

RADI REVISTA ARGENTINA DE INGENIERÍA

Publicación del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería • República Argentina • Año 4 • Volumen 8 • Octubre de 2016



Parque Eólico Arauco, Provincia de la Rioja
Parque solar Cañada Honda, Provincia de San Juan.
Fotos: Gentileza del Área de Prensa y Comunicación
del Ministerio de Energía y Minería de la Nación.
Twitter: @renovables

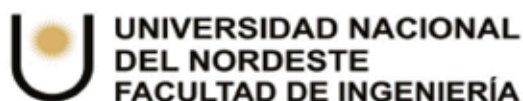


Año 4. Volumen 8
Octubre 2016
ISSN 23140925

Gestión Académica. Desarrollo Regional. Vinculación Universidad, Empresa y Estado. Ingeniería Sostenible. Energía, Medio Ambiente y Cambio Climático. Biotecnología, Nanotecnología, Bioingeniería y Materiales. Tecnología de la Información y Comunicación. Forestal, Agronomía y Alimentos. Innovación y Emprendedorismo. Obras y Proyectos. Empresas y Servicios. Ejercicio Profesional.



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



ISSN 2314-0925

Revista Argentina de Ingeniería

Publicación del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina
Año 4 - Volumen 8 - Octubre de 2016





COMITÉ EJECUTIVO 2014-2015

PAGANI, Sergio

Presidente
Decano UNT - FCEyT
presidente@confedi.org.ar

ACTIS, Marcos Daniel

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

CUENCA PLETSCH, Liliana R.

Secretaria General
Decano UTN - FRRE
secretariogeneral@confedi.org.ar

DEL GENER, Jorge Omar

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

PAZ, Hector Rubén

Presidente Saliente
Decano UNSE - FCEyT
presidentesimaliente@confedi.org.ar

BASTERRA, José Leandro

Presidente Comisión de Ciencia,
Tecnología
Decano UNNE - FI
cienciaytecnologia@confedi.org.ar

GENTILETTI, Gerardo Gabriel

Presidente Comisión de Enseñanza
Decano UNNER - FI
ensenanza@confedi.org.ar

KALOCAI, Guillermo

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

RICCIOLINI, Eugenio Bruno

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

FARDELLI CORROPOLESE, Claudio

Presidente Comisión de Posgrado
Decano UNGS - II
postgrado@confedi.org.ar

SOSA, Miguel Angel

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

SPOSITTO, Osvaldo

Presidente Comisión ad-hoc de
Extensión y Transferencia
Decano UNLaM - DieIT
extension@confedi.org.ar

GUERCI, Alberto

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

GOMEZ GUIRADO, Roberto

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

OLIVETO, Guillermo

Secretario de Comunicación
Decano UTN – FRBA
comunicacion@confedi.org.ar

RADI - Revista Argentina de Ingeniería

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

-ISSN 2314-0925-

Año 4 - Volumen 8 - Octubre de 2016

AUTORIDADES RADI 2016

Director

Ing. Jorge V. Pilar

Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional del Nordeste

Secretaría Ejecutiva

Mercedes Montes de Oca

Consejo Federal de Decanos
de Ingeniería de Argentina

Editor

Lic. Alfredo Pintos

Medios Electrónicos - Comunicación
Paraná. Entre Ríos

CONSEJO EDITORIAL

Ing. Marcos Actis

Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de La Plata

Ing. Héctor Paz

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías
Universidad Nacional de Santiago del Estero

Ing. Jorge Pilar

Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional del Nordeste

Ing. Roberto Giordano Lerena

Facultad de Ingeniería
UFASTA

Ing. José Basterra

Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional del Noroeste Argentino

Ing. Ing. Guillermo Lombera

Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Mar de Plata

Editores Asociados

Ing. Ariel A. Braidot (UNER)

Ing. Eduardo A. Romero (UTN - FRVM)

Ing. José A. Cano (UNR - FCEIA)

Ing. Marcelo J. Karanik (UTN - FRR)

Ing. Marcelo T. Piovan (UTN - FRBB)

Ing. Roberto E. Cáceres (UNSJ - FI)

Ing. Elena B. Durán (UCSE - FMA)

Ing. Liz G. Nallim (UNSa - FI)

Ing. Rosanna Costaguta (UNSE - FCEyT)

Ing. Susana L. Vidales (UNL - DT)

Ing. Fernando O. Martínez (UNR - FCEIA)

Ing. Gloria E. Alzugaray (UTN - FRSF)

Ing. 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 4 - Volumen 8 - Octubre de 2016

COMITÉ DE EVALUADORES

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

CONFEDI

Ayacucho 132, 1^a (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:
Ingeniero Eugenio Bruno Ricciolini.
-Homenaje- Ing. Miguel Ángel Sosa. Ing. Jorge Del Gener

10 Editorial:
Roberto Aguirre, presidente y “veterano honorario” del CONFEDI
Ing. Roberto Giordano Lerena

12 Editorial:
La RADl se consolida.
Ing. José L. Basterra. Dr. Ing. Jorge V. Pilar. Mercedes Montes de Oca

13 Opinión.
Neuquén: una provincia petrolera que impulsa un clúster de energías renovables
Ing. Luis Felipe Sapag

16 Proyectos:
Comisión de Relaciones Interinstitucionales e Internacionales -CONFEDI-
Ing. Miguel Angel Sosa

23 Temas de Ingeniería:
Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016. Ing. Gustavo Lores

26 Desarrollo Tecnológico y Transferencia:
El Desarrollo Tecnológico llega al Doctorado. Importante acuerdo CONICET-CO-
NEAU-CONFEDI.
Ing. Roberto Giordano Lerena

29 Ingeniería en Argentina:
Conciliando Industria y Universidad. Desarrollo y transferencia de productos libres de
gluten. MSc. María Lucrecia Wilson. Dr. Enrique Mammarella

32 Ingeniería en Iberoamérica:
Medalla al Mérito Académico. Premio otorgado por la Latin American and Caribbean
Consortium of Engineering Institutions.

34 Agenda de Ingeniería:
La agenda del CONFEDI en el año de finalización del Plan estratégico de formación de
ingenieros 2012-2016. Ing. Liliana Cuenca Pletsch.

Artículos presentados a la RADl

36 *Ingeniería Sostenible. Energía, Gestión Ambiental y Cambio Climático*
Predicción de la pérdida de suelos aplicando MUSLE en Aldea Santa María, Entre
Ríos. Ing. Roxana Ramírez. Ing. Agr. Marcelo G. Wilson. Dra. Marta Marizza. Ing. Agr.
Emmanuel Gabioud.

43 *Gestión de la Educación en Ingeniería*
Cambios y mejoras; innovación y oportunidad. Un mapeo al interior de la FCEFYN de
la UNC. Dra. Rosanna P. Forestello. Ing. Claudia Guzmán.

54 *Obras y Proyectos de Ingeniería*
Evaluación de estructura sometida a vibraciones de máquinas
Ing. Norma Luján Ercoli. Mg. Ing. María Haydee Peralta. Dr. Ing. Leonel Osvaldo Pico.

63 *Gestión de la Educación en Ingeniería*
Ingeniería y sociedad: la mirada de las universidades
Prof. Patricia Noemí Roux. Dr. Jorge Norberto Cornejo.

71 *Ingeniería Sostenible. Energía, Gestión Ambiental y Cambio Climático.*
Identificación de tendencias en I+D sobre electrolitos de baterías de litio.
Ing. Grabois, Marcelo. Ing. Cámara, Cristina. Ing. Agramunt Lucia. Tco. Quim. Regodebeses, Alejandro. Serrano, Romina.

81 *Gestión de la Educación en Ingeniería.*
Laboratorios virtuales en la UTN – FRRe: una solución para la superpoblación estudiantil. Ing. Teresita Barrios. Mg. Nidia Dalfaro. Ing. Maria Bianca Marin. Mg. Maria Del Carmen Maurel.

90 *Gestión de la Educación en Ingeniería.*
Trabajo práctico integrador: Estrategia para el desarrollo de competencias en carreras ingenieriles. Dra. Ing. Gloria Alzugaray. Mg. Lucía Rodríguez Virasoro. Ing. Matías Orué.

Trabajos Seleccionados del CONAIISI

99 Creación de corpus para aplicaciones de análisis de texto no estructurado.
Dr. Julio Castillo. Ing. Marina Cardenas. Ing. Adrian Curti.

104 Grab them with ai: aprender programación jugando.
Dr. German Antonio Montejano. Dr. Mario Marcelo Berón. Lic. Mariano Gabriel Luzzza Bonilla

111 Plataforma de meta-programación para Javascript
Alexis Ferreyra. Néstor Navarro. Ricardo Medel. Emanuel Ravera.

122 Pautas para la publicación de artículos en esta revista.

125 Talón de Suscripción.

EDITORIAL

Ingeniero Eugenio Bruno Ricciolini. -Homenaje-

El pasado 29 de junio, a los 77 años, nos dejó Eugenio Bruno Ricciolini, el Richo. El hachazo invisible, aquel inolvidable de la elegía de Miguel Hernández, le pegó duro y con ello nos lastimó a todos los que, en mayor o menor medida, supimos de la experiencia, de la calidez, del equilibrio, del maravilloso humor y de, definitivamente, sus cosas más gratas.

Había nacido en Pompeya, unos años antes de que Troilo y Manzi inmortalizaran el barrio de su infancia en el entrañable Sur.

Hijo de la Educación Pública, una vez recibido de técnico comenzó a trabajar y a estudiar Ingeniería Metalúrgica en la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional. Con mucho esfuerzo y al cabo de siete años se convirtió en Ingeniero. Fue ayudante de cátedra cuando la sede General Pacheco se desarrollaba como Delegación de la Facultad Regional Buenos Aires y funcionaba en la escuela de la empresa Ford. Poco después de la llegada de la democracia, asumió como Decano Normalizador de la Facultad Regional General Pacheco de la Universidad Tecnológica Nacional, donde fue reelecto por varios períodos, habiéndose desempeñado en ese cargo durante 31 años.

Forjador de una vasta trayectoria, su amor y su impulso a la ingeniería, lo llevó a ser socio fundador del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) en marzo de 1988 y parte de su Comité Ejecutivo desde entonces, único miembro fundador que se mantuvo como socio activo durante 28 años de existencia del mismo, habiendo sido también su Vicepresidente, e ininterrumpidamente Presidente de la Comisión de Presupuesto, Planeamiento e Infraestructura.

Fue un Decano de Decanos, y tuvo un singular reconocimiento, cuando la Asamblea de la 54° Reunión Plenaria del CONFEDI lo designó Presidente Honorario de la institución, como una forma de aprehenderlo, definitivamente, por el resto de los tiempos.

Un verdadero referente entre sus pares, por su vasta experiencia y generosidad; por su trayectoria profesional y académica. Una persona que dio siempre lo mejor de sí, aconsejando caminos a seguir, ayudando, consensuando, intercediendo, equilibrando y brindando su aporte personal y profesional tan particular e inolvidable.

La sabiduría popular, aquella que nutre a tu amado tango y a tu amado Gardel, sostiene que uno muere cuando se muere el último que lo recuerda. Te tendremos por siempre, Richo.

Miguel Ángel Sosa

Decano Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Delta

Jorge Del Gener

Decano Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Avellaneda

EDITORIAL

Roberto Aguirre, presidente y “veterano honorario” del CONFEDI

Ing. Roberto Giordano Lerena
Decano Facultad de Ingeniería
Universidad FASTA

Es muy difícil escribir sobre una buena noticia cuando otra nos entristece. La mala noticia no opaca la buena, pero resulta casi imposible mantenerlas separadas, ajena una de otra. Más aún para los que no ven ambas noticias desde lejos, desde afuera, sino que las viven y sienten desde el corazón¹. La alegría y la tristeza en estos casos van de la mano.

En el pasado plenario de La Plata se aprobó por unanimidad la designación de Roberto Aguirre como presidente honorario del CONFEDI. El segundo de la historia del Consejo. La propuesta ya contaba con el aval del Comité Ejecutivo y, especialmente, de su primer y único presidente honorario hasta ese momento, Eugenio Ricciolini. No violo ningún secreto si comparto mi diálogo con él en ese momento, por el contrario, lo creo pertinente y hasta un acto de justicia. Lo tengo muy presente:

- *Richo*, estamos pensando proponer al Comité Ejecutivo la designación de un segundo presidente honorario del CONFEDI. Antes de hacerlo te consulto al respecto porque creo que corresponde. No hay nada escrito en el estatuto, pero entendemos como una obligación de CONFEDI reconocer el trabajo y compromiso de quienes lo hicieron nacer y crecer. Por eso estaríamos proponiendo la designación de Roberto Aguirre para que te acompañe en la presidencia honoraria.

- *Mirá negro*. En estas cosas el estatuto no tiene nada que ver. Yo recibí con mucha alegría y cariño de todos ustedes la designación de presidente honorario. Uno hace estas cosas de corazón, no buscando premios ni diplomas, pero es bueno saber que te respetan por lo que hiciste. Aguirre es una gran persona, que ha hecho mucho por el CONFEDI. Se merece muchísimo ese reconocimiento y también el CONFEDI se lo merece. A mí me parece perfecto que sea también presidente honorario. En todo caso, habría que preguntarle a él si quiere ser veterano honorario conmigo! (risas)

Sin haber dado un solo paso formal, sentí que ya teníamos dos presidentes honorarios. Y así fue. El resto fue solo formalidad y escuchar decenas de comentarios sobre Roberto Aguirre, todos argumentos a favor de la distinción. La comisión de reglamento fue precisa y contundente en su presentación. El plenario aprobó la moción por unanimidad, seguido de un aplauso sincero. Finalmente, teníamos nuestro segundo presidente honorario formalmente designado. La designación formal sería en el Plenario de Resistencia.

Para quienes no lo conocen tanto, cabe señalar que Roberto Aguirre fue Miembro Fundador del CONFEDI, Secretario General, Integrante del Comité Ejecutivo, Presidente de su Comisión de Reglamento, y Presidente en el año 2000. En todos los casos, trabajó mucho en favor del desarrollo y fortalecimiento de nuestro Consejo. EL estatuto y varios documentos importantes de la historia del CONFEDI llevan su letra.

¹ Por eso la licencia de escribir en primera persona este “editorial”

Roberto Aguirre posee una larga trayectoria docente en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Desde el año 1983 se ha desempeñado en el área de construcciones de hormigón de la carrera de Ingeniería Civil. Es profesor regular por concurso en esa Facultad desde 1986, siendo actualmente Profesor Titular de la cátedra Hormigón I de la carrera de Ingeniería Civil orientación Construcciones. Es un docente de alma, sumamente respetado por alumnos y colegas, y profundamente comprometido con la educación en ingeniería.

Tuvo allí, en la Universidad Nacional de la Patagonia Austral San Juan Bosco, una extensa y fructífera actividad de gestión. Fue integrante del Consejo Académico de su Facultad de Ingeniería, Jefe del Departamento de Construcciones Civiles, Secretario Académico, Vice Decano y Decano. Es actualmente Jefe del Departamento de Construcciones Civiles y representante por el claustro docente en el Consejo Superior de esa Universidad. Desde el año 2010 es Profesor Honorario de la Facultad de Ingeniería, por decisión del Consejo Superior de su Universidad, reconociendo en él, cualidades humanas, compromiso con la institución y méritos de excepción que lo hacen merecedor de esta distinción.

Está casado con María Rosa Carstens, Ingeniera Química y docente exclusiva de la carrera de Ingeniería Química, recientemente jubilada. Es padre de Maite y Matías, y abuelo orgulloso de 3 nietos.

Por sobre todas esas cosas, debemos decir que Roberto Aguirre es una gran persona. Siempre atento, equilibrado, crítico y justo. Siempre con la palabra adecuada y ánimo conciliador. Un habitué del CONFEDI. Esas personas cuya opinión es requerida y valorada por sus pares. Un verdadero consejero del Consejo. Un hombre recto, a quien le cabe perfectamente el adjetivo de Honorario.

Por eso la alegría de esta justa distinción. Porque también habla del CONFEDI este gesto de reconocer como presidentes permanentes a sus "veteranos honorarios". Porque "veterano" es sinónimo de "experimentado", ellos son los que nos alumbran el camino con su experiencia. Son Decanos entre Decanos. Ellos hicieron, hacen y harán el CONFEDI, con sus acciones, con su palabra, con su impronta. Ellos fueron, son y serán el CONFEDI, más allá de dónde estén! Por eso el CONFEDI tiene dos presidentes honorarios!

¡Muchísimas gracias *Richo*. Por todo!

Bienvenido Roberto, respetado colega y amigo, a este merecido lugar en nuestro CONFEDI. ¡Es un verdadero honor tenerte como presidente!

EDITORIAL

La RADI se consolida

Estimados amigos, con gran satisfacción presentamos a la comunidad de la Ingeniería argentina el número 8 de la Revista Argentina de Ingeniería – RADI.

Al momento del nacimiento de nuestra revista, a comienzos de la segunda década de este siglo, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de Argentina – CONFEDI venía auspiciando desde hacía más de 10 años a la Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería – RAEI, una publicación que hoy es una referencia indiscutida en la materia. Sin embargo, el CONFEDI, siguiendo sus ejes fundacionales, sentía que era su misión y deber ampliar su espectro de difusión y ello fue el germen de la RADI. Desde entonces, ya se publicaron en forma ininterrumpida siete números con una frecuencia semestral.

A partir de este número, el 8º, la RADI, ya consolidada en la Ingeniería argentina, pasa a ser el único órgano de difusión impreso del CONFEDI.

Aquella visión respecto a que hacía falta una publicación que refleje de forma amplia el quehacer de las facultades y escuelas de Ingeniería del país y que, además, sirviera de ámbito de difusión de la producción de sus docentes e investigadores, era correcta; la cantidad y calidad de los trabajos que se publicaron así lo demuestran. Y también fue buena la decisión de incluir en cada número una sección dedicada a uno de los congresos auspiciados por el CONFEDI, en la que se reproducen trabajos seleccionados de esos congresos. Además, a través de las “secciones permanentes” se divulgan cuestiones referidas al presente y futuro de la Ingeniería y la formación de ingenieros en Argentina e Iberoamérica.

Queremos repetir, una vez más, que el espíritu que dio vida y nos mueve a los que estamos en la coordinación y armado de la RADI, además del desafío de perdurar y crecer siguen vigentes, un espíritu que es el de todos los integrantes del CONFEDI.

Amigos de la comunidad de la Ingeniería argentina, el 8º número de la RADI ya está entre nosotros. Esperamos que les sea de utilidad.

Ing. José L. Bastera

Presidente de la Comisión de Ciencia y Tecnología del CONFEDI
Decano de la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Nacional del Nordeste

Dr. Ing. Jorge V. Pilar

Director de la RADI
Facultad de Ingeniería de la
Universidad Nacional del Nordeste

Mercedes Montes de Oca

Secretaria del CONFEDI

OPINIÓN

Neuquén: una provincia petrolera que impulsa un clúster de energías renovables

Luis Felipe Sapag

Vicedecano Facultad Regional del Neuquén
Universidad Tecnológica Nacional

Las vertientes renovables de una provincia petrolera

Neuquén no solo produce la mitad del gas y casi un tercio del petróleo que consume la Argentina, sino que posee una de las reservas geológicas más grandes del mundo, valorizadas gracias a las tecnologías recientemente desarrolladas de estimulación hidráulica de formaciones geológicas no convencionales. Vaca Muerta, Los Molles y otras acumulaciones *shale* y *tight* son recursos que ya han comenzado a dar frutos, modificando la curva de caída de reservas y producción que afecta a la Argentina desde hace casi dos décadas. Más del 50 % del producto bruto geográfico de la provincia se origina en la exploración, extracción y procesamiento de gas y petróleo. Más allá de esa significativa imagen, hay que destacar que la secuencia en movimiento muestra la incipiente trayectoria dinámica de un clúster de empresas de todo tamaño, incluyendo las estatales YPF y Gas y Petróleo del Neuquén, apoyadas por los gobiernos nacional y provincial, así como por las universidades nacionales (UTN y UNComa), que aportan recursos humanos capacitados y desarrollos tecnológicos útiles para el gran desafío de lograr el despegue productivo de los hidrocarburos con inclusión social y sustentabilidad ambiental.

Sin embargo, pese a la enorme oportunidad de las fuentes fósiles, la provincia de Neuquén y sus municipios, en el marco de políticas nacionales favorables, también se han comprometido con las energías renovables a través de varias estrategias, tanto públicas como

privadas, las cuales, cada una, desde la entidad que las rige, confluyen claramente hacia la consolidación de un clúster regional de producción eólica, solar, biomasa, hidráulica y geotérmica.

ADI Nqn: Producción en gran escala de energía eólica y geotérmica... y más

La Agencia de Desarrollo de Inversiones de Neuquén (ADI Nqn) es una empresa del Estado provincial que tiene a su cargo la promoción de proyectos eólicos, fotovoltaicos, geotérmicos e hidráulicos de hasta 50 Mw, así como el tratamiento de residuos sólidos urbanos en gran escala. En todos ellos ha obtenido avances, pese a las cambiantes condiciones del contexto macroeconómico de las últimas décadas. Actualmente gestiona más de veinte iniciativas para las que cuenta con proyectos ejecutivos. Está pronta a iniciar una represa multipropósito de 4 Mw en el río Nahueve y, al momento de escribir estas líneas, se esperaba la adjudicación de tres inversiones eólicas de gran envergadura en las licitaciones lanzadas por el Ministerio de Energía y Minería de la Nación, en el marco de la nueva ley nacional 27191, de fomento de energías renovables, y del plan RenovAr. Se trata de asociaciones entre ADI Nqn y otras empresas que proponen erigir un eólico de 100 Mw y dos de 50 Mw. Por fuera de esos programas nacionales, otras cuatro inversiones eólicas de similar envergadura avanzan hacia su concreción.

De similar manera, ADI Nqn madura dos proyectos en las cuencas geotérmicas de Caviahue y Domuyo, así como la instalación

de una planta regional de procesamiento de residuos sólidos en Neuquén capital, con capacidad de absorber los desechos de todas las ciudades ubicadas en un radio de 80 Km, incluyendo la provincia de Río Negro.

Parque Tecnológico de Cutral Co

Concebido e impulsado por el municipio y financiado en su mayor parte por el Estado nacional, el Parque Tecnológico de la ciudad de Cutral Co crece apoyándose en relevantes proyectos de energía eólica. El complejo cuenta con 9.000 m² de superficie cubierta de talleres y laboratorios, donde INVAP Ingeniería, desde 2014, construye generadores eólicos de media y baja potencia. A la par, se ha asociado a una empresa privada dedicada a plásticos especiales, para fabricar las palas de un generador de 2,5 Mw, el que se encuentra en etapa de desarrollo.

En el mismo predio, INTI ha instalado su Plataforma Eólica de Ensayos de Generadores de Baja Potencia, en donde todos los prototipos que buscan salir al mercado en la Argentina deben gestionar su homologación.

Facultad Regional del Neuquén de la UTN

Estrechamente vinculada a las actividades del Parque Tecnológico de Cutral Co y de toda la industria energética y petroquímica de la zona, la Facultad neuquina de la UTN, a lo largo de su extensa trayectoria, ha conformado importantes equipos de investigadores y laboratorios dedicados a temas energéticos y ambientales, tales como biorremediación, biodigestores y biomasa, controles de generación eólica y aerogeneradores de baja potencia, robótica, eficiencia energética y controles a distancia mediante sensores inteligentes.

En particular, la Facultad local de la UTN está desarrollando prototipos para generación de energía a partir de biomasa, que permitan la autogeneración en establecimientos de zonas rurales.

Además, dicha unidad académica posee un laboratorio para servicios medioambientales a la industria petrolera, con equipamien-

to tecnológico avanzado. Sus investigadores prestan servicios a empresas privadas y estatales, otorgando precisión y confiabilidad en los trabajos.

Empresas estatales y privadas desarrollando energía a partir de biomásas

Dentro de este prometedor escenario renovable en Neuquén, la biomasa también está presente. En el interior de la provincia, los numerosos proyectos forestales producen gran cantidad de desechos aprovechables como insumos para plantas de biogás y pirólisis. Concretamente, está pronta a funcionar una planta autónoma de tratamiento de líquidos cloacales mediante ozono generado por pirólisis de biomasa en Villa Traful. Se trata de un proyecto financiado por el Consejo Federal de Ciencia y Tecnología (COFECyT) a través de la Unidad de Vinculación Tecnológica de la Facultad del Neuquén de la UTN, del cual participan la Subsecretaría de Medio Ambiente de la provincia junto a dos empresas privadas, una de las cuales posee tecnologías propias de tratamiento de aguas servidas mediante ozono.

A la par, el Gobierno provincial actúa en conjunto con el sector privado para aprovechar la gran cantidad de residuos forestales, producto de las nuevas líneas de aserrío, para la generación de energía mediante la utilización de biomasa forestal. Así, la Corporación Forestal Neuquina (CORFONE) se encuentra en proceso de licitación para la instalación de una planta de generación de 1 Mw de energía eléctrica a partir de biomasa del aserradero de Abra Ancha ubicado en Aluminé, en colaboración con el Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP) y el INTI. La energía excedente se conectará a la red de distribución eléctrica.

Neuquén no solo es la provincia con mayor desarrollo forestal de la Patagonia, también está haciendo punta en el aprovechamiento energético de los desechos que produce esa actividad.

Ente Provincial de Energía (EPEN) y Cooperativas Eléctricas

Las ciudades más grandes de Neuquén (la capital, Cutral Co - Plaza Huinca, Zapala y Plottier) se abastecen domiciliariamente a través de cooperativas, mientras que el EPEN funge como distribuidor mayorista en todo el territorio y minorista en ciudades y poblaciones que no poseen servicios propios. COPELCO, la cooperativa de Cutral Co, opera desde hace más de una década un molino eólico de 400 Kw y se prepara a poner en servicio otro de 30 Kw fabricado por INVAP.

EPEN tiene instalaciones de paneles solares en toda la provincia para alimentar estaciones repetidoras de comunicaciones y ensaya instalaciones de la misma tecnología para autogeneración en las ciudades de Centenario y El Chañar. También desarrolla el proyecto ejecutivo de un eólico de 60 Mw.

Todos los entes estatales, municipales, privados y académicos hasta aquí mencionados se preparan a dar un salto cualitativo gracias a una nueva legislación, la que se describe en el siguiente apartado.

Nueva ley provincial de Generación Distribuida

En el mes de julio de este año la Legislatura de Neuquén logró un amplio consenso político para la sanción de la ley 3006/16 de Generación Distribuida de Fuentes Renovables (solar, eólica, geotérmica, biomasa e hidráulica y toda aquella que en el futuro sea incorporada como renovable), la que establece las condiciones técnicas, económicas y administrativas para difundir los beneficios de las energías limpias y democratizar su producción; promocionar las inversiones en investigación y desarrollo, la fabricación de equipos y generación de energía eléctrica a partir del uso de fuentes sustentables, así como la investigación y el desarrollo de las tecnologías de generación distribuida en universidades e institutos científicos y tecnológicos. Todos estos objetivos serán apoyados por sólidos incentivos para estimular este tipo de oferta no tradicional.

Neuquén es la cuarta provincia en el país en avanzar sobre este modelo, luego de Santa Fe (2009), Salta (2014) y Mendoza (2015).

El ente de aplicación de la norma es el Ministerio de Energía, quien se encarga de su reglamentación. La posibilidad de que los usuarios de todo tamaño puedan autogenerar y además inyectar energía a la red de distribución eléctrica constituye una gran oportunidad para el crecimiento de toda la cadena de valor de energía de fuentes renovables, incentivando la producción nacional de equipos y el crecimiento de redes distribuidas.

La operación estará a cargo de las empresas y cooperativas eléctricas locales, las que deben formalizar los contratos y las condiciones técnico-económicas con los generadores distribuidos, los cuales pueden ir desde una familia hasta una gran industria.

Madura el clúster neuquino de energías renovables

Los neuquinos sabemos que sin dudas nuestro desarrollo continuará basado en el "oro negro" por largo tiempo, pero que también ha comenzado con firmeza un proceso que le está otorgando brillantes tonalidades verdes. Conscientes de que esos esfuerzos de diverso origen tienden a encontrarse en las temáticas y problemas comunes, tales como la búsqueda y desarrollo de nuevas tecnologías y fuentes de financiación, así como el control y mitigación de los impactos ambientales y sociales, naturalmente los actores involucrados buscan vincularse y encontrar caminos de cooperación y complementación. ADI Nqn se prepara a complejizar sus capacidades operativas con la creación del Área de Vinculación y Vigilancia Tecnológica, con el expreso objetivo de fortalecer los lazos de acercamiento, para convertirlos en articulaciones sistémicas.

Inmersas dichas dinámicas en el nuevo contexto energético, tecnológico, normativo y económico, no es de extrañar que en no mucho tiempo veamos emerger formalmente al Clúster de Energías Renovables de Neuquén.

PROYECTOS

Comisión de Relaciones Interinstitucionales e Internacionales -CONFEDI-

INFORME DE ACTIVIDADES Y PROYECTOS - SETIEMBRE 2016

Ing. Miguel Angel Sosa¹

Decano Facultad Regional Delta
Universidad Tecnológica Nacional

En el marco del Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016 (PEFI), la Comisión de Relaciones Interinstitucionales e Internacionales del CONFEDI ha venido desarrollando distintas actividades y proponiendo diferentes proyectos que se considera oportuno difundir con el propósito de permanecer a disposición para el trabajo conjunto.

En el Eje C del PEFI, relativo a la Internacionalización de la Ingeniería Argentina, se plantearon tres objetivos.

C.1. Consolidar y ampliar proyectos de cooperación con países de Latinoamérica

C.2. Consolidar y ampliar proyectos de cooperación con países de la Unión Europea

C.3. Mantener presencia activa en Foros Educativos Internacionales

El CONFEDI ha venido realizando importantes avances en las líneas mencionadas anteriormente participando en distintas organizaciones y desarrollando programas que se describen sucintamente a continuación.

I-Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI)

EL CONFEDI es miembro fundador activo de la ASIBEI en la cual ha ejercido la Vicepre-

sidencia en el período 2012-2013 y la Presidencia en 2014-2015.

Actualmente forma parte de su Comité Ejecutivo y participa activamente en el desarrollo de su Plan Estratégico que incluye seis Ejes Temáticos, de los cuales dos son coordinados por miembros del CONFEDI.

Eje 1: Movilidad de Estudiantes y Profesores en Iberoamérica.

Coord. Ing. Roberto Giordano Llerena, CONFEDI de Argentina.

Eje 2: Formación del Ingeniero Iberoamericano.

Coord. Ing. Juan José Echeverría, Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI) de México.

Eje 3: Consolidación Internacional de ASI-BEI.

Coord. Ing. Fredy A. Paredes, Asociación Ecuatoriana de Instituciones de Enseñanza de Ingeniería (ASECEI) de Ecuador.

Eje 4: Calidad de la Educación en Ingeniería.

Coord. Ing. Ana María de Mattos R., Associação Brasileira de Educação de Engenharia (ABENGE) de Brasil.

Eje 5: Formación de Profesores.

Coord. Ing. Luis Alberto González, Asociación Colombiana de Facultades de

16



¹Decano Facultad Regional Delta – Universidad Tecnológica Nacional

Presidente de la Comisión de Relaciones Interinstitucionales e Internacionales del CONFEDI

Miembro del Comité Ejecutivo de la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI)

Miembro del Comité Ejecutivo de la International Federation of Engineering Education Societies (IFEES)

Miembro del Directorio de Decanos del Global Engineering Deans Council Latin American Chapter (GEDC LATAM)

Presidente de la Comisión de Enseñanza, desarrollo, difusión y promoción de la Ingeniería Argentina del Centro Argentino de Ingenieros de Argentina (CAI)

Presidente de la Cátedra Abierta Iberoamericana de Desarrollo Tecnológico e Innovación de ASIBEI

Miembro de Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institution (LACCEI)

Miembro del Global Engineering Deans Council (GEDC)

Ingeniería (ACOFI) de Colombia.

Eje 6: Innovación y Desarrollo Tecnológico.

Coord. Ing. Miguel Angel Sosa, CONFEDI de Argentina.

El estado de avance de los Ejes del Plan Estratégico se describe a continuación.

En el Eje 1 se ha acordado trabajar en conjunto con el Grupo de Trabajo 2 de Recursos Humanos e Ingeniería de la OEA, en cuyo marco se realizó el lanzamiento del “Programa de Movilidad y Formación de Ingenieros en América (FINAM)”

Se ha aprobado cuatro proyectos por parte del Comité Científico entre los cuales se destaca por su amplitud de convocatoria al “Programa Latinoamericano de Intercambio de Experiencias en Gestión de la Educación en Ingeniería” (PLIGEI).

El PLIGEI tiene por objetivo generar un espacio académico de Decanos de Facultades de Ingeniería para compartir y debatir experiencias institucionales y nacionales en la gestión de la educación superior, contribuir a la construcción colectiva de conocimiento y buenas prácticas de gestión universitaria, fomentar el desarrollo de la ciencia y la tecnología en los ámbitos universitarios, promover la reflexión, y fortalecer la integración interinstitucional e interpersonal entre pares y la formación de recursos humanos orientados a la gestión de la educación, ciencia y tecnología, a efectos de generar oportunidades de proyectos de alto impacto en desarrollo tecnológico y transferencia en nuestra región latinoamericana.

Se está a la espera del financiamiento de estos proyectos por lo cual, y en función de esta demora, en la última Reunión Plenaria de ASIBEI en San José de Costa Rica en Julio pasado se suscribió una Carta de Intención para la Promoción y Fortalecimiento de Programas de Intercambio y Movilidad de Docentes, Investigadores y Estudiantes de Ingeniería, y con el propósito de buscar modalidades más dinámicas para la concreción de movilidad en nuestra región se ha asumido los siguientes compromisos para la suscripción de los acuerdos específicos:

Que las universidades de origen y destino designen los interlocutores institucionales correspondientes.

Que las universidades, de común acuerdo, propongan un Plan de Trabajo del docente, investigador o estudiante, y establezcan mecanismos de equivalencias académicas en los casos que sea necesarios.

Que la Universidad de Origen aporte el costo de los pasajes, la asistencia médica y seguros que correspondan.

Que la Universidad de Destino aporte el costo de alojamiento y manutención del docente, investigador o estudiante en la ciudad de destino, durante el período de intercambio.

Y que la Universidad de Destino exima a los estudiantes del pago de cualquier arancel, matrícula o tasa universitaria, directa o indirecta.

Bajo la Coordinación del CONFEDI se está promoviendo la concreción de movilidad e intercambio de estudiantes y profesores de modo bilateral y financiado por las partes según se ha expresado en la Carta de Intención citada anteriormente.

Dentro del Eje 2, en la reunión de ASIBEI realizada en la ciudad de Ushuaia en noviembre de 2015 se aprobó el documento denominado “Perfil del Ingeniero Iberoamericano”.

La caracterización del perfil del Ingeniero Iberoamericano se definió en términos de cuatro dimensiones: académica, profesional, ambiental y social, y supone una contribución al debate y reflexión en las unidades académicas y asociaciones de enseñanza de ingeniería a efectos de mejorar y fortalecer los procesos de formación de los ingenieros iberoamericanos, constituyéndose en un documento de referencia en la región.

En cuanto al Eje 3 se realiza un trabajo permanente para dar visibilidad y sostener la participación internacional de ASIBEI en distintas instancias.

En el marco del Eje 4 el Ing. Daniel Morano presentó en la Reunión Plenaria de ASIBEI en San José de Costa Rica en julio pasado el trabajo: “Cumplimiento del Perfil del Ingeniero Iberoamericano en estándares de acreditación de países de la región”, con el objetivo de :

“Realizar un análisis comparativo entre las cuatro dimensiones del ingeniero iberoamericano definidas por ASIBEI y los resultados de aprendizaje y perfil de egreso definidas por los sistemas de acreditación de la Euro-

pean Accreditation of Engineering Programmes (EUR-ACE), el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería de México (CACEI) y el Sistema de Acreditación Regional de Carreras Universitarias de los Estados Partes del MERCOSUR y Estados Asociados (ARCU-SUR)”.

Se propuso analizar cualitativamente cada una de las cuatro dimensiones y tomar de los indicadores y criterios relacionados con la formación del estudiante y el perfil de egreso, cuales son las competencias que están definidas de modo explícito como de cumplimiento obligatorio por parte de los programas que pretendan ser acreditados, arribando a las siguientes conclusiones.

Los tres sistemas de acreditación analizados son “sustancialmente equivalentes” y los resultados de aprendizaje y perfil de egreso son casi idénticos.

Los tres sistemas de acreditación exigen a los programas acreditables el cumplimiento de todas las competencias de la dimensión académica.

La dimensión profesional cuenta con exigencias de seguimiento de sus graduados tanto por parte de CACEI como de ARCU-SUR. De todos modos, en los tres sistemas no se observan exigencias relacionadas con la realización de proyectos que promuevan la integración regional CACEI establece relaciones con los graduados y su actuación en organizaciones nacionales e internacionales de ingeniería, situación que no se observa claramente en EUR-ACE y en ARCU-SUR.A

La dimensión ambiental, está detallada en los tres sistemas, tan sólo en lo referente a analizar el impacto ambiental en un proyecto de ingeniería pero en general no se observa el cumplimiento taxativo de estas competencias en los tres sistemas.

La dimensión social se observa con de mayor exigencia en los estándares de CACEI, aunque no se aborda de modo holístico los conceptos de desarrollo humano. En el caso de EUR-ACE y ARCU-SUR, además de lo expresado, no se observa la formación e información sobre competencias relacionadas con el ámbito de la planificación pública como herramienta para el desarrollo.

En el Eje 5 Formación de Profesores se ha aprobado en noviembre de 2015 un docu-

mento denominado Declaración de Ushuaia relativo al tema, a través del cual se especifica y profundiza la importancia y responsabilidad de los profesores, las instituciones y universidades miembros de ASIBEI en la formación de ingenieros.

En el marco del Eje 6 se ha creado en noviembre pasado la Cátedra Abierta Iberoamericana de Desarrollo Tecnológico e Innovación, para el estudio y fomento del Desarrollo Tecnológico e Innovación en Iberoamérica (Ibero DeTI).

Los objetivos estratégicos del Eje 6 de la ASIBEI son:

1. Contribuir a maximizar el aporte de las Facultades de Ingeniería al desarrollo territorial sostenible en su espacio de influencia en un marco de fortalecimiento de la cooperación regional.

2. Promover y fortalecer las actividades de desarrollo tecnológico, transferencia de conocimientos tecnológicos y contribución a las innovaciones en las Facultades de Ingeniería atendiendo a las necesidades socio-productivas locales y a la integración regional.

En la Reunión de San José de Costa Rica se aprobó lo actuado durante el primer semestre de 2016 en cuanto a la definición del Programa Analítico, la conformación de la Biblioteca Inicial, la Metodología de Dictado, y se consolidó la Cátedra en cuanto a sus Autoridades.

Presidente: Ing. Miguel Angel Sosa (CONFEDI)

Vicepresidente: Juan Carlos Espinoza Ramírez (CONDEFI). Facultad de Ingeniería Universidad de Santiago de Chile.

Secretario General: Ing. Roberto Giordano Lerena (CONFEDI)

También se aprobó la nómina de miembros del Consejo Directivo, Consejo Académico y Profesores, propuestos por las distintas Instituciones que componen ASIBEI.

Actualmente se está finalizando el desarrollo del sitio de internet correspondiente para comenzar su dictado.

Nueva publicación de ASIBEI: “Competencias y Perfil del Ingeniero Iberoamericano, Formación de Profesores y Desarrollo Tecnológico e Innovación”, en la cual se desarrolla los conceptos y principios del Plan Estratégico de ASIBEI. El contenido del libro incluye una

breve reseña histórica de ASIBEI, los distintos Ejes del Plan Estratégico, la Declaración de Valparaíso: “Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Latinoamericano”, “el Perfil del Ingeniero Iberoamericano con sus competencias genéricas”, la creación de la Cátedra Abierta Iberoamericana de Desarrollo Tecnológico e Innovación Ibero DeTI ASI-BEI, y la Declaración de Ushuaia: “Formación de Profesores”

Esta nueva publicación fue posible por la labor de compilación, esfuerzo y entusiasmo del Ingeniero Roberto Giordano Lerena, miembro de la Comisión de Relaciones Interinstitucionales e Internacionales del CONFEDI y muestra el trabajo realizado en ASI-BEI durante el ejercicio de la Presidencia por parte del CONFEDI.

II- LATIN AMERICAN AND CARIBBEAN CONSORTIUM OF ENGINEERING INSTITUTION (LACCEI). REUNIÓN EN SAN JOSÉ DE COSTA RICA – JULIO 2016

El Presidente del CONFEDI Ing. Sergio Pagani y el Pte. de la Comisión de RRII del CONFEDI, Ing. Miguel Sosa participaron en distintas instancias de esta importante Conferencia Anual, en cuyo marco se llevaron a cabo entre otras actividades las Jornadas de Formación de Evaluadores EUR –ACE durante los días previos a la conferencia LACCEI 2016. Esta es la primera vez que se dicta el taller en América Latina, el cual fue ofrecido por expertos certificados como evaluadores y entrenadores de EUR-ACE. Los participantes que concluyeron con éxito este taller están en condiciones para preparar la acreditación internacional de carreras en su universidad, recibieron un certificado y el título de Candidato a Experto por la agencia europea de acreditación y después de que participen en un proceso de auditoría para acreditación (visita de acreditación a una universidad), se convertirán en Expertos activos y formarán parte de la base de datos de agencias europeas para procesos de acreditación internacionales.

El Ing. Miguel Sosa ha aprobado este taller junto a otros colegas de América Latina.

Los coordinadores del taller fueron miembro de la Asociación de Enseñanza de Ingeniería de Rusia (AEER), que es agencia acreditado-

ra de EUR-ACE y que nos visitará próximamente.

LACCEI otorga durante sus conferencias anuales un Premio a quien se haya destacado por su labor en la formación de ingenieros en la región, y este año ha sido el distinguido el Ingeniero Electromecánico Daniel Morano, quien fuera Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Luis y Presidente del CONFEDI, recibiendo la Medalla al Mérito Académico LACCEI 2016 por su rol de liderazgo y continuo esfuerzo para mejorar la educación de la ingeniería a nivel regional. Un gran honor para el Ing. Morano, su Universidad y el CONFEDI.

El Ing. Miguel Sosa participó en representación de ASIBEI de un Panel sobre Innovación y Desarrollo Tecnológico organizado por la OEA.

III- ASIBEI - ACOFI GLOBAL ENGINEERING DEANS COUNCIL CAPÍTULO LATINOAMERICANO (GEDC LATAM)

El Global Engineering Deans Council Capítulo Latinoamericano, del cual el Ing. Miguel Sosa actualmente forma parte de su Directorio de Decanos, se reunirá en Cartagena de Indias – Colombia durante la primer semana de Octubre 2016.

El Panel sobre Innovación y Desarrollo Tecnológico será moderado por el Ing. Miguel Angel Sosa con la participación del Ing. Roberto Giordano Llerena como expositor, mientras que en el Panel de Innovación en la Enseñanza de la Ingeniería participará la Ing. María Teresa Garibay.

En la Reunión Plenaria de ASIBEI se continuará trabajando en los Ejes del Plan Estratégico y en particular se presentará un Panel Argentino con la participación del Ing. Sergio Pagani, el Ing. Roberto Giordano y el Ing. Daniel Morano, relativo a experiencias de Argentina en aspectos de enseñanza de la ingeniería, moderado por el Ing. Sosa.

También se ha programado una Reunión ACOFI – CONFEDI a fin de planificar acciones conjuntas.

Todas estas actividades se llevan a cabo en el marco de una actividad más amplia, el Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería organizado por ACOFI.

IV- International Federation of Engineering Education Societies (IFEES) World Engineering Education Forum (WEEF) Global Engineering Deans Council (GEDC)

Desde el 2011 CONFEDI participa cada año de un importante evento mundial sobre enseñanza de ingeniería, el WEEF, del cual en 2012 CONFEDI y UTN fueron organizadores y sede en Buenos Aires.

ASIBEI y CONFEDI han participado en el WEEF 2015 en el mes de Setiembre en la ciudad de Florencia, Italia, en cuya ocasión el Ing. Miguel Angel Sosa, propuesto por el CONFEDI y apoyado por la ASIBEI y el LACCEI, ha sido electo por un período de dos años para integrar el Comité Ejecutivo de IFEES, siendo de este modo representante de la región latinoamericana junto al Presidente de IFEES Ing. Uriel Cukierman.

Es importante destacar que el Comité Ejecutivo de IFEES está constituido por referentes de la enseñanza de la ingeniería de distintas regiones del mundo, actualmente de India, Corea del Sur, Turquía, Austria, Bélgica, Malasia, EE.UU. y Emiratos Arabes.

IFEES está comprometida con la educación en ingeniería en todo el mundo, fomenta la interacción sinérgica entre las organizaciones miembros, cultiva conexiones entre los socios corporativos internacionales y graduados de ingeniería calificados para trabajar en entornos globales dinámicos, y promueve el desarrollo de habilidades interculturales para la colaboración con los colegas de diversas regiones del mundo.

IFEES entrega cada año el Premio Global Duncan Fraser por la Excelencia en la Formación de Ingenieros reconociendo a individuos que han hecho contribuciones meritorias innovadoras y que tienen un impacto significativo en el avance de la enseñanza de la ingeniería a nivel global, animando a nominaciones de candidatos sobresalientes de todas las regiones del mundo.

El Ing. Miguel Angel Sosa forma parte desde noviembre de 2015 del Comité Evaluador y Adjudicador de este premio, compartiendo esta posición junto a otros miembros de IFEES.

Este año el Comité recibió ocho nominaciones de distintas regiones del mundo.

Con base en el análisis de los documentos recibidos de los presentadores y de referencias el comité recomendó al Comité Ejecutivo IFEES los nombres de los tres nominados para este premio: Dr. Maria Mercedes Larrondo Petrie (EEUU), el profesor Dong Joo Song (Corea del Sur), y el profesor Thanikachalam Vedhathiri (India). La Dr. Petrie, Directora Ejecutiva de LACCEI fue nuestra primera opción en este análisis y el Comité Ejecutivo de IFEES hizo suyo ese dictamen.

La Reunión anual del WEEF de 2016 se llevará a cabo en Seúl – Corea del Sur en Noviembre próximo.

El Ing. Miguel Sosa ha sido incorporado como Miembro del Comité Organizador Global del WEEF-GEDC 2016 y también ha sido convocado como Evaluador de Trabajos presentados en las áreas de “Pedagogies in Engineering Education”, “Curriculum Innovation”, “Quality Assurance in Engineering Education”, “Engineering Education and Industry”, y “Engineering for Society”.

Y en función de su participación en IFEES el Ing. Miguel Sosa ha sido invitado a participar del Global Engineering Education Leader Conference, a llevar se a cabo en la Southern University Of Science and Technology - Shenzhen – China en Diciembre de 2016, cuyo lema es: Innovación y Emprendedorismo.

V- Encuentro con Universidades de Italia en Buenos Aires

En función del Taller de Universidades Italianas y Argentinas organizado por el Gobierno Nacional de Argentina y llevado a cabo los días 17 y 18 de mayo pasado se ha reactivado una iniciativa anterior del CONFEDI, que consiste en establecer un Programa que involucre al CONFEDI y a la Conferencia de Presidentes de Facultades de Ingeniería de Italia (COPI), en el marco de la “Carta de Intención” firmada por las dos organizaciones en Roma en septiembre de 2012.

El objetivo principal del programa es consolidar y desarrollar relaciones de cooperación duradera entre las instituciones de educación superior, argentinas e italianas, responsables de la formación de los ingenieros en ambos países, basado en la movilidad de estu-

tes de grado y posgrado, de profesores e investigadores, la promoción de la transferencia de tecnología, la innovación y la investigación científica y tecnológica.

Se espera realizar visitas mutuas por parte de Decanos de Ingeniería de Italia y Argentina.

VI- ERASMUS VISIR

Se trata de un proyecto de la Unión Europea sobre laboratorios virtuales para llevar a cabo experiencias en circuitos electrónicos y eléctricos en el cual el CONFEDI participa como adherente, siendo su sede el Instituto Superior de Ingeniería de Porto – Portugal,

Se formará formadores en distintas regiones del país a partir del mes de setiembre, seis de los cuales se capacitarán en las sedes de la Universidad Nacional de Rosario y la Universidad Nacional de Santiago del Estero, miembros plenos del Consorcio, quienes replicarán en las respectivas sedes la capacitación para todos los inscriptos de cada región geográfica.

VII- Foro Argentino de Estudiantes de Ingeniería (FAEI)

Durante el mes de junio pasado se llevó a cabo en la Facultad Regional Delta de la Universidad Tecnológica Nacional, auspiciado por el CONFEDI, el 3er Foro Argentino de Estudiantes de Ingeniería.

En esta oportunidad se contó con la presencia de estudiantes de ingeniería de la Universidad Nacional de Formosa, Universidad Nacional de La Rioja, Universidad Nacional de La Pampa, Universidad Nacional de Entre Ríos, Universidad Nacional de Rosario, Universidad Nacional de La Rioja sede Villa Unión, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Resistencia y Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Delta.

El FAEI se realiza en el marco de su relación internacional con una organización mundial de estudiantes de ingeniería relacionada a su vez con IFEEES, WEEF, GEDC y otras organizaciones mundiales, la “Student Platform Engineering Education Development” (SPEED).

El eje principal del Foro fue el desarrollo de tres líneas de trabajo: “La Ingeniería y la Responsabilidad Social Empresarial”, “La im-

portancia de la ingeniería en los países en Latinoamericanos en vía de desarrollo” y “El Ingeniero como emprendedor social”.

También se ofrecieron conferencias sobre: “Nanotecnología”, “El desafío de la flexibilidad en el mundo de las organizaciones hoy”, “Obsolencia planificada y su relación con el crecimiento y el empleo”, “Utilización de TIC’s modernas en la enseñanza para estudiantes de Ingeniería”, y “Cabezal óptico basado en una señal de error de enfoque calibrado para medir la vibración y el desplazamiento”.

La realización del 3er Foro Argentino de Estudiantes de Ingeniería fue una experiencia muy enriquecedora tanto para los organizadores como para los participantes y se considera importante continuar apoyando este evento anual.

VIII- Federación Mundial de Organizaciones de Ingeniería (FMOI)

La próxima Reunión se llevará a cabo en Diciembre de 2016 en Perú en el seno de la 44° Conferencia Anual de la Sociedad Europea de Educación en Ingeniería con el lema: “La Educación en Ingeniería en la cima del mundo: Cooperación entre la Industria y la Universidad”, en cuyo marco se realizará la reunión anual del Capítulo de Educación en Ingeniería de la Federación Mundial de Organizaciones de Ingeniería. Asistirá en presentación del CONFEDI el Ing. Roberto Giordano Lerena.

IX- Centro Argentino de Ingenieros (CAI) Comisión de Enseñanza, Desarrollo, Difusión y Promoción de la Ingeniería

En el marco del trabajo que se realiza desde el Departamento Técnico del CAI, con la participación del Ing. Miguel Angel Sosa como Presidente de la Comisión de Enseñanza, Desarrollo, Difusión y Promoción de la Ingeniería, en diciembre de 2015 se definieron cinco líneas de trabajo que se detallan a continuación:

1. Pasantías y Trabajos en Empresas.
2. Acreditación de Actividades Extracurriculares.
3. Movilidad Internacional para Profesionales de la Ingeniería.
4. Difusión de la Ingeniería.

5. Modos de presencia/transferencia de las empresas y entidades del sector a las Facultades de Ingeniería.

Se ha podido desarrollar espacios de articulación entre el CONFEDI y el CAI por ejemplo en la presentación conjunta a la SPU de la problemática del ejercicio profesional de ingenieros argentinos en la Unión Europea.

También se contará con la presencia de representantes del CAI, de la Cámara Argentina de Consultoras de Ingeniería (CADECI) y de la Comisión de Empresas Proveedoras de Servicios de Ingeniería (CEPSI) en el CADI 2016, en el acto de apertura y exponiendo sobre proyectos de ingeniería y buenas prácticas del ejercicio profesional.

Se avanzó en todas las líneas de acción y se propuso los siguientes nuevos proyectos a desarrollar:

Cátedras Abiertas del CAI: de las Comisiones Técnicas del CAI, o en conjunto con Universidades, o en conjunto con Empresas Nacionales e Internacionales.

Movilidad Nacional e Internacional de estudiantes y profesores con apoyo institucional del CAI, sus Comisiones Técnicas, socios y empresas.

Unión Industrial Argentina: establecer relaciones en aspectos de formación técnica.

Proyecto Finales y tesinas de grado: temas a aportar por el CAI, sus socios, empresas relacionadas.

Congreso Latinoamericano de Ingeniería 2017: participación del CAI – CEPSI – CADECI.

Continuar participando de las reuniones de ASIBEI, LACCEI, GEDC, en particular el GEDC Latinoamericano, IFEEES, FMOI, integrando los comités ejecutivos o directorios, para continuar promoviendo la internacionalización de las Facultades de Ingeniería de la Argentina en Latinoamérica y el mundo.

Fomentar la participación de decanos, profesores y estudiantes de ingeniería en eventos internacionales organizados por ASIBEI, LACCEI, GEDC LATAM, IFEEES, WEEF y SPEED.

Finalizar la implementación de la Cátedra Abierta Iberoamericana de Desarrollo Tecnológico e Innovación, en el marco de la ASIBEI.

Continuar trabajando en el Comité Ejecutivo de la IFEEES, en el Comité Adjudicador del IFEEES Duncan Fraser Global Award for Excellence in Engineering Education y en el Comité Global Organizador del WEEF – GEDC 2016.

Continuar articulando acciones con el CAI, en especial en la Comisión de Enseñanza, Desarrollo, Promoción y Difusión de la Ingeniería.

Concretar proyectos de movilidad e intercambio de profesores y estudiantes de ingeniería en Iberoamérica en el marco de ASI-BEI/LACCEI/GEDC LATAM.

Establecer relaciones con Centroamérica en particular a través de LACCEI/ASIBEI/GEDC LATAM y universidades de distintos países.

Consolidar y concretar acuerdos de mutua colaboración con la COPI de Italia.

X- Reunión de la Red Interamericana de Competitividad de la OEA

Guatemala – Octubre 2015

En función del acercamiento realizado por el Ing. Sosa en la Reunión de la Red Interamericana de Competitividad (RIAC) de la OEA en Guatemala en Octubre de 2015 a la cual fue invitado como representante de IFEEES, se espera concretar la visita de colegas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, lo cual se estima una oportunidad de estrechar lazos con Universidades de Centroamérica.

La Comisión de Relaciones Interinstitucionales e Internacionales del CONFEDI tiene previsto continuar trabajando en las siguientes líneas:

TEMAS DE INGENIERÍA

Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016

Ing. Gustavo Lores

Decano de la Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Jujuy

Antecedentes

El Consejo Federal de Decanos de Facultades de Ingeniería de la República Argentina (CONFEDI) se creó en marzo de 1988 a partir de la inquietud de un grupo de Decanos de conformar un ámbito en el cual se debatan y propicien, a partir de experiencias propias, soluciones a las problemáticas universitarias planteadas en las Unidades Académicas de Ingeniería. Más de cien facultades y departamentos de ingeniería integran actualmente el CONFEDI.

El CONFEDI actúa como entidad representante de la formación universitaria en ingeniería de la Argentina, velando por la calidad, dignidad e imagen en la sociedad de la ingeniería en general y de la educación en ingeniería en particular.

En el marco de la Ley de Educación Superior el 20 de diciembre de 2001 el Ministerio de Educación de la Nación declaró incluidos en la nómina de su Artículo 43 terminales de carreras de Ingeniería que asumieron la obligación de ajustarse a estándares de calidad.

El trabajo previo y colaborativo del CONFEDI permitió el abordaje de los procesos de acreditación con sentido de integración y compromiso superador. Esta fortaleza fue reconocida por las autoridades ministeriales de ese entonces y se potenció la relación entre el CONFEDI y la Secretaría de Políticas Universitarias. Se creó en este ámbito el Programa de Calidad Universitaria

Con el propósito de contribuir a apoyar las mejoras que debían encarar las universidades como resultado de los procesos de acreditación, el Ministerio de Educación de la Nación aportó recursos para financiar los planes

de mejora del 100% de las carreras acreditadas de universidades nacionales, mediante la ejecución de proyectos plurianuales de tres años de duración, en el marco del Proyecto de Mejoramiento de la Enseñanza de Ingeniería (PROMEI).

Se invirtieron, entre 2005 y 2011, más de 500 millones de pesos en mejoras de gestión académica, procesos de enseñanza-aprendizaje, sistemas de apoyo pedagógico, proyectos interinstitucionales, formación docente, equipamiento, infraestructura y bibliografía, además de cargos docentes, entre los que se destacan 2.000 docentes investigadores con dedicación exclusiva, lo que permitió incrementar en un 75% la cantidad de docentes investigadores en carreras de ingeniería entre 2003 y 2010.

Adicionalmente, el estado Nacional apoyó a las Carreras Científicas y Tecnológicas en general y a las Ingenierías en particular con diferentes convocatorias para financiamiento: Becas para alumnos avanzados de carreras vinculadas con la Informática, entre ellas Ingeniería Informática (Becas TIC, a partir de 2007); Proyecto de apoyo para el mejoramiento de la enseñanza en primer año de carreras de grado de Ciencias Exactas y Naturales, Ciencias Económicas e Informática (PACENI, a partir de 2008); Programa Nacional de Becas Bicentenario, destinado a todos los alumnos que se inscriben en Carreras científicas y tecnológicas en Universidades Nacionales de Gestión Pública (a partir de 2009).

Las Universidades Nacionales con Carreras de Ingeniería también encararon programas específicos para la mejora de la calidad. En

la Universidad Nacional de Jujuy se ejecutó a partir de 2010 el Programa de Fortalecimiento de los Recursos Humanos Académicos a través de aumentos de dedicación horaria y jerarquización docente y entre 2011 y 2013 el Programa de Capacitación Masiva y Gratuita de la Planta Docente para la implementación de Aulas Virtuales destinadas al apoyo al dictado presencial a través del Curso de Posgrado “Uso de Nuevas Tecnologías de la Información en la Enseñanza Universitaria”.

Los Planes Estratégicos Nacionales

Entre 2010 y 2012 se lanzaron planes estratégicos a nivel nacional, como son el Plan Estratégico Industrial 2020, el Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial, el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2012-2015 y el Plan de Desarrollo Minero, los cuales para su concreción necesitan Infraestructura en Transporte, Comunicaciones y Energía entre otros aspectos.

En este contexto, el Ministerio de Educación de la Nación comprendió que la ingeniería es una disciplina fundamental para lograr consolidar el desarrollo industrial, relacionar conocimiento con innovación productiva, y disminuir los niveles de dependencia tecnológica y decidió profundizar el apoyo a estas carreras.

El Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016 (PEFI)

El PEFI se trata de un plan estratégico para la formación de ingenieros, impulsado por la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación y Deportes de la Nación, que tiene como objetivo incrementar la cantidad de graduados en ingeniería en un 50% en 2016, y en un 100% en 2021; para asegurar en cantidad y calidad los recursos humanos necesarios, con el fin de hacer de Argentina un país desarrollado.

El Plan se divide en tres ejes: 1. Proyectos de Mejoramiento de Indicadores Académicos; 2. Vincular la universidad al desarrollo territorial y 3 Internacionalización de la Ingeniería Argentina y la meta propuesta es tener la mayor tasa de graduados por año de Latinoa-

mérica, que es de 1 nuevo ingeniero cada 4.000 habitantes por año, es decir, 10.000 nuevos graduados por año.

A partir de la realidad de los datos, alrededor de 5.000 egresados de carreras de ingeniería en 2003, la meta propuesta parece inalcanzable, no por el número de graduados sino por los plazos previstos, no compatibles con la demora en la visibilidad de los impactos que generan las acciones en procesos educativos en general.

De hecho, en 2012 se registraron 6.600 egresados de carreras de Ingeniería (incluidas las terminales agropecuarias) y en 2013 se recibieron un total de 6.641 ingenieros.

Si bien para el año 2014 no se publicaron aun los datos consolidados, la Secretaría de Políticas Universitarias estimó una proyección de 8.000 nuevos ingenieros para el año 2015.

El impacto en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy

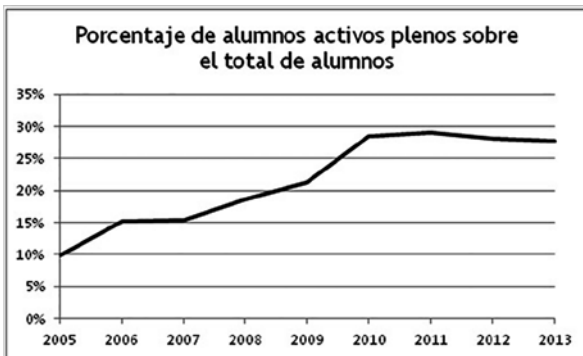
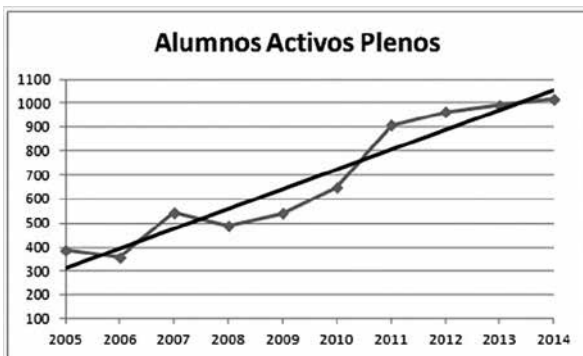
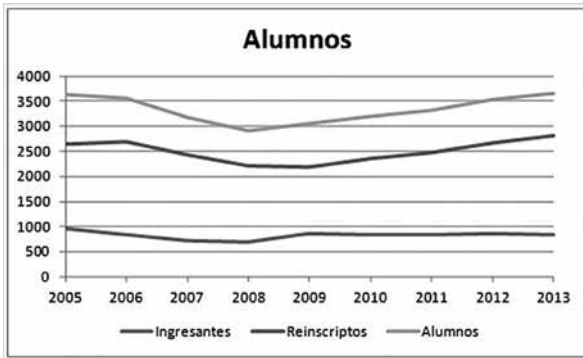
Los programas de mejora implementados en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional a partir de 2006 produjeron los siguientes resultados:

1) Incremento de los alumnos regulares

Se observa una mejora importante en el número de alumnos que rinden regularmente las asignaturas de su plan de estudio.

En el gráfico “Alumnos” se consignan el número de alumnos que ingresan por año, el número de alumnos que se reinscriben, esto es, que continúan sus estudios y el número total de alumnos. Como se muestra, la matrícula se mantiene constante.

En el gráfico “Alumnos Activos Plenos” se observa el crecimiento significativo que tuvo la categoría de Alumnos Activos Plenos, es decir, aquellos que al menos aprueban dos materias en el año académico precedente, mientras que en el gráfico “Porcentaje de alumnos activos plenos sobre el total de alumnos” se aprecia la mejora en el rendimiento académico en términos de avance en las carreras de Ingeniería.



Esta mejora se comienza a reflejar en el número de graduados a partir de 2013.

La siguiente tabla muestra esta característica: se duplicó en promedio la tasa de graduación de ingenieros en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy entre los períodos 2012-2015 (vigencia del PEFI) y 2005-2011, años durante los cuales también se pusieron en marcha diversos procesos de mejora.

Año	Egresados	Promedio Egresados Año
2005	7	10,0
2006	7	
2007	6	
2008	19	
2009	17	
2010	7	
2011	7	
2012	7	20,5
2013	19	
2014	13	
2015	43	

Conclusiones

La mejora de los indicadores académicos en las Facultades de Ingeniería sin resignar la calidad de los egresados es el resultado de acciones conjuntas y colaborativas entre las Facultades de Ingeniería entre sí y entre las Facultades de Ingeniería y la Secretaría de Políticas Universitarias.

El objetivo central del Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016 es aumentar el número de graduados a partir de una matrícula o cantidad de ingresantes a carreras de ingeniería que se muestra estable en el tiempo a pesar de los estímulos de todo tipo puestos a disposición de los jóvenes que concluyen el nivel medio.

El futuro inmediato nos enfrenta al desafío de innovar en la metodología de los aprendizajes en las aulas, en especial en las asignaturas del Ciclo Básico, para aspirar a un nuevo salto cuantitativo en el número anual de ingenieros que las Universidades forman para mejorar las condiciones de vida de la sociedad.

Fuentes consultadas al 30/06/2016

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

<http://pefi.siu.edu.ar/>

<http://portales.educacion.gov.ar/spu/investigacion-y-estadisticas/>

DESARROLLO TECNOLÓGICO Y TRANSFERENCIA

El Desarrollo Tecnológico llega al Doctorado

Importante acuerdo CONICET-CONEAU-CONFEDI

Ing. Roberto Giordano Lerena

Decano Facultad de Ingeniería Universidad FASTA

El Sistema Académico-Científico-Tecnológico argentino da un paso más en el camino de la revalorización, promoción y crecimiento del Desarrollo Tecnológico Social.

Desde su inicio, el Sistema de CyT argentino reconoce genéricamente a la Investigación como el conjunto de Investigación Básica + Investigación Aplicada + Desarrollo de Tecnología. En este sentido, cabe señalar que el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas que rige la actividad mediante el “Estatuto de las carreras del Investigador Científico y Tecnológico y del Personal de Apoyo a la Investigación y Desarrollo”, incluye en el objeto de la carrera del investigador: “Favorecer la plena y permanente dedicación de los investigadores a la labor científica y tecnológica original”, “Considerar armónicamente la investigación científica y tecnológica” y “Fomentar la transferencia de los resultados de la tarea técnico-científica a la sociedad”, entre otros.

No obstante... Las políticas de CyT y las metodologías de evaluación en la Argentina estaban inspiradas en el Modelo Lineal de producción del conocimiento: “la forma más adecuada de contribuir al desarrollo socioeconómico es innovando con productos y procesos a partir del financiamiento sostenido de la investigación básica, que eventualmente se trasladará a la investigación aplicada, al desarrollo tecnológico y, finalmente, a la inserción de un producto o proceso en el mercado”.

La evaluación de las actividades de CyT, estaban sesgadas hacia el enfoque tradicional, en el que primó la valoración de la producción científica, fundamentalmente visibilizada a través de publicaciones en revistas científicas (papers/publicaciones). Ese enfoque y criterios no son pertinentes para la valoración y evaluación de la Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico, generando una situación de inequidad en el sistema para quienes desarrollan estas actividades, desalentándolas, y no fomentando “la transferencia de los resultados de la tarea técnico - científica a la sociedad”.

En mayo de 2010, en Mar del Plata, el Dr. Alejandro Ceccatto, por entonces Secretario de Articulación Científico-Tecnológica del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, en reunión plenaria del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería CONFEDI, asumía públicamente el compromiso ministerial de trabajar para el reconocimiento de las actividades de Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico en nuestro país.

A inicios del 2012, con el respaldo del Consejo Interinstitucional de Ciencia y Tecnología (CICYT), la Secretaría de Articulación Científico-Tecnológica creaba la Comisión Asesora sobre Evaluación del Personal Científico Tecnológico del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, que reunía a un conjunto de instituciones vinculadas a la problemática de la evaluación del personal científico tecnológico en el país. Esta comisión produjo dos documentos de consenso interinstitucio-

nal, donde se sentaron las bases de un mecanismo eficaz de evaluación que pondera la generación de conocimiento en sus distintas modalidades y la contribución a la solución de problemas concretos o demandas específicas de carácter social o productivo. Esos documentos, reconocidos como Documento I de la Comisión Asesora sobre Evaluación del Personal Científico y Tecnológico “Hacia una redefinición de los criterios de evaluación del personal científico y tecnológico” (agosto 2012) y Documento II de la Comisión Asesora sobre Evaluación del Personal Científico y Tecnológico “Precisiones acerca de la definición y los mecanismos de incorporación de los Proyectos de Desarrollo Tecnológico y Social al Banco Nacional de Proyectos del MCTIP” (julio 2013), son el punto de partida para el reconocimiento de las actividades de desarrollo tecnológico social en Argentina. Estos documentos constituyen un hito en el Sistema Científico Tecnológico argentino e introducen el concepto de Proyecto de Desarrollo Tecnológico Social (PDTs).

A partir de estos documentos el Ministerio pone en marcha “el sistema” y las comisiones creadas ad hoc comienzan el proceso de acreditación de PDTs. El CONFEDI en general, y las facultades de ingeniería en particular, llevan adelante una serie de actividades de difusión, sensibilización, capacitación, para la presentación de PDTs. Poco a poco las instituciones van definiendo y presentando sus proyectos y el Banco Nacional de PDTs se va alimentando, dando visibilidad a la actividad de Desarrollo Tecnológico de nuestro país. Pero aún había obstáculos y se podía avanzar más en orden a fortalecer el sistema...

La formación de doctorado es requisito casi excluyente para aquellos profesionales que quieran optar por hacer carrera en la Investigación Científico-Tecnológica. El problema es que esa formación cuaternaria sigue modelada, formal y académicamente, por los paradigmas tradicionales. Alcanzar el grado de doctor requiere de un proceso formativo que culmina, generalmente, con tesis de perfil ne-

tamente científico y con exigencias de publicaciones científicas en determinados medios. Eso promueve claramente la investigación científica y obliga a quienes opten por la investigación aplicada y desarrollo de tecnología, a someterse al mismo y único mecanismo que aquellos que hacen investigación básica.

A partir de una serie de conversaciones del CONFEDI con el Dr. Alejandro Ceccatto, hoy presidente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas CONICET, surge este aspecto como un obstáculo importante que desanima la formación de investigadores orientados a la investigación aplicada y desarrollo tecnológico y dificulta la conformación de equipos calificados que puedan llevar adelante PDTs que contribuyan al desarrollo del país.

El problema es, por un lado, académico, y debe ser abordado ad intra por las universidades que dictan los doctorados. Esto significa una revisión de los perfiles de doctor que se espera formar, y la adecuación de los contenidos, los procesos formativos, y los instrumentos y criterios evaluativos que se aplican en una carrera de doctorado. De todas maneras, estos ajustes en las carreras de doctorado deben ser formalmente avalados, en la instancia de acreditación, por parte de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria CONEAU, que debería considerar en su análisis este nuevo perfil de formación cuaternaria y la consistencia entre la propuesta de carrera y el doctor que se pretende.

Asimismo, el CONICET, como principal promotor de la formación de doctores de la Argentina, considerando que nuevos perfiles de doctorados y nuevos perfiles de doctores pueden ser un factor determinante del crecimiento de las actividades de investigación aplicada y desarrollo tecnológico, debería promoverlos en su oferta de becas y convocatorias.

El cambio es importante y requiere de un proceso largo de transformación “cultural” y adaptación en el sistema. Como todo cambio importante, sólo puede iniciarse en tanto haya

acuerdo y voluntad política entre los actores del sistema para “romper la inercia”.

He ahí la buena noticia. Las conversaciones y reuniones fueron generando el consenso y las autoridades de las instituciones manifestaron su vocación de avanzar en el tema, asumiendo respectivos compromisos. Esto se formaliza un acta acuerdo suscripta en el pasado mes de junio por el Consejo Nacional de investigaciones científicas y Técnicas CONICET, representado por su presidente Dr. Alejandro Ceccatto, la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria CONEAU, representada por su presidente Lic. Néstor Pan, y el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería CONFEDI representado por su presidente, Ing. Sergio Pagani.

En el mencionado acta acuerdo, las instituciones suscriptoras manifiestan que reafirman “la importancia de formar recursos humanos comprometidos con el desarrollo nacional que puedan aportar soluciones innovadoras para el crecimiento social y productivo, reconociendo que en la actualidad existen muy pocas tesis orientadas al desarrollo tecnológico. En tal sentido se observa la necesidad de incorporar modificaciones en los sistemas actuales que evalúen la formación doctoral, principalmente el desarrollo de los trabajos de tesis”. En ese sentido, se acuerda que los mismos “deben reflejar un aporte científico y/o tecnológico de impacto que no necesariamente se mida en base a publicaciones científicas. Estas pueden surgir como una consecuencia del objeto del trabajo, cuya valoración radique en el impacto social que pueda desprenderse de sus resultados. Ellos pueden comprender soluciones novedosas a demandas industriales, resultados protegibles a través de la propiedad industrial, convenios de desarrollo e innovación tecnológica con empresas, entre otros.”, y se observa que “la valoración únicamente por publicaciones, como resultado más aceptado y deseado por el sistema, tiende a desmotivar, o frenar este tipo de propuestas”. Desde lo instrumental, se coincide en señalar que “un adelanto en tal sentido se obtendría enmarcando trabajos de

tesis doctorales en Proyectos de Desarrollo Tecnológico y Social PDS, dado que las acciones que impulsaron la creación del Banco Nacional de PDS responden a esta problemática y han sido abordadas y acordadas por las Organizaciones de Ciencia y Tecnología a nivel nacional”.

En el acta, además, la CONEAU manifiesta explícitamente su acuerdo con la iniciativa, “dado que los estándares de acreditación que tiene que aplicar el organismo acreditador no impiden que las tesis de doctorado sean el producto de una investigación que conduce a un desarrollo tecnológico innovador para el crecimiento social y productivo”; y asume, en ese sentido, que el criterio puede ser considerado en las evaluaciones de las carreras. Asimismo, el CONICET manifiesta su compromiso de “posibilitar la incorporación de becarios doctorales enmarcados en PDS” y el CONFEDI, desde sus instituciones miembros, y a través de sus normativas internas, se compromete a “fomentar la formación de recursos humanos en temas de desarrollo regional que implique un aporte al crecimiento productivo nacional, fortaleciendo el desarrollo de los PDS”.

Este acuerdo CONICET-CONEAU-CONFEDI significa un avance sustantivo en orden a “Favorecer la plena y permanente dedicación de los investigadores a la labor científica y tecnológica original”, “Considerar armónicamente la investigación científica y tecnológica” y “Fomentar la transferencia de los resultados de la tarea técnico-científica a la sociedad”, en Argentina.

Es un paso más que revaloriza y alienta el Desarrollo Tecnológico Social y las actividades de innovación en ingeniería. Un paso más que brinda un marco adecuado para resolver, desde la Ciencia y la Tecnología, las necesidades de la sociedad y mejorar la vida de las personas. Un paso más en el camino del desarrollo nacional.

Conciliando Industria y Universidad. Desarrollo y transferencia de productos libres de gluten.

MSc. María Lucrecia Wilson

Secretaria de Relaciones con el Medio

Dr. Enrique Mammarella

Decano Facultad de Ingeniería Química

Universidad Nacional del Litoral

Uno de los mayores retos de los universitarios en los últimos tiempos ha sido encontrar medios adecuados para intentar una conciliación entre la Industria y la Universidad. Y si bien, los que conducimos las universidades argentinas deseamos que la ciencia llegue a resolver los problemas de la sociedad, para ello debemos esmerarnos más aún para convertir los conocimientos científicos generados en nuestras Instituciones, en soluciones que puedan colaborar con la construcción de un país más grande y una sociedad mejor.

En el caso particular de la Universidad Nacional del Litoral su Estatuto consagra como misión institucional: “Corresponde a la Universidad en el marco del principio constitucional del desarrollo humano, promover los valores democráticos y la igualdad de oportunidades y posibilidades, con inclusión y sin discriminación alguna; proveer al avance del conocimiento en todas las disciplinas, cultivándolo en la enseñanza, la investigación y desarrollo y la extensión; y asumir el compromiso con el desarrollo de la Nación, en conexión con el mundo y mediante la cooperación con el estado y el tejido social, cultural y productivo de su área de influencia, con epicentro en la ciudad de Santa Fe”, y asume para ello, entre otros muchos, el compromiso de “Desarrollar

la generación de conocimientos e impulsar los estudios tendientes a la solución de los problemas del sitio, de la nación, de Latinoamérica y del mundo.”

No obstante todo lo que se ha venido trabajando, aún pueden oírse voces de uno y otro lado que realizan planteos apocalípticos del tipo: “la Universidad no investiga para la pequeña o mediana industria nacional” o “los industriales nacionales están más comprometidos con un modelo rentista que con uno productivo y por tanto no tienen interés en desarrollar y utilizar los conocimientos científicos y tecnológicos producidos localmente”.

El objetivo de esta nota, es contribuir a la divulgación de una de las muchas experiencias que las facultades con carreras de ingeniería de nuestro país realizan a diario, con el fin de ayudar a promover y valorizar las actividades de desarrollo tecnológico y transferencia de tecnología en el marco de su misión institucional, y su contribución al desarrollo territorial.

Para tal fin, consideramos oportuno compartir una experiencia desarrollada a partir de investigaciones sobre formulaciones especiales de alimentos panificados para personas con celiaquía, llevadas a cabo en el Área de Cereales y Oleaginosas del Instituto de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Inge-

nería Química de la Universidad Nacional del Litoral.

La celiaquía es la intolerancia permanente al gluten, conjunto de proteínas presentes en el trigo, avena, cebada y centeno (TACC) y productos derivados de estos cuatro cereales. Las proteínas se clasifican en dos grupos: prolaminas y gluteninas. Las prolaminas reciben distintos nombres según el cereal de origen: gliadina (trigo), avenina (avena), hordeína (cebada) y secalina (centeno).

El gluten de los cereales mencionados es la forma más conocida de presentación de las prolaminas tóxicas para los celíacos, donde la gliadina constituye el mayor problema, ya que es la más utilizada en la industria alimenticia.

En Argentina, se calcula que 1 de cada 100 personas es celíaca, pero se estima que por cada celíaco diagnosticado hay 8 que todavía no lo están, por lo tanto el número de individuos afectados sería mucho mayor. Pueden padecerla tanto niños como adultos, y actualmente, la incidencia es mayor en mujeres, que en varones.

Esta intolerancia produce una lesión característica de la mucosa intestinal provocando una atrofia de las vellosidades del intestino delgado, lo que altera o disminuye la absorción de los nutrientes de los alimentos (proteínas, grasas, hidratos de carbono, sales minerales y vitaminas). Como la característica principal que define a esta atrofia vellositaria es que, la mucosa intestinal se normaliza cuando se inicia la dieta sin TACC, el tratamiento consiste en abandonar de por vida el consumo de estos cereales. Esta modificación en los hábitos alimentarios implica tener que sortear muchos obstáculos a la hora de ingerir comida, ya que además de poder disponer de un alimento que sea "libre de TACC", el mismo debería, a su vez, presentar características organolépticas aceptables por el consumidor y tener un costo accesible para la población.

Con el conocimiento de esta realidad, un grupo de investigadores de la Facultad de Ingeniería Química (FIQ) de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), comenzó hace

varios años a desarrollar una fórmula para la elaboración de una premezcla destinada a preparar productos horneados, como pan y pizza, y una premezcla para la elaboración de fideos. Tras distintos ajustes, lograron un balance óptimo entre el sabor y la salud, a partir de preparaciones aptas para ser consumidas por celíacos.

Con el objeto de presentar a la sociedad los resultados de sus investigaciones, en noviembre de 2010 la FIQ organiza el evento: "Charla-Degustación: Cosas ricas sin gluten", donde se presentaron los avances en el desarrollo de premezclas sin TACC con degustación de panes, pizzas, fideos y productos dulces. Este hecho fue un importante disparador para que el medio tomara conocimiento de la temática que se estaba investigando y de los resultados alcanzados. Tal fue así, que a partir de ese momento se establecieron relaciones con distintas entidades sin fines de lucro como la Fundación Hospital de Niños de Santa Fe, la Asociación Celíaca Argentina-filial Santa Fe, el Club de Leones de Santo Tomé (Santa Fe) y Asistencia al Celíaco de Argentina (ACELA-Santa Fe), generándose sendos convenios para la provisión de esas premezclas.

Producto de la difusión pública de este desarrollo, una empresa arrocera de la ciudad de San Javier (Pcia. de Santa Fe), TAHIN S.A., tomó contacto con la FIQ, manifestando su interés en diversificar su línea de productos y encarar la producción y comercialización de estas premezclas. Luego de algunas reuniones llevadas a cabo con el fin de analizar posibles formas de relacionamiento entre la UNL y la empresa, el 22 de febrero de 2012 se firmó un Acuerdo de Transferencia de Know How para que TAHIN S.A. pudiera producir a escala industrial dos nuevos productos: una premezcla para preparar productos horneados (panes y pizzas) y otra para preparar fideos, los que comercializa bajo la marca Padoan. De esta manera la UNL transfirió la fórmula y el conjunto de conocimientos técnicos relacionados con la selección de las materias primas, las diferentes etapas

del proceso de producción y la formulación de los productos a la empresa. El acuerdo que regula la relación asociativa entre ambas entidades por 20 años, contempla el desembolso por parte de la empresa de un aporte inicial en dinero, un aporte mensual para la UNL de un porcentaje del monto total de ventas en concepto de regalías durante los primeros 10 años del acuerdo, un derecho de exclusividad para la empresa por 20 años en la transferencia del conocimiento por parte de la UNL, el derecho para la empresa a incluir en el envase comercial que la formulación del producto ha sido desarrollada por parte de la UNL, un aporte mensual en especies de 100 kg mensuales de productos producidos por la empresa para que la UNL destine a fines sociales o a organizaciones sin fines de lucro, la obligación para la empresa de realizar el control de calidad de sus productos en el ámbito de la UNL y el derecho a la UNL a realizar las auditorías de calidad en la planta productora de la empresa.

La presentación en sociedad de este acuerdo se realizó el marzo de 2012 en la Ciudad de Buenos Aires a través de una conferencia de prensa y posterior degustación de productos elaborados con las premezclas producidas por TAHIN S.A., con la participación de empresarios gastronómicos, supermercadistas, nutricionistas y otros profesionales de la salud, distribuidores y público general.

En la actualidad, la experiencia obtenida y los ingresos generados por este acuerdo de transferencia, permiten a la UNL y en especial al grupo de investigación involucrado, generar nuevas líneas de trabajo destinadas a seguir dando respuesta a los problemas de la sociedad, reservándose una importante cuota mensual de productos para fines sociales.

Sin dudas, este tipo de acciones asociativas entre el sector académico y el sector productivo constituyen un ejemplo positivo, motivador y propagador para el desarrollo de nuestro país. No obstante, para poder extenderlo y profundizarlo, debería ir acompañado de políticas de gobierno que contemplen la relación economía-educación-ciencia-tecnología-in-

novación y que se proyecten en el tiempo sin perder de vista las necesidades de la gente.



INGENIERÍA IBEROAMERICANA

Medalla al Mérito Académico. Premio otorgado por la Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Instituciones.

Sergio Pagani

Decano de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología
Universidad Nacional de Tucuman



Ing. Daniel Morano. Awarded with the LACCEI. Academic Merit Medal on 2016

Este año, el Ing. Daniel Morano fue galardonado con la Medalla al Mérito Académico, premio otorgado por la Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Instituciones - LACCEI 2016, por su liderazgo y esfuerzo continuo para mejorar la enseñanza de la ingeniería, a través de sus importantes aportes a CONFEDI, ASIBEI, ARCU-SUL y al Ministerio de Educación argentino.

El acto de entrega de tan prestigioso premio se realizó en la ciudad de San José de Costa Rica el día 22 de Julio de este año, durante la realización de la Conferencia sobre Ingeniería, Educación y Tecnología, bajo el lema: "Innovación en Ingeniería para la Sustentabilidad Global".



Dentro del ámbito de la educación en Argentina y especialmente en el de las ingenierías, difícilmente haya alguien que no conozca la dilatada trayectoria del Ing. Morano y todo su aporte para el mejoramiento de la enseñanza superior en el país, en latino américa y en gran parte del mundo.

A continuación se adjunta una pequeña reseña de su extensa trayectoria:

- Desarrollo de sistemas informáticos para empresas, Empresa Servicios y Sistemas 1985-2001.

- Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales de la Universidad Nacional de San Luis 2001-2004.

- Presidente del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina (CONFEDI) 2003-2004.

- Redactor de la Propuesta de Acreditación de Carreras de Grado de Ingeniería en la República Argentina elaborado por CONFEDI, año 2000.

- Miembro del Comité Ejecutivo de la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI) 2001-2005.

- Coordinador del Proyecto de Mejoramiento de Enseñanza de la Ingeniería (PROMEI) del Ministerio de Educación de la República Argentina 2005-2006.

- Coordinador del Programa de Calidad Universitaria del Ministerio de Educación de la República Argentina 2007-2010.

- Asesor de la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación de Argentina 2011.

- Coordinador del Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016 del Ministerio de Educación de la República Argentina, 2012-2015.

- Miembro del Comité de Educación del Centro Argentino de Ingenieros 2015-continúo.

- Integrante del Comité Asesor de la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI). 2009-continúo.

- Integrante del Grupo de Trabajo de la IEEE, Common Nomenclature for Computing Related Programs in Latin America. 2011-2013.

- Miembro Plenario del Comité de Educación en Ingeniería de la Federación Mundial de Organizaciones de Ingeniería (FMOI) período 2011-continúo.

- Integrante del Grupo de Trabajo 2, Formación de Científicos e Ingenieros del Proyecto Visión 2025 de la Organización de Estados Americanos (OEA).

- Vicepresidente del Comité Académico del Congreso Mundial de Educación En Ingeniería 2010 organizado por WFEO.

- Coordinador del Comité Académico del Eje Integración Académica y Profesional del Congreso Latinoamericano y del Caribe INGENIERÍA 2014.

- Conferencista en temas de ingeniería en eventos realizados en Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, España, Guatemala, Italia, Kuwait, México, Panamá, Perú, Portugal, República Dominicana, Suiza, Uruguay y Venezuela. Artículos y capítulos de libros publicados en Argentina, Colombia, por UNESCO y ASIBEI.

Para el CONFEDI es una gran satisfacción y un verdadero orgullo que LACCEI haya otorgado este premio al mérito al Ing. Daniel Morano, no sólo por sus merecimientos académicos y de gestión universitaria, sino especialmente por su calidad humana demostrada a través de muchos años de trabajo compartido.

AGENDA DE INGENIERÍA

La agenda del CONFEDI en el año de finalización del Plan estratégico de formación de ingenieros 2012-2016

Ing. Liliana Cuenca Pletsch

Decana de la Facultad Regional Resistencia.
Universidad Tecnológica Nacional

INTRODUCCIÓN

El CONFEDI se encuentra trabajando, conjuntamente con la Secretaría de Políticas Universitarias-SPU, en la evaluación del PEFI 2012-2016, que finaliza este año.

El objetivo del PEFI fue pasar de graduar 1 Ingeniero cada 6700 habitantes en el 2009 a 1 cada 4000 en 2016, es decir llegar a los 10.000 nuevos Ingenieros por año. En el marco de dicho Plan se avanzó en las siguientes acciones: *articulación con la escuela media* para promover mejoras en el proceso formativo de nivel medio, evaluar las *competencias de ingreso e impulsar vocaciones* en Ingeniería; *mejoramiento del proceso de enseñanza y aprendizaje*; redacción de un documento para el *reconocimiento de actividades extracurriculares*; programas para impulsar las *competencias emprendedoras* mediante la resolución de problemas de Ingeniería de carácter global, como es el caso del Rally Latinoamericano de Innovación y el PRECI-TyE; la *Internacionalización de la Ingeniería argentina* mediante programas de movilidad docente y estudiantil, proyectos educativos y de investigación entre Facultades de Ingeniería de diferentes países, participación de autoridades, docentes y alumnos en eventos Internacionales, participación activa del CONFEDI en Asociaciones internacionales como ASIBEI y IFEES; programas de voluntariado

universitario para *resolver problemas locales*; *becas para estudiantes de ingeniería* y para *alumnos avanzados* a punto de recibirse; impulso a la investigación en Ingeniería a través de los *Proyectos de Desarrollo Tecnológico y Social (PDTS)*; *formación de docentes* en carreras de *Doctorado*; entre otros.

Adicionalmente al PEFI, y vinculados con los procesos de Acreditación de carreras de Ingeniería, se han implementado otros programas que también han contribuido a la mejora en la Formación de Ingenieros, como es el caso de los PROMEI (I y II), PROMAGRO, Técnicos Informáticos, PROMINF, Equipamiento Informático, SIU Guaraní, AGROVALOR I y II, y programas para el mejoramiento de la infraestructura edilicia, de accesibilidad y de seguridad e higiene, entre otros.

Si tenemos en cuenta las últimas estadísticas publicadas por la Secretaría de Políticas Universitarias, en el año 2013 se graduaron 8000 ingenieros, lo cual hace suponer que para este año estará cumplida la meta propuesta en 2012. Sin embargo, se reconoce que 1 ingeniero cada 4000 habitantes es una cifra insuficiente si se la compara con los países desarrollados que cuentan con 1 cada 2000 o 2500 habitantes. Ello implica la necesidad de proponer un nuevo PEFI que sostenga programas exitosos, corrija o reemplace aquellos que no lo fueron tanto y generen

nuevos que contribuyan a incrementar la cantidad de Ingenieros emprendedores, con capacidad de innovación, críticos y socialmente responsables. capaces de aportar soluciones a los problemas locales con una mirada global.

Sin embargo, este no es el único desafío del CONFEDI para lo que resta del año y el 2017. Otra de las grandes preocupaciones de las Facultades de Ingeniería, y del CONFEDI, tienen que ver con la definición de los alcances de los títulos.

LA AGENDA LOCAL

Las Facultades de Ingeniería presentan perfiles diferentes y distintos contextos de actuación, por lo que el impacto de cada programa será diferente en función de las características del entorno de cada Institución. Lo que es indiscutible es que las carreras de Ingeniería pueden incrementar su aporte al desarrollo territorial sostenible, en su espacio de influencia, en un marco de fortalecimiento de la cooperación local, regional, nacional e internacional, la promoción y fortalecimiento de las actividades de desarrollo tecnológico, la transferencia de conocimientos tecnológicos y la contribución a las innovaciones, atendiendo a las necesidades socio-productivas locales y a la integración con las provincias y los países de la región, todo ello en el marco de procesos formativos de excelencia.

Para llevar adelante la evaluación del PEFI, la SPU y el Comité Ejecutivo del CONFEDI consensuaron los aspectos que debe cubrir dicho informe, en base a lo cual se diseñó una encuesta destinada a las Facultades de Ingeniería. Durante el 60° Plenario a realizarse en Resistencia (Chaco) el 13 y 14 de octubre, se procederá al análisis de las respuestas de cada Institución y, mediante el trabajo en las distintas Comisiones, se obtendrán las conclusiones que formarán parte del documento a entregar a la SPU y que generarán, sin dudas, posteriores jornadas de intercambio CONFEDI-SPU con el objetivo de aportar a la actualización del Plan Estratégico para la Formación de Ingenieros o bien a la generación de uno nuevo.

En lo concerniente a los alcances propuestos por el CIN para las carreras de Ingeniería, en cuya redacción no ha participado el CON-

FEDI, se han elevado informes realizados por las redes asociadas y por asociaciones profesionales, tanto al CIN como al CRUP. También se han solicitado reuniones con ambos Consejos para generar un espacio de diálogo que permita la revisión de los mismos, con participación de representantes de este Consejo.

LA AGENDA INTERNACIONAL

En cuanto a la agenda internacional, representantes del CONFEDI participarán, del 3 al 7 de Octubre, en el *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*, organizado por la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI) en Cartagena de Indias. En dicho marco se reunirá el *Foro Latinoamericano de Decanos de Ingeniería (GEDC Latam)*, quienes bajo el lema “La innovación en Facultades de Ingeniería” compartirán experiencias y buenas prácticas, reflexionarán sobre la situación actual y los desafíos de los formadores de Ingenieros y discutirán sobre la importancia de la innovación y el emprendedorismo en los currículos de ingeniería y de la “buena gestión” como un elemento fundamental en el fortalecimiento de la formación de profesionales y la investigación en ingeniería.

Del 6 al 9 de noviembre se realizarán en Seúl (Corea) el *Congreso Mundial de Educación en Ingeniería -WEEF 2016* y el *Foro Global de Decanos de Ingeniería - GEDC*. Asistirán representantes del CONFEDI, entre ellos el Ing. Miguel Sosa quien es vocal de la *Federación Internacional de Sociedades de Educación en Ingeniería – IFEES*, y el Ing. Uriel Cukierman quien finaliza su mandato como Presidente de IFEES. El lema de este año será “Educación en Ingeniería para Sociedades Inteligentes”. Los temas a discutir serán: Sociedades Inteligentes, Industria 4.0, Ciudades Inteligentes, Diversidad de Género en Educación en Ingeniería, Educar para el futuro, Creatividad e Innovación y Programas de Acreditación de carreras de Ingeniería.

Las conclusiones a que se arribe en ambos eventos internacionales, aportará sin dudas a la agenda de trabajo del CONFEDI para el 2017.

Predicción de la pérdida de suelos aplicando MUSLE en Aldea Santa María, Entre Ríos.

Ing. Roxana Ramírez¹

Ing. Agr. Marcelo G. Wilson²

Dra. Marta Marizza³

Ing. Agr. Emmanuel Gabioud⁴

¹ Ingeniera Civil. Universidad Tecnológica Nacional.

Facultad Regional Paraná.

E-mail: roxanaguadaluperamirez@yahoo.com.ar

² Ing. Agr. Dr. Ciencias de la Tierra. Grupo Recursos Naturales INTA EEA Paraná

³ Dra. CENEHA. Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas.

Universidad Nacional del Litoral.

⁴ Ing. Agr. Grupo Recursos Naturales INTA EEA Paraná

36



RESUMEN

La problemática de la erosión hídrica es relevante en la provincia de Entre Ríos, afectando casi la mitad de la superficie de tierra firme. En el área de influencia de la Aldea Santa María prevalece la actividad agrícola-ganadera y actualmente constituye un área de conservación de suelos obligatoria. En este trabajo se evalúa la producción de sedimentos integrando un modelo de pérdida de suelo y un modelo de escorrentía bajo el medioambiente del SIG. Los resultados indican una importante degradación de los suelos y la necesidad de actuación para la prevención y control de la erosión.

Palabras claves: erosión hídrica, pérdida de suelos, escurrimiento, Entre Ríos

INTRODUCCIÓN

La erosión hídrica constituye la principal limitante para la producción agropecuaria en Entre Ríos, debido al paisaje ondulado y la baja permeabilidad de los suelos en gran parte del territorio, que le confieren una alta susceptibilidad. Se ha demostrado que la erosión hídrica en la provincia afecta una superficie de 3.939.954 ha, lo que representa casi el 50% de la superficie de tierra firme, siendo Diamante, Paraná, Nogoyá, Victoria y Uruguay los Departamentos más afectados [1].

A partir de las investigaciones, desarrollos tecnológicos e innovaciones realizadas en el INTA, el Gobierno provincial y la UNER, y a la visualización del problema de la erosión hídrica por parte de la comunidad, se sanciona una Ley que establece una serie de manejos

conservacionistas respecto a la erosión hídrica. La Ley Provincial N° 8318 de Conservación de Suelos instrumentada y vigente, es una característica distintiva de Entre Ríos. Esta Ley prevé el acceso a estímulos a productores agropecuarios otorgándoles una reducción diferencial en el valor del impuesto inmobiliario rural como una compensación a promover las buenas prácticas para la conservación y manejo del suelo.

Por las características naturales que presenta la provincia, el abordaje del control de la erosión hídrica debe ser a escala de cuenca hidrográfica, poniendo énfasis en su red de avenamiento, conociendo los aportes de agua desde los establecimientos agropecuarios a los tributarios y finalmente desde ellos hacia el cauce principal. En los suelos de paisaje ondulado, el proceso erosivo se inicia levemente en los sectores altos de la loma y crece acumulativamente a lo largo de las pendientes para alcanzar su máximo grado cerca de la costa de los arroyos, por lo que se requiere implementar tecnologías como la sistematización de tierras y la construcción de terrazas de manera tal de conducir y evacuar los excedentes hídricos en forma no erosiva [2].

Uno de los primeros lugares en adoptar este conjunto de técnicas alternativas a la reducción de la degradación de los suelos, se ubicó en la Aldea Santa María. El 4 de julio de 1995 el Ministerio de Gobierno, Justicia y Educación de Entre Ríos declaró según decreto N° 2697 a la Aldea Santa María como Capital Provincial de la Conservación del Suelo y como área de conservación y manejo de suelos obligatoria [3], con un alcance de 10.040 ha. Esta área pertenece a la superficie hidrográfica del Arroyo Las Conchas, que tiene sus nacientes en las estribaciones australes de la cuchilla de Montiel; en donde sus aguas escurren en la dirección sur-suroeste y que se vierten en el río Paraná, a unos pocos kilómetros al norte de la ciudad de Paraná, capital de la provincia de Entre Ríos.

El objetivo del presente trabajo es conocer la dinámica hídrica y estimar la pérdida

de suelo que se registra en la Cuenca hidrográfica que se encuentra circunscripta al área de conservación de suelos obligatoria de la Aldea Santa María.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra ubicada en el Distrito Tala, departamento Paraná, en la provincia de Entre Ríos, situado a unos 70 Km de la capital provincial, Paraná; se obtuvo información para el área comprendida entre $31^{\circ} 39' 28,97''$ a $31^{\circ} 36' 47,12''$ Lat. S y $60^{\circ} 3' 58,10''$ a $59^{\circ} 55' 43,34''$ Long. O. La ubicación de la zona de análisis se observa en la Figura 1.

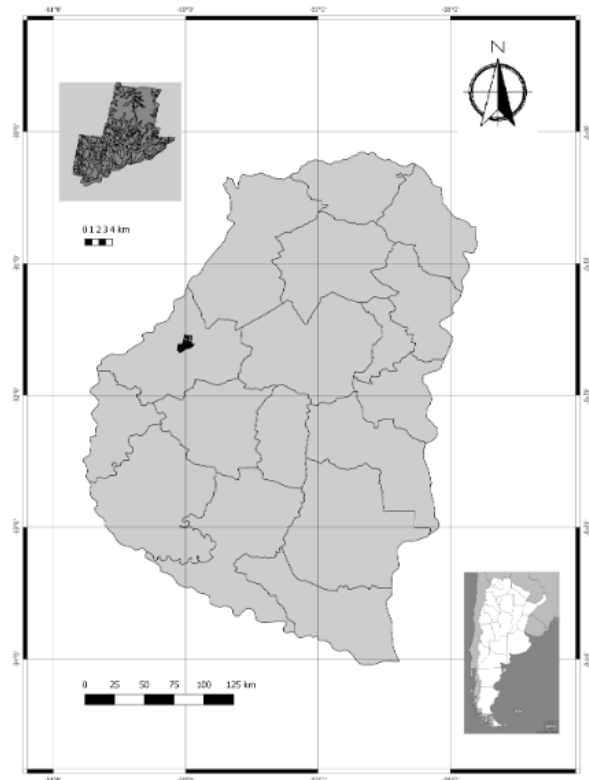


Figura 1: Ubicación geográfica del sitio piloto que comprende a la Aldea Santa María

Registra un clima templado húmedo de llanura, que es favorable para la práctica de cultivos de cereales, oleaginosas y forrajes de secano. La precipitación media anual es de aproximadamente 1200 mm. El régimen térmico es templado; la media diaria anual es de $18,5^{\circ}\text{C}$ y varía entre $25,0^{\circ}\text{C}$ en enero y $12,0^{\circ}\text{C}$ en julio, con una amplitud térmica de $13,0$

°C. El período más lluvioso es de septiembre a abril, donde se registra el 83 % del total anual y el menos lluvioso, de mayo a agosto con el 17 % del total, aproximadamente [4].

Los bosques nativos del centro-norte de Entre Ríos, pertenecen a la provincia fitogeográfica del Espinal, correspondiente al Dominio Chaqueño [5]. Actualmente, el área de la Aldea Santa María registra una superficie de 3.273 ha de bosques nativos en donde se pueden identificar distintas categorías de bosques desde renovales, bosques prístinos, sucesiones secundarias y selvas en galerías (Lucas Fanoni, comp. pers.).

Los suelos del área se agrupan en los siguientes órdenes: Alfisoles, Molisoles y Vertisoles. El 69 % de la superficie de los suelos pertenecen al orden Vertisol, le sigue en importancia los Molisoles con 19 % de la superficie y los Alfisoles con el 12 %. La mayoría de estos suelos presentan algún grado de susceptibilidad a los procesos erosivos [4].

Los patrones topográficos prominentes del departamento Paraná dan origen a una amplia densidad de cursos de agua. Este relieve se caracteriza por estar formado por una gran sucesión de lomadas que se encuentran separadas por valles anchos y aplanados, que adicionado a las características de intensidad-duración que presentan las lluvias dan origen al desarrollo de una compleja e importante red hidrográfica. La cuenca del arroyo Las Conchas es la más importante del departamento y contiene a la Aldea Santa María.

METODOLOGÍA

La metodología que se presenta consiste en evaluar la producción anual de sedimentos de las subcuencas comprendidas en el área de estudio, en relación con la cuenca proyectada.

La dinámica hídrica de las subcuencas que se encuentran comprendida en el área de estudio, pueden determinarse integrando un modelo hidrológico HEC HMS [6] y un modelo de producción de sedimentos [7], la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Modificada (EUPSM) (1). Esta ecuación ha sido

estudiada por Williams (1975) y Williams y Berndt (1977) [8] y permite estimar la pérdida de suelo generada a partir de un evento de precipitación aislado. Esta ecuación logra expresar la producción de sedimentos en función del máximo caudal instantáneo y del volumen de escorrentía que se produce en una tormenta.

$$Y = 11,78(V Q_p)^{0,56} K LS C P \quad (1)$$

Donde:

Y: Producción de sedimentos de la cuenca producidos por una tormenta, [Toneladas]

V: Volumen de escurrimiento por tormenta, [m³]

Q_p : Caudal máximo instantáneo, [m³/s]

11,78(V Q_p)^{0,56} : Factor de escorrentía

K: Coeficiente de erodabilidad del suelo, [Ton hr/N ha]

LS: Factor topográfico

C: Factor de cultivo y manejo del suelo

P: Factor de prácticas de conservación del suelo

De acuerdo a la metodología propuesta por Almorox [9], que se basa en que la erosión hídrica, es mucho más activa que el proceso de meteorización ya que provoca la alteración y disgregación de los horizontes superficiales del perfil edafológico del suelo -algunos en mayor grado que otros-. Considera que para obtener la pérdida de suelos por erosión hídrica a lo largo de un año se deben considerar todas las tormentas ocurridas a lo largo de ese año. Para ello se utiliza la ecuación propuesta por Simons [10]:

$$A_s = \frac{V_a(0,01Y_{100} + 0,01Y_{50} + 0,01Y_{25} + 0,06Y_{10} + 0,4Y_2)}{(0,01V_{100} + 0,01V_{50} + 0,02V_{25} + 0,06V_{10} + 0,4V_2)} \quad (2)$$

Donde:

A_s: Producción de sedimentos anual, [Toneladas]

Va: Producción anual promedio de escorrentía, [m³]

Y_i: Producción de sedimentos para *i* años de recurrencia, [Toneladas]

V_i: Escorrentía para los *i* años de recurrencia, [m³]

Siendo *i*: 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años

La producción anual promedio de escorrentía de cada subcuenca, Va; se obtiene mediante el Método del Número de Curva, considerando una lluvia media anual a partir de la suma de los promedios de las lluvias registradas en los doce meses del año.

Para este trabajo se dispone del Modelo Digital del Terreno (MDT) a partir del cual se delimitan dentro del sitio de estudio, las subcuencas y respectivas redes de drenaje a partir de la utilización de ARCGIS 10.2 [11] y de la extensión HEC GeoHMS [12]. Se determinan además, otros parámetros morfométricos, tales como área de cada subcuenca, pendiente media y parámetros relativos a la red hidrográfica como la longitud del cauce principal y el tiempo de concentración T_c. Este valor se obtiene a partir de la Ecuación del California Culverts Practice [13]:

$$T_c = 0,954 \left(\frac{L_c^3}{H} \right)^{0,385} \quad (3)$$

Para determinar el factor de escorrentía, se utiliza el modelo hidrológico HEC-HMS 4.1 [7], considerando las curvas de intensidad – duración - frecuencia (IDF) adoptado para el Departamento Paraná [14]. En éste modelo, las intensidades se ajustan a una expresión Sherman de cuatro parámetros:

$$i = \frac{K \cdot T_r^m}{(d + c)^n} \quad (4)$$

Donde:

i: Intensidad de precipitación [mm/h] ;

T_r: Período de retorno [años];

d: Duración de la precipitación [minutos]

k, *m*, *n* y *c*: Parámetros que se determinan para cada localidad en base a un análisis de regresión lineal múltiple.

Para el departamento Paraná los parámetros adimensionales son:

m = 0,23 , *n* = 0,69 , *K* = 555,7 y *c* = 6

$$i = \frac{555,7 \cdot (T_r)^{0,23}}{(d + 6)^{0,69}} \quad (5)$$

A partir de este modelo, se generan los hietogramas acumulados para las recurrencias Tr: 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años, considerando una tormenta de 24 horas de duración.

Para la modelación hidrológica, los valores de Número de Curva (CN) se obtienen utilizando las curvas de escorrentía y el grupo hidrológico del suelo (USDA – SCS, 1964) [15] considerando la condición media de humedad antecedente en el suelo. Como método de transformación lluvia-caudal se utiliza el hidrograma unitario del Servicio de Conservación de Suelos (SCS). No se considera el flujo base o subterráneo, dado que interesa conocer el flujo superficial que es el que aporta mayor volumen de agua en una crecida.

A partir del Mapa de Suelos de Entre Ríos (Escala 1:20.000) y los usos del mismo, establecidos para el sitio piloto de la Aldea Santa María [4] se obtiene el coeficiente de erodabilidad del suelo *K*, ponderado por áreas en cada subcuenca. Este coeficiente representa la susceptibilidad a la acción de agentes erosivos y es función de la acción individual y/o combinada de sus propiedades físicas, químicas y biológicas y del manejo [16].

El factor topográfico *LS*, combina el subfactor longitud de la pendiente (*L*) y el subfactor gradiente de la pendiente (*S*), según Wischmeier [17] se puede estimar:

$$LS = \left(\frac{\ddot{e}}{22,1} \right)^m (0,0065p^2 + 0,0454p + 0,065) \quad (6)$$

$$\text{Siendo: } L = \left(\frac{\ddot{e}}{22,1} \right)^m \quad (7)$$

Donde:

\bar{e} : Longitud estimada de la pendiente, [m]
 m : Exponente influenciado por la interrelación entre la longitud y la inclinación de la pendiente. En este trabajo $m = 3$, para inclinaciones comprendidas entre el 1% y el 3%.

$$Y S = 0,0065p^2 + 0,0454p + 0,065 \quad (8)$$

p : Pendiente media del área de aporte, [%]

Las pérdidas de suelo son menores cuando éste está cubierto por vegetación permanente, bosques o prados, y son mayores cuando el suelo está desnudo, particularmente, si ha sido labrado para cultivos. El factor C, de cultivo y manejo del suelo, estima en función de los valores obtenidos de cobertura vegetal que ofrece la tabla de Wischmeier y Smith (1978) [17] ponderado por la superficie de la cuenca que ocupa cada cultivo o vegetación.

RESULTADOS

La metodología se aplicó sobre el área de estudio, Aldea Santa María, en el Departamento Paraná. Se dispuso del Modelo Digital del Terreno (MDT) que el Servicio Geológico de los Estados Unidos (U.S. Geological Survey) tiene disponible para América del Sur (formato grid, paso de malla de 90 m, coordenadas geográficas con datum WGS84), se hizo la proyección al sistema oficial de pro-

yección plana POSGAR94-Faja 5. Todo el procedimiento se realizó con el software ARCGIS [11]. Se trazaron 6 subcuencas con sus respectivas redes de drenaje (Figura 2).

Proyección de las subcuencas sobre el Sitio Piloto

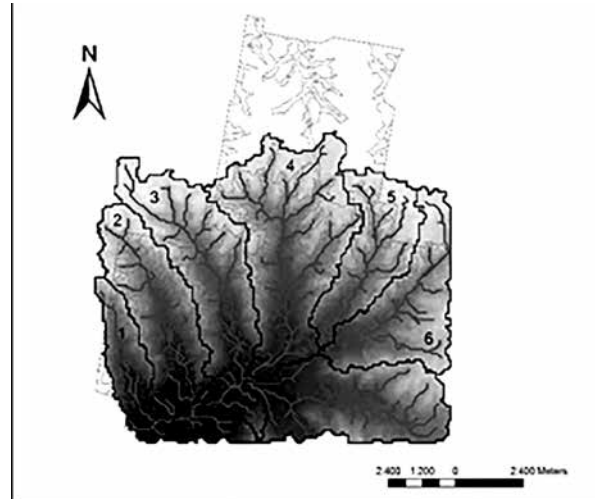


Figura 2: Esquema de la cuenca delimitada en seis subcuencas proyectadas sobre el sitio piloto de la Aldea Santa María

Se estimaron los parámetros morfométricos de las mismas, relativos a la red hidrográfica, y el parámetro Número de Curva (CN), tal como se muestra en la Tabla 1. En función de los valores obtenidos se puede establecer que todas las cuencas poseen buen drenaje.

Tabla N° 1: Parámetros de las subcuencas y relativos a la red de drenaje

Subcuencas	A (Km ²)	I (%)	Tc (horas)	CN	Lc (Km)
1	7,467	2,76	2,33	89	7,405
2	18,448	2,42	3,28	87	10,126
3	21,453	2,18	4,31	86	12,917
4	26,447	1,93	3,92	87	11,232
5	12,188	2,38	2,98	87	8,236
6	14,828	2,62	3,41	84	9,357

Donde:

A: Área de las subcuencas, [Km²];

I: Pendiente media de las subcuencas, [%]

CN: Número de Curva ponderado;

L_c: Longitud del cauce principal, [Km]; T_c: Tiempo de concentración, [horas];

Los valores de K, C, L, S y LS para cada subcuenca se observan en la Tabla 2.

Tabla N° 2: Parámetros de la ecuación MUSLE

Subcuencas	K (T*Hora/Newton*Ha)	C	L	S	LS
1	0,446	0,33	3,09	0,240	0,740
2	0,454	0,33	2,46	0,213	0,522
3	0,441	0,35	2,57	0,195	0,502
4	0,417	0,34	2,47	0,177	0,436
5	0,421	0,33	2,63	0,210	0,551
6	0,430	0,30	2,49	0,228	0,570

Como en la zona de análisis hay cultivos en terrazas sembrables y no sembrables, se considera el supuesto que existen prácticas conservacionistas para el control de la erosión, por lo tanto el valor asignado a P es 0,40 [18].

Según el modelo de precipitaciones intensas adoptado y considerando una duración de 24 hs, se obtienen los montos de precipitaciones acumulados que se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3: Hietogramas acumulados. Tormentas de 24 horas de duración (mm).

TR (años)	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h
2	2,40	5,19	8,56	12,95	19,74	55,93	66,07	71,35	75,15	78,20	80,77	83,03
5	2,96	6,40	10,57	15,99	24,37	69,05	81,57	88,09	92,78	96,54	99,72	102,50
10	3,48	7,51	12,39	18,76	28,59	80,99	95,67	103,32	108,82	113,23	116,96	120,22
25	4,29	9,27	15,30	23,16	35,29	99,99	118,11	127,55	134,35	139,79	144,40	148,42
50	5,03	10,88	17,95	27,16	41,39	117,27	138,53	149,60	157,57	163,95	169,36	174,08
100	5,90	12,76	21,05	31,85	48,55	137,54	162,47	175,45	184,80	192,29	198,63	204,16

TR (años)	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	24 h
2	85,15	87,16	89,07	90,90	92,65	94,33	95,94	97,49	99,00	100,45	101,86	103,22
5	105,12	107,61	109,97	112,22	114,38	116,45	118,45	120,37	122,22	124,01	125,75	127,44
10	123,29	126,21	128,98	131,62	134,15	136,58	138,92	141,17	143,34	145,45	147,49	149,46
25	152,22	155,81	159,24	162,50	165,62	168,62	171,51	174,29	176,97	179,57	182,09	184,53
50	178,53	182,75	186,76	190,59	194,25	197,77	201,15	204,41	207,56	210,61	213,56	216,42
100	209,38	214,33	219,03	223,53	227,82	231,95	235,92	239,74	243,43	247,01	250,47	253,83

La aplicación del modelo HEC-HMS [7] se basó en un modelo de cuenca obtenido a partir de la aplicación de HEC GeoHMS [12] sobre la base del MDT, considerando a cada subcuenca con un valor propio de CN ponderado y aplicando los modelos meteorológicos correspondientes a las precipitaciones de la Tabla 3.

Se obtuvieron los hidrogramas de crecida de donde se desprenden los valores de Volumen de escorrentía (V) y caudal pico (Qp) para recurrencias T= 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años, como muestra la Tabla 4.



Tabla N°4: Resultados del modelo hidrológico HEC-HMS

Subcuencas	TR2		TR5		TR10	
	Q (m ³ /s)	V (hm ³)	Q (m ³ /s)	V (hm ³)	Q (m ³ /s)	V (hm ³)
1	30,60	0,5272	40,70	0,6939	50,20	0,8481
2	57,60	1,2131	78,20	1,6134	97,20	1,9854
3	54,10	1,3382	73,90	1,7923	92,40	2,2155
4	73,50	1,7104	99,70	2,2785	124,00	2,8065
5	40,10	0,7999	54,20	1,0649	67,60	1,3112
6	39,40	0,8691	54,80	1,1788	69,20	1,4690

Subcuencas	TR25		TR50		TR100	
	Q (m ³ /s)	V (hm ³)	Q (m ³ /s)	V (hm ³)	Q (m ³ /s)	V (hm ³)
1	65,40	1,0963	79,20	1,3236	95,30	1,5915
2	127,80	2,5860	155,70	3,1375	188,50	3,7889
3	122,10	2,9005	149,40	3,5307	181,50	4,2759
4	163,10	3,6597	198,80	4,4434	240,80	5,3694
5	89,00	1,7090	108,50	2,0743	131,50	2,5059
6	92,60	1,9409	114,20	2,3766	139,90	2,8930

Las precipitaciones intensas generan crecidas de gran magnitud que movilizan importantes cantidades de sedimentos que se depositan en la parte inferior del sistema de

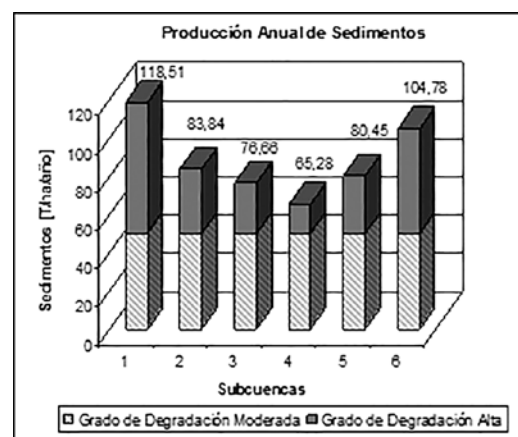
cuencas. La cantidad de sedimentos producido por cada subcuenca para las tormentas consideradas se detallan en la Tabla 5.

42

Tabla N° 5: Producción de sedimentos en toneladas/hectárea (T/ha) para distintas frecuencias.

Subcuenca	y2 (T/ha)	y5 (T/ha)	y10 (T/ha)	y25 (T/ha)	y50 (T/ha)	y100 (T/ha)
1	7,47	10,22	12,87	17,23	21,31	26,21
2	4,94	6,87	8,72	11,78	14,66	18,14
3	4,29	6,02	7,68	10,43	13,04	16,19
4	3,78	5,27	6,69	9,05	11,27	13,95
5	4,73	6,57	8,35	11,30	14,08	17,43
6	3,87	5,52	7,12	9,80	12,34	115,78

La producción anual de sedimentos se observa en la Figura 3. Si se comparan estos valores con la clasificación del grado de degradación por erosión hídrica establecido por la FAO (1980) [19], se observa que las subcuencas analizadas superan las 50 T/ha/año, presentando un grado de degradación alta.

**Figura 3: Producción anual de sedimentos en las subcuencas analizadas**

Cambios y mejoras; innovación y oportunidad. Un mapeo al interior de la FCEFYN de la UNC.

Dra. Rosanna P. Forestello¹

Ing. Claudia Guzmán²

¹Prof. y Lic. En Educación. (UNC). Mgtr. en Multimedia educativo (Univ. Barcelona).

Dra. en Educación (UBA)

E-mail: forestello@gmail.com

²Ingeniera Electricista Electrónica

Magister en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología.

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Universidad Nacional de Córdoba.

E-mail: claudiaguzman64@gmail.com

RESUMEN

Este trabajo presenta el proyecto de investigación Cambios y mejoras; innovación y oportunidad. Un mapeo de las relaciones entre la propuesta de los planes de desarrollo de carreras de ingeniería y procesos de innovación en gestión y en prácticas de enseñanza universitarias en FCEFYN de UNC, que fue desarrollado durante los años 2014-2015, al interior de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, cuyos propósitos centrales fueron: identificar, documentar, analizar y sistematizar decisiones, acciones y proyectos de políticas de gestión que fueron instalándose e integrándose tanto en la estructura como en la organización de la unidad académica, favoreciendo así cambios en la dinámica institucional en el período 2002-2012. En este artículo se comparten los ejes centrales del mencionado estudio.

Palabras Clave: educación superior, calidad, ingeniería, gestión, mejora continua

INTRODUCCIÓN

En el marco de la normativa argentina, le corresponde exclusivamente a las instituciones universitarias otorgar el título de grado de licenciado y títulos profesionales equivalentes. El reconocimiento público de éstos es otorgado por el Ministerio de Educación de la Nación. Estos títulos -oficialmente reconocidos- tienen validez nacional y certifican la formación académica recibida y habilitan para el ejercicio profesional respectivo en todo el territorio nacional.

Además cuando se trata de títulos correspondientes a profesiones reguladas por el Estado, cuyo ejercicio compromete el interés público, como es el caso de las Ingenierías, requiere que se respeten, además de la carga horaria, los contenidos curriculares básicos y los criterios sobre intensidad de la formación práctica previstos en los planes de estudio. Estas son las carreras acreditadas periódicamente por el organismo nacional de evaluación y acreditación argentino: la Comisión

Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (en adelante CONEAU).

Este proceso comenzó a desarrollarse en un contexto argentino y latinoamericano de profundos cambios al interior de las Universidades producidos por la masificación de la matrícula, el atravesamiento de las TIC, la globalización e internacionalización de procesos además de la implementación de políticas neoliberales (FMI; BID; Banco Mundial), por mencionar algunos, que introdujeron potentes reformas al sector público que implicaron nuevas maneras de gestión involucrando cambios políticos, técnicos, administrativos y éticos al interior de las instituciones. Este momento marcó un punto de inflexión en la Educación Superior en Argentina que derivó en la puesta en funcionamiento de un nuevo sistema atravesado por el concepto de Estado evaluador – accountability - de la ES demandando la rendición de cuentas amplia y de resultados, produciendo saltos cualitativos en la gestión universitaria que implicaron cambios culturales al interior de las instituciones.

En este marco, desde el año 2002, las unidades académicas, que imparten las disciplinas que caracterizamos en el segundo párrafo de este apartado, se sometieron regularmente a procesos de autoevaluación, diagnóstico y acreditación y han asumido planes de mejora y propuestas de cambios diversos. En muchos casos, los mismos fueron señalados como prioritarios por CONEAU y el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI); y para los cuales la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU), destinó fondos a través de diferentes programas de mejoramiento con el objeto de subsanar debilidades en algunos casos y lograr excelencia en otros.

Esta situación demandó adoptar una mirada, que asume características particulares en el contexto latinoamericano y argentino, identificables por factores y condicionamientos propios. Esto comprometió a construir una lista de los problemas y a asumir la responsabilidad sobre los mismos con un abordaje particular y singular. Es aquí donde la sen-

sibilidad intelectual y la capacidad de estar atento a los problemas emergentes juegan un papel determinante al momento de pensar, cuestionar e intervenir sobre las experiencias educativas. Exigió la necesidad de establecer modos estratégicos de intervención en tanto realidad educativa propia con acciones profundamente arraigadas a las maneras de ver, abordar problemas y necesidades según las unidades académicas.

Al decir de E. Litwin [1]) estas decisiones se desarrollaron en escenarios de difícil o compleja resolución que se fueron transformando en controversias, que sostuvieron y avivaron el debate actual en la agenda universitaria, en nuestro caso, en la enseñanza de la Ingeniería.

La mencionada autora plantea:

“La resistencia frente a los procesos de evaluación externa para la acreditación que se estableció por sentir que dichos procesos atentaban contra la autonomía, logró uno de los mayores consensos en la comunidad universitaria. Sin embargo, impidió muchas veces reconocer el valor de la evaluación tanto de los proyectos, como de los planes de estudio o de las nuevas carreras; el reconocimiento de la perspectiva de los actores comprometidos en ellas para su mejoramiento. (2009)”

Acerca del análisis de esta cuestión universitaria en las últimas dos décadas, hoy se cuenta con un cuerpo bibliográfico relativamente nutrido, focalizado en diferentes temas pero son escasos los balances sobre las transformaciones experimentadas por el sistema en su conjunto (Buchbinder/ Marquina [2])

En este marco, la investigación que se desarrolló puso en primer plano un tópico escasamente explorado e investigado en el campo de estudios de la universidad pública argentina: la evaluación y acreditación de la educación superior, particularmente, al interior de las carreras de Ingeniería, sostenidos en que la gestión de proyectos no puede ser pensada por fuera del contexto en el cual se

construye, y abriendo entonces un campo de indagaciones posibles en el cual los procesos de acreditación y evaluación no sólo son técnicos sino esencialmente políticos y éticos.

Coincidimos con Pedro Krostch [3] cuando afirma que:

“los sistemas educativos no son estáticos, los modos de procesar los conflictos que supone el cambio se corresponden con las particularidades específicas de este espacio de lo social que es la universidad. (...) La idea de reforma está vinculada a la de cambio pero es el producto de una voluntad, de una política explícita por parte del algún actor, ya sea éste gubernamental o institucional, orientada a modificar la situación vigente. Por otra parte el cambio es un proceso social que, aunque puede tener intensidad variable, dirección, actores y modos diferentes de transcurrir, está siempre presente en lo educativo (2001)”

EL CONTEXTO INSTITUCIONAL

La universidad argentina en su conjunto en el último siglo ha vivido procesos de profunda trascendencia social y política. Comenzando con la Reforma Universitaria a través de la cual se proclamó la necesidad de la autonomía universitaria, democratizó las estructuras de gobierno y cimentó un ideal de institución abierta y comprometida con la sociedad. Atravesó también por períodos en los que distintos gobiernos sometieron su autonomía y debilitaron sus capacidades científicas a lo que se sumaron permanentes restricciones presupuestarias que deterioraron sus actividades y asolaron sus planteles e infraestructuras. La tarea de los últimos años fue diseñar nuevas formas de articulación con el resto de la sociedad sumándose como protagonista a la revolución científica y tecnológica con el propósito principal de contribuir a alcanzar los objetivos de educación de calidad para todos, equidad, competitividad e innovación permanente, sin renunciar por ello al ejercicio de su función crítica.

Inmersa en este contexto, la Universidad Nacional de Córdoba (en adelante UNC), la

más antigua del país y una de las primeras del continente americano, es un importante polo de influencia, no sólo cultural y científica, sino también política y social. Su magnitud, complejidad e importancia puede derivarse si se observa que su estructura académica contempla 13 facultades, más de noventa institutos de investigación y varios centros de estudios de posgrado, espacios a los que se suman bibliotecas, museos, observatorios astronómicos y colegios de nivel medio y terciario. Todo este trabajo académico se sostiene con más de ocho mil cargos docentes para una población estudiantil de más de cien mil alumnos que cursan alguna de las noventa carreras de grado.

La unidad académica en la cual se centra este trabajo es la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (en adelante FCEFyN) de la UNC que, como parte activa en este contexto, adecuó sus estructuras y modos de funcionamiento implementando una gestión universitaria abierta y flexible como elemento estratégico para superar los retos contemporáneos. De esta manera se pudieron promover modos de acción que permitieron aumentar la calidad y la eficiencia en el desempeño de las funciones universitarias, y satisfacer requerimientos de consistencia con las prioridades establecidas en la asignación de recursos, productividad en su utilización y de eficacia en el logro de los objetivos fijados.

La mencionada unidad académica posee un ingreso estable de alrededor de 1500 alumnos anuales, provenientes de distintas provincias del país y del extranjero, superando en 6000 el total de alumnos que cursan las diferentes carreras. Esto constituye un centro importante de formación en estudios superiores en sus diferentes ofertas. Existe además, un interés permanente por mantener renovada la oferta educativa efectuando periódicamente una revisión de la misma, a través de comisiones especiales procurando identificar las exigencias que el medio laboral y social impone a los profesionales que forma, de cuyo análisis surge la propuesta de actualización y crea-

ción de nuevas carreras. En la actualidad, los alumnos ingresantes pueden inscribirse en 16 carreras que responden a las nuevas propuestas de planes de estudio: once titulaciones de ingenierías, tres de ciencias naturales y dos tecnicaturas. Asimismo, esta institución, mediante programas específicos, promueve la vinculación con el sector productivo, facilitando el rápido acceso a proyectos de investigación, transferencia de tecnología y servicios orientados a la solución de problemas regionales. Fomenta además, la colaboración con otras universidades nacionales y extranjeras y otros equipos de investigación, para compartir información, intercambiar experiencias, recursos y producir la sinergia necesaria para la realización de proyectos conjuntos.

LA INVESTIGACIÓN

Desde que las carreras de Ingeniería fueron declaradas de interés público por el Ministerio de Educación de la Nación, con los consiguientes procesos de autoevaluación, diagnóstico y acreditación iniciados en el año 2002, las unidades académicas han asumido planes de mejora y propuestas de cambios diversos. En muchos casos, los mismos fueron señalados como prioritarios por el organismo nacional de de acreditación (CONEAU) y el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) y para los cuales la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU), destinó fondos a través de diferentes programas de mejoramiento con el objeto de subsanar debilidades en algunos casos y lograr excelencia en otros.

La FCEFyN ha transitado por numerosos procesos de acreditación convocados por CONEAU, de manera que la totalidad de carreras de Ingeniería han sido acreditadas y, en consecuencia, se han diseñado, gestionado e implementado programas de mejoramiento para la enseñanza (PROMEI I, PROMEI II, PACENI, PAMEG y PROMINF). Este contexto se vislumbró como una oportunidad y un desafío para la gestión generando así un punto de partida para delinear el proyecto de cambio institucional y comenzar a gestar, conformar e integrar una comunidad de aprendizaje

en permanente proceso de auto-evaluación, dirigida al mejoramiento continuo. Este proceso ha estado marcado por políticas académicas tanto internas como externas, lo que da lugar a señalar que esta facultad se mantuvo entre el imperativo y la invitación al cambio y la mejora.

El problema a investigar se centró en la necesidad de estudiar/sistematizar el proceso y la evolución que ha tenido la FCEFyN en el período 2002-2012 con relación a su política de gestión como consecuencia de los procesos de evaluación y acreditación. En este período la institución sufrió transformaciones que le permitieron cambiar para mejorar, generar e incorporar- en el área de las Ingenierías- una suerte de vocación institucional y académica para promover una actualización permanente en sus diseños curriculares, sus estándares de calidad y sus procedimientos de autoevaluación, entendiéndolos como esencialmente políticos, técnicos y disciplinares. Es por ello que nos preguntamos: ¿existen motivos por las cuales vale la pena hacer el esfuerzo de dedicar tiempo a instrumentar procesos de evaluación? ¿y en todo caso, cuales fueron? ¿se justifica el esfuerzo de la institución para instrumentar procesos de evaluación? ¿qué pensó la FCEFyN sobre estos problemas cuando las políticas públicas universitarias nacionales los definían como prioritarios, al punto que destinan proyectos y recursos para su tratamiento? ¿qué le quitó el sueño y le preocupó a la FCEFyN en el período 2002-2012? ¿coincidió con el diagnóstico o la descripción de las causas asignadas a los problemas que enuncian estas políticas? ¿qué otros problemas fueron y son urgentes o críticos para la FCEFyN? ¿qué cambios realizó la FCEFyN para cambiar? ¿cuáles son las oportunidades para seguir alimentando las relaciones entre cambios, mejoras e innovaciones al interior de la gestión?

Algunos de los objetivos centrales de este proyecto consistieron en:

- Identificar, analizar y sistematizar las decisiones, acciones y proyectos de políticas de gestión que fueron instalándose e integrando-

se tanto en la estructura como en la organización -a nivel macro y micro- de la unidad académica, favoreciendo así cambios en la dinámica institucional en el período 2002-2012.

- Reconocer y reconstruir el marco teórico/político y de acción que llevó adelante la FCEfyN en el desarrollo de los procesos de evaluación y acreditación de sus carreras de grado de Ingeniería en el período 2002-2012.

Es por ello que fueron objetivos específicos del trabajo:

- Reconstruir el proceso de evolución que la unidad académica realizó en el período 2002-2012.

- Identificar y analizar el papel que jugaron los órganos de gestión internos de la FCEfyN y el Estado para mejorar la calidad de sus prácticas de gestión y sus prácticas de enseñanza universitarias.

- Poner en evidencia el impacto que los procesos de autoevaluación y acreditación y las acciones implementadas como consecuencia de los mismos mejoraron el funcionamiento interno de la FCEfyN.

- Identificar y categorizar las bases conceptuales que permitan contribuir y continuar los procesos de autoevaluación y mejora al interior de la unidad académica.

El estudio siguió los lineamientos de una investigación evaluativa (Correa Uribe et al) [4] y dentro de ello en el enfoque de la evaluación deliberativa (House) [5] que parte de considerar la complejidad de los fenómenos educativos e institucionales. Predomina la búsqueda de comprensión de los procesos y sus contextos y se jerarquiza el lugar de la participación y la vida política de las instituciones, lo que implica buscar, como parte sustantiva de cualquier proceso de mejora o de cambio, la comprensión sobre el estado de las cosas para construir nuevas formas de acción y la participación que alienta el compromiso con los objetivos compartidos.

La investigación que se realizó fue de carácter exploratorio-descriptivo como explicativo (Hernández Sampieri et al[6]) en la cual el análisis documental y las entrevistas en profundidad a protagonistas claves de estos

procesos jugaron un lugar clave para el desarrollo de la misma.

NOTAS DE ANÁLISIS

Las autoras se posicionan, a largo de este artículo, considerando que las instituciones universitarias son gobernables. Por ello la gestión y la administración de proyectos de este tipo son lo contrario al azar, implica y exige nuestra decisión y nuestra intervención ya que son el producto de nuestras acciones. Estas ideas significan considerar a estas instituciones como permanentes construcciones de las que aquellos que forman parte son, simultáneamente, arquitectos y habitantes.

Gestionar es limitar los efectos imprevisibles e indeseables. Es determinar rumbos, ritmos y modos. Gestión es hoy una palabra de uso corriente. La ciencia de la gestión se alimenta de múltiples fuentes y disciplinas, articula diferentes perspectivas y enfoques.

La gestión universitaria conlleva un doble desafío: aceptar que es posible hacer esta tarea y que la misma requiere adaptarla a las particularidades de cada unidad académica pública debido a que la Universidad no es una empresa, no es un ministerio. Es un tipo particular de organización en la cual conviven múltiples lógicas atravesadas por la racionalidad política.

La complejidad de la gestión de proyectos de este tipo se relaciona con el hecho de que la misma se encuentra en el centro de tres áreas articuladas y necesariamente intersectadas como lo son lo político, lo administrativo y lo académico.

Como señalan House y Howe [7] la evaluación se transforma en una institución en sí misma constituyéndose en parte de una cultura que sirve para apoyar decisiones y darle fundamento. Ofrece entonces, la oportunidad de desarrollar una mejor comprensión teórica del contexto y de los problemas de la práctica.

Por otra parte, parafraseando a Lila Pinto [8] fue un momento en que se pudo poner sobre la mesa que pensar en este tipo de proyectos es estar hablando de la necesidad de cambios al interior de las instituciones educativas

universitarias, de cambios en las prácticas de enseñanza universitarias, del conceptualizar el cambio como proceso de mejora y de innovación, de renovación. Como fruto del deseo y también como conflicto, como resistencia, como desafío. Que se desarrollan las tareas en instituciones que son fruto de superposiciones sucesivas de decisiones, acciones, actividades. De un diseño y una cultura institucional que responde a requerimientos históricos de la modernidad y la industrialización, con procesos de cambio que se han ido transitando a lo largo de los años, que las convierten en instituciones más complejas con caminos más intrincados.

Este fue un momento en donde claramente se identifica que, si bien se habían pensado proyectos al interior de cada una de las facultades como construcción detallada de pasos y variables en la consecución de metas previamente acordadas, en las cuales el planificar y coordinar estrategias son etapas que se considera necesarias, sobre la idea de que existen patrones y efectos previsible y controlables, se pudo compartir - desde la noción de complejidad dinámica (Lila Pinto [8])- que lo que está en el fondo de estos procesos es que los mismos son caóticos, operan en realidades enmarañadas, dinámicas, cambiantes, permanentemente. La realidad que se habita y el proceso que se genera no es lineal. Que que no se puede predecir con precisión el mismo. Reconocer que, causa y efecto no están cerca, ni en el tiempo ni en el espacio y que, las intervenciones consideradas, muchas veces, son atravesadas por otras variables, factores no pensados en él.

Se tuvo que entender que la complejidad, el dinamismo, la imprevisibilidad no son obstáculos sino partes del camino. Coexiste revisar las maneras en que se generan, se diseñan, se acompañan los procesos de implementación de cada uno de los proyectos, no desde una concepción de linealidad porque limita las posibilidades de crecimiento e innovación. Es necesario pensar que aquellos proyectos con mayores oportunidades de desarrollo son

aquellos que surgen de acciones colectivas que se desarrollan con otros, de manera colaborativa en el intento de aprender y responder a las cambiantes condiciones contextuales e institucionales (Lila Pinto[8]).

Otra mirada que nutre nuestro trabajo es la de Tony Becher [9] que sostiene que son necesarias miradas analíticas y comprensivas del trabajo de los académicos. Este autor realizó una agrupación de las disciplinas según la naturaleza del conocimiento en cada una de ellas a través de entrevistas a diferentes investigadores. Así, construyó cuatro "nichos" que dieron lugar a la siguiente clasificación disciplinaria: dura-pura; blanda-pura; dura-aplicada; y blanda-aplicada. En el primer caso ubica a las ciencias puras (física y biología); en el segundo, a las humanidades y ciencias sociales puras (historia y antropología); en el tercero, incluye las tecnologías (ingeniería mecánica); y, en el último, las ciencias sociales aplicadas. La conclusión a la que arriba deja ver que el tipo de conocimiento con el que trabajan los académicos en distintas disciplinas estaría en la base de las diferencias que pueden observarse en los patrones de investigación y de publicación, en las pautas de iniciación y de interacción social así como en la permeabilidad y los factores externos que incitan los cambios internos. Las características sistematizadas en las diferentes agrupaciones disciplinarias en este estudio particularizado, es un aporte significativo en tanto incluye, en este caso, una cara de las disciplinas como una de las fuentes constitutivas de la profesión y como uno de los condicionantes para el éxito de los procesos de reforma y/o de cambio

Según el mencionado autor [9] las tecnologías son finalistas, definen propósitos claros; pragmáticas (tecnología por medio del conocimiento duro); preocupadas por el dominio del entorno físico; sus resultados son productos/técnicas. En la teoría curricular esta racionalidad técnica también se caracteriza por la búsqueda del control del ambiente de acuerdo a reglas basadas en leyes de fundamento empírico. Las decisiones técnicas, a

su vez, se relacionan con los medios técnicos a través de los cuales pueden alcanzarse los fines. El razonamiento técnico se refiere a cómo deben hacerse las cosas, y no a qué debe hacerse. (Kemmis [10], Grundy [11]).

A efectos de llevar adelante el proceso de acreditación, el CONFEDI como órgano representativo de las Unidades Académicas de Ingeniería de todo el país, realizó la propuesta de estándares, indicadores y manual de información y evaluación que fue la base del proceso de acreditación llevado a cabo por la CONEAU ante la SPU de Educación de la Nación el 30 de mayo de 1999 y que se plasmó en la Resolución ME N° 1232/02 y la Res.1054/02, que tienen vigencia hasta hoy. Estos documentos fijan conceptos fundamentales tales como calidad, indicadores, criterios, requisitos de acreditación, eficacia, eficiencia por sólo mencionar algunos y lo hace desde el enfoque de la evaluación preordenada (Stake [12]). Ejemplo de ella son los sistemas de indicadores y la evaluación a través de estándares. Los primeros se basan en un cuerpo teórico que identifica cuáles son las variables e indicadores relevantes que inciden en el fenómeno objeto de estudio. El análisis de presencia de esos indicadores da elementos para interpretar posteriormente la información y construir un juicio sobre lo que se observa (H. Roig [13]).

Los indicadores ofrecen información que puede ser insumo para debatir y asumir decisiones. Además permiten establecer comparaciones con otros objetos de estudio semejantes y su medición continua permite estudiar tendencias en el fenómeno. Facilitan el debate público ya que son comprensibles por los ciudadanos.

En la práctica concreta de la evaluación, los indicadores o los estándares no son solamente una construcción teórica. Si se los mide es porque se los ha considerado relevante. En palabras de Tiana Ferrer [14] “la construcción de un indicador (...) es el resultado de una compleja interacción entre un proceso cognitivo y otro político (1996:48).”

Es necesario acordar qué modelo de facultad de ingeniería, qué modelo de unidad académica, qué modelo de formación de ingenieros es el que se considera como óptimo y desde allí reconocer las concepciones teóricas y políticas que están subyaciendo en la obtención de indicadores y/o estándares. Lo importante es utilizarlos mejor, con conciencia de sus características teóricas y políticas y, por el otro, con la sistematización e institucionalización de una rutina de relevamiento de datos, un sistema de monitoreo que sea insumo para el debate informado sobre las acciones a seguir.

LOS HALLAZGOS E IMPLICACIONES

A partir de lo analizado, nos parece importante recuperar algunos puntos, dimensiones y/o categorías que, desde sus surgimientos, “marcan” no sólo a los procesos de acreditación y evaluación de las carreras de grado sino también maneras de trabajar, enseñar y gestionar las carreras de Ingeniería al interior de las Universidades Públicas.

Recuperando la mirada de Becher (9) para comenzar a dar respuestas a las preguntas que nos planteamos al interior de nuestra investigación, podemos considerar que este autor nos abre una puerta para pensar a los ingenieros como un colectivo de pensamiento, con un estilo en sus modos de razonar que alimentan trayectorias profesionales específicas que, a su vez, guían y educan su percepción y producen maneras particulares de construcción de conocimientos. Quienes trabajamos con ellos sabemos que los mismos no aplican soluciones preconcebidas, que los desafían los problemas sistémicos reconociendo que un sistema es más que la suma de sus componentes y necesariamente abierto, lo que significa que lo afectan cuestiones ajenas a su entramado interno y a su lógica de funcionamiento e interacción. En la base de su profesión está afrontar la resolución estratégica de problemas, el diseño y ejecución de su solución. Proceso que necesariamente culmina en un hecho tecnológico, factor que los diferencia y califica. En el caso de los pro-

fesionales antes mencionados, la aplicación de la racionalidad tecnológica junto a la racionalidad económica y la racionalidad ambiental para encarar los problemas educativos de la misma manera que lo hacen en su actividad profesional, serían uno de los cimientos que explicaría por qué estas carreras fueron las primeras en adscribir e iniciar los procesos de acreditación y evaluación en Argentina.

Ligadas a la esencia del “ser Ingeniero”, aparece el saber y el saber hacer, el saber qué y el saber cómo, clara combinación de conocimientos, capacidades y competencias, en donde la práctica aparece no sólo como ilustradora sino también como generadora de conocimiento, atravesada por la resolución de problemas como modo de pensamiento. Y también el saber y saber pensar, que significan que existe la capacidad de darle sentido a lo que se sabe. Esto implica varios elementos multidimensionales, capaces de enhebrarse entre sí y en un contexto particular de la realidad a la que se puede dar una respuesta o al menos buscarlas.

Reconocemos en las voces de los entrevistados una confluencia de ideas vinculadas, por un lado, al pensar y al hacer y, por el otro, a la técnica y tecnología. Tal como lo expresa el Diccionario de la Real Academia Española que nos dice que, etimológicamente, la palabra Ingeniero deriva de ingenio, entendido primero como la facultad del hombre de para discurrir o inventar con prontitud y facilidad, pero también como máquina, artificio. Las expresiones de los docentes y el vínculo presentado encuentran una relación última en la definición propuesta de A. Gay [15]:

“El ingeniero es un hombre que, partiendo de conocimientos, ideas, medios y recursos (materiales y humanos) concibe y construye objetos o productos tecnológicos, realiza proyectos técnicos o desarrolla procesos; su objetivo fundamental es, como planteo general, mejorar la calidad de vida del ser humano” (1990: 60).

A partir de lo indagado, pensando en la gestión de proyectos, planteando un salto cualitativo de la racionalidad tecnológica conside-

rando que en estos tiempos las carreras de Ingeniería se encuentran todas acreditadas, proponemos definir la gestión ante los problemas, obstáculos y dificultades que ponen en marcha el conocimiento como una manera de leer y pensar el movimiento de la realidad, el conocimiento que parte de la realidad para abordar e intervenir sobre ella, es decir gestionar e investigar para describir, interpretar e intervenir. Esto nos posiciona ante una conceptualización dinámica de la gestión de proyectos, en constante cambio según las realidades. En congruencia con Schön [16] consideramos que la gestión es reflexión en la acción, posee una función crítica y da lugar a la experiencia en contexto.

Gestionar implica crear condiciones. El trabajo de gestión necesita ir más allá de listar debilidades y fortalezas, es posibilidad de democratización y análisis crítico de la realidad institucional. La gestión es la que rompe con lo que se viene haciendo y se desprende, no tiene que ver con un acto prolijo y recortado, ni con una secuencia de pasos de receta... es mucho más. Gestionar implica proponerse la escucha de la realidad.

Es por ello que podemos sostener que:

- La mejora continua fue cimiento base de las acciones y decisiones de la gestión de la FCEFyN.
- Los procesos de autoevaluación y los planes de mejora que permiten una permanente revisión institucional redundan en procesos de mejora continua.
- La política institucional para la calidad de la enseñanza -para ser efectiva - tiene que incorporar no sólo factores externos a nivel nacional e internacional sino también factores internos. (Hénard [17])
- Es necesario una adaptación creativa y productiva de la evaluación al interior de las instituciones, que promueva el desarrollo profesional en los campos de la docencia, la investigación y la extensión universitaria, y donde se articulen las evaluaciones promovidas por docentes y alumnos con aquellas impulsadas por los órganos de gestión (Elliot [18])

• Los cambios que se producen significan al interior de la facultad un reordenamiento tanto académico como administrativo.

Complementado lo expresado hasta aquí, desde la lectura y el análisis de entrevistas en profundidad realizadas a actores claves de estos procesos, emergen los siguientes conceptos: compromiso - mejora - proyectos - problemas - soluciones - acciones - logro de la calidad - construir - diálogo - negociación - consenso - cooperación - trabajo en solitario - pioneros - proceso de ida y vuelta - jugarse - confianza - convencimiento - contexto - oportunidad - trabajo coordinado - procesos - cambio de lógicas - compartir - sistema - crear redes - "vamos por más" - cultura emprendedora - hacer surcos - apasionamiento por lo que se hace, que consideramos dimensiones y/o requerimientos necesarios de los procesos de acreditación y evaluación en estos diez años y que son fundantes y se constituyen en marcas de origen para pensar, conceptualizar y seguir desarrollando los procesos de acreditación y evaluación - y por qué no la gestión al interior de las facultades de Ingeniería - y desde ellos generar otra cultura institucional ligada a la mejora continua.

Asimismo, destacamos y recuperamos la importancia de generar un espacio de trabajo dialógico, cooperativo y que atraviesa - con sus decisiones y acciones- la enseñanza de grado de las Ingenierías -CONFEDI -, órgano que se ha mantenido y crecido a lo largo de casi ya 30 años en el cual hoy participan representantes de más de cien instituciones de nivel universitario de Argentina. En este sentido, coincidimos con Trotta y Araujo [19] cuando afirman que:

"la institucionalización de la acreditación fue el resultado de una configuración particular que posibilitó el acercamiento de los académicos universitarios y los representantes del gobierno nacional. Más específicamente, fue el producto de la integración combinada de la coordinación estatal (SPU, CONEAU) y la presencia de cuerpos intermedios como el CONFEDI, en primera instancia, y el Consejo

Universitario, en segundo lugar, que articuló agenda gubernamental, "especialización disciplinar" y representación institucional. En efecto, la legitimación del control estatal es producto del reconocimiento del CONFEDI como asociación representativa de los intereses de la comunidad académica de los ingenieros, pues en él convergen los decanos de las facultades de universidades de gestión pública y privada, actuando como "bisagra" del nivel de base (los ingenieros que realizan sus tareas de docencia, investigación y extensión y transferencia) y el nivel institucional (los rectores de las universidades que forman parte del CU) (2011)"

Otra consecuencia importante de estos procesos, además de la instalación de la idea de que los estándares plasmados en el Manual de Acreditación para Carreras de Ingeniería en la República Argentina, el cual marcó un antes y un después en torno a la evaluación de estas carreras de grado, fue que el mencionado instrumento y los estándares fueron contruidos por los mismos ingenieros que, en su momento, ocupaban cargos de gestión, son una línea básica, son un piso necesario en el cual cada facultad, cada carrera tenía que mirarse, confrontar, pelear, competir con ella misma como parte de un proceso de crecimiento, de desarrollo y mejora continua, y desde allí entender que no se generaba una competencia entre unidades académicas de enseñanza de grado de las ingenierías sino todo lo contrario. Lo que implica considerar a los procesos de acreditación y evaluación no solamente como una necesidad sino como un imperativo que hace posible generar conocimiento en torno a cómo se elabora eso que ofrecemos y con qué parámetros se evalúa y se transforma, los que permite alcanzar un horizonte de calidad y además ayudar, acompañar, y seguir avivando intencionalidades hacia adelante.

En síntesis, al interior de las Ingenierías hubo tres conceptos centrales ligados a los procesos de acreditación: compromiso, plan de mejoras y toma de decisiones, entendien-

do que la misma no es un fin en sí mismo sino una herramienta para el aseguramiento de la calidad y la mejora continua. Ingeniería estableció una cultura de acreditación al interior del sistema universitario argentino.

En palabras del Ing. Daniel Morano, protagonista clave de este proceso:

“En aquel momento la CONEAU(...) necesitaba poner algo en marcha más – de grado- (...) la única que estaba en ese momento diciendo “Queremos acreditar” era Ingeniería ¿Qué se logró con Ingeniería?(...) se logró esto del compromiso, esto del Plan de Mejoras, la toma de decisiones. (...) Eso era un tema clave, porque era para nosotros la lógica, digamos. Así que eso terminó en la frase que yo uso hoy que es: “La acreditación no es un fin en sí mismo, es una herramienta para el aseguramiento de la calidad y de la mejora continua”.

Proyectos de investigación de este tipo permiten construir un corpus documental para seguir avanzando en la mejora de las instituciones a través de prácticas interdisciplinarias y la revisión crítica de las prácticas. Posicionarnos como pensadores de lo propio. Tiene que ver con instalar un cuestionamiento que permita vislumbrar algo nuevo, no por lo original sino por tratarse de una respuesta diferente. Volver a mirar lo ya conocido y encontrar huellas, marcas, legados, tradiciones. Reconocer miradas, espectadores y protagonistas. El mismo posee un interés desde la gestión de proyectos y aspira a contribuir a la mejora de la gestión de la educación en Ingeniería además de considerarla como una posible herramienta de apoyo al PEFI.

Consideramos que la autoevaluación permanente de las instituciones de educación superior no es solamente una necesidad; es un imperativo que nos permite generar conocimiento de cómo se elabora eso que ofrecemos y con qué parámetros se evalúa y se transforma (C. Nosiglia [20]). Más que alcanzar un horizonte de calidad, con proyectos de este tipo nos proponemos

ayudar, acompañar, seguir avivando esa meta hacia adelante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] LITWIN, E. (2009) Controversias y desafíos para la universidad del siglo XXI. Conferencia de apertura del Primer Congreso Internacional de Pedagogía Universitaria. UBA. Buenos Aires. http://www.ort.edu.uy/ie/caes/conferencia_litwin.php
- [2] BUCHBINDER, P. Y MARQUINA, M. (2008) *Masividad, heterogeneidad y fragmentación. El sistema universitario argentino 1983-2008*. Buenos Aires: Universidad de Gral. Sarmiento.
- [3] KROSTCH, P. (2001) *Educación Superior y reformas comparadas*. UNQui, Quilmes.
- [4] CORREA URIBE ET AL (2002) *Investigación evaluativa*. Módulo 6. Instituto Colombiano para el fomento de la educación superior. ICFES.
- [5] HOUSE, E. (1994) *Evaluación, ética y poder*. Madrid: Morata.
- [6] HERNÁNDEZ SAMPIERI ET AL. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill Interamericana.
- [7] HOUSE, E. Y HOWE, K. (2000) *Valores en evaluación e investigación social*. Madrid: Morata.
- [8] PINTO, L. (2012) *La gestión educativa en la enseñanza mediada por TIC*. Conferencia. I encuentro virtual sobre TIC y enseñanza superior UBATIC+ UBA. Ciudad de Buenos Aires. Noviembre de 2012.
- [9] BECHER, T. (1993) *Las disciplinas y la identidad de los académicos*. *Revista Pensamiento Universitario*, 1 (1), 56-57.
- [10] KEMMIS, (1988) *El currículo: más allá de la teoría de la reproducción*. Madrid: Morata.
- [11] GRUNDY, S. (1991) *Producto o praxis del curriculum*. Madrid: Morata.
- [12] STAKE, R. (2006) *Evaluación comprensiva y evaluación basada en estándares*. Barcelona: Graó.
- [13] ROIG, H. (2013) *Evaluación preordenada y evaluación deliberativa: en busca de alternativas para la evaluación en*

la Universidad, en Nosiglia, C. (comp.) (2013) *La evaluación universitaria. Reflexiones teóricas y experiencias a nivel internacional y nacional*. Buenos Aires: Eudeba.

[14] FERRER, T. (1996) *La evaluación de los sistemas educativos*, en Revista Iberoamericana de Educación. OEI, N° 10, enero-abril. <http://www.rieoei.org/oeivirt/rie10a02.pdf>

[15] GAY, A. (1990) *La tecnología, el ingeniero y la cultura*. Córdoba: TEC

[16] SCHÖN, D. (1992) *El profesional reflexivo*. Barcelona: Paidós.

[17] HÉNARD, F. (2010) *Aprendamos la lección. Un repaso a la calidad de la enseñanza en la educación superior*. Perfiles educativos, vol. XXXII, n°129. IISUE – UNAM. Méjico.

[18] ELLIOT, E. (1993). *La escuela que queremos*. Buenos Aires: Amorrortu.

[19] TROTTA, L Y ARAUJO, S. (2011) *La acreditación de las Ingenierías: configuración compleja en la institucionalización de la política*. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Ciencias de la Educación

[20] NOSIGLIA, C. (2013). *La evaluación universitaria. Reflexiones teóricas y experiencias a nivel internacional y nacional*. Buenos Aires: Eudeba.

Evaluación de estructura sometida a vibraciones de máquinas

Ing. Norma Luján Ercoli¹

Mg. Ing. María Haydee Peralta²

Dr. Ing. Leonel Osvaldo Pico³

¹Facultad de Ingeniería.

Email: nercoli@fio.unicen.edu.ar

²Facultad de Ingeniería.

Email: mperalta@fio.unicen.edu.ar

³Facultad de Ingeniería.

Email: lpico@fio.unicen.edu.ar

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de
Buenos Aires

RESUMEN

El diseño de estructuras de edificios industriales es complejo por la presencia de equipos que generan vibraciones. A menudo, es necesario evaluar edificios existentes que, en condiciones de servicio, presentan respuestas vibratorias indeseadas.

El abordaje requiere un análisis integral para cuantificar los niveles vibratorios y justificar la toma de decisiones con intervenciones en la estructura y/o máquina, tendientes a amortiguar los efectos de los niveles vibratorios detectados. El presente trabajo corresponde a tareas de asesoramiento y transferencia al medio productivo de la zona de Olavarría. Se evalúa un edificio de una planta cementera, con equipos de zaranda y trituradora instalados, que presenta vibraciones indeseadas.

Palabras claves: Estructuras, Máquinas, Vibraciones, Análisis Dinámico

ABSTRACT

The design of industrial buildings structures is a complex process due to the existence of vibrating machinery. Sometimes there is a need to evaluate existing structures which presents inappropriate vibrations under service conditions.

The evaluation requires a full analysis to quantify the vibration levels and justify the decisions to be taken in order to reduce the effects of vibrations measured. This present paper addresses the evaluation and following advices related to the undesired vibrations detected in a building supporting a crusher and a vibrating screen located in a cement plant facilities in Olavarría, Buenos Aires.

INTRODUCCION

El diseño de edificios industriales requiere un adecuado conocimiento de su comportamiento estructural frente a acciones estáticas y dinámicas. Estas acciones están asociadas a la diversidad de los procesos involucrados según el destino y a la presencia de equipos, con la finalidad de tener una respuesta estructural adecuada durante la vida en servicio. En particular, las principales acciones dinámicas se deben a las vibraciones mecánicas originadas por los equipos industriales que pueden afectar al comportamiento estructural [1], [2], lo cual requiere una visión integral de la interacción del conjunto máquina-estructura, que en algunos casos puede extenderse al suelo de fundación [3], [4], [5].

El origen de las vibraciones mecánicas y sus efectos sobre los componentes estructu-

rales merece ser analizado y requiere de mediciones experimentales para su validación. Para el diseño adecuado de edificios industriales debe considerarse la respuesta global [6], [7].

Existen dos formas para lograr un comportamiento estructural adecuado: por un lado desintonizar la estructura afectada por vibraciones y por otro, actuar sobre el vínculo máquina-estructura, a través del diseño del sistema de aislación, modificando la transmisibilidad [8].

En todo problema de vibraciones se pueden identificar tres componentes esenciales: 1) La maquinaria en funcionamiento y la fuente que origina las vibraciones. 2) La estructura de soporte de la maquinaria (piso, fundación, bancada, etc.). 3) El montaje antivibratorio interpuesto entre la maquinaria y la estructura.

Las formas de intervención para mitigar problemas de vibraciones dependen de las condiciones de operación y limitaciones constructivas. Las opciones son las siguientes:

- Intervención puramente mecánica, sobre la fuente que produce las vibraciones (máquina o mecanismo) minimizando la generación de fuerzas vibratorias, por ejemplo a través del control del balanceo del rotor.

- Intervención puramente estructural, sobre la estructura afectada por vibraciones. Las opciones posibles con el objetivo de desintonizarla son: modificación de su masa o rigidez para cambiar sus frecuencias naturales, y/o incremento del amortiguamiento para minimizar la amplitud de las oscilaciones [4] y [5]

- Intervención estructural-mecánica, sobre el vínculo entre máquina y fundación, con aislamiento de vibraciones y modificación de transmisibilidad [6]

En este trabajo se muestra el análisis de un edificio industrial en servicio, emplazado en una planta de producción de cemento, destinado al proceso de clasificación y trituración de piedra caliza por medio de una zaranda y trituradora con tolva. Durante las tareas de mantenimiento predictivo-proactivo, con mediciones experimentales de las vibraciones en la estructura y de las maquinarias, se de-

tectaron niveles de vibraciones inadecuadas, tanto de las maquinarias como en las estructuras sobre las que apoyan los equipos. Se analizaron estas problemáticas teniendo en cuenta las premisas anteriores, para desarrollar una intervención estructural-mecánica y lograr un comportamiento adecuado. Desde el punto de vista estructural, a través del análisis numérico computacional de la estructura se obtuvieron los modos propios de vibración y sus frecuencias. Se analizó la respuesta de los entresijos, formados principalmente por losas de hormigón armado, sobre los que se apoyan las máquinas con sus correspondientes cargas dinámicas. Los resultados obtenidos permitieron evaluar el comportamiento estructural en condiciones de servicio y adoptar decisiones correctivas, de acuerdo con los estándares normativos internacionales. [6] y [7].

MARCO TEÓRICO Y PAUTAS DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

Las características dinámicas, modos y frecuencias de vibración, son indicadores del comportamiento estructural dinámico, incluyendo la posible afectación de la capacidad portante. Los parámetros involucrados en las estructuras son su masa m , su rigidez k y su amortiguamiento c [9], según la Ecuación (1):

$$ma + cv + kx = F(t) \quad (1)$$

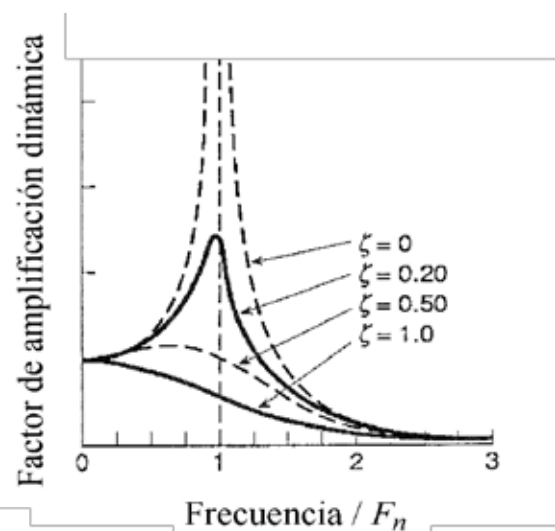


Figura 1: Factor de amplificación dinámica en función de la frecuencia fundamental.

En la Figura 1 puede apreciarse el importante rol del amortiguamiento y de la relación frecuencia de la excitación y frecuencia fundamental en la respuesta a través de la variación del Factor de Amplificación Dinámica.

El comportamiento estructural se evalúa mediante la respuesta estructural dinámica, obtenida mediante técnicas experimentales y/o numéricas, y dada en términos de aceleraciones y velocidades vibratorias. La evaluación se realiza comparando los resultados obtenidos de las mediciones "in situ" con los límites indicados por normativas y criterios internacionales. En este trabajo se adoptaron los criterios establecidos en normas internacionales (ISO, DIN) que se indican en la Figura 2, [6]. Se observa que los valores expresados en unidades de aceleración, m/s^2 y los niveles de velocidad vibratoria en mm/s, (rms), están relacionados con la frecuencia vibratoria y el daño que dichos niveles pueden ocasionar sobre las estructuras. La Tabla 1, [7], muestra otro criterio concordante con lo indicado en Figura 2.

Tabla 1: Criterios de vibración [7].

Rango	Velocidad rms (mm/s)	Efecto
I	menor que 2,5	no se produce daño
II	2,5 a 5,0	daño muy improbable
III	5,0 a 10,0	daño poco probable
IV	mayor que 10,0	daño posible; es necesaria la evaluación estructural

Según la Figura 2 y la Tabla 1, se adoptó como valor aceptable de comportamiento que no genera daño estructural cuando la velocidad vibratoria es menor que 10 mm/s (rms) y/o la aceleración es menor que $0,1 m/s^2$.

APLICACIÓN A EDIFICIO INDUSTRIAL EN SERVICIO CON EQUIPOS DE ZARANDA Y TRITURADORA INSTALADOS

La estructura analizada es de hormigón armado porticada espacialmente, construida con hormigón elaborado, según se observa en Figura 3. Se detectaron vibraciones muy importantes en distintos puntos de los entrepisos que sirven de apoyo a los equipos mecánicos.

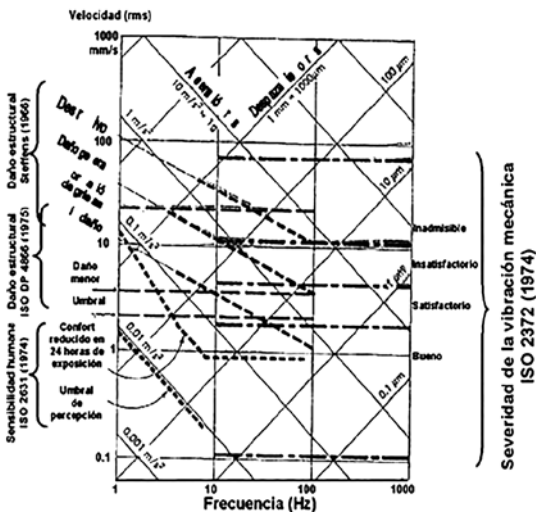


Figura 2: Criterios de evaluación de daño por acciones dinámicas [6].



Figura 3: Vista general de la estructura del edificio

Según la documentación técnica proporcionada por el comitente, Figura 4, las dimensiones en planta son 11,20 m x 7,30 m, con columnas en cada esquina. La altura total del edificio es 19,90 m.

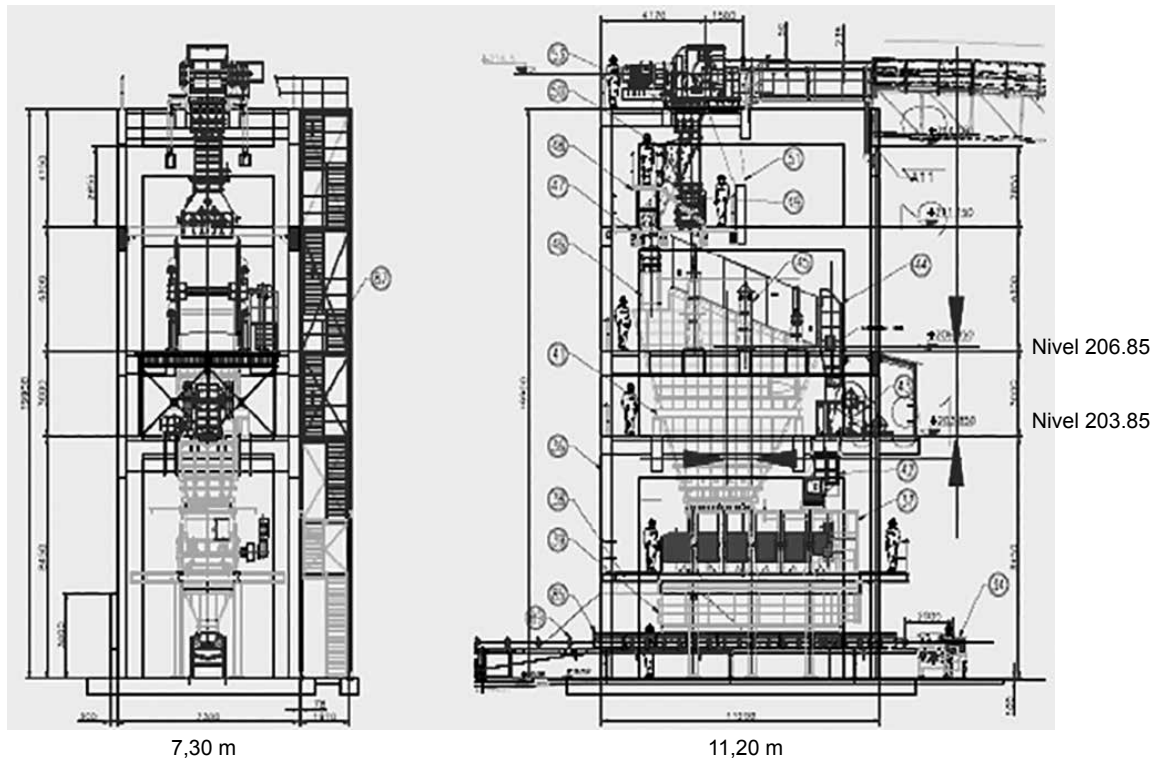


Figura 4: Tipología estructural en altura y ubicación de los sistemas mecánicos.

La estructura posee una cubierta de hormigón armado con un sector donde descargan los apoyos de una cinta transportadora de alimentación de piedra caliza. El edificio consta de tres niveles de entresijos con losas llenas de hormigón armado apoyadas sobre vigas, con amplios sectores de aberturas exigidos por los equipos a instalar. El edificio se funda mediante una platea rígida de hormigón armado, de espesor 0,60 m, en el nivel 195.490 mm respecto al nivel medio del mar. El nivel de entresijo 203.850 corresponde al apoyo de trituradora y tolva, mientras que el nivel 206.850 a la descarga del equipo de zaranda. El diseño y cálculo estructural se realizó según [10]. Los materiales utilizados son hormigón H-30 y acero ADN 420. En el nivel 206.850, la zaranda se apoya sobre el entresijo de losa de hormigón armado en cuatro puntos con acciones estáticas y dinámicas de 10,42 kN y de +1,372 kN, respectivamente. Los datos característicos del motor impulsor son: potencia de 30 kW y velocidad de 996 rpm (15 Hz). La trituradora y la tolva se encuentran en el nivel 203.850. La velocidad del

motor impulsor es 960 rpm (15 Hz). La tolva se apoya en 4 puntos sobre la losa, con 110 t de peso total de la tolva llena de material.

En la Figura 5 puede observarse la instrumentación de las mediciones experimentales utilizando técnicas dinámicas no destructivas. Se realizaron mediciones de velocidades y aceleraciones en diferentes puntos de interés cuyos resultados fueron de valores superiores a los adoptados como admisibles en Figura 2 del presente trabajo y según lo mostrado en la Tabla 2 y en la Figura 5.

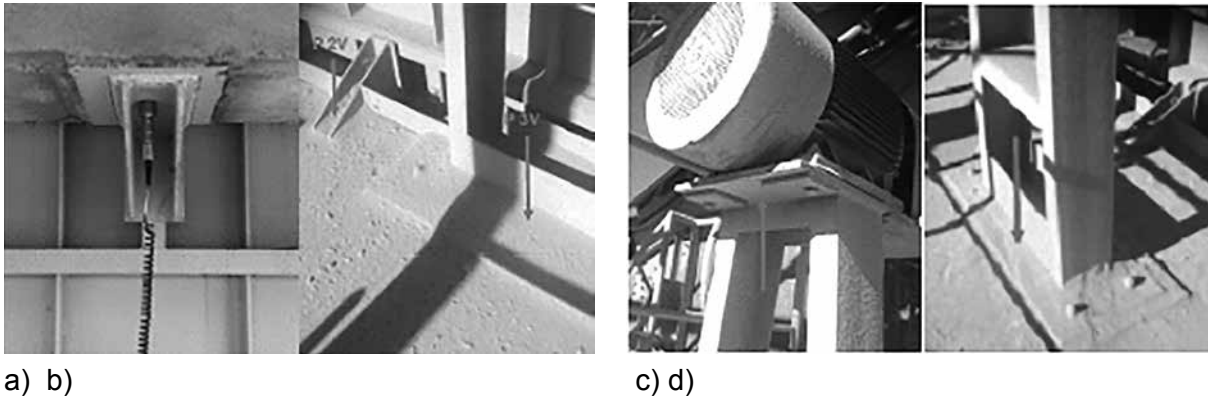


Figura 5: Ubicación de los puntos de mediciones experimentales de las vibraciones.
a) P1V; b) P2V-P3V; c) P4V; d) P5V.

Tabla 2: Puntos de medición y valores experimentales de velocidades vibratorias.

Punto de medición	Características	Frecuencia (cpm)	Frecuencia (Hz)	Velocidad pico (mm/s)	Velocidad rms (mm/s)
P1V	Posición 1 vertical	960	16	16,8	11,9
P2V	Posición 2 vertical	960	16	14,5	10,2
P3V	Posición 3 vertical	960	16	18,5	13,1
P4V	Posición 4 vertical	960	16	18,7	13,3
P5V	Posición 5 vertical	960	16	18,6	13,2

ANÁLISIS NUMÉRICOS

Se efectuó el análisis global para evaluar la incidencia de la instalación de los equipos de zaranda y de trituradora en el comportamiento estructural.

Se plantearon modelos numérico-computacionales del edificio de hormigón armado de dimensiones incluyendo la fundación sobre la platea de hormigón de 0,60 m de espesor, apoyada sobre suelo mejorado, con el agregado de clinker, de 4 m de espesor, Figura 6. Se analizó mediante software disponible [11], obteniendo las características dinámicas, modos y frecuencias de vibración de la estructura del edificio para las siguientes condiciones de carga con probabilidad de ocurrencia durante la vida en servicio del edificio:

- a) Peso propio del edificio.
- b) Peso propio del edificio y de las masas de las máquinas y equipos correspondientes a los niveles de emplazamientos.
- c) Condición b), pero incorporando en el nivel 203.850 la masa correspondiente a la situación de tolva llena.

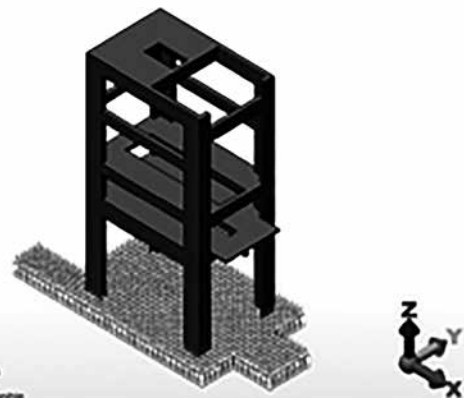


Figura 6. Modelo numérico para el análisis de elementos finitos.

RESULTADOS OBTENIDOS

En la Tabla 3 se indican los resultados obtenidos en términos de frecuencias naturales para cada uno de los 12 modos de vibración del edificio y en la Figura 7 se muestra el primer modo de vibración, para las condiciones a), b) y c) consideradas.

Tabla 3: Frecuencias naturales en Hz.

Modo	Estructura			Tipo de modo de vibración
	Sin máquinas (a)	Con máquinas (b)	Con máquinas y tolva llena (c)	
1	2,11	2,11	2,11	Flexional ménsula yz
2	3,08	3,08	3,08	Flexional ménsula xz
3	3,77	3,77	3,77	Torsional según z
4	5,80	5,80	5,80	Flexional yz
5	8,94	8,94	8,93	Flexional xz
6	10,62	10,62	10,61	Flexional vigas (215.300 y 211.150)
7	11,20	11,20	11,20	Torsional según z
8	15,04	13,97	13,14	Flexional vigas xy (211,150)
9	15,77	14,81	14,64	Flexional vigas xy (211,150)
10	16,00	15,62	14,81	Flexional xz vigas, losas y columnas
11	18,38	15,64	15,63	Flexional xz vigas, losas y columnas
12	19,44	16,62	15,67	Flexional yz vigas, losas y columnas

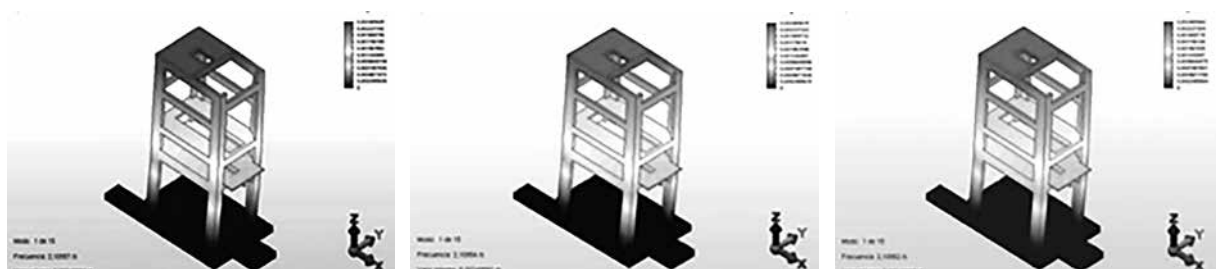


Figura 7: Primer modo de vibración. Condiciones a, b y c

Determinación de las características dinámicas de los entresijos en los que se encuentran los equipos instalados

Se plantearon modelos, para el posterior análisis por el Método de los Elementos Finitos, de los entresijos de hormigón armado de los niveles 203.850 y 206.850, donde se encuentran instaladas la trituradora y zaranda respectivamente. Las dimensiones fueron consideradas según planos incluyendo las discontinuidades geométricas correspondientes. Se efectuó el análisis de las características dinámicas (modos y frecuencias de vibración) de cada entresijo, considerando los primeros 10 modos de vibración para las condiciones de:

a) Entresijos sin máquinas (para ambos niveles).

b) Entresijos con máquinas (para ambos niveles).

c) Entresijos con máquinas y tolva llena (para el nivel 203.850).

En Tablas 4 y 5 se indican los resultados obtenidos para los primeros modos de vibración de cada uno de los entresijos para las 3 condiciones analizadas. En Figuras 8 y 9 se muestra el primer modo de vibración para cada entresijo respectivamente.

Tabla 4: Frecuencias naturales en el nivel de trituradora y tolva (203.850), en Hz.

Modo	Estructura			Tipo de modo de vibrar
	Sin máquinas (a)	Con máquinas (b)	Con máquinas y tolva llena (c)	
1	22,60	18,56	12,06	Flexional vertical
2	25,71	25,61	15,00	Flexional horizontal
3	29,49	26,38	22,53	Flexional vertical voladizo
4	34,27	29,34	27,20	Flexional vertical voladizo
5	35,71	35,21	27,82	Flexional vertical
6	39,43	36,83	30,47	Flexional vertical voladizo
7	43,03	39,36	33,47	Flexional vertical voladizo

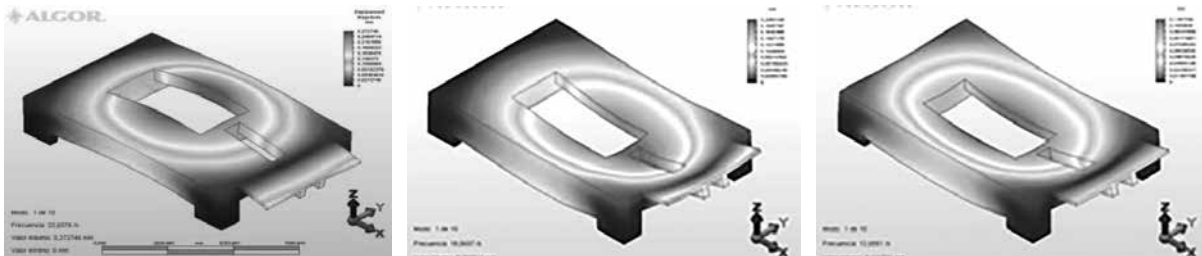


Figura 8: Primer modo de vibración del entpiso de nivel 203.850.



Tabla 5: Frecuencias naturales en nivel de zaranda (206.850), en Hz.

Modo	Estructura		Tipo de modo de vibrar
	Sin máquinas (a)	Con máquinas b)	
1	16,03	12,16	Flexional vertical
2	17,35	13,28	Flexional vertical
3	26,25	25,10	Flexional vertical
4	28,40	25,56	Flexional horizontal
5	33,51	28,05	Flexional vertical
6	35,98	28,25	Flexional vertical
7	37,83	34,75	Flexional vertical

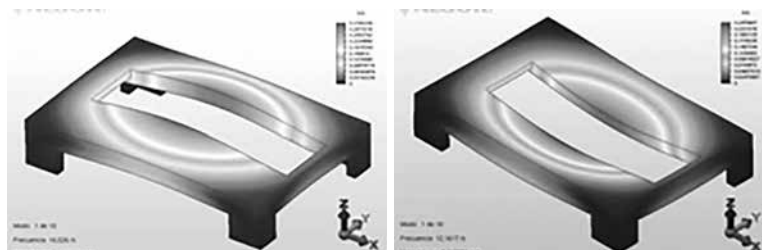


Figura 9: Primer modo de vibración del entpiso de nivel 206.850.

Evaluación de las respuestas en los niveles 203.850 y 206.850

Se consideraron los mismos modelos geométricos para el análisis que los utilizados en el punto anterior. En los puntos de aplicación de las maquinarias se aplicó la acción correspondiente con los datos disponibles de la carga dinámica en función de la frecuencia.

Se efectuó el análisis correspondiente evaluando deformaciones y tensiones. En Figuras 10 y 11 se muestran los desplazamientos en mm y las tensiones máximas principales en N/mm² para los niveles 203.850 y 206.850, respectivamente.

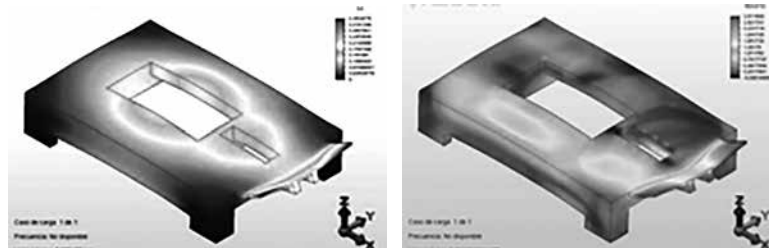


Figura 10: Desplazamientos y tensiones del nivel 203.850.

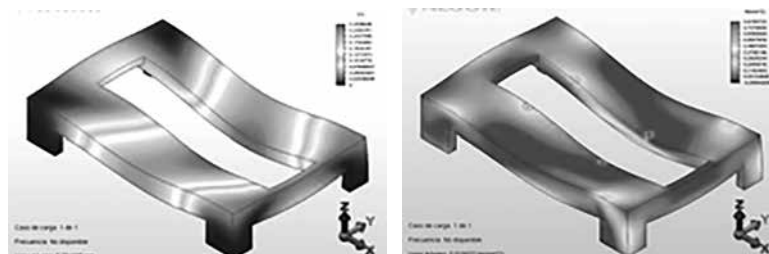


Figura 11: Desplazamientos y tensiones del nivel 206.850.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

La estructura global presentó algunos modos de vibración con frecuencias naturales cercanas a la frecuencia de la excitación de las máquinas. En el caso particular de los entresijos analizados (niveles 203.850 y 206.850), que presentan importantes discontinuidades geométricas y zonas de alta flexibilidad, los primeros modos presentaron frecuencias con valores cercanos a las frecuencias de la excitación de trituradora y zaranda. Esta situación permite suponer que se producirán, en servicio, amplitudes vibratorias por encima de los valores admisibles en los criterios internacionales [6] y [7]. Lo indicado fue contrastado con las mediciones experimentales.

CONSIDERACIONES FINALES

La medición y el análisis de vibraciones, como técnica dinámica no destructiva, utilizada en conjunto con otras técnicas, constituyen una herramienta de interés para evaluar daño estructural y/o afectación de la capacidad

portante de las estructuras durante su vida en servicio. Estas técnicas son muy prácticas en su aplicación, fundamentalmente antes y después de una intervención.

Los análisis efectuados permiten observar la importancia del uso de modelos tridimensionales que permiten una consideración más realista de la distribución de masas y rigideces y combinación de esfuerzos espaciales permitiendo evaluar modos superiores de vibración que pueden provocar amplificaciones de desplazamientos en resonancia.

Los resultados obtenidos permiten inferir que podrían presentarse escenarios con amplificación de desplazamientos y velocidades no adecuados. Contando con los resultados de los estudios analíticos y de las mediciones in situ se pudieron analizar las condiciones de comportamiento estructural fuera de los límites establecidos por las normativas internacionales por lo cual se recomienda definir la adecuación de la estructura y/o la colocación

de montajes anti vibratorios para obtener el comportamiento estructural adecuado.

Cabe mencionar, asimismo, que en el comportamiento real de la estructura analizada, con las máquinas en funcionamiento simultáneamente, pueden producirse fenómenos de acople y/o influencia de las condiciones de montaje. Ellos no son contemplados en los modelos numéricos, lo cual implica la necesidad de una evaluación posterior a la adecuación estructural o incorporación de montajes antivibratorios con mediciones dinámicas in situ en los puntos de interés. Esto posibilitará realizar posteriores ajustes a las adecuaciones propuestas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] Bathia, K.G., *Foundations for Industrial Machines Handbook for Practising Engineers*, D-CAD Publishers, New Delhi, 2008.

[2] Ercoli N.L., Peralta M.H., Pico L., Analysis of the behavior of an industrial building with presence of vibrations due to machinery, *Proceedings of the 1st Pan-American Congress on Computational Mechanics Panacm 2015 and XI Argentine Congress on Computational Mechanics*, Buenos Aires, Argentina, 27-29 April 2015.

[3] Ercoli N., Gamondi L., Respuesta dinámica de fundaciones de máquinas con formas arbitrarias, *Actas del XV Congreso de Ingeniería Geotécnica, CAMSIG*, Buenos Aires, octubre de 2000.

[4] Van Koten, H., Vibrations of machine foundations and surrounding soil, *Heron Journal*, 57:1:1-26, 2012.

[5] Stuardi, J.E., Massa, J.C., Giró, J.F., Modificación estructural de edificios para evitar problemas vibratorios, *Mecánica Computacional*, Vol. XXV, pp. 1615-1631, 2006.

[6] Richart, F. E., Hall, J.R., Woods, R.D., *Vibrations of soils and foundations*, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1970.

[7] Rades, M., Vibration Limits for Industrial Buildings, *The Shock and Vibration Digest*, 26:3, 1994.

[8] Garrido, H., Curadelli, O., Ambrosini, D., Equivalencia entre sistemas de control de vibraciones pasivos y semiactivos, *Mecánica Computacional*, Vol. XXXII, pp. 2153-2174, 2013.

[9] Clough, R. W., Penzien, J., *Dynamics of Structures*, McGraw-Hill, Inc. Second Edition, 1993.

[10] CIRSOC 201-2005, *Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón, 2005- IN-TI-CIRSOC*.

[11] Algor Software V.20.3, *Finite Element Analysis Software*, 2007.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Dirección de Ingeniería de Cementos Avellaneda S.A. por facilitar el uso de datos e información contenida en el presente trabajo.

Ingeniería y sociedad: la mirada de las universidades

Prof. Patricia Noemí Roux¹
Dr. Jorge Norberto Cornejo²

RESUMEN

La formación de ingenieros presenta una dicotomía entre la racionalidad técnica y la consideración de cuestiones éticas y sociales asociadas con la actividad tecnológica. Al respecto, en el presente trabajo realizamos un análisis de la forma en que la cuestión social se presenta en las universidades públicas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (C.A.B.A.) y de la Provincia de Buenos Aires que dictan la carrera de Ingeniería, a partir de las declaraciones explícitamente formuladas en sus sitios Web. Concluimos que, si bien la cuestión social está presente, se advierte una carencia de referencias a la ética y a la relación directa existente entre la ingeniería y los seres humanos.

Palabras clave: ingeniería, tecnología, sociedad, ética, educación.

ABSTRACT

The training of engineers presents a dichotomy between the technical rationality and consideration of ethical and social issues associated with technological activity. In this regard, in this paper we analyze the way the social question is presented in public universities of Ciudad Autónoma de Buenos Aires (C.A.B.A.) and Provincia de Buenos Aires that dictate Engineering career, from the explicit statements on their websites. We conclude that although the social question is present, a lack of references to ethics and to the direct relationship between engineering and human beings are shown.

Key words: engineering, technology, society, ethics, education.

¹Profesora de Física, Matemática y Cosmografía
E-mails: p-roux@hotmail.com
proux@fi.uba.ar

²Doctor en Ciencias Físicas.
Universidad de Buenos Aires
E-mails: mognitor1@yahoo.com.ar
jcornej@fi.uba.ar

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Santilli y Speltini [1], la formación de los ingenieros presenta una dicotomía entre el dominio de la racionalidad técnica y la consideración de cuestiones éticas y sociales que siempre están presentes en la actividad tecnológica. Al respecto, el Canon de Ética para Ingenieros, en su Canon Uno, declara que *“Los ingenieros consideran como de máxima importancia la seguridad, la salud y el bienestar público y se esfuerzan en cumplir con los principios del desarrollo sustentable en el ejercicio de sus funciones profesionales”* (p. 5) [2]. En el desarrollo del citado Canon, se agrega que *“Los ingenieros reconocen que la vida, la seguridad, la salud y el bienestar de la población dependen de evaluaciones, decisiones y prácticas de ingeniería que se encuentran incorporadas en estructuras, máquinas, productos, procesos y dispositivos”* (p. 5) [2].

Según Giuliano [3], la sociedad actúa en el modelado de artefactos y sistemas. Esto es un complemento de mucha utilidad para comprender la complejidad del proceso tec-

nológico, el que está imbricado por múltiples facetas que abarcan en una relación de interdependencia las esferas de lo social, lo político, lo económico, lo técnico y lo científico, entendiendo que en ellas subyacen tanto cuestiones sociales como naturales. Bucciarelli [4] en sus estudios etnográficos manifiesta que el diseño es un proceso social que involucra una constante y difícil negociación entre diferentes actores y sus mundos objetivos. Además este proceso no se reduce sólo a las relaciones internas del grupo de trabajo sino que el diseño está también condicionado por las relaciones con los diversos grupos sociales con los que interactúa el objeto o sistema tecnológico, como revelan Bijker [5].

Lo precedente implica la necesidad de generar, durante la carrera de Ingeniería, junto a la formación técnica, una correspondiente y necesaria visión social la que, a su vez y naturalmente, requiere de una formación en valores. Según Allegro [6], y Obando [7], que la universidad incluya en su contexto curricular la formación referida es un hecho imperativo, a los efectos de generar una cultura de respeto por la vida que influya en todos los escenarios de actuación del ser humano. Para estos autores, dado que los modelos pedagógicos no son neutrales, sino que parten de una determinada visión del mundo y promueven la construcción de actitudes específicas ante la realidad, se vuelve necesario el análisis de los currículos, tanto reales como ocultos, a los efectos de detectar aquellos aspectos que permiten formar no sólo profesionales exitosos, sino también ciudadanos comprometidos con el bienestar del ambiente y de la sociedad. Según Del Cueto [8], tal reflexión debe centrarse en la relación existente entre el progreso tecnocientífico, los valores y derechos humanos y los objetivos de la sociedad.

La centralidad del rol social del ingeniero ha sido reconocida en el documento emanado del CONFEDI en 2010, citado por Sosa [9]. En el mismo se incluyen como objetivos fundamentales en la formación del ingeniero:

a) Revalorizar el rol social de la universidad en general y de las carreras de ingeniería en particular.

b) Promover el desarrollo sostenible.

c) Formar profesionales que junto al conocimiento técnico reúnan ética, responsabilidad profesional y compromiso social.

Ahora bien, en la investigación realizada por Cornejo y Roux [10], mediante una encuesta escrita suministrada a 96 estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA), surgió que los alumnos encuestados carecen de una motivación específica de índole social que los haya guiado; mayoritariamente los impulsa la búsqueda de una salida laboral siguiendo cuestiones tales como el transporte público y las fuentes de energía. Sin embargo, en el mismo estudio se detectó un aumento notorio en la consideración de las cuestiones sociales cuando los estudiantes afirmaban que una vez recibidos orientarían su profesión a la solución de problemas de tipo social. Esto puede estar indicando que esperan que sea la formación universitaria la que les otorgue tal mirada y aptitud, lo cual resalta la necesidad de la inclusión de contenidos relativos a problemáticas sociales en la currícula de las diversas especialidades de Ingeniería.

En el marco de estas consideraciones, en el presente trabajo realizaremos un análisis de la forma en que la cuestión social se presenta en las universidades públicas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (C.A.B.A.) y de la Provincia de Buenos Aires que incluyan en su oferta académica la carrera de Ingeniería en una o varias de sus especialidades, a partir de las declaraciones explícitas formuladas por las mismas en sus respectivos sitios web. El análisis se limita a lo contenido explícitamente en tales sitios, sin considerar otro tipo de fuentes o documentos.

Se considerarán:

a) la misión/visión/función o equivalente declarada por las universidades en sus sitios digitales.

b) la misión/visión/función de las facultades de Ingeniería incluidas en tales universidades.

c) el perfil del ingresante o del estudiante manifestado por las facultades de Ingeniería, junto a las materias de corte social que pudieran ser impartidas en el curso de ingreso o en el primer año de las carreras.

METODOLOGÍA

Se relevaron las páginas web de las universidades que se detallan en la Tabla 1, en la que se indican su ubicación y todas las carreras de Ingeniería que se dictan en las mismas.

Tabla 1 - Detalle de universidades relevadas consignando su región y las carreras de Ingeniería que dictan.

Universidad	Región	Carreras de ingeniería
de Buenos Aires	C.A.B.A.	Ingeniería Civil, de Alimentos, Electricista, Electrónica, en Agrimensura, en Informática, Industrial, Mecánica, Naval y Mecánica, Química.
Tecnológica Nacional	C.A.B.A. Avellaneda	Eléctrica, Electrónica, Mecánica, Naval, en Sistemas, Civil, Industrial, Química, Textil.
Nacional Arturo Jauretche	Gran Buenos Aires	Ingeniería en Petróleo, Bioingeniería, Electromecánica, Informática, Industrial, en Transporte.
Instituto de Enseñanza Superior del Ejército	C.A.B.A.	Ingeniería Mecánica (orientación: Armamentos o Automotores), Electrónica, Geográfica, Informática.
Nacional de General Sarmiento	Gran Buenos Aires	Ingeniería Industrial, Ingeniería Química.
Nacional de General San Martín	Gran Buenos Aires	Ingeniería Espacial, Transporte, Ambiental, Biomédica, Electrónica, Energía, Telecomunicaciones, Industrial.
Nacional de Avellaneda	Gran Buenos Aires	Ingeniería en Informática, en Materiales.
Nacional de Lomas de Zamora	Gran Buenos Aires	Ingeniería Industrial, Mecánica.
Nacional de Quilmes	Gran Buenos Aires	Ingeniería en Alimentos, en Automatización y Control Industrial.
Nacional de La Matanza	Gran Buenos Aires	Ingeniería Informática, en Electrónica, Industrial, Civil.
Nacional de Moreno	Gran Buenos Aires	Ingeniería en Electrónica.
Nacional de Tres de Febrero	Gran Buenos Aires	Ingeniería en Computación, Sonido, Ambiental.
Nacional de Lujan	Provincia de Buenos Aires	Ingeniería Agronómica, en Alimentos, Industrial.
Nacional de Mar del Plata	Provincia de Buenos Aires	Ingeniería Eléctrica, Electromecánica, Electrónica, Alimentos, Materiales, Industrial, Mecánica, Química, Computación, Informática.

Nacional del Sur	Provincia de Buenos Aires	Ingeniería Agronómica, en Sistemas de Computación, Civil, Electrónica, Electricista, Industrial, Química.
Nacional de La Plata	Provincia de Buenos Aires	Ingeniería Aeronáutica, Civil, Electricista, Electromecánica, Electrónica, en Materiales, Hidráulica, Industrial, Mecánica, Química, Ingeniero Agrimensor.
Nacional del Oeste	Provincia de Buenos Aires	Ingeniería Química.
del Centro de la Provincia de Buenos Aires	Provincia de Buenos Aires	Ingeniería Civil, Electromecánica, Química, en Seguridad e Higiene en el Trabajo, Industrial, de Sistemas.
Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires	Provincia de Buenos Aires	Ingeniería en Informática, Mecánica, Industrial, Alimentos.

Para el análisis de una carrera universitaria, distintos autores han reconocido que, desde una perspectiva ético-social se requiere un enfoque cualitativo, holístico e interpretativo. Un aspecto importante es el proceso de triangulación, que consiste en tener diversas fuentes de datos y realizar el análisis desde diferentes perspectivas [11].

Por ello, en el presente trabajo se tendrán en cuenta similitudes y diferencias entre las

propuestas estudiadas, así como el concepto de ingeniería y del rol social del ingeniero subyacente en las mismas. A partir de los datos recabados se obtendrán conclusiones.

MISIÓN / VISIÓN / FUNCIÓN DE LAS UNIVERSIDADES

A partir de las declaraciones de las universidades analizadas, se obtuvieron las siguientes categorías, indicándose en la Tabla 2 el número total de referencias para cada una.

Tabla 2 - Cantidad de referencias inherentes a aspectos sociales que se encontraron en el relevamiento de la Misión/Visión/Función de las universidades consideradas.

Misión / Visión / Función	Cantidad de referencias
Respuesta a necesidades regionales	9
Compromiso con la sociedad	5
Desarrollo sustentable	4
Ética	3
Calidad de vida de la comunidad o referencias similares	3
Solidaridad social	2
Educación como un bien social	1
Actividades de voluntariado	1
Ayuda a sectores vulnerables	1
Extensión universitaria	1

Conclusiones

La tabla precedente permite advertir que, al menos según sus declaraciones explícitas, la misión/visión/función de las universidades refiere principalmente a la respuesta a las necesidades regionales. En otras palabras, las universidades buscan responder al ámbito local en el que fueron generadas.

Son comparativamente bajas las referencias explícitas a la ética, de dónde el énfasis parece colocarse en el compromiso social pensado en términos de solidaridad y mejora de la calidad de vida y no en la consecución de una actitud ética en la profesión específica de los graduados, si bien podría argumentarse que tal actitud es el presupuesto necesario para la consecución de la referida solidaridad.

Hay una única mención a la educación pensada como un bien social y también una única

mención al concepto de Extensión Universitaria. Esto último es importante dado que la extensión se define como el conjunto de acciones que la universidad realiza para transferir el conocimiento generado en los claustros hacia otros estamentos de la sociedad. No es al azar que tal referencia única corresponda a la Universidad de La Plata, pues es en esta Casa de Altos Estudios donde se inició la Extensión Universitaria [12].

MISIÓN / VISIÓN / FUNCIÓN DE LAS FACULTADES DE INGENIERÍA

A partir de las declaraciones de las Facultades de Ingeniería de las universidades analizadas, se obtuvieron las siguientes categorías, indicándose en la Tabla 3 el número total de referencias para cada una.

Tabla 3 - Cantidad de referencias inherentes a aspectos sociales que se encontraron en el relevamiento de la Misión/Visión/Función de las Facultades de Ingeniería de las universidades consideradas.0

Misión / Visión / Función	cantidad de referencias
Formar profesionales que demande la sociedad	5
Resolver problemas sociales específicos (pobreza, contaminación)	5
Intercambio con los sistemas productivos regionales	4
Promover la transferencia tecnológica al cuerpo social	3
Brindar soporte tecnológico a la sociedad y al estado	3
Desarrollo sustentable	3
Ética	2
Realizar investigación en función de las demandas sociales	1
Generar desarrollo en el ámbito socio-cultural	1
Biotecnología	1

Conclusiones

En forma similar al interés expresado por las universidades en el desarrollo de las necesidades locales, en las referencias se advierte la intención de tender un puente entre las carreras de Ingeniería y la sociedad, a los efectos de impulsar el desarrollo. Este último

está pensado básicamente como desarrollo económico y sólo una vez aparece en un sentido más amplio, incluyendo lo sociocultural.

Hay sólo dos referencias a la ética, que la asocian con objetivos de corte social. Esto quizás se relacione con el hecho que tales objetivos apuntan más a solucionar cuestio-

nes regionales o locales y no tanto a transformar la actitud de los ingenieros frente a su práctica profesional.

En el mismo orden de ideas, se advierte que el ser humano es concebido meramente como un ente social y no como un ser individual (de allí la referencia al cuerpo social y no a los individuos).

Hay pocas referencias explícitas a la investigación, de donde subyace una concepción de la ingeniería como la resolución de problemas utilizando el conocimiento existente y no como la generación de nuevo conocimiento que pueda ser empleado en la resolución de problemas futuros.

Son escasas las referencias a la Bioingeniería o Ingeniería Biomédica.

MATERIAS DE CORTE SOCIAL

Se intentó establecer el perfil que las distintas facultades proponen para los ingresantes a las carreras de Ingeniería. Sin embargo, en ninguna de las páginas consultadas dicho perfil era mencionado explícitamente, por lo que no se pudieron establecer las referencias sociales que las facultades esperaban de los ingresantes. En su lugar relevamos las materias de corte social que se dictan en el primer año de cada carrera.

En las Tablas 4 y 5 se muestran, entre dichas materias, las que se dictan ya sea en el curso de ingreso o durante el primer año de las carreras de Ingeniería.

Tabla 4 - Materias de corte social que se dictan durante el curso de ingreso

Materias de corte social en el Curso de Ingreso	Cantidad
Problemas de la Historia Argentina	1
Prácticas culturales	1
Estudio de la Realidad Social y Económica Argentina y Latinoamericana.	1

Tabla 5 - Materias de corte social que se cursan durante el primer año de las carreras de Ingeniería.

Materias de corte social cursadas en 1º año	Cantidad
Ingeniería, Sociedad y Estado	1
Ciencia y Sociedad	1
Problemas Socioeconómicos Contemporáneos	1
Ciencia, Tecnología y Sociedad	1
Trabajo Social Comunitario I	1
Cuestiones de Sociología, Economía y Política	1
Sociedad y Estado	1
Problemas de Historia del Siglo XX	1
Cultura Contemporánea	1
Estudio de la Constitución Nacional y Derechos Humanos	1

Como puede advertirse, el objetivo es situar al estudiante en el contexto de la problemática socio-histórico-cultural en forma general.

Es notable que sólo dos de las materias refieren específicamente a la relación de la tecnología o la Ingeniería con la sociedad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según Reggini [13], la historia demuestra que el desarrollo de las innovaciones está más ligado a cuestiones políticas, sociales y económicas que a argumentos meramente técnicos. Por lo tanto la cuestión social es fundamental en la formación de ingenieros que concurren a la construcción de un sistema nacional de innovación.

Para el mismo autor, la ingeniería está en plena transformación y depende de actividades diversas tornándose un imperativo su inserción reflexiva en el contexto cultural. De las investigaciones realizadas surge la necesidad de acentuar la formación ética en los futuros profesionales de ingeniería, a los efectos que la inserción mencionada se realice en un marco de valores consolidados.

Por otra parte, es interesante mencionar los resultados de la encuesta coordinada y dirigida por la Secretaría Científica de la Asociación de Profesionales de la Orientación de la República Argentina (APORA) en 2006 a una población de 4323 jóvenes del último año de la escuela secundaria en distintas localidades argentinas. En dicha encuesta encontraron que las motivaciones de tipo social eran secundarias con respecto al resto de los factores que llevaban a los jóvenes a decidirse por una determinada carrera universitaria. Los autores referidos interpretan este hecho como una sobrevaloración de los aspectos individuales por sobre aquellos altruistas o colectivos, y lo explican a partir del debilitamiento de los modelos colectivos de socialización, consecuencia del vacío posmoderno acentuado por la crisis de valores resultante del colapso económico del año 2001[14]. Esto coincide con la investigación realizada por Cornejo y Roux [10]. Sin embargo, en esta última se encontró que los estudiantes universitarios encuestados esperan que la universidad les otorgue las herramientas necesarias para accionar socialmente una vez recibidos, de donde la universidad se sostiene en el imaginario como una institución fundamental que establecerá el nexo entre el futuro profesional y la sociedad en la que habrá de desempeñar

su trabajo. Las universidades, por lo tanto, deben mantenerse concientes de su rol socializante, entendiendo esta última palabra en el sentido de formar profesionales orientados hacia la solución de los problemas sociales. En el presente trabajo hemos hallado que la problemática social está presente tanto en las propuestas de las universidades en general como de las facultades de Ingeniería en particular, pero se extrañan referencias explícitas a la ética y al marco de valores que debe regir la actividad del profesional.

Finalmente, un párrafo para la Bioingeniería y la Ingeniería Biomédica. Estas dos disciplinas están experimentando actualmente un gran desarrollo, y su cercanía con el ser humano las vuelve muy sensibles a la problemática ética. De hecho, ambas deberían estudiarse conjuntamente con la bioética. Debido a las pocas referencias explícitas hacia la ética de la tecnología que hemos encontrado resulta la importancia de realizar investigaciones referidas a la imbricación social de la tecnología y sus consecuencias éticas. Tales investigaciones servirán para enriquecer el marco teórico en el que habrán de interpretarse las nuevas relaciones entre la ingeniería, siempre en evolución, y la sociedad, siempre en proceso de transformación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SANTILLI, H.; SPELTINI, C. (2008). Profesionales comprometidos con su entorno. Cuestiones epistemológicas y sociales en Ingeniería. In: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA (Ed.) VI CAEDI: "Formando al ingeniero del siglo XXI". Salta: Editorial de la Universidad Nacional de Salta. p. 548-553.
- [2] CAI, CEPSEI. (2016). Canon del Ingeniero. Publicado online en: <http://www.cai.org.ar/index.php/actividades/taller-mejores-practicas> Acceso: 18 de mayo de 2016.
- [3] GIULIANO, G. (2007). *Interrogar la Tecnología. Algunos fundamentos para un análisis*

lisis crítico. Buenos Aires: Nueva Librería S.R.L. 125p.

[4] BUCCIARELLI, L. (1994). *Designing Engineers*. Massachusetts: MIT Press. 230p.

[5] BIJKER, W. (1992). *The Social Construction of Fluorescent Lighting*. Massachusetts: MIT Press. 102p.

[6] ALLEGRO, L. (2001). **Ética y educación**. *Sociedad de ética en medicina*, v.3, n.4, p.1-10.

[7] OBANDO, D. (2010). La Bioética en el sector de la educación superior. *Revista Electrónica Facultad de Ingeniería*, v.4, n.2, p. 248-260.

[8] DEL CUETO, A. (2003). Del profesor de física en la formación Bioética de los estudiantes en las ciencias de la vida. *Boletín Academia*, v.3, n.1, p. 66-68.

[9] SOSA, M. (2013). Desarrollo tecnológico y transferencia de conocimientos tecnológicos de las facultades de Ingeniería. *Revista RADI*, v.2, n.2, p. 31-45.

[10] CORNEJO, J.; ROUX, P. (2015), La visión social en los estudiantes de ingeniería. *Revista RADI*, v.4, n.7, p. 68-76.

[11] ALVAREZ-GAYOU, J. L. (2003). *Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y métodos*. México: Paidós Educador. 222p.

[12] CORNEJO, J.; ROBLE, M. B. (2013). El rol de la extensión universitaria en la formación docente. *Revista Iberoamericana de Educación*, v.63, n.1, p. 1-12.

[13] REGGINI, H., prólogo de GIULIANO, G. (2007), *Interrogar la Tecnología, Algunos fundamentos para un análisis crítico*. Buenos Aires: Nueva Librería S.R.L. 125p.

[14] RASCOVAN, S. (comp.) (2010), *Las elecciones de los jóvenes escolarizados. Proyectos, expectativas y obstáculos*. Buenos Aires: Noveduc libros. 278p.

Identificación de tendencias en I+D sobre electrolitos de baterías de litio.

Ing. Grabois, Marcelo¹

Ing. Cámara, Cristina²

Ing. Agramunt Lucia³

Tco. Quim. Regodebeses, Alejandro⁴

Serrano, Romina⁵

¹Ingeniero Químico

E-mail: mgrabois@fiq.unl.edu.ar

²Ingeniera Química.

E-mail: ccamara@fiq.unl.edu.ar

³Ingeniera Química.

E-mail: agramunt.lucia@gmail.com

⁴Técnico Químico

E-mail: arego@fiq.unl.edu.ar

⁵Estudiante de Ingeniería Química

E-mail: rserrano@unl.edu.ar

Facultad de Ingeniería Química

Universidad Nacional del Litoral

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo la determinación del Estado de la Técnica, actores principales y las tendencias en I+D en relación a los electrolitos para baterías de litio, a partir de minería de datos de patentes de invención y artículos científicos. La producción nacional de baterías de litio se verá fortalecida con estos estudios estratégicos que brindan información procesada para la toma de decisiones en relación a las tecnologías que deberían ser desarrolladas localmente y aquellas que pueden ser incorporadas sin riesgos estratégicos.

Palabras claves: Baterías, Litio, Electrolitos, Minería de datos.

INTRODUCCIÓN

Las baterías de litio (LBs) son el sistema de almacenamiento de energía más popular debido a su alta densidad de energía, seguridad y bajo costo. Se utilizan en dispositivos electrónicos portátiles, vehículos eléctricos o híbridos, y son candidatas prometedoras para sistemas de almacenamiento de energía sostenible, como la solar y eólica.

Dado que Argentina cuenta con grandes reservas de litio, existe un fuerte interés por la producción de este tipo de baterías, para lo cual se requiere definir la tecnología más adecuada para producir baterías de litio efi-

cientes y con las prestaciones deseadas para cada aplicación.

El principio de funcionamiento de LBs implica la conversión de la energía química generada a través de reacciones redox en energía eléctrica. Las baterías de litio están constituidas por un electrodo positivo (cátodo), un electrodo negativo (ánodo) y un electrolito no acuoso que asegura la transferencia de carga dentro de la batería. Se han desarrollado diversos materiales alternativos tanto para los electrodos como para los electrolitos con el objetivo de aumentar la capacidad energética, lograr mejoras en la seguridad y vida útil de la batería.

Este trabajo se centra en tecnologías asociadas al electrolito, componente crítico que impacta fuertemente en el rendimiento global. Además, se analizan las tendencias que surgen a partir del análisis de patentes de invención y de artículos científicos, utilizando el software de minería de datos tecnológicos Vantage Point®. Este software cuenta con herramientas de análisis y visualización de los resultados para el tratamiento estadístico de grandes cuerpos de información, y permite identificar tendencias, nuevas tecnologías, principales actores y madurez de desarrollo, entre otros indicadores.

El análisis de patentes se ha posicionado como una herramienta para la planificación estratégica y se considera como un indicador que denota inversión en actividades de in-

novación tecnológica. Permite establecer un panorama global sobre un campo tecnológico de interés mediante la identificación de tendencias, mercados potenciales, actores principales y su interrelación, como así también señales débiles. En complemento al análisis de patentes, el análisis de artículos científicos contribuye a la identificación de las principales tendencias en investigación actuales relacionadas a electrolitos para LBs.

METODOLOGÍA

El estado de la técnica de electrolitos para LBs se estableció a partir del rescate de artículos científicos, reviews y estudios prospectivos en bases de datos tales como Scopus, ScienceDirect y EngineeringVillage. El estudio en profundidad de las publicaciones científicas más relevantes permitió establecer una clasificación de los distintos electrolitos utilizados.

El análisis de patentes de invención y artículos científicos se llevó a cabo con la metodología descrita en la Figura 1. Tras la selección de la base de datos para cada análisis, se estableció la estrategia de búsqueda para el rescate de un cuerpo de documentos característico del campo tecnológico en estudio. Dicha estrategia comprendió palabras claves representativas para el caso de artículos científicos, e incluyó clasificadores internacionales para el caso de las patentes de invención.



Figura 1. Metodología de trabajo empleada para el análisis de patentes de invención y artículos científicos

Para el análisis tendencial, se identificó cada tipo de electrolito de acuerdo al clasificador internacional correspondiente, en el caso de patentes, y de acuerdo a la frecuencia de aparición de términos característicos pertenecientes al campo de palabras claves indexadas, en el caso de artículos científicos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1) Estado de la Técnica

En la batería, el electrolito tiene como principal objetivo actuar como conductor iónico para permitir el transporte de iones entre los dos electrodos. Los requisitos a satisfacer por el electrolito son: alta conductividad iónica, estabilidad química y térmica, estabilidad

electroquímica dentro del rango de tensión de trabajo, inflamabilidad reducida, proporcionar aislamiento eléctrico entre los electrodos y buen contacto electrodo/electrolito, y bajo costo. [1]

La Tabla 1 describe los distintos tipos, ventajas y limitaciones de electrolitos que se han investigado en los últimos años para el desarrollo de LBs, y que pueden encontrarse como líquido, sólido o gel. Para la elaboración de esta tabla, se han considerado sólo los electrolitos que están siendo usados en produc-

ción de LBs convencionales, que intercalan iones de litio entre sus electrodos.

Las últimas tendencias en el desarrollo de LBs presentan los sistemas Li-S y Li-Aire (no incluidos en la Tabla 1) generando gran expectativa en la comunidad científico-tecnológica debido a su alta densidad de energía teórica, que supera en gran medida a las alcanzadas por las convencionales baterías de litio. Sin embargo, queda un largo camino que recorrer para superar las limitaciones que presenta el desarrollo comercial de cada una de ellas. [2-5]

Tabla 1 – Estado de la técnica de electrolitos empleados en las baterías de litio.

Descripción	Características	Referencias
Electrolitos Líquidos Orgánicos		
<ul style="list-style-type: none"> - Se constituyen a partir de sales de litio disueltas en solventes orgánicos polares apróticos y aditivos que se incorporan para diversos fines. - Los disolventes más utilizados son una combinación de carbonato de etileno, carbonato de di-metilo, carbonato de di-etilo, y etil-metil carbonato. - La sal de litio puede ser LiPF₆, LiBF₄, LiBOB o LiClO₄. 	<ul style="list-style-type: none"> - Presentan alta conductividad iónica, amplio rango de temperatura de funcionamiento y baja toxicidad. - La presencia de disolventes plantea preocupaciones en cuanto a la seguridad dado que presentan un rango de estabilidad electroquímica estrecho, elevada presión de vapor e inflamabilidad. 	1, 4,6 ,7 ,8.
Electrolitos Sólidos Orgánicos		
<ul style="list-style-type: none"> - Pueden subdividirse en dos clases: a) electrolitos poliméricos completamente sólidos compuestos por una sal de litio solvatada por un polímero matriz. El polímero más utilizado es PEO con diversas sales tales como LiTf, LITFSI, LIBETI, LiCLO₄ y LiBOB. Otros polímeros empleados son PAN, PVDF y PMMA. b) electrolitos poliméricos gelificados compuestos por un polímero matriz al que se le incorpora un electrolito líquido orgánico. Como polímero matriz se han utilizado PEO, PMMA, PVDF y su copolímero con HFP, PAN, PVC y también poliacrilatos. - El uso de copolímeros de bloque mejora la resistencia mecánica de los electrolitos de polímero mientras se mantiene alto valores de conductividad iónica. - Los líquidos iónicos o sólidos inorgánicos son buenos aditivos que pueden incorporarse para mejorar las características mecánicas y de seguridad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Proporcionan alta estabilidad electroquímica, simplicidad de diseño y reducen los riesgos de seguridad asociados a la presencia de disolventes debido a la no inflamabilidad, ausencia de fugas del electrolito, baja presión de vapor y amplio rango de temperatura de funcionamiento. - Son prometedores para baterías de alto rendimiento ya que presentan excelentes propiedades mecánicas y de seguridad, aunque presentan conductividades iónicas inferiores que los electrolitos orgánicos líquidos. 	1, 6, 9,10, 11, 12, 13.
Electrolitos Líquidos Inorgánicos		

<ul style="list-style-type: none"> - Conocidos como líquidos iónicos, son sales fundidas a baja temperatura, y que pueden utilizarse para reemplazar los tradicionales electrolitos a base de disolventes orgánicos con el fin de aumentar la seguridad. - Los cationes comúnmente utilizados son pyrrolidinium, piperidinium, imidazolium y sulfonium. Entre los aniones utilizados se encuentran hexafluorofosfato, tetrafluoroborato, y bis(trifluorometanosulfonil)imida. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tienen una amplia estabilidad electroquímica, baja volatilidad, inflamabilidad reducida, baja toxicidad y una buena estabilidad térmica permitiendo su uso en un amplio rango de temperaturas. - Sus principales desventajas son la alta viscosidad que lleva a una baja conductividad iónica y su costo elevado. 	<p>6, 10, 14, 15.</p>
Electrolitos Sólidos Inorgánicos		
<ul style="list-style-type: none"> - De acuerdo a su estructura, pueden clasificarse en vidrios, cerámicas y cerámicas vidriosas. - Comprenden sulfuros, óxidos y sulfatos. - Los más utilizados son del tipo LISICON, thio-LISICON, Garnet, Perovskite, NASICON y cerámicas de vidrio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tienen como ventajas un amplio rango de estabilidad electroquímica y estabilidad térmica, ausencia de fugas y contaminación. - Adecuados para elevadas temperaturas u otros ambientes agresivos. - Principal desventaja es la baja conductividad y su costo es demasiado alto. - Se usan en tecnologías de película delgada para reducir la resistencia interna y compensar la baja conductividad. - Su elevada rigidez limita su uso en dispositivos flexibles. 	<p>1, 6, 11, 12, 16, 17, 18.</p>

Además de los sistemas descritos anteriormente, hay un creciente interés para el desarrollo de sistemas de almacenamiento de energía de bajo costo y sostenibles que no utilicen litio. Una alternativa que se viene desarrollando en los últimos años está constituida por las baterías de iones de sodio, dado que el sodio es un material que se encuentra en abundancia. [2, 4]

2) Análisis tendencial a partir de minería de datos

En la Tabla 2 se resumen las bases de datos empleadas, sentencias de búsqueda definidas y corpus rescatados para el análisis tendencial y estadístico en Vantage Point®.

Tabla 2 – Corpus utilizados para la minería de datos, base de datos y sentencia de búsqueda empleada para su recuperación.

Base de datos	Sentencia de búsqueda	Corpus
Patentes de invención: PatBase: cubre más de 47 millones de familias de patentes de más de 95 autoridades emisoras de todo el mundo.	(PD=1990:2014 and IC= H01M10/056* and (IC = (H01M10/052*) or TAC = (LITHIUM or Li or lith*))) or ((PD=1990:2014 and TAC=(Li or Lithium) and (batter* or cell*) and TI=electrolyt* and (IC= (H01M*)))	19474 familias de patentes actualizadas al 17 de setiembre de 2015
Artículos científicos: Scopus: abarca aproximadamente 18000 títulos que comprende revistas revisadas por pares, resultados preliminares de millones de documentos de conferencias, y colecciones de libros.	KEY ((li OR lithium) AND (batter* OR cell*) AND electrolyt*) AND DOCTYPE (ar) AND SUBJAREA (mult OR ceng OR CHEM OR comp OR eart OR ener OR engi OR envi OR mate OR math OR phys) AND PUBYEAR > 2009.	4584 artículos científicos actualizados al 16 de diciembre del 2015

En la Tabla 3 se detallan los clasificadores internacionales y los términos frecuentes que se utilizaron para caracterizar cada clase de electrolito.

Tabla 3: Clasificadores internacionales y términos frecuentes empleados en la caracterización de cada campo tecnológico asociados a los electrolitos de baterías de litio.

Clasificadore	Palabras claves	Frecuencia de aparición
Líquido Orgánico		
H01M10/0566 o H01M10/0567 o H01M10/0568 o H01M10/0569	Carbonate-based electrolytes	71
	Carbonate electrolytes	50
	Organic liquid electrolytes	24
Sólido Orgánico		
H01M10/0565	Polymer electrolyte	261
	gel polymer electrolyte	184
	Solid polymer electrolyte	130
	Gel	96
	Copolymer	91
	Composite polymer electrolyte	57
	Gel electrolyte	47
	Lithium polymer battery	39
	Polymer electrolyte membrane	29
	Nanocomposite polymer electrolyte	15
	Composite gel electrolyte	13
Líquido Inorgánico		
H01M10/0563	Ionic liquid	429
	Ionic liquid electrolyte	100
	Ionic-liquid based electrolytes	13
Sólido Inorgánico		
H01M10/0562	Glass	57
	Ceramic materials	56
	Garnets	47
	Glass ceramics	44
	NASICON	34
	perovskite	30
	Glass electrolyte	17
	Ceramic electrolyte	14
	Inorganic solid electrolytes	11

Patentes de invención

En la Figura 2 se muestra la tendencia histórica de registros de patentes para electrolitos de baterías de litio en base al número de familias de patentes por año de publicación, desde 1990 a 2014. La primera batería de Litio recargable fue comercializada en 1991 por Sony Corporation, disparando el interés por estas baterías. En consecuencia, la actividad de patentamiento aumenta a partir de ese año. Se observa un crecimiento brusco en el año 2000 debido a la introducción de dispositivos electrónicos portátiles en el mercado.

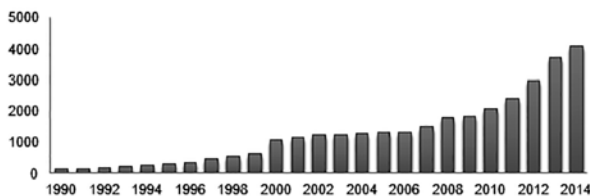


Figura 2 – N° de familias de Patentes de Electrolitos por Año de Publicación.

La elevada tasa de crecimiento evidenciada en los últimos años es consecuencia del desarrollo de sistemas de almacenamiento de energía cada vez más eficientes y seguros. Dado que el rendimiento global de las baterías está estrechamente relacionado con el electrolito usado, la tendencia creciente en el patentamiento de electrolitos de baterías de litio destaca su importancia como componente crítico.

En la Figura 3 se representan las 20 empresas más relevantes que desarrollan electrolitos a nivel mundial. Las corporaciones que más invierten en el desarrollo de electrolitos son: Sony, Sanyo, Matsushita (Panasonic), Toyota e Hitachi. Sin dudas Japón es el país más desarrollado en este campo tecnológico.

Esto se verifica en la Figura 4 que refleja la actividad en patentamiento de los distintos países, de acuerdo a la intensidad del color. Japón, en rojo, presenta más de 13400 familias de patentes que se han originado en este país. Le siguen China, Korea y EEUU con al menos 1300 familias de patentes, Alemania y Francia con más de 200 familias y el resto de los países con menos de 200. Se ha considerado para evaluar esta situación los países prioritarios, es decir aquellos en los que fueron presentadas por primera vez las solicitudes para la protección de las invenciones, por lo tanto, representan el origen de la invención.



Figura 4 – N° de familias de Patentes de Electrolitos por País de Prioridad.

La Figura 5 muestra la evolución de la inversión en I+D de las principales 5 empresas con mayor desarrollo tecnológico en electrolitos para LBs a nivel mundial, destacándose Toyota por su creciente actividad en los últimos años. Arredondo [19] identifica las principales empresas que desarrollan actividades de I+D a nivel nacional, entre ellas Toyota, Mitsubishi y FMC Lithium. Las primeras dos, no sólo lideran el sector nacional sino que son actores tecnológicos principales a nivel internacional, mientras que de FMC Lithium sólo se encontraron 3 familias de patentes en los últimos 24 años dentro del corpus de electrolitos estudiado.

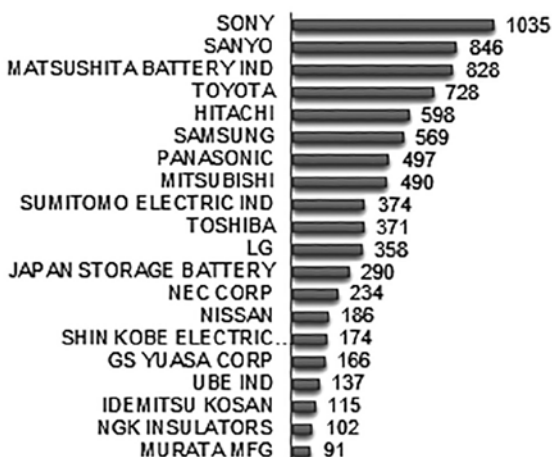


Figura 3 – N° de familias de Patentes Top 20 Empresas.

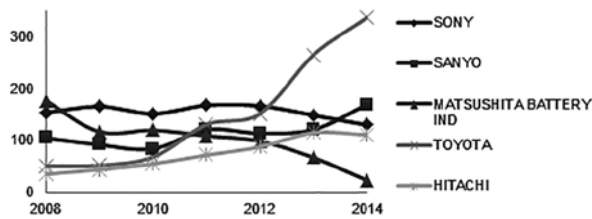


Figura 5 – N° familias de Patentes por Año de Publicación: Top 5 Empresas.

La Figura 6 muestra el número de familias de patentes por año según el tipo de electrolito. Se observa el predominio de materiales orgánicos sobre los inorgánicos. Los electrolitos líquidos orgánicos son los más utilizados comercialmente desde el desarrollo de la primera batería comercial en la década del 90, presentan el mayor número de documentos de patentes a lo largo de la historia. Se puede concluir, además, que éstos concentran los mayores recursos de I+D en la carrera por optimizar las baterías de litio en los últimos años. A pesar de sus inconvenientes asociados a la presencia de disolventes descriptos anteriormente, se mantienen como electrolitos estándar ya que satisfacen los requisitos de alta conductividad iónica y elevado contacto electrodo/electrolito, parámetros esenciales que determinan la aplicación práctica de la batería.

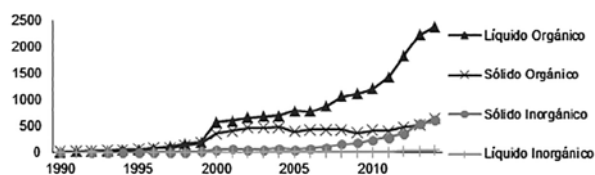


Figura 6 – N° de familias de Patentes por Año de Publicación de los distintos tipos de electrolitos.

En la Figura 7 se evidencia la preferencia por los electrolitos líquidos orgánicos de las principales corporaciones que desarrollan tecnología en el campo tecnológico estudiado, dado que presentan mayor cantidad de familias de patentes que otros tipos de electrolitos.

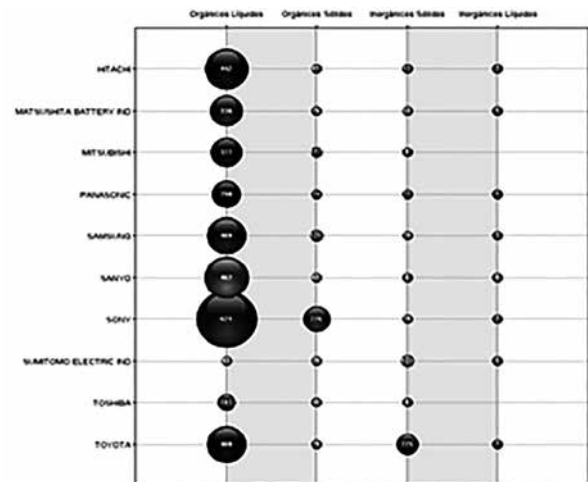


Figura 7 – N° de familias de Patentes para las TOP 10 Empresas por campo tecnológico.

Por su parte los electrolitos sólidos, tanto orgánicos como inorgánicos, muestran un creciente desarrollo en los últimos años a través de la actividad en patentamiento. Esto se puede asociar a la necesidad de dispositivos de almacenamiento seguro, con prolongado ciclo de vida y flexible. Estas cualidades se obtienen al utilizar electrolitos sólidos con mayor estabilidad y menores riesgos debido a la reducción en el uso de disolventes. Si bien poseen menor conductividad iónica que los electrolitos orgánicos líquidos, encuentran aplicación en baterías de película delgada, donde se utilizan en forma de films de bajo espesor para disminuir la resistencia interna y compensar la baja conductividad.

Gracias a que presentan mayor conductividad, los electrolitos sólidos orgánicos han sido históricamente preferidos frente a los inorgánicos. No obstante, se observa que en los últimos años el número de familias de patentes anuales de electrolitos sólidos inorgánicos ha alcanzado a los orgánicos, y con una tendencia de crecimiento superior.

Por último, a pesar que los electrolitos líquidos inorgánicos resultan alternativas tecnológicas interesantes por ser más seguros y ecológicos, las tendencias no evidencian interés por parte de los desarrolladores de tecnología. Esto puede deberse al costo relativamente alto y a las bajas conductividades obtenidas. Sin embargo, en este estudio se ha identificado su uso como aditivos de elec-

trolitos orgánicos, con el objeto de aumentar la seguridad de la batería.

Artículos científicos

Se observa en la Figura 8 la evolución del número de artículos científicos sobre electrolitos de baterías de litio en los últimos años. El aumento a tasa constante demuestra el interés que aún se tiene por la comunidad científica en este tipo de baterías. Como se presentó anteriormente, el desarrollo de baterías avanzadas de litio es un gran reto y sigue siendo un foco de estudio intensivo.

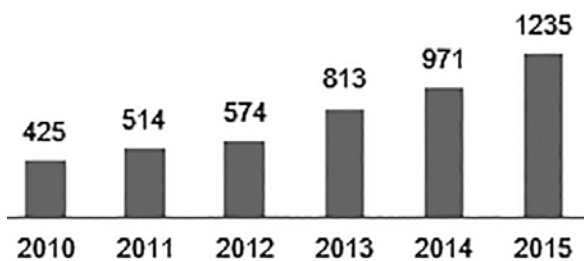


Figura 8 – Nº de artículos científicos por año de publicación.

En la Figura 9 se presenta el número de artículos científicos que han abordado las distintas clases de electrolitos durante los últimos 5 años.

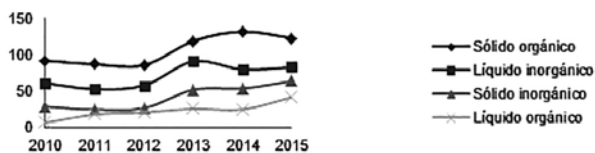


Figura 9 – Nº de artículos científicos por año de publicación para cada tipo de electrolito.

Los electrolitos sólidos orgánicos son la principal línea de investigación, lo que se evidencia por el mayor número de artículos científicos publicados. Estos son los materiales más atractivos que se presentan hoy para mejorar el rendimiento de las LBs. Sus propiedades, como conductividad iónica, resistencia mecánica y durabilidad, pueden optimizarse mediante cambios en su estructura y composición, lo que abre un amplio camino para la investigación. [6] Del análisis de palabras claves frecuentes (presentadas en la Tabla 3), surgen como objetos de investigación destacados los electrolitos poliméricos

gelificados y los electrolitos poliméricos compuestos (electrolitos sólidos orgánicos a los que se añaden partículas de cerámicas inorgánicas con el fin de mejorar las propiedades mecánicas y aumentar el rendimiento). También se refleja el interés por los electrolitos copolímeros de bloque, los cuales resultan atractivos debido al equilibrio que presentan entre la conductividad iónica y las propiedades mecánicas necesarias para su uso en baterías. [12,13]

Los electrolitos líquidos inorgánicos constituyen la segunda línea de investigación más destacada. Este interés se debe a que poseen mayor estabilidad y seguridad, aunque por su elevado costo se emplean como aditivos de otros tipos de electrolitos, resultando éste un enfoque prometedor para la obtención de electrolitos híbridos eficientes y seguros. [6, 10, 15]

Los electrolitos sólidos inorgánicos ocupan el tercer lugar de importancia. Sin embargo, la pendiente de crecimiento de publicaciones en 2015 es mayor a la correspondiente a la de sólidos orgánicos (que es negativa), lo que puede reforzar lo expresado en el análisis de patentes en relación a la competencia tecnológica entre estas dos opciones. La línea de investigación en electrolitos sólidos inorgánicos se enfoca en la mejora de la conductividad iónica, dado que la baja conductividad que presentan a temperatura ambiente limita su uso a aplicaciones de alta temperatura. [6]

Los electrolitos líquidos orgánicos son los que presentan menor nivel de investigación, lo que puede estar asociado a que su desarrollo y optimización han alcanzado un elevado grado de madurez. La necesidad de baterías de alta densidad de energía, que se requieren tanto para vehículos eléctricos como para dispositivos electrónicos portátiles sofisticados, están direccionando las tendencias de I+D y desplazando a este tipo de electrolitos del foco de interés, ya que por su limitada estabilidad no son adecuados para aplicaciones de alta densidad de energía.

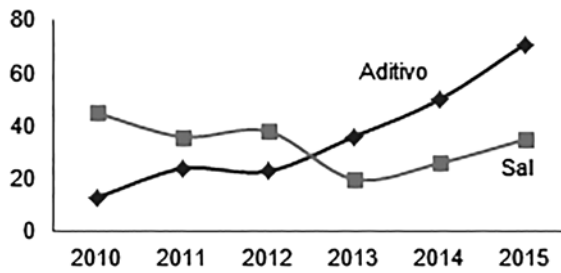


Figura 10 – N° de artículos científicos por año de publicación.

La Figura 10 muestra la evolución del número de artículos científicos a lo largo de los últimos años que se han centrado en dos componentes específicos del electrolito: sales y aditivos. El uso de aditivos es una manera sencilla de mejorar las propiedades del electrolito, y se utiliza comúnmente como estrategia para mejorar el rendimiento. En menor medida, se han investigado distintas sales para determinar la más adecuada para ser utilizada en baterías de litio. [4, 20]



Figura 11 – Términos tópicos en investigación.

Por último, en la Figura 11, se presenta un tag cloud del corpus de artículos científicos estudiado, que permite explorar los tópicos en investigación de los últimos años. Más allá del electrolito, se destacan como temas de interés las alternativas de materiales utilizados en el cátodo y ánodo, y distintos parámetros que permiten caracterizar la performance y el rendimiento de las baterías.

CONCLUSIONES

La importancia que se le ha dado a los desarrollos tecnológicos de electrolitos de las baterías de litio en los últimos años, como componentes críticos para obtener las prestaciones necesarias requeridas, se refleja en el crecimiento del número de familias de patentes de invención y de artículos científicos.

Del análisis de patentes se deduce que los electrolitos líquidos orgánicos concentran el mayor interés comercial. Sin embargo, los electrolitos sólidos presentan una fase incipiente de desarrollo, constituyéndose como los más prometedores para baterías seguras y de elevada capacidad. Así lo confirma el análisis de artículos científicos, que evidencia el gran avance que ha tenido este tipo de electrolito. Los electrolitos líquidos iónicos, por otro lado, se presentan como firmes candidatos para integrar la próxima generación de baterías, siendo su rentabilidad el mayor desafío tecnológico a vencer.

Las baterías de Li-Aire y Li-S, aunque se perfilan como tecnologías prometedoras para baterías avanzadas (dado que alcanzan densidades de energía teóricas mucho más elevadas), actualmente se encuentran en fase de desarrollo.

A partir del análisis de actividad en patentamiento de electrolitos se concluye que las empresas japonesas lideran este campo tecnológico. Este análisis, en conjunto con los trabajos previos del PIET (Programa de Inteligencia Estratégica y Tecnológica, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral), confirma que Toyota ha apostado fuertemente al desarrollo de vehículos eléctricos, y ha invertido en toda la cadena de las baterías de litio, desde la extracción del litio hasta los desarrollos tecnológicos más sofisticados. Este es un dato importante a la hora de concretar alianzas estratégicas, ya que existe una fuerte interrelación entre sus actividades y el territorio nacional.

NOTA: Familia de patentes: patentes y solicitudes relacionadas con una misma invención



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BALBUENA, P.B. (2014). *Electrolyte materials - Issues and challenges*. AIP Conference Proceedings 1597:82-97.
- [2] AMINE, K.; KANNO, R.; TZENG, Y. (2014). *Rechargeable lithium batteries and beyond: Progress, challenges, and future directions*. MRS Bulletin 39 (5): 395-401.
- [3] YOO, H.D.; MARKEVICH, E.; SALITRA, G.; SHARON, D.; AURBACH, D. (2014). *On the challenge of developing advanced technologies for electrochemical energy storage and conversion*. Materials Today 17 (3): 110-121.
- [4] ERICKSON, E.M.; MARKEVICH, E.; SALITRA, G.; SHARON, D.; HIRSHBERG, D.; DE LA LLAVE, E.; SHTERENBERG, I.; ROZENMAN, A.; FRIMER, A.; AURBACH, D. (2015). *Review-development of advanced rechargeable batteries: A continuous challenge in the choice of suitable electrolyte solutions*. Journal of the Electrochemical Society 162 (14): A2424-A2438.
- [5] LUNTZ, A. (2015). *Beyond Lithium Ion Batteries*. The journal of physical chemistry letters. Journal of Physical Chemistry Letters 6 (2): 300-301.
- [6] WANG, Y.; ZHONG, W.-H. (2015). *Development of electrolytes towards achieving safe and high-performance energy-storage devices: A review*. ChemElectroChem 2 (1):22-36.
- [7] ETACHERI, V.; MAROM, R.; ELAZARI, R.; SALITRA, G.; AURBACH, D. (2011). *Challenges in the development of advanced Li-ion batteries: A review*. Energy and Environmental Science 4 (9): 3243-3262.
- [8] LI, J.; DANIEL, C.; WOOD D. (2011). *Materials processing for lithium-ion batteries*. Journal Power Sources 196 (5): 2452-2460.
- [9] HAYNER, C. M.; ZHAO, X.; KUNG, H. (2012). *Materials for Rechargeable Lithium-Ion Batteries*. Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering 3: 445-471.
- [10] BASKAKOVA, YU.V.; YARMOLENKO, O.V.; EFIMOV, O.N. (2012). *Polymer gel electrolytes for lithium batteries*. Russian Chemical Reviews 81 (4): 367-380.
- [11] FERGUS, J.W. (2010). *Ceramic and polymeric solid electrolytes for lithium-ion batteries*. Journal of Power Sources 195 (15): 4554-4569.
- [12] LEE, H.; YANILMAZ, M.; TOPRAKCI, O.; FU, K.; ZHANG, X. (2014). *A review of recent developments in membrane separators for rechargeable lithium-ion batteries*. Energy and Environmental Science 7: 3857-3886.
- [13] YOUNG, W.-S.; KUAN, W.-F.; EPPS III, T.H. (2014). *Block Copolymer Electrolytes for Rechargeable Lithium Batteries*. Journal of Polymer Science, Part B: Polymer Physics 52 (1): 1-16.
- [14] WILKEN, S.; XIONG, S.; SCHEERS, J.; JACOBSSON, P.; JOHANSSON, P. (2015). *Ionic liquids in lithium battery electrolytes: Composition versus safety and physical properties*. Journal of Power Sources 275: 935-942.
- [15] PARK, M.J.; CHOI, I.; HONG, J.; KIM, O. (2013). *Polymer Electrolytes Integrated with Ionic Liquids for Future Electrochemical Devices*. Journal of Applied Polymer Science 129 (5): 2363-2376.
- [16] PARK, M.; ZHANG, X.; CHUNG, M.; LESS, G.B.; SASTRY, A.M. (2010). *A review of conduction phenomena in Li-ion batteries*. Journal of Power Sources 195 (24): 7904-7929.
- [17] TAKADA, K. (2013). *Progress and perspective of solid-state lithium batteries*. Acta Materialia 61 (3): 759-770.
- [18] KNAUTH, P. (2009). *Inorganic solid Li ion conductors: An overview*. Solid State Ionics 180 (14-16): 911-916.
- [19] ARREDONDO, M.; CÁMARA, C.; ODINO, V.; GRABOIS, M. (2014). *Producción de pilas de litio: Estudios para la implementación de un proceso de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva*. Congreso Internacional "Ingeniería 2014 – Latinoamérica y Caribe" – Buenos Aires – Noviembre 2014.
- [20] ARAVINDAN, V.; GNANARAJ, J.; MADHAVI, S.; LIU H.-K. (2011). *Lithium-Ion Conducting Electrolyte Salts for Lithium Batteries*. Chemistry - A European Journal 17: 14326 – 14346

Laboratorios virtuales en la UTN – FRRe: una solución para la superpoblación estudiantil

Ing. Teresita Barrios¹Mg. Nidia Dalfaro²Ing. María Bianca Marin³Mg. María Del Carmen Maurel⁴

RESUMEN

En el presente trabajo, se detalla la experiencia realizada y los resultados obtenidos por el Grupo de Investigación sobre Ingeniería (GIESIN) de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Resistencia (UTN FRRe), durante la implementación del proyecto de investigación “Laboratorio Virtual, una alternativa para mejorar la enseñanza en los primeros años de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información”. El objetivo del mismo es analizar el aporte de la utilización de los Laboratorios Virtuales, como medio para potenciar el aprendizaje significativo y su incidencia en el rendimiento de los estudiantes de los primeros años de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN FRRe. Como conclusión general se podrá destacar que la implementación de estas herramientas como aporte a los aprendizajes significativos, es positiva por parte de alumnos y docentes como recursos facilitadores del aprendizaje. Además se destaca por parte de ambos, que la integración de lo textual con lo visual, las simulaciones, las ejemplificaciones y las actividades de autoevaluación son elementos altamente favorables en la experiencia realizada y que el rendimiento académico de los alumnos mejora en función se diseñen y adecuen nuevos estilos de aprendizaje fomentados por el uso de las TIC.

Palabras clave: laboratorios virtuales; TIC; aprendizaje mixto, rendimiento académico

¹Ingeniera en Sistemas de Información.

E-mail: barriosth@gmail.com

²Magister en Políticas y Gestión de la Educación Superior,

E-mail: ndalfaro@frre.utn.edu.ar

³Ingeniera en Sistemas de Información. E-mail: mbiancamarin@yahoo.com.ar

⁴Magister en tecnología informática aplicada en educación.

E-mail: mmaurel_38@yahoo.com.ar

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Resistencia

81



INTRODUCCIÓN

El estudio se enmarcó en la línea de la investigación-acción, enfocado desde la tecnología educativa, por lo que su contribución es, en primer lugar, a la propia institución y por extensión a otras instituciones de enseñanza.

Debido a diferentes razones, entre las que se encuentran la insuficiencia de presupuesto y/o de infraestructura disponible para la gran cantidad de alumnos en los primeros años, los laboratorios físicos no siempre están disponibles, lo cual impone fuertes restricciones en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Afortunadamente, las nuevas tecnologías basadas en Internet, pueden ser utilizadas para suplir la carencia de laboratorios y además enriquecer el desarrollo de prácticas en espacios y entornos virtuales con características innovadoras.

En cuanto al aporte del estudio a la enseñanza en carreras de Ingeniería se puede esperar como contribución un acercamiento a un mayor número de alumnos para la realización de experiencias, aun cuando alumno y laboratorio no coincidan en el espacio. El estudiante podrá acceder a una mayor cantidad de prácticas, pudiendo experimentar sin riesgo alguno, flexibilizando los horarios de dichas actividades y evitando el solapamiento con otras asignaturas. Los estudiantes aprenden mediante prueba y error, sin miedo a sufrir o provocar un accidente, sin avergonzarse de realizar varias veces la misma práctica, ya que pueden repetirlas sin límite; sin temor a dañar algún equipo. Al mismo tiempo van “construyendo” su propio aprendizaje ya que será de ellos la iniciativa de trabajar en estas actividades propiciando también una vinculación mayor con sus compañeros y el docente mediante la indagación acerca de los problemas que podrían presentársele.

La vinculación de la educación con las nuevas tecnologías ha ampliado notablemente las oportunidades para transformar y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este sentido, como aporte específico, se obtuvieron los resultados académicos de una propuesta de enseñanza con laboratorios virtuales y con los de la propuesta tradicional, que sólo usa laboratorios físicos.

Las metas específicas del proyecto fueron las siguientes:

- Seleccionar posibles herramientas de laboratorios virtuales a utilizar en la enseñanza de la Física y la Química.
- Asesorar en la implementación de prácticas en laboratorios virtuales de enseñanza en las materias Física y Química de la carrera Ingeniería en Sistemas de Información.
- Evaluar el impacto de la utilización de estos laboratorios en el aprendizaje de ciertos temas de física y química.
- Comparar los resultados académicos de los alumnos que trabajan con laboratorios virtuales y aquellos que sólo usan los laboratorios físicos.

METODOLOGÍAS Y ALCANCES DEL ESTUDIO

En el presente trabajo se hace uso de las TIC bajo el concepto de espacios virtuales de experimentación. Se trabaja en el marco de un EVEA (entorno virtual de enseñanza y aprendizaje) soportado en la plataforma Moodle, adoptada por la Facultad Regional Resistencia de la UTN. Se tomaron como casos de estudio los espacios de Física y Química, desde el Seminario de Ingreso Universitario hasta los primeros años de las carreras de Ingeniería.

La información cuantitativa fue procesada y analizada estadísticamente y la información cualitativa se trabajó a partir del análisis de datos textuales. Se trabajó con información bibliográfica, documental, institucional y resultados de experiencias o estudios similares. A la información bibliográfica se accedió a través de bibliotecas, repositorios institucionales, publicaciones en Congresos y revistas disponibles en Internet, en tanto que la información institucional se obtuvo a partir del sistema informático de la Dirección Académica de la Facultad y de los informes de las cátedras.

El universo lo conformaron la totalidad de los cursantes de las materias Física y Química de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la Facultad Regional Resistencia de la UTN. Para llevar adelante la experiencia se seleccionó una división de cada materia, y los criterios considerados para la selección son los siguientes:

- Que los alumnos que integren la división cursen la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información.
- Que los docentes de las divisiones seleccionadas presten conformidad para llevar adelante la experiencia.
- Que las divisiones no seleccionadas para llevar adelante la experiencia se constituyeran en grupo testigo

Las variables que se trabajaron fueron: accesibilidad y/o manipulación del recurso simulación o laboratorio virtual, utilidad del recurso en la comprensión de los temas, impacto de

su utilización en el aprendizaje de los alumnos y grado de motivación que genera el uso de este tipo de recursos.

El impacto se midió cualitativamente mediante la opinión de los actores y con el rendimiento académico de los mismos.

WEBLABS: LABORATORIOS VIRTUALES Y REMOTOS

Un laboratorio virtual es la representación de un lugar dotado de los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos y trabajos de carácter científico o técnico, producido por un sistema informático, que da la sensación de su existencia real.

La idea de utilizar la simulación como paso previo al uso de los instrumentos permitiendo que se reduzca el tiempo necesario de uso del instrumento real, y, por tanto, del recurso más costoso.

Es menester establecer la diferencia entre laboratorio virtual (LV) y laboratorio remoto (LR). Un laboratorio virtual puede ser desarrollado como un sistema computacional accesible vía Internet: mediante un simple navegador, se puede simular un laboratorio convencional (LC) en donde los experimentos se llevan a cabo siguiendo un procedimiento similar ya que proporciona un entorno simulado. Se han desarrollado muchos paquetes de software para la simulación de experimentos reales. Algunas ventajas de estos simuladores conllevan:

- Explicaciones efectivas de los conceptos teóricos.
- Realización de experimentos paso a paso, evitando el problema de solapamiento con los horarios de otras experiencias educativas.
- Flexibilidad con herramientas fáciles de usar y minimizando los riesgos.
- Es una alternativa de bajo costo.
- Permite a un número mayor de estudiantes experimentar con un laboratorio de manera asíncrona sin importar que no coincidan en espacio.

También presenta algunas desventajas:

- No puede sustituir del todo la experiencia práctica altamente enriquecedora del LC.

- En los LV, se corre el riesgo de que el estudiante se comporte como un simple espectador, por lo que las actividades en el LV deben ser acompañadas por prácticas y procesos de evaluación que ayuden a que los objetivos se cumplan.

- Un LV, por ser una virtualización de la realidad, puede provocar en el estudiante una pérdida parcial de la visión de la realidad que se estudia. Además, no siempre se pueden simular todos los procesos reales.

- Por el reto que representan las TIC en un sector de la docencia, existe una resistencia entendible al uso de LV; en las instituciones educativas donde el uso de recursos tradicionales es la norma, la transición debe ser muy cuidadosa. Se requiere una muy buena selección de actividades de aprendizaje y campos de aplicación, como así también una permanente asistencia técnica a los docentes.

Con un Laboratorio Remoto (LR), el alumno desde una ubicación distante, y a través de una interfaz web vía internet, accede al proceso desarrollado sobre una planta real, interactuando con el mismo de forma tal de cambiar los parámetros de control, ejecutar experimentos alternativos, observar los resultados obtenidos y eventualmente descargarlos de la web.

La principal característica que diferencia a un LR de uno virtual es que detrás del LR hay hardware real. La persona que hace uso de ese laboratorio durante una sesión tiene el control físico de todos los recursos hardware involucrados en el experimento que está utilizando. Un LV en cambio, emula el comportamiento del experimento mediante software. Utilizar un LR es por tanto una experiencia mucho más cercana a un uso real en un laboratorio presencial (casi idéntico), por lo que es capaz de sustituir a éste sin afectar negativamente a la labor del usuario. En su contra tiene el costo, puesto que los recursos utilizados deben existir físicamente. Sin embargo, esta desventaja frente a los LV es al contrario una ventaja en comparación con los LC, y una de las grandes virtudes que hacen que la experimentación remota tenga sentido. El

ahorro de costos se refleja en varias ventajas: disponibilidad plena del experimento, eficiencia máxima en el tiempo de uso y mantenimiento necesario notablemente menor.

EXPERIENCIAS CON LABORATORIOS VIRTUALES LABORATORIOS SOBRE ALGORITMOS. VPL

Como antecedente en la implementación de laboratorios virtuales, la carrera de Ingeniería en Sistemas de esta Facultad, se profundizó sobre LV que permitan realizar prácticas de programación en forma remota: el Laboratorio Virtual de Programación (VPL).

VPL - Virtual Programming Lab es un módulo Moodle para la gestión de prácticas de programación que permite editar el código fuente en el navegador y ejecutar las prácticas de forma interactiva. Del lado del evaluador, permite la búsqueda de similitudes entre prácticas para el control del plagio y la aplicación de restricciones de entrega de prácticas que limitan el copiado de código externo.

Para las pruebas se trabajó junto con el CCD (Centro de Comunicaciones Digitales) de la institución, para configurar VPL para que pueda ser utilizado. Los resultados exitosos marcaron el comienzo de la etapa de configuración, prueba e investigación.

Luego de la aplicación, se concluyó que:

- La herramienta VPL es totalmente integrable con moodle
- La configuración de los distintos lenguajes de programación requiere mayores tiempos de preparación y puesta en marcha para una configuración correcta.
- La evaluación de los trabajos presentados por los alumnos es muy sencilla.
- Para poder utilizar VPL, los alumnos solo deberán contar un navegador de internet.
- Los laboratorios virtuales son una solución actual para la creciente necesidad de que los alumnos puedan realizar prácticas desde su hogar, sin necesidad de acudir a un aula informática de la Universidad preparada a tal fin.

EXPERIENCIA PILOTO EN EL SEMINARIO DE INGRESO UNIVERSITARIO.

La primera experiencia que se constituyó en antecedente de este estudio, se llevó a cabo en el Seminario Universitario de la Facultad, específicamente en los módulos de Física (Ingeniería en Sistemas de Información) e Introducción a Ingeniería Química (Ingeniería Química).

Para ambos grupos de aspirantes se implementaron ejercicios de laboratorios virtuales en las aulas virtuales, enfocados en temas seleccionados por los docentes de las materias de la muestra con la colaboración de los integrantes del GIESIN en lo referente a la estrategia utilizada para la implementación de la propuesta.

Para el caso del módulo de Física se desarrollaron, entre otras unidades temáticas, el sistema de unidades (SU), que incluye los siguientes temas: Magnitud Física, Unidades de medida, Sistema Internacional de Unidades, Conversión de unidades, Unidades básicas y derivadas, Medición directa e indirecta, Error, Error absoluto, relativo y porcentual. Se eligió esta unidad porque del diagnóstico realizado previamente con los alumnos surge que representa dificultades desde el nivel primario. Se pensó entonces en un ejercicio de simulación cuyo tema fuera la conversión de medidas, en el cual el alumno pudiera ingresar el dato primitivo y establecer a qué unidad de medida convertir, tantas veces como lo requiriese.

Para Introducción a Ingeniería Química, se contempló que uno de los problemas de la química es la separación de mezclas en sus componentes individuales. Es un tema de difícil comprensión sin manipulación; es por ello que se propuso un ejercicio de simulación virtual, de separación de mezclas. Para utilizar este laboratorio, los alumnos debían establecer las condiciones bajo las cuales se mezclan diferentes sustancias y compuestos y observar el comportamiento luego de su mezcla.

Se implementaron los laboratorios virtuales seleccionados por los docentes en las aulas

virtuales del seminario universitario. Al finalizar se publicaron encuestas para que los alumnos valoraran la experiencia virtual. Por último, se compararon los resultados académicos de los alumnos en las diferentes cursadas y se aplicaron encuestas focales con el objeto de confirmar algunos de sus resultados, y revisar las atribuciones realizadas al rendimiento académico.

IMPLEMENTACIÓN EN LA CÁTEDRA DE FÍSICA

Basados en la experiencia del seminario de ingreso, se planificó la implementación en la cátedra Física de primer año de la carrera Ingeniería en Sistemas de Información.

En primer lugar, se realizó una reunión con los integrantes del GIESIN, el Secretario Académico y el responsable de la cátedra. En la misma se dio a conocer al responsable de cátedra sobre el trabajo que se venía realizando en el seminario y que se pretendía seguir con el primer año de la carrera. Contando con su autorización se diseñó la experiencia y se llevó a cabo la selección de las comisiones para su implementación.

En segundo lugar, se convocó a una reunión ampliada con toda la cátedra, en la cual se acordaron los pasos de implementación. Se inició con la capacitación a los docentes que llevarían adelante la experiencia. Luego se programó un taller entre los docentes y los integrantes del grupo de investigación, con el objeto de planificar la misma. Se revisaron los programas y las aplicaciones en función de los temas a desarrollar, las edades de los alumnos, los objetivos de la materia y los antecedentes en cuanto a la dificultad en la comprensión que representaban algunos temas a los estudiantes. Luego, se establecieron los momentos, según la planificación de la materia, en los que se aplicaría el laboratorio virtual y las actividades a realizar en función a ellos. También se definió si las actividades serían de autocorrección o los alumnos deberían presentar un trabajo práctico posterior al laboratorio.

Una vez que se consensuó iniciar la fase de implementación, fueron los propios docentes quienes estuvieron a cargo de la explicación de la metodología de trabajo a los alumnos. Si bien la cátedra ya trabajaba con el aula virtual, no estaba utilizando laboratorios o simulaciones, pero contaban con una ventaja: los alumnos ingresantes ya habían tenido una experiencia previa en el seminario de ingreso, en tanto que para los recursantes de la materia sería un elemento novedoso. Se seleccionaron temáticas que, en función de las experiencias docentes, resultan con cierta dificultad para la comprensión.

Las temáticas trabajadas con laboratorios virtuales como complemento de los físicos fueron: El Laboratorio de Péndulo, donde el alumno experimenta con uno o dos péndulos y descubre cómo el período de un péndulo simple depende de la longitud de la cadena, la masa del péndulo y la amplitud de la oscilación. Es fácil medir el período de uso del temporizador fotopuerta. Se puede variar la fricción y la fuerza de la gravedad, utilizar el péndulo para encontrar el valor de g en el planeta X, y observar el comportamiento anarmónicos a gran amplitud (Figura 1).

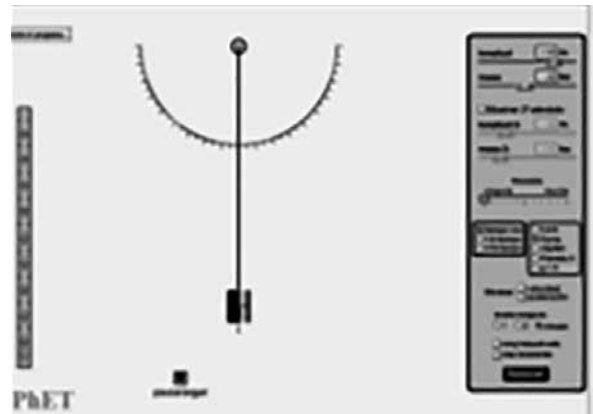


Figura 1 - Captura de pantalla del EVEA sobre el laboratorio del péndulo

En la parte de óptica geométrica se utilizó - Geometric-optics que permite entender cómo se forma una imagen en una lente, observar cómo los rayos de luz son refractados por una lente, y cómo la imagen cambia cuando se ajusta la distancia focal de la lente, moviendo

el objeto, moviendo la lente, o moviendo la pantalla (Figura 2).

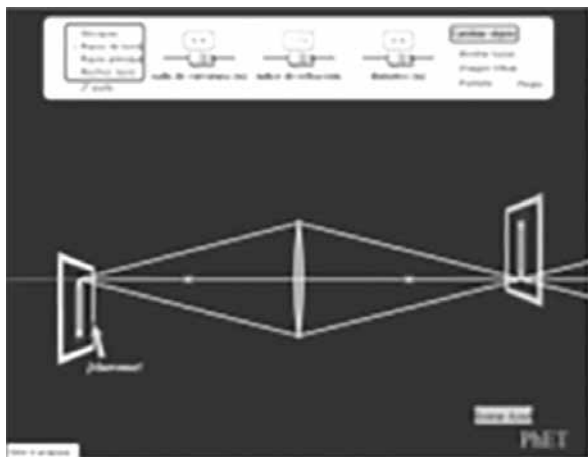


Figura 2 - Captura de pantalla del EVEA sobre el laboratorio de óptica geométrica

Se trabajó también con un laboratorio que integra los temas fuerzas y movimiento. Se exploró las fuerzas en el trabajo cuando se trata de empujar un archivador. Permite crear una fuerza aplicada y se visualiza la fuerza de fricción resultante y la fuerza total que actúa sobre el gabinete. Los gráficos muestran la fuerza, posición, velocidad y aceleración en función del tiempo.

86



IMPLEMENTACIÓN EN LA CÁTEDRA DE QUÍMICA

En la materia Química General, el proceso fue similar al de la materia Física. Sin embargo, es importante destacar que la materia aún no contaba con aula virtual, por lo que los laboratorios significaron un doble desafío: por un lado, iniciarse en el uso de herramientas tecnológicas para brindar un aprendizaje mixto a los alumnos, y luego avanzar sobre la temática de experimentación virtual.

Parte inicial de la implementación fue la capacitación a los docentes en Moodle, ya que no tenían experiencia en el uso del mismo. Luego prosiguió la búsqueda en la Web de herramientas que se adaptasen a las necesidades establecidas por los profesores. Las herramientas debían cumplir con los requerimientos de la cátedra, y también debían ser amigables, gratuitas e integrables con Moodle. Fue allí donde surgieron algunos inconvenientes, como, por ejemplo: el nivel del con-

tenido de las aplicaciones encontradas no se correspondía con el nivel de los contenidos dados en la materia. Por lo general los laboratorios obtenidos en la web eran de un nivel muy superior al exigido por la cátedra.

Así se vio la necesidad de aplicar, para ciertas temáticas, una estrategia diferente: utilizar herramientas que permitieran un desarrollo propio de laboratorios virtuales a la medida de las necesidades. Si bien la solución óptima hubiera sido el desarrollo autónomo de laboratorios virtuales que cumplieran las temáticas buscadas, se concluyó que esta estrategia insumiría muchos recursos. Se necesitaría personal capacitado en las herramientas de programación para el desarrollo de los laboratorios y equipamiento especial. Es por ello que se encontró una solución intermedia: desarrollo de laboratorios virtuales utilizando las simulaciones encontradas en la web e integrando las mismas con ejercicios propios a través de herramientas libres de autor. A tal fin, se utilizó la herramienta Hot potatoes que cumplía con dichas especificaciones.

En conclusión, la implementación en la materia Química General quedó configurada de la siguiente manera:

- 2 laboratorios virtuales encontrados en la Web
- 1 laboratorio virtual realizado por el grupo GIESIN, mediante Hot potatoes

El primer laboratorio virtual implementado abordó las fórmulas químicas, teniendo como objetivo reconocer las fórmulas de iones y compuestos inorgánicos mediante la utilización de software informático.

El segundo laboratorio virtual implementado fue: Símbolo de los elementos; en el que se presentan dos columnas, una con símbolos de elementos químicos y otra con el nombre de dichos elementos ubicados en forma desordenada. Los alumnos debían seleccionar el nombre que se correspondía con cada elemento químico.

El tercer laboratorio virtual fue para el tema de nomenclatura química, Iones inorgánicos. El mismo se realizó a través de la herramienta Hot potatoes. Si bien en un principio se llevó a cabo la búsqueda en la web, los laboratorios encontrados requerían del alumno conocimientos que no eran exigidos por la

cátedra. Es por esto que se desestimaron los resultados de las búsquedas y se comenzó a trabajar con Hot potatoes. Para ello, fue necesaria una participación más activa de los profesores, quienes debieron proveer al grupo de investigación los datos precisos para el desarrollo de los Hot potatoes.

A partir de la implementación en la cátedra de química, además de demostrar que los Laboratorios virtuales son una herramienta eficaz para potenciar el autoaprendizaje de los alumnos en temas que no son inherentes a la carrera que han elegido, fue posible comparar las diferencias entre la implementación de laboratorios virtuales encontrados en la web, con aquellos que fueron desarrollados a medida para la cátedra a través de hot potatoes (HP). Esta evaluación muestra como conclusión de que las ventajas de usar HP como herramienta para elaborar actividades y utilizarlas como laboratorios virtuales son varias, entre las que se pueden mencionar: la facilidad para su elaboración, su especificidad, su fiabilidad, el menor costo, su utilidad e integración; en contraposición el tiempo para su creación es un factor a tener en cuenta.

La búsqueda de Laboratorios virtuales desde la web tiene como ventajas principales el tiempo y costo, siempre y cuando los requerimientos de la cátedra se ajusten a las características deseadas. Como desventajas se aprecia que la integración es, en la mayoría de los casos, nula o requieren esfuerzo extra lograr la integración con el campus virtual.

ANÁLISIS DE RESULTADOS RESULTADOS EN QUÍMICA GENERAL

Para evaluar el impacto de los laboratorios virtuales en la materia Química General se realizaron cuatro valoraciones:

1°. Se realizó una observación in situ del trabajo de los alumnos con un laboratorio virtual. Al finalizar se les dio para que completen una encuesta que incluía preguntas abiertas y cerradas. Como resultado de la observación se pudo comprobar que los estudiantes tenían buen manejo del campus virtual y que no hubo dificultades para acceder a la actividad. En cuanto a la realización del laboratorio virtual, no se observaron inconvenientes

en su manejo, los alumnos comprendían las actividades y cómo llevarlas a cabo. La herramienta fue empleada sin dificultad y los estudiantes pudieron resolver solos los ejercicios. Las preguntas que realizaban tenían que ver sobre el tema a desarrollar y no sobre el uso de la herramienta; por ej.: cómo formular algunos compuestos y cómo nombrarlos.

2°. Se realizó una evaluación a los alumnos, que consistió en ocho preguntas cerradas que arrojaron los siguientes resultados: Cuando se les preguntó si tenían inconvenientes para utilizar los laboratorios virtuales de las fórmulas químicas, el 88% contestó que no. En cuanto al material disponible en el campus, el 98% consideró que le sirvió para comprender mejor los temas. Las actividades de autocorrección fueron claras e intuitivas para el 95% de los encuestados. Y el 93% respondió que dichas actividades les ayudaron con el aprendizaje del tema. También se les consultó si creían que más actividades del tipo autocorrección o en donde se simularan los laboratorios facilitarían su aprendizaje, y el 91% contestó que sí. Para el 93% de los alumnos sería interesante tener más actividades de laboratorios virtuales para otros temas de la materia. Asimismo, el 72% de los alumnos sintió que estas actividades motivaron su aprendizaje. En cuanto a la relevancia de la utilización de laboratorios virtuales, el mayor porcentaje respondió que la experiencia resultaba relevante.

3°. Se realizaron encuestas a los docentes de la cátedra con el objetivo fue evaluar la utilidad de los laboratorios como estrategia de enseñanza, implementada a través de Moodle. Los docentes recibieron las encuestas mediante email y debían responder cada una de las preguntas mediante la siguiente escala: 5 (Excelente), 4 (Muy Bueno), 3 (Bueno) 2 (Regular) y 1 (Deficiente). Las respuestas obtenidas fueron unánimes al destacar como "Excelente", el aporte de la herramienta virtual como apoyo al aprendizaje. Además, consideraron "Muy bueno" la facilidad que les aporta el uso de los laboratorios virtuales como medio de evaluación. Al comparar los laboratorios virtuales con los laboratorios reales, la respuesta obtenida fue "Bueno". Esto se debe a que si bien, los laboratorios virtua-

les brindan múltiples ventajas y facilidades, siguen siendo una herramienta de apoyo que no puede suplir por completo a la experiencia que incorporará el alumno al tener contacto real con un laboratorio físico. Sin embargo, los profesores destacaron que el uso de los laboratorios virtuales podría reducir la cantidad de prácticas en el laboratorio real, ya que sería interesante que los alumnos los conozcan, pero que luego realicen sus prácticas mediante las simulaciones virtuales.

4°. Para la comparación de los resultados académicos se seleccionó la cohorte 2014, que no utilizó campus virtual ni laboratorios virtuales, y la cohorte 2015, sobre la cual se llevó a cabo la experiencia de laboratorios virtuales. En el año 2015 se puede observar una notable mejora en los resultados generales de la cátedra. Si bien no se logró un aumento notorio en la cantidad de alumnos promovidos, sí se puede visualizar una importante mejora en el número de regularizados en la materia al finalizar el curso. En el año 2014, sólo el 9,95% de los alumnos inscriptos en la asignatura, consiguió regularizar la materia, mientras que en el año 2015 esta cifra aumentó al 26,25%. Como consecuencia de esto, casi en la misma proporción disminuyó la cantidad de alumnos desaprobados y ausentes, pasando del 60% al 53,70%.

Este cambio puede deberse a diversos factores, pero basándonos en las encuestas realizadas a alumnos y profesores, podemos concluir que la implementación de laboratorios virtuales como herramienta alternativa a las prácticas de la cátedra fue uno de los principales detonantes de la mejora en los resultados académicos.

RESULTADOS EN FÍSICA

En la experiencia realizada en el área de Física se trabajó también, con la valoración de los docentes. Los datos arrojados por encuestas que se realizaron en relación con la motivación del estudiante por el uso de este tipo de herramientas describieron que en un 34 % el índice era muy bueno y un 66 % regular.

En cuanto al aporte que estas herramientas hacen al aprendizaje de los estudiantes la opinión fue unánime. Se puede observar que

el 100 % de los docentes encuestados consideran que es muy bueno el apoyo que otorgan los laboratorios virtuales y/o simulaciones para el aprendizaje. Otra conclusión fue que los sistemas evaluativos virtuales adicionales a los laboratorios virtuales fueron percibidos por los docentes como facilitadores del proceso evaluativo general.

Del análisis de los resultados académicos de la materia Física I de ISI (de cursado anual), surgen los siguientes datos del período 2014: sobre un total de 208 alumnos, el 25 % aprobó el primer parcial y de los 138 alumnos que rindieron el primer recuperatorio, el 41 % aprobó el mismo.

En el ciclo 2013, de un total de 190 sólo el 22 % aprobó el primer parcial y un 38 % el primer recuperatorio. Esto significaría, si bien nunca los resultados de rendimiento tienen una sola causal, una mejora atribuible a la implementación de laboratorios virtuales.

En general, y coincidentemente con los datos extraídos del Sistema Académico (Sycacad), un 66 % de los docentes encuestados manifestó que hubo, al momento de administrar la encuesta, una mejora en el rendimiento académico de los estudiantes.

Para finalizar el análisis se podría sintetizar que: los resultados de datos recogidos por los diferentes instrumentos de medición muestran resultados positivos. Se rescata, coincidentemente con los resultados del trabajo desarrollado por las Doctoras Diana Mondeja González y Beatriz Zumalacárregui [3], que con este tipo de herramientas los estudiantes de perfil no químico ni físico, pueden aprender más fácilmente conceptos científicos. Además, lo hacen de forma agradable, con mayor comprensión, lo que redundará en mejores resultados a la hora de ser evaluados.

CONCLUSIONES

En la UTN FRRe, desde las primeras acreditaciones de carrera de Ingeniería se viene trabajando en temas relacionados con el desgranamiento, la inclusión de los alumnos y la incorporación de las TIC como estrategia complementaria para mejorar la situación existente. En esta oportunidad se trabaja sobre la incorporación de laboratorios virtuales para la enseñanza de Física y Quími-

ca. Se retoma el aspecto motivacional como base del conocimiento significativo, el concepto de autoaprendizaje o autoregulación de los tiempos de aprendizaje y la comprensión como correlato de los buenos resultados académicos.

En relación a lo sustancial, la implementación de estas herramientas como aporte a los aprendizajes significativos, se destaca como positivo el reconocimiento de los alumnos y docentes de estos recursos como facilitadores del aprendizaje. La integración de lo textual con lo visual, las simulaciones, las ejemplificaciones y las actividades de autoevaluación fueron valoradas por ambos usuarios como elementos altamente favorables en la experiencia realizada.

Ratificando los resultados del estudio de Rodríguez del Pino [4], las herramientas de simulación se integran perfectamente con la plataforma Moodle, lo que facilita su aprovechamiento por gran número de usuarios. Su usabilidad, versatilidad y, sobre todo, la posibilidad de crear actividades fácilmente reutilizables y colaborativas. Si a ello le sumamos que en la Facultad se está trabajando actualmente en un estudio de implementación de un Repositorio de Objetos de Aprendizaje compatible con dicha plataforma, cobra mayor significación la valoración de los usuarios. A su vez, se ratifica la hipótesis de que una buena secuenciación y organización de los contenidos es primordial en el uso o incorporación de las TIC, en este caso la simulación como complemento de las experiencias presenciales.

Los programas de simulación para el aprendizaje en los laboratorios de Física y de Química deben ser empleados bajo una propuesta didáctica, utilizando la tecnología como herramienta para conducir y enriquecer el proceso de aprendizaje. Debe darle la posibilidad al estudiante de orientar y fortalecer el aprendizaje y facilitar la construcción de la integración del conocimiento teórico-práctico. El laboratorio virtual centra el proceso de aprendizaje en el estudiante, siendo la interacción entre el contenido y el alumno el eje central de éste proceso. Esto implica, como

lo expresan los propios alumnos, una mejor comprensión de los temas.

Es necesario reconocer que los tiempos han cambiado y con ello, las estrategias educativas también deben ir adaptándose para poder llegar a los nuevos alumnos quienes tienen distintas formas de percibir la información. Como lo expresa la profesora Mirta Dick, "Es preciso encontrar nuevas formas de transmitir conocimientos, nuevos modos de vinculación con los jóvenes. Para conocerlos y entenderlos y así poder ser interlocutores válidos, mediadores entre los mundos tan lejanos en que nos encontramos. Es importante hacer visible el desencuentro y convertirlo en trabajo colaborativo. Para crecer como docentes en esta nueva forma de acompañar donde se valoriza lo que cada uno sabe y partir de allí se estructuran nuevos saberes." [5]

REFERENCIAS

- [1] MAUREL, María del C. (2014). Laboratorio virtual, una alternativa para mejorar la enseñanza de física y química en los primeros años de la carrera de ingeniería en sistemas de información de la FRRe - UTN. Tesis para acceder al grado de magíster en tecnología informática aplicada en educación – Facultad de Informática. UNLP, La Plata, Buenos Aires
- [2] Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), "VPL- Virtual Programming Labs for moodle" (2012). url: vpl.dis.ulpgc.es (consultado el 02/05/2012)
- [3] MONDEJA GONZÁLEZ, Diana y ZUMALACÁRREGUI, B. "Química virtual en la enseñanza de las ingenierías de perfil no químico" (2008). url: <http://www.virtualeduca.info/> (consultado en Marzo de 2013)
- [4] RODRÍGUEZ DEL PINO, Juan Carlos, RUBIO ROYO, Enríquez y otros (2010) "VPL: Laboratorio Virtual de Programación para Moodle" En: Actas de la JENUI. www.aenui.net/ActasJENUI/2010/Jenui2010_51.pdf
- [5] BOU, María Luisa, LACO, Liliana, DICK Mirta G. y CABONA Fabiana (2009 - 2011) Tutorías en las Facultad Regionales. Algunas ideas para pensarlas. Universidad Tecnológica Nacional – Secretaría Académica y de Planeamiento.

Trabajo práctico integrador: Estrategia para el desarrollo de competencias en carreras ingenieriles

Dra. Ing. Gloria Alzugaray¹
Mg. Lucía Rodríguez Virasoro²
Ing. Matías Orué³

¹E-Mail: gjedi@frsf.utn.edu.ar

²E-Mail: lrodriguezvirasoro@frsf.utn.edu.ar

³E-Mail: morue@frsf.utn.edu.ar

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Santa Fe

90



RESUMEN

Los trabajos prácticos constituyen una estrategia ampliamente utilizada en la enseñanza, como actividad de afianzamiento de conceptos o para la evaluación de los objetivos de aprendizaje. Ante la necesidad de incorporar conocimiento sobre innovaciones tecnológicas en tiempo real, en un mundo signado por vertiginosos cambios científicos tecnológicos, el trabajo práctico integrador aparece como una herramienta potencialmente eficaz para acompañar la formación de los ingenieros. Se analiza cómo el trabajo práctico integrador genera competencias que hacen al quehacer científico tecnológico, tales como formular soluciones alternativas a las existentes en el mercado, seleccionar métodos, diseñar secuencias experimentales, analizar y elaborar conclusiones, entre otras.

Palabras clave: trabajo práctico, integración, competencias, ingeniería, estrategia de enseñanza.

INTRODUCCIÓN

Los trabajos prácticos han sido y siguen siendo ampliamente utilizados en las aulas (ya sea como método de afianzamiento de la teoría explicada o incluso como instrumento para evaluar la comprensión de dicha teoría).

En este trabajo se presenta un modelo de trabajo práctico que integra los contenidos teóricos, los trabajos prácticos de laboratorio, la resolución de problemas, la simulación, el uso de software libre y de elementos sensores y transductores para variables físicas, articulando los conocimientos abordados en la asignatura Electrónica y Sistemas de Control de la carrera Ingeniería Mecánica de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe (UTN SANTA FE).

Sin duda existe un amplio consenso en reconocer que uno de los fines deseables en cualquier institución educativa, consiste en preparar a los estudiantes para que sean capaces de resolver gran parte de los problemas que surgen tanto en las asignaturas que

estudian como en la vida cotidiana, esta última cada vez más dependiente de la tecnología (Campanario y Otero [1]; Jiménez-Liso, Sánchez y De Manuel [2]; Jiménez-Liso y De Manuel [3]; Sánchez y Flores [4]; Sánchez, [5] y [6]).

En el contexto universitario de las carreras de ingeniería, los trabajos prácticos son un tema siempre presente en la enseñanza, ya sea como metodología aplicada o simplemente como actividad orientada a la fijación de conceptos. Desde las relaciones que se generan en el aula, los trabajos prácticos suponen la interacción alumno-alumno y alumno-docente. El papel primordial del docente como mediador consiste en ayudar a los alumnos a desarrollar sus potencialidades para que puedan resolver situaciones cada vez más complejas. Siguiendo las directrices y propuestas de organismos internacionales, el sistema educativo en todos sus niveles ha reestructurado sus planteamientos y planifica en torno a competencias básicas. Persigue con ello el desarrollo en los estudiantes de saberes más versátiles que impliquen la integración de capacidades, actitudes y emociones para insertarse al mundo laboral y social.

De acuerdo con Perrenoud [7], las capacidades son concebidas en sentido amplio, flexible y creativo, con un alcance próximo al enfoque cognitivo, más rico y profundo, que supone entender las competencias como capacidades muy amplias que exigen elegir y movilizar recursos personales (conocimientos, procedimientos, actitudes), redes (bases de datos, acceso documental, foros científicos) y realizar con ellos una atribución contextualizada (espacio, tiempo y relación). Los procesos de enseñanza tienen como núcleo central el aprendizaje del estudiante, entendido al servicio del desarrollo de las competencias. Los resultados esperados son competencias desarrolladas por el alumnado (Perrenoud [7]) que abarcan, entre otros aspectos, los relacionados con el aprender a construir conocimientos significativos.

En consecuencia, su resolución implica una actividad problemática que exige por parte

del alumno el dominio de ciertos conocimientos y competencias, concebidas estas últimas como la "Aptitud para enfrentar eficazmente una familia de situaciones análogas, movilizándolo a conciencia y de manera a la vez rápida, pertinente y creativa, múltiples recursos cognitivos: saberes, capacidades, micro-competencias, informaciones, valores, actitudes, esquemas de percepción, de evaluación y de razonamiento" (Perrenoud [7]).

Para comprender el hacer operativo que supone entender el aprendizaje al servicio de las competencias, es imprescindible entender la complejidad de este concepto. Como tal, se adopta el significado propuesto por Pérez Gómez [8], que define a la competencia como "La capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada. Supone una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones y otros componentes sociales y de comportamientos que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz".

Este enfoque contempla la complejidad de su estructura interna, es decir, el conjunto de atributos mentales que sustentan la capacidad y la voluntad de acción de las personas en las diferentes situaciones y realidades de la vida (Pérez Gómez, [8]). Según DeSeCo [9], una competencia básica debe posibilitar: obtener resultados de alto nivel personal o social, aplicarse a diferentes contextos y ámbitos relevantes y superar con éxito exigencias complejas. Se reconoce el carácter global de las competencias, que integran conceptos, procedimientos, emociones, valores y actitudes que evolucionan a lo largo de la vida de las personas. Entre los rasgos característicos de las competencias, se citan:

a) carácter holístico e integrador, ya que conocimientos, capacidades, actitudes, valores y emociones no se pueden entender de manera separada.

b) carácter contextual, pues las competencias se concretan y desarrollan vinculadas a la diversidad y complejidad de las acciones.

c) dimensión ética, dado que requieren actitudes, valores y compromisos que los sujetos van adoptando a lo largo de la vida.

d) carácter creativo de la transferencia, entendida como un proceso de adaptación creativa en cada contexto.

e) carácter reflexivo, en tanto que suponen un proceso permanente de reflexión para armonizar las intenciones con las posibilidades de cada situación.

f) carácter evolutivo, en la medida en que se desarrollan, perfeccionan, amplían, o se deterioran y restringen a lo largo de la vida.

Por otra parte, en este trabajo se compara la propuesta de "Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Iberoamericano" elevada por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de Argentina (CONFEDI) [10], que contempla diez competencias genéricas, complejas e integradas, relacionadas con saberes (teórico, contextual y procedimental), vinculadas con el saber hacer (formalizado, empírico, relacional), referidas al contexto profesional (la situación en la que el profesional debe desempeñarse o ejercer), que apuntan al desempeño profesional (la manera en que actúa un profesional técnicamente competente y socialmente comprometido) y que incorporan la ética y los valores en el perfil del profesional que se busca formar.

Las competencias tecnológicas definidas por CONFEDI son:

Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.

Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.

Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.

Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

Este trabajo tiene como eje favorecer el desarrollo de competencias en la especialidad Ingeniería Mecánica en el área de la Electrónica y el Control Automático. Ello supone pensar la formación de grado del ingeniero desde el eje de la profesión, es decir, desde el des-

empeño, desde lo que efectivamente debe ser capaz de hacer en los diferentes ámbitos de su actividad profesional.

Para ello se requiere tener en cuenta las necesidades actuales y potenciales del país, de la sociedad y del medio laboral en su conjunto, de manera de sumar a las lógicas del aprendizaje y del ámbito académico las del mundo del trabajo, económico, social y político.

Es así como ante la necesidad del conocimiento en tiempo real para incorporar las innovaciones tecnológicas, el trabajo práctico integrador aparece como una herramienta para acompañar la formación de los ingenieros frente a los cambios científico-tecnológicos con el fin de propiciar el conocimiento actualizado.

METODOLOGÍA

En este artículo consideramos que en el trabajo práctico integrador predomina el aprendizaje de dominio metodológico en interrelación indisoluble con el marco tecnológico asociado a la situación planteada. Dentro de este dominio se identifican procesos típicos del obrar de la ciencia y la tecnología, tales como: generar propuestas tecnológicas, formular modificaciones a las otras soluciones encontradas en el mercado, seleccionar métodos, diseñar secuencias experimentales, analizar, interpretar, elaborar síntesis y conclusiones.

En el trabajo práctico integrador se toman dos cuestiones que caracterizan a las competencias:

Articulan conocimiento conceptual, procedimental y actitudinal avanzando hacia la selección del conocimiento pertinente para resolver la situación.

Toman sentido en la acción al transferir conocimientos a situaciones prácticas y resolverlas de forma eficaz y eficiente.

Tomando la anterior identificación se propuso a los alumnos del curso de la asignatura Electrónica y Sistemas de Control, correspondiente al cuarto año de la carrera Ingeniería Mecánica de la UTN SANTA FE, la realiza-

ción de un trabajo práctico que integre no sólo los temas tratados en la asignatura, sino que además les posibilite desarrollar competencias propias de la formación del ingeniero (CONFEDI, [10]) inmerso en un contexto propio de su orientación.

El trabajo práctico consistió en la detección de una situación problemática, su estudio y resolución, todo lo cual demandó a los estudiantes que afronten diversos tipos de tareas que iban desde: elegir la máquina, mecanismo, instalación real o futura; que incorporen elementos de medición, control y automatización y proporcionen mejoras o soluciones alternativas.

Por lo tanto, lo primero que debían hacer los estudiantes era buscar una máquina, mecanismo, instalación real o futura, en el cual los contenidos teóricos y experimentales asociados a él estén vinculados, tal como ocurre

en la vida profesional del Ingeniero. Una vez que los estudiantes realizaron la selección mencionada, se les requirió la medición y el relevamiento de todos los datos necesarios y su posterior representación en un esquema, en el cual debían determinar y relevar las influencias ambientales (agentes corrosivos, humedad, temperatura, etc.), como así también contemplar los costos económicos y los datos técnicos y operativos de los distintos dispositivos y mecanismos a implementar.

La presentación del informe del trabajo práctico integrador debía incluir una introducción, la descripción del caso, el esquema del circuito diseñado, la memoria de cálculo y componentes, las conclusiones y las referencias de las fuentes consultadas. La Figura 1 presentada a continuación grafica la dinámica explicitada.



Figura 1 – Dinámica del desarrollo del trabajo práctico integrador a partir de la selección de un caso.

Asimismo, se tuvo en cuenta el trabajo práctico integrador para el desarrollo de competencias en la especialidad Ingeniería Mecánica en el área de Electrónica y Control Automático como evaluación de los procesos de enseñanza y de aprendizaje implicados en la asignatura (Tabla 1).

Tabla 1: Relación entre competencia, consecuencias para el aprendizaje e instrumentos aplicados

Competencia	Estrategia de enseñanza y de aprendizaje e instrumentos implementados	Consecuencias para el aprendizaje y la evaluación
Articular, formular y resolver problemas.	Presentación del pre-proyecto. Integración de conocimientos, habilidades y actitudes.	Selección del caso explicitando la integración.
Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.	Tablas de observación (checklist, escalas, simulaciones, fotografías, diagramas, etc.).	Descripción integral del funcionamiento de la instalación, máquina o mecanismo seleccionado. Medición y relevamiento de los datos necesarios, observación de condiciones relativas a la higiene y la seguridad laboral y ambiental.
Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.	Resolución de casos (aprendizaje basado en problemas).	Evaluación del conocimiento de cuándo y dónde aplicar los conocimientos disponibles.
Utilizar técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.	Evaluaciones parciales.	Evaluación del desarrollo.
Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	Presentación del proyecto final.	Presentación de proyectos ante el grupo de alumnos para intercambio de experiencias.

RESULTADOS

Con el propósito de ejemplificar las etapas mencionadas en el apartado anterior, se evaluaron los trabajos presentados por seis grupos constituidos por cuatro alumnos cada uno. En todos ellos se concretó la integración de conocimientos y competencias requeridas por la cátedra.

En estos trabajos los autores, estudiantes de la asignatura Electrónica y Sistemas de Control de cuarto nivel de la carrera Ingeniería Mecánica UTN SANTA FE, identificaron la situación problemática que se proponía como novedosa, pues no tenían las competencias para abordarlo de inmediato. Debieron para ello construir modelos y esquemas. Se propuso, consecuentemente, una secuencia de actividades que comenzó con la presentación de la situación, luego se pasó a la formulación de preguntas relevantes consensuadas en

el grupo y finalmente al diseño de un primer plan de acción.

En la Figura 1 se destaca la selección del caso relacionado con el dominio tecnológico, que a su vez está interrelacionado con el dominio metodológico. Dada la complejidad del mismo, por la variedad y cantidad de tareas asociadas a las preguntas generadas, se analiza cada uno como una situación-problema que puede resultar novedosa para el estudiante. En la Tabla 1 se muestran las relaciones entre competencias, consecuencias para el aprendizaje e instrumentos aplicados, tales como: reflexiones, decisiones, preguntas, predicciones, informaciones teóricas extraídas de la búsqueda de información, procedimientos, datos, cálculos, etc.

Con el trabajo final integrador se persiguió la adquisición de nuevas competencias, lo que obligó a los alumnos a un tiempo de ex-

ploración y de reflexión, de revisión de dudas y de tentativas abortadas para eventualmente arribar con éxito a la resolución de la tarea.

Todos los grupos de alumnos que participaron en la propuesta didáctica pudieron realizar una representación y descripción adecuada de los mecanismos tecnológicos presenta-

dos, exhibiendo diferentes niveles de detalle con identificación de sus partes constitutivas.

En la Tabla 2 se puntualizan las nuevas competencias puestas de manifiesto por el alumno, en vinculación con las competencias específicas buscadas y los indicadores de aprendizaje que lograron los grupos.

Tabla 2: Dominio de nuevas competencias asociadas a competencias e indicadores de aprendizaje

Dominio de nuevas competencias	Competencias específicas	Indicadores de aprendizaje
<p>Demuestra dominio conceptual necesario para analizar y modelar el caso con las herramientas que proporcionan la asignatura Electrónica y Sistemas de Control y otras asignaturas del área, e integra las TIC para favorecer la comprensión y el aprendizaje.</p> <p>Valora y aprecia el rol formador del área Automatización y Control como cuerpo de conocimientos estructurado y coherente con el desarrollo de la ciencia y la tecnología.</p> <p>Articula aspectos teóricos y tecnológicos.</p> <p>Manifiesta precisión conceptual para entender resultados y procesos.</p> <p>Menciona referencias bibliográficas.</p>	<p>Capacidad de aplicar conocimientos a la práctica.</p> <p>Capacidad de organización y planificación.</p> <p>Conocimientos del campo de estudio.</p> <p>Capacidad para concebir, diseñar e implementar proyectos y herramientas propios de la ingeniería.</p> <p>Habilidad para establecer objetivos razonables en función del problema en estudio y de los recursos disponibles.</p> <p>Utilización efectiva de las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería</p> <p>Desarrollo de argumentaciones en la presentación de datos y gráficos.</p> <p>Conocimiento de programación adecuada de los PLC y placas Arduino.</p> <p>Vinculación adecuada de referencias.</p>	<p>Utilización efectiva de técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería</p> <p>Nivel o grado de explicitación de las representaciones.</p> <p>Descripción del funcionamiento de la máquina o mecanismo seleccionado.</p> <p>Medición y relevamiento de los datos necesarios, observación de las condiciones relativas a su uso y aplicación.</p> <p>Descripción del funcionamiento de la máquina o mecanismo seleccionado, basada en el conocimiento científico-tecnológico.</p> <p>Reconocimiento de los principios y leyes de funcionamiento de los dispositivos.</p> <p>Adquisición de experiencia en la selección y uso de diversas fuentes de información.</p>

En la Tabla 3 se presenta una síntesis de los trabajos prácticos integradores y los indicadores de aprendizaje realizados por tres grupos de alumnos. Los mismos se desarrollaron siguiendo una guía preparada para tal fin en la que se solicitaba efectuar un informe detallado del proceso elegido, incorporando fotos, e imágenes del mismo, diagrama esquemático de los elementos del sistema sensores y actuadores y la programación del control seleccionado. Finalmente, para la aprobación del trabajo práctico integrador el grupo de alumnos debía realizar una exposición y la defensa del mismo frente a los docentes de la cátedra y sus pares.



Tabla 3: Trabajos prácticos integradores e indicadores de aprendizaje

Título del trabajo	Indicadores de aprendizaje
Automatización de una planta potabilizadora.	Comprender el proceso seleccionado. Modelizar la situación problemática. Seleccionar protocolo de seguridad. Utilizar software específico. Elegir PLC y sensores. Programar en LADER /BDF. Describir componentes del sistema (motor, sensores, finales de carrera, contactores y relés).
Aplicación de los conceptos a un sistema de nivel de líquido a temperatura variable.	Comprender el proceso seleccionado. Modelizar la situación problemática. Seleccionar protocolo de seguridad. Utilizar software específico. Elegir PLC y sensores. Programar en LADER /BDF.
Sistema de comando de una puerta rápida empleada en frigoríficos para seccionar pasillos y permitir el traslado con autoelevadores.	Conocer el proceso industrial. Utilizar software específico. Elegir PLC y sensores. Programar el LADER /BDF. Definir entradas y salidas. Diagrama unifilar.
Sistema de comando de un aire acondicionado central.	Conocer el sistema. Protocolo de seguridad. Elegir PLC y sensores. Programar en LADER /BDF.
Sistema de dosificación de harinas.	Describir componentes del sistema. Protocolo de seguridad. Elegir PLC y sensores. Programar en LADER /BDF.
Automatización de portón garaje con placa Arduino.	Comprender el proceso seleccionado. Modelizar la situación problemática. Seleccionar protocolo de seguridad. Utilizar software específico. Programar placa Arduino. Describir componentes del sistema (motor, sensores, finales de carrera, contactores y relés).
Control de sistema de carga y descarga de cajas mediante un brazo robótico.	Conocer el proceso. Elegir elementos del sistema de paletizado. Describir componentes del sistema (sensores fotoeléctricos). Controlar el proceso con PLC. Programar PLC.

CONCLUSIONES

El objetivo que ha guiado este trabajo es integrar los conocimientos impartidos en la asignatura Electrónica y Sistemas de Control a las condiciones laborales en torno a la carrera profesional. Esta preocupación a derivado en la realización del trabajo práctico integrador, que el alumno realiza en un ambiente de trabajo real compatible con lo que será su práctica profesional. Teniendo en cuenta la muestra relevada, se ha observado que esta estrategia es una fortaleza para el dictado de la asignatura, porque el alumno puede internalizar plenamente los contenidos abordados, desarrollar competencias y aprender por sí mismo respondiendo a su motivación.

Se ha podido relevar que las competencias se ponen en acción en contextos problemáticos (el trabajo final integrador) que se definen por su autenticidad, es decir, reales y relevantes (Monereo y Pozo, [11]).

El trabajo práctico integrador fue propuesto como una herramienta pertinente para desarrollar competencias vinculadas con el saber hacer. Esto implica que en su formación, además de conocimientos teóricos, el estudiante debe adquirir una serie de habilidades y destrezas, para lo cual el trabajo práctico integrador constituye una valiosa opción pedagógica. A través de su implementación, se ha detectado en los alumnos el incremento en la predisposición para el aprendizaje de temas relacionados con el área de control y automatización. Esto se pone de manifiesto al momento de la presentación de los informes, en la profundidad de tratamiento de los temas, en la complejidad de las lógicas y esquemas de control diseñados, en el nivel de las consultas de los alumnos sobre características de sensores, actuadores, autómatas y otros componentes.

En consonancia con lo expresado por Perrenoud [7], de que “la profesión no es inmutable. Sus transformaciones pasan por la aparición de nuevas competencias”, este trabajo pone en evidencia que acercando la actividad a lo que será su trabajo profesional

el alumno se conecta con los contenidos de la asignatura en cuestión.

Este artículo presenta algunos primeros resultados referidos al potencial del trabajo práctico integrador para estudiar los procesos de construcción conceptual, razonamiento y argumentación implicados en la elaboración de los informes y su presentación y defensa ante los profesores de la cátedra [12]. Se muestra la contribución de esta actividad al desarrollo de las prácticas de la argumentación (oral y escrita), propias del trabajo ingenieril. Asimismo, los resultados muestran la importancia de la retroalimentación para el logro de aprendizajes complejos y el desarrollo de procesos cognitivos superiores. En ese sentido, resulta indispensable la disposición del docente para revisar los informes y hacer explícitos los criterios de calidad para apreciar la tarea de los alumnos en el trabajo práctico integrador.

Al finalizar cada ciclo de la cátedra se observó la inquietud del curso por avanzar con aplicaciones directas sobre temáticas relacionadas con la ingeniería mecánica. También fue valorada positivamente en los comentarios de los alumnos la comprensión sobre la gran incidencia que actualmente tienen en la vida profesional del ingeniero mecánico los temas relacionados con la automatización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CAMPANARIO, J.M. y OTERO, J. (2000). “La comprensión de los libros de texto”, en PERALES, F.J. y PORLAN, R. (Eds.), *Didáctica de las ciencias experimentales*, Marfil, Alcoy.
- [2] JIMENEZ-LISO, M.R., SÁNCHEZ, M.A. y DE MANUEL, E. (2002). Química cotidiana para la alfabetización científica: ¿realidad o utopía? *Revista Educación Química*. 13(4): 259-266.
- [3] JIMENEZ-LISO, M.R. y DE MANUEL, E. (2009). El regreso de la química cotidiana: ¿regresión o innovación?. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 27(2): 257-272.
- [4] SÁNCHEZ, I. y FLORES, P. (2004). Influencia de una metodología activa en el

proceso de enseñar y aprender Física. *Journal of Science Education*. 5(2): 77-83.

[5] SÁNCHEZ, I. (2007). Aprendizaje Significativo a través de resolución de problemas integradores y contextualizado por investigación (ASARPIC). *Panorama Científico*: Conicyt, 21.

[6] SÁNCHEZ, I. (2009). Influencia de la resolución de problemas por investigación; en el pensamiento crítico, estrategias y calidad del aprendizaje. Publicación *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra. VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona: 3503-3507.

[7] PERRENOUD, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Graó. Barcelona.

[8] PÉREZ GÓMEZ, A.I. (2007). La naturaleza de las competencias básicas y sus aplicaciones pedagógicas. *Cuadernos de Educación*. Consejería Educación de Cantabria.

[9] DeSeCo (2005). *The definition and selection of key competencies*, resumen ejecutivo, OCDE.

[10] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería – CONFEDI (2010). La Formación del Ingeniero para el Desarrollo Sostenible. Aportes del CONFEDI - *Congreso Mundial Ingeniería*. Buenos Aires, Octubre 2010.

[11] MONEREO, C. y POZO, J.I. (2007). Competencias. *Cuadernos de Pedagogía*. Nº 370.

[12] PESA, M. A., BRAVO, S., BRAVO, B. (2015). Los informes de laboratorio como recurso efectivo para el desarrollo de competencias comunicativas y argumentativas. *VII Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo - V Encuentro Iberoamericano sobre investigación en enseñanza de las Ciencias*, Burgos: 373-381.

Autores:

Dra. Gloria Alzugaray Ingeniera Electricista y Dra. en Enseñanza de las Ciencias: mención Física. Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe. Directora del GIEDI – Grupo UTN de Investigación en En-

señanza de la Ingeniería. E-Mail: giedi@frsf. utn.edu.ar

Mg. Lucía Rodríguez Virasoro Psicopedagoga y Mg. en Psicología Cognitiva y Educación. Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe. Integrante del GIEDI. E-Mail: lrodriguezvirasoro@frsf. utn.edu.ar

Ing. Matías Orué Ingeniero en Electrónica. Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe. Profesor Adjunto. Integrante del GIEDI. E-Mail: morue@frsf. utn.edu.ar

ARTÍCULO SELECCIONADO DEL CONAIISI

Creación de corpus para aplicaciones de análisis de texto no estructurado

Dr. Julio Castillo¹
Ing. Marina Cardenas²
Ing. Adrian Curti

¹Email: jotacastillo@gmail.com, jcastillo@sistemas.frc.utn.edu.ar .

²Email: ing.marinacardenas@gmail.com

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Córdoba

RESUMEN

En este trabajo se describen dos de las aplicaciones desarrolladas para dar soporte en las actividades de elaboración de material de entrenamiento para sistemas de minería de datos sobre texto no estructurado.

El desarrollo de dichas aplicaciones está motivado en la necesidad de generar y utilizar corpus que sirva en la fase de entrenamiento de técnicas de aprendizaje automático. En particular estas herramientas fueron concebidas para que puedan ser utilizadas en las tareas de traducción automática, y en generación de paráfrasis.

ABSTRACT

This paper describes two of the applications developed to support activities of building training materials for data mining systems over unstructured text.

The development of such applications is motivated by the need to generate corpus for the training phase of machine learning techniques. As special case, these tools can be used in the task of machine translation and paraphrase generation.

Palabras clave: creación de corpus, material de entrenamiento, aprendizaje automático

1. INTRODUCCIÓN

Las herramientas que se describen en este artículo han sido desarrolladas con el objetivo de proveer un mecanismo de automatización del proceso de construcción de material de entrenamiento que es necesario para los sistemas basados en aprendizaje por computadora.

Se pretende que los materiales de entrenamiento producidos permitan abordar problemas de extracción de información y minería de datos en textos no estructurados [1][2][3][4][5] mediante técnicas de aprendizaje por computadora (machine learning), en especial las basadas en redes neuronales artificiales [6][7][8]. En particular, estas herramientas fueron diseñadas para ser empleadas cuando se utilicen técnicas de aprendizaje supervisado.

La generación y análisis del material del entrenamiento para un sistema de análisis de texto no estructurado es una tarea muy ardua y artesanal para ser realizada por un humano, lo cual motiva la construcción de programas que permita ayudar a los anotadores humanos en la construcción (semiautomática) de corpus [9][10].

Por otra parte, contar con un adecuado y completo material de entrenamiento es de

vital importancia para sistemas basados en aprendizaje automático.

Por ello, se han desarrollado dos programas que pueden ser utilizados para proveer material de entrenamiento a aplicaciones de minería de datos sobre texto no estructurado. En las siguientes secciones se describen las principales características de los mismos.

Uno de los problemas que se pretende abordar con este material de entrenamiento es el problema de las evaluaciones de las traducciones automáticas. La traducción automática es el área que estudia el problema de realizar una traducción desde un idioma fuente a otro idioma distinto denominado idioma destino, con la ayuda de programas de computadora principalmente basados en traducción automática estadística [11][12][13]. En ese contexto, la evaluación de las traducciones automáticas consiste de desarrollar mecanismos que permitan realizar ranking entre diversos sistemas de traducción automática [14][15], con el objetivo de determinar cuál es el traductor más adecuado. Este ranking se realiza contrastando las traducciones obtenidas con las traducciones realizadas con un evaluador humano [16].

Este artículo presenta en la Sección 2 el programa asistente de creación de corpus, y posteriormente, la Sección 3 describe la herramienta de Mapeo de Datos. Finalmente, la Sección 4 resume las conclusiones.

2. PROGRAMA ASISTENTE DE CREACIÓN DE CORPUS

Para poder construir el programa Asistente de Creación de Corpus (ACC) se investigaron diversos fenómenos lingüísticos y se los clasificaron en base al tipo de fenómeno presente en un fragmento de texto. En base a ello se identificaron y clasificaron en Fenómenos Léxicos, Morfológicos, Semánticos, y Sintácticos.

La caracterización de estos fenómenos ayudó al diseño del software permitiendo orientar la funcionalidad con el objetivo de facilitar la identificación y clasificación de los mismos por parte del experto anotador humano.

El ACC tiene como objetivos:

- Proveer de un medio semiautomático que sirva de herramienta a los usuarios para sistematizar e identificar los diferentes fenómenos lingüísticos presentes en diversos textos.
- Permitir la clasificación de pares de texto con paráfrasis y facilitar la lectura y estudio del corpus.
- Generar un corpus etiquetado. La utilidad de un nuevo corpus etiquetado es vital, ya que servirá como material de entrenamiento a algoritmos de aprendizajes supervisados implementados en el proyecto, y también servirá como material para su aplicación en otras subáreas de la Inteligencia Artificial.

Concretamente, el software desarrollado permite:

- Lectura de corpus: Para la obtención del corpus se realizó un módulo que permitió tomar como base corpus provisto por el NIST (National Institute of Standards and Technology) y por el CLEF (Cross Evaluation Language Forum) [11] para su posterior generación, tabulación, ordenamiento y etiquetado, como así también la traducción del material al español utilizando el traductor automático de GoogleTranslate y luego se refinaron las traducciones por traductores humanos que revisaron y corrigieron algunos detalles sintácticos y semánticos de las traducciones automáticas.
- Carga de pares (texto e hipótesis) del corpus.
- Búsqueda y posicionamiento de un par dentro del corpus.
- Selección de subcadenas de fragmentos de texto con el objeto de someterlos a una posterior clasificación: esto permite seleccionar partes de un texto y visualizarlas gráficamente a través de una tabla para su posterior modificación.
- Clasificación de los fenómenos en categorías y subcategorías definidas previamente.
- Almacenamiento en archivos de las salidas de este nuevo corpus etiquetado.
- Almacenamiento gradual. Esto significa que no es necesario que el anotador humano.

no realice la etiquetación del corpus completo durante una sesión de trabajo, lo puede hacer en sucesivas sesiones e ir guardando sus avances en forma progresiva.

- Identificación de usuarios. Esto posibilita la identificación de qué tipo de fenómeno fue seleccionado por un usuario determinado. Esta información es útil para poder determinar la eficiencia de clasificación de los anotadores, permite conocer la trazabilidad de los mismos.

Se definieron cuatro categorías de fenómenos y, posteriormente, se reclasificaron permitiendo la aparición de subcategorías en cada uno de estos fenómenos lingüísticos. Por ejemplo, dentro de la categoría de Fenómenos Léxicos identificamos los siguientes subfenómenos: Anglicismos, Arcaísmos, Barbarismos, Cultismos, Eufemismos, Galicismos, Jerga (o algarabía), Neologismo, Tecnicismo, y Vulgarismo.

De la misma manera se procedió con las otras categorías de fenómenos.

En la Figura 1 se muestra la interfaz principal del sistema asistente.

Como resultado del desarrollo del proyecto se ha obtenido un programa que permite ayudar en la construcción semiautomática de corpus para los anotadores humanos.

El desarrollo de esta herramienta contribuye a los objetivos del proyecto en el sentido que provee de material de entrenamiento tanto en el idioma español, como en el inglés. Esto facilita y mejora el funcionamiento de los Sistemas de RTE (Implicación Textual) en la medida que se entrena con mejor material de entrenamiento para el idioma español.

El uso de esta herramienta ha permitido ahorrar notable tiempo de procesamiento manual.

Experimentalmente se puso a prueba la velocidad en la clasificación del ACC en comparación con el uso de una planilla de cálculos para clasificar pares RTE. Para ello, se seleccionaron dos anotadores humanos y un subconjunto del corpus RTE4 provisto por el NIST de 100 pares.

En comparación con una planilla de cálculo, se ha podido comprobar que un mismo anotador humano pudo incrementar su velocidad de clasificación en un 40%, y al mismo tiempo, el ACC ayudo a eliminar los errores en los que incurrían los evaluadores humanos al registrar la clasificación dentro de una celda de la planilla de cálculo.

Esto es debido a que esta herramienta permite que el anotador se enfoque en un par de textos por vez, y así no incurra en errores de clasificación, y ayuda a que el anotador no se equivoque y asigne un valor de clasificación a otro par. Por otra parte, y como ventaja adicional del asistente de creación de corpus, se lleva registro de cada par clasificado por un anotador, y esto permite computar fácilmente estadísticos sobre el corpus, tales como el acuerdo inter-anotador para determinar el nivel de confianza de clasificación de los anotadores humanos.

Se prevé continuar usando la herramienta para la generación de mejores corpus, contemplando la posibilidad de dejarla disponible para el acceso libre de otros investigadores del área que deseen hacer uso de la misma para sus trabajos.

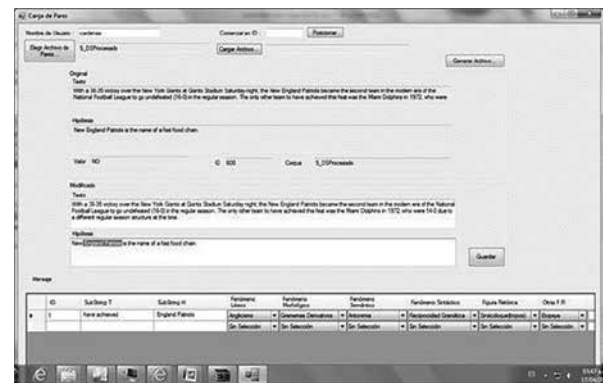


Figura 1. Interfaz principal de carga y clasificación de pares de un corpus

3. PROGRAMA DE MAPEO DE DATOS

El Programa de Mapeo de Datos (PMD) permite realizar un análisis exploratorio y una primera aproximación al análisis de textos sobre textos estructurados y tiene como objetivo realizar la manipulación de diferentes fuentes y orígenes de datos y almacenarlos en una

estructura estándar en una base de datos estructurada que trabaja sobre SQL Server.

Esta aplicación permite tomar datos de orígenes de datos estructurados y registrarlos en nuestro origen de datos que se encuentra normalizado para facilitar la búsqueda y análisis de textos.

El PMD está basado en una aplicación web que trabaja sobre Flash y almacena los datos normalizados en una estructura estándar de una base de datos SQL Server facilitando la búsqueda y análisis de textos.

A continuación se pueden observar algunas de las interfaces principales de la aplicación:

En la Figura 2 puede observarse la selección del origen y destino de datos estructurados, mientras que en la Figura 3 se visualiza la interfaz diseñada para realizar el mapeo y transformación de datos de manera interactiva.

El fin último de este módulo es contar con un repositorio de información estructurada de modo tal que facilite y permita el adecuado procesamiento de la información y poder utilizar las técnicas que se vienen desarrollando en el proyecto para texto no estructurado.

De esta manera, esta herramienta permite acceder a diferentes bases de datos (y orígenes de datos) y permite unir la información en un repositorio común. Este repositorio es en sí mismo, una base de datos relacional normalizada sobre la que se podrán efectuar consultas y realizar minería de datos. Dado que se almacena información de diferentes fuentes, es necesario realizar una actualización cuando la información cambia en los repositorios originales. Así, la manera de funcionar de este repositorio es análoga a la estructura con la que se diseña un cubo OLAP [17], lo cual permite posteriormente, su consulta, análisis y exploración.

4. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En este artículo presentamos dos herramientas para la manipulación de información no estructurada. La primera herramienta permite automatizar la creación de un corpus, mediante un programa de carga y clasificación.

La segunda herramienta, posibilita trabajar con múltiples orígenes de datos y registrarlas en una base de dato relacional, para poder realizar posteriormente tareas de minería de datos.

Ambas herramientas están siendo utilizadas en la creación de corpus, y permiten incrementar la productividad de anotadores humanos reduciendo el tiempo de clasificación y errores incurridos por los anotadores al momento de registrar una clasificación.

Como trabajo futuro se prevén extensiones de esta herramienta para poder manipular otros corpus y diversos orígenes de datos. Asimismo, se planea adaptar estas herramientas para que puedan ser utilizadas en la creación de corpus útiles para la tarea de evaluación de la calidad en las traducciones automáticas.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto de investigación es llevado a cabo en el Laboratorio de Investigación de Software (LIS) del Dpto. de Ingeniería en

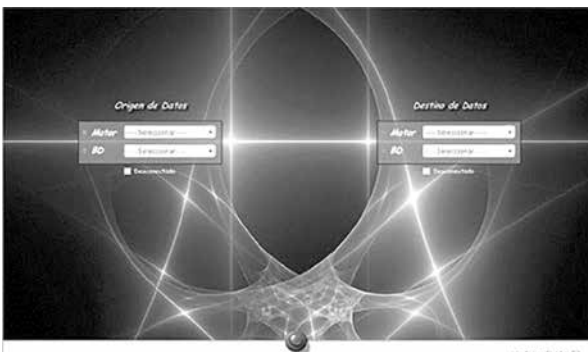


Figura 2. Pantalla de Conexión con Bases de Datos

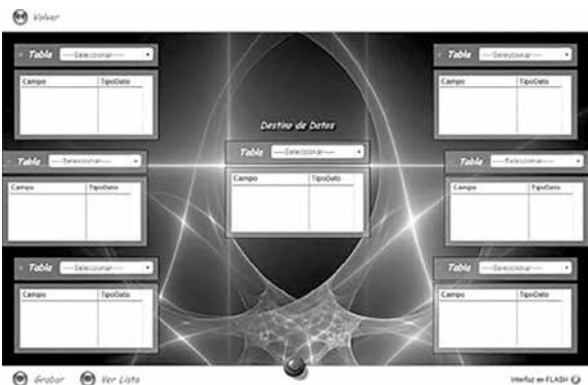


Figura 3. Pantalla de Mapeo de Datos

Sistemas de Información de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba (UTN-FRC), con financiamiento de la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado de la UTN.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] KLALAVANSY, J; RESNIK, P. (1996). *The Balancing Act. Combining Symbolic and Statistical Approaches to Language*. MIT Press.
- [2] MANNING, C; SCHUTZE, H. (1999). *Foundations of Statistical Natural Language Processing*. The MIT Press, Cambridge, MA.
- [3] CASTILLO J. (2009). Sagan in TAC2009: Using Support Vector Machines in Recognizing Textual Entailment and TE Search Pilot task. TAC, 2009.
- [4] CASTILLO, J.; Cardenas, M. Using Sentence Semantic Similarity Based on WordNet in Recognizing Textual Entailment. Iberamia 2010, LNCS, vol. 6433, pp. 366-375, 2010.
- [5] CASTILLO, J. Using Machine Translation Systems to Expand a Corpus in Textual Entailment. Proceedings of the Iccetal 2010, LNCS, vol. 6233, pp.97-102, 2010.
- [6] FELDMAN R.; HIRSH, H. (1996). Exploiting Background Information in Knowledge Discovery from Text. *Journal of Intelligent Information Systems*.
- [7] LEWIS, D. (1995). Evaluating and optimizing autonomous text classification systems. In Proceedings of SIGIR-95, 18th ACM International Conference on Research and Development in Information Retrieval. Seattle, US, págs. 246-254.
- [8] CRAVEN, M.; SHAVLIK, J. (1997). Using Neural Networks for Data Mining. *Future Generation Computer Systems*, 13, págs. 211-229.
- [9] CASTILLO, J.; CARDENAS, M.; CURTI, A; CASCO O. (2015). Software para asistencia en la creación de corpus para sistemas de análisis de texto no estructurado. WICC 2015. San Luis, Argentina.
- [10] STEFAN, T; STEFANOWITSCH, A. (2006). *Corporain Cognitive Linguistics. Corpus Based Approaches to Syntax and Lexis*, Berlin: Mouton, pág. 117.
- [11] HE, Y.; Du J.; Way, A. and Van J. (2010). The DCU dependency-based metric in WMT-MetricsMATR 2010. In: WMT 2010 - Joint Fifth Workshop on Statistical Machine Translation and Metrics MATR, ACL, Uppsala, Sweden.
- [12] XIONG, D., LIU, Q., and LIN, S. (2006). Maximum entropy based phrase reordering model for statistical machine translation. In Proceedings of ACL-COLING. 521-528.
- [13] CALLISON BURCH, C.; KOEHN, P; MONZ, C.; ZAIDAN, O. (2011). Findings of the 2011 Workshop on Statistical Machine Translation. WMT 2011.
- [14] COUGHLIN, D. (2003). Correlating Automated and Human Assessments of Machine Translation Quality. In MT Summit IX, New Orleans, USA pp. 23-27.
- [15] CASTILLO J. (2008). The Contribution of FaMAF at QA@CLEF 2008. Answer Validation Exercise. 2008. In proceeding of CLEF 2008. September, Aarhus, Denmark.
- [16] TURIAN, J.; SHEN, L. and MELAMED, I. D. (2003). Evaluation of Machine Translation and its Evaluation. Proceedings of the MT Summit IX, New Orleans, USA, 2003pp. 386-393.
- [17] CODD, F; CODD, S; SALLEY, C. (1993). Technical Report. San Jose, Calif: Codd EF & Associates; 1993. Providing OLAP (Online Analytical Processing) to User-Analysts: An IT Mandate.

Grab them with ai: aprender programación jugando

Dr. German Antonio Montejano¹

Dr. Mario Marcelo Berón²

Lic. Mariano Gabriel Luzza Bonilla³

¹Email: gmonte@unsl.edu.ar

²Email: mberon@unsl.edu.ar

³Email: mluzza@unsl.edu.ar

Universidad Nacional de San Luis

RESUMEN

En la actualidad existen numerosos problemas, que si bien pueden ser solucionados con herramientas de propósito general, es más apropiado abordarlos con aplicaciones específicas para ese dominio. En este contexto se encuentran los Lenguajes Específicos del Dominio (LED).

Un LED es un conjunto reducido de construcciones y operaciones que brindan una mayor expresividad y optimización para un dominio particular.

Un área de especial aplicación para los LED es en el ámbito de la enseñanza en programación, ya que posibilitan abstraerse de los problemas particulares de los Lenguajes de Propósito General (LPG) para centrarse en el tema particular que se desea enseñar. Una primera aproximación a los LED son las APIs, siendo la base para una posible construcción de un LED. En este trabajo se presenta "Grab them with AI" una herramienta que provee una API para desarrollar inteligencias artificiales para competir en un divertido juego y así practicar conceptos de programación.

Palabras clave: LED, Lenguaje Específico del Dominio, Enseñanza de Programación, Generador de Aplicaciones, Videojuego.

INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo, es más común ver computadoras a nuestro alrededor. Ya sea en la forma tradicional de computadoras personales, o en otros dispositivos más recientes como celulares inteligentes, tabletas, electrodomésticos, vehículos, etc. Con ello, también se hace más notoria la necesidad de que las personas aprendan a programar, principalmente porque todos estos dispositivos necesitan programas, pero también porque ayuda a pensar de una forma algorítmica, es decir más ordenada. No parece muy radical pensar que en el futuro cercano, tener conocimientos de programación sea tan importante como lo es terminar los estudios secundarios en la actualidad.

En pos de este objetivo, los ingenieros de software han buscado, a través de arduas investigaciones, como hacer más sencilla la tarea de enseñar a programar [1]. Como resultado de las tareas antes mencionadas, fue posible detectar dos principales ramas de estudio. Por un lado, resulta interesante conocer cuáles son las causas de que sea tan difícil para el alumno aprender los conceptos básicos de programación. En este contexto, se observa que pocos alumnos asocian el uso de computadoras como herramientas programables para resolver problemas. Esto

se debe al uso común que le dan los jóvenes a las computadoras, como navegar en internet, chatear o escribir un documento, entre otras tareas. Otra arista de este problema es que en materias de informática del colegio secundario, generalmente se limita a la enseñanza de ofimática [2, 3], reduciendo el horizonte que tienen los alumnos en las ciencias de la computación. Por otro lado, se puede evidenciar que con herramientas y lenguajes más didácticos y cuyo principal objetivo es facilitar el aprendizaje de los conceptos de programación, se logran mejores resultados [4]. Ejemplos de este tipo de lenguajes son Logo [5], Scratch [6], Proyecto Hoshimi [7], entre otros tantos. Claramente a pesar de los esfuerzos realizados por la comunidad científica, el problema está siendo abordado pero no se ha resuelto del todo. Un problema para añadir, es que muchas personas no aprenden fácilmente los métodos, técnicas y uso de herramientas de ingeniería de software y se dan por vencidos en forma temprana. Parte de la dificultad se presenta en que los lenguajes de programación son muchas veces complejos por demás haciendo que los alumnos tengan problemas para asimilar los conceptos [8]. Otra debilidad se observa a la hora de mostrar resultados al usuario. Los alumnos invierten gran cantidad de tiempo en la creación del programa, que al ser ejecutado, resulta ser un monótono programa de texto, en el caso de que al menos se presente un lenguaje que puede ser utilizado en una computadora, ya que a veces las prácticas se limitan a “lápiz y papel”. Ciertamente la programación y la lógica no se van a convertir en más sencillos, por lo menos no en este trabajo. Lo que sí es posible cambiar y es el foco de este artículo, es que los lenguajes y sus herramientas de trabajo sean más atractivos de utilizar, poniendo un incentivo extra al de aprender a programar. Es razonable pensar que una mayor cantidad de herramientas contribuye a que diferentes perfiles y contextos del mismo problema sean abordados, brindando así diversas soluciones para la enseñanza de programación. Por ello, en este trabajo se presenta “Grab them with AI”, un juego competitivo para practicar de forma amena conceptos de programación.

El artículo está organizado como sigue. En primera instancia se introduce el concepto de Lenguaje Específico del Dominio. Luego se presenta “Grab them by the Eyes”, un juego desarrollado por Terry Cavanagh, que se usó como base para el desarrollo de este trabajo. Después se describe “Grab them with AI”, una herramienta que presenta una API y front-end para el desarrollo de inteligencias artificiales (IA) para el juego, basado en el original. La API supone el primer paso para la futura implementación de un LED. Como paso siguiente se expone un caso de estudio en donde se manifiesta el uso de la API para resolver problemas típicos de programación. Finalmente, se presentan las conclusiones y el trabajo futuro de éste artículo.

LENGUAJE ESPECÍFICO DEL DOMINIO

Un Lenguaje Específico del Dominio (LED) es un conjunto reducido de construcciones y operaciones que brindan una mayor expresividad y optimización para un dominio particular. Según Hudak [9] un LED es la “última abstracción”, la cual captura precisamente la semántica de un dominio de aplicación.

Algunos LED bien conocidos incluyen SQL y expresiones regulares entre otros. Claramente, cada uno es mejor que un lenguaje de propósito general para representar operaciones sobre base de datos y cadenas respectivamente. Pero no sucede lo mismo cuando se intenta describir soluciones fuera de su dominio. Algunas industrias poseen también sus propios LED. Por ejemplo, en telecomunicaciones, los lenguajes de descripción de llamadas son ampliamente utilizados para especificar la secuencia de estados en una llamada telefónica, y en la industria de viajes, generalmente se necesita un lenguaje para describir reservas de vuelo. Otras áreas donde también se usan LED incluyen el plan de rutas de navegación de una web, diagramas de conexión de componentes electrónicos, un árbol genealógico, etc.

Cuando se diseña un LED, se deben especificar claramente los conceptos y relaciones relevantes para el dominio al cual dicho lenguaje va a estar destinado, como por ejemplo un árbol genealógico. Para armar un árbol

genealógico es necesario representar las relaciones familiares entre distintas personas. De aquí se puede rescatar como conceptos importantes “Persona” y “Parentesco”.

Los usuarios de un LED crean modelos los cuales son las instancias del LED [10]. Es común encontrar LEDs cuyo uso es generar código de programa en otro lenguaje o un ejecutable, pero también son utilizados para generar otros artefactos como un esquema de visualización para ciertos datos. Cuando se define un LED, se pueden especificar plantillas que lean un modelo del LED y generen ejecutables, fuentes de otros lenguajes, archivos de texto u otros artefactos. Siguiendo el ejemplo del árbol genealógico, se podría tener una plantilla que tome varias relaciones de parentesco simples como padre, hijo y hermano y genere otras relaciones deducibles como abuelo, sobrino y primo. Otro caso donde sería útil, podría ser para un equipo de desarrollo de sitios web, que cuente con un LED para generar la navegabilidad de las diferentes páginas y que cree tanto un esqueleto del sitio como una herramienta que verifique dicha navegabilidad. Generalmente, los LED son creados cuando un grupo de usuarios (no necesariamente desarrolladores) tienen que generar código similar para varios productos. Esto es debido a la ventaja que ofrecen los LED en abstracción y focalización en un dominio, sumado a que el código producido es más confiable gracias a la automatización y refactorización de las tareas.

Una primera aproximación a los LED son las API (application programming interface o interfaz de programación de aplicaciones en español) construidas sobre un LPG. Muchas veces las API son el primer paso hacia el desarrollo de un LED. También muchos de esos desarrollos de LED quedan solamente en ese primer paso, cuando se evalúa la relación costo beneficio [11]. Luego en la transición de la API al LED, un posible patrón de implementación es un lenguaje que se traduzca en invocaciones a la API ya desarrollada.

En este artículo se presenta la construcción de una API centrada en el desarrollo de IA para el juego “Grab them by the Eyes” y así practicar conceptos de programación me-

dante un videojuego. La API se describe detalladamente más adelante.

GRAB THEM BY THE EYES

Grab them by the Eyes es un juego basado en tecnología Flash desarrollado por Terry Cavanagh y publicado en febrero de 2015. El escenario del juego presenta un Jay el propietario de un carrito de hamburguesas, a quien de repente se le presentan dos jóvenes con otro carrito pero que tiene una novedad, un cartel luminoso para atraer a los clientes. Los dueños de “Hamburguesas Sucias” (o Filthy Burgers en inglés) desafían a Jay retándolo a que no tema un poco de competencia y le hacen la siguiente apuesta: el vendedor de hamburguesas que más clientes tenga durante la semana, se queda con la zona de venta. Jay cree que para competir, también debe armar letreros luminosos y es allí donde entra el papel del jugador.

Una partida del juego se divide en seis días. Cada día se repite una rutina que consiste en tres etapas:

1. Comprar partes de carteles.
2. Armar carteles.
3. Ver el resultado de los carteles.

Durante la primera etapa ambos vendedores se turnan uno a otro para comprar componentes de carteles. Además, cada día se alterna el vendedor que comienza la compra para dar equilibrio a esta etapa. La tienda de carteles presenta cinco partes de carteles en vidriera de diferentes tipos, puntajes y precios. Los tipos son: (i) mensaje; (ii) color; (iii) borde; (iv) efecto; y (v) marco. Los puntajes son un número natural que representa la cantidad de clientes que atraerá. El precio está determinado por la posición en la tienda, siendo el costo del primer cartel \$10, el segundo \$20 y así siguiendo. Cuando un vendedor compra una parte de cartel, se quita de la tienda y las demás se corren para ocupar la posición desierta, bajando el costo de esos componentes. Por ejemplo, sean A, B, C, D y E partes de carteles en las posiciones 1 a la 5, si el jugador compra la parte C a \$30, luego D y E se desplazarán una posición, costando ahora \$30 y \$40 respectivamente. Además, la tienda suele tener más de cinco partes de

carteles, siendo las sobrantes una reserva que no se muestra ni se puede comprar, pero que van apareciendo a medida que se compran las que están en vidriera. Cada turno, un jugador puede comprar un único componente. Los turnos se suceden hasta que ambos jugadores se queden sin dinero para comprar o se acaben los componentes.

En la segunda etapa los vendedores arman sus carteles. Los carteles están divididos en marcos, que al principio de la partida son dos, pero se pueden comprar más en la tienda. Cada marco puede tener a lo sumo uno de cada tipo de componente restante (mensaje, color, borde y efecto). La suma de los puntos de los componentes usados es el puntaje total del cartel.

Al final, en la tercera etapa se computan los puntos (que representan clientes) en cada vendedor. Además los componentes utilizados restan un punto hasta un mínimo de uno, que representa la pérdida de actualidad. Cuando transcurren los seis días, se suman todos los días y se define el ganador.

GRAB THEM WITH AI

El desarrollo original de Terry Cavanagh es un juego donde un vendedor (Jay) lo dirige en tiempo real el jugador y el otro es una inteligencia artificial (IA) fija. En este trabajo de investigación, se replicó el juego, pero donde ambos jugadores son IA, que se deben implementar a partir de una API que incluye el nuevo juego desarrollado. Así surge "Grab them with AI" que toma prestado parte del nombre original y lo mezcla con el nuevo agregado, que representa el desarrollo de IA.

COMPOSICIÓN DE LA API

La única forma de jugar a "Grab them with AI" es a través de una inteligencia artificial que debe ser desarrollada usando la API provista por el juego. La API consta de las siguientes clases:

- Carta: representa cada parte de cartel. Tiene propiedades que posibilitan conocer el tipo y el puntaje.
- Cartel: se utiliza para realizar la composición de las partes.

- Jugador: es una clase abstracta que debe implementar quien desarrolla una IA.
- Partida: es el motor de la partida y presenta métodos públicos para que el jugador interactúe con el juego.

En la figura 1 se puede ver un diagrama de clases que resume la API. A continuación se describen las clases con más detalle.

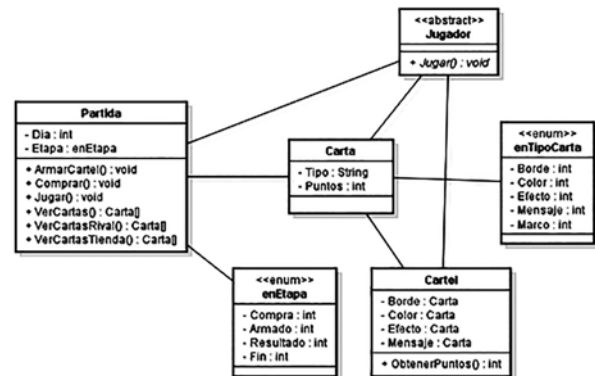


Figura 1 – Diagrama de clases de la API

La clase Carta es la parte más atómica de la API. Cada instancia de Carta representa una parte de cartel. La denominación de carta surge del aspecto visual que tiene en el juego, ya que al comprar las partes del cartel en la tienda, tienen la abstracción similar a la de una carta. La clase Carta tiene dos propiedades:

- Puntos: una propiedad de tipo entero que devuelve los puntos que otorga la parte.
- Tipo: una propiedad de tipo enumerado que devuelve el tipo de parte. Los tipos posibles son: Mensaje, Borde, Color, Efecto y Marco.

Cabe destacar que el tipo Marco es especial y sirve para poder armar carteles adicionales. Como se menciona en la sección anterior, el jugador inicialmente tiene la capacidad de armar dos carteles, limitación que se puede ampliar adquiriendo nuevos marcos.

Siguiendo en importancia, la siguiente clase es Cartel. Cada instancia de Cartel está compuesta por varios objetos de tipo Carta. La única limitación semántica es que no puede haber más de una carta del mismo tipo. La clase Cartel, además de exponer miembros que devuelven sus partes en forma individual y de colección, presenta una propiedad que totaliza los puntos de sus partes.

La clase Jugador representa a un jugador en la partida. Es abstracta porque justamente la implementación la especifica el usuario de la API. Presenta un único método abstracto denominado "Jugar". Es en este método donde el jugador implementa la estrategia de su inteligencia artificial. Dentro del método, recibe como parámetro un objeto del tipo "Partida" al que podrá enviar mensajes para conocer el estado del juego o interactuar con el mismo. Normalmente, este método estará dividido en porciones de código o invocaciones a métodos propios, que se encargarán de cada etapa de la partida.

La clase Partida es el núcleo de la API. Como su nombre lo indica, representa una partida del juego. Expone métodos informativos para que los jugadores conozcan el estado de la partida, como las cartas que están a la venta o la mano del otro jugador. Esta clase es la encargada de hacer transcurrir la partida a medida que los jugadores realizan sus acciones.

INTERFAZ GRÁFICA

"Grab them with AI" presenta un interfaz gráfica sencilla, que permite especificar los ensamblados (dll) que contienen las IA que van a competir y ver el progreso de la partida paso a paso. Al iniciar el juego, se instancia una partida con los jugadores especificados y a través de la interfaz provista, el usuario puede avanzar paso a paso la partida y ver las jugadas de las IAs. En la figura 2, se puede apreciar la ventana completa de la herramienta. En la parte superior de la ventana se encuentra una interfaz que permite especificar los jugadores, a través de la búsqueda y selección del ensamblado. El centro de la ventana contiene listado para ver las cartas de la tienda y su reserva, las cartas de ambos jugadores, los puntos logrados en cada día por ambos y su totalidad, y los carteles armados por ambos jugadores. Finalmente, con el botón de la parte inferior de la ventana, se avanza a través de las etapas y días del juego. A medida que transcurren estas etapas, se van mostrando las acciones de los jugadores en la interfaz descrita anteriormente. En la

figura 3, se muestran las cartas compradas (3.a) y jugadas (3.b) por las IAs en un día de una partida de ejemplo.



Figura 2 – Pantalla principal del juego

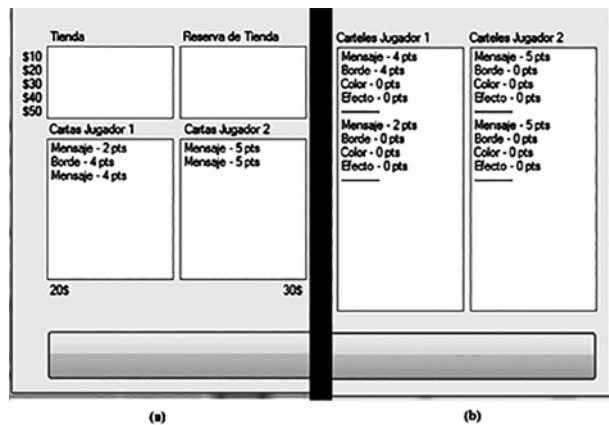


Figura 3 – (a) Cartas compradas por AI. (b) Carteles armados por IA.

NOTAS SOBRE LA API

Con lo mencionado en los párrafos anteriores, el alumno y el docente pueden utilizar este juego para practicar conceptos de programación en un entorno más entretenido que el que presentan los habituales prácticos de clase. Lo más evidente, resulta utilizarlo para escenarios avanzados como inteligencia artificial, puesto que es el principal tópico del juego. Sin embargo, por la forma de trabajo que presenta la API, el juego puede ser útil también para tópicos más simples como herencia y colecciones. Otra característica que resulta especialmente atrayente, es el factor que presenta la competencia entre los jugadores. A diferencia del original, "Grab them with AI" es un juego para dos jugadores, donde ambos jugadores son IA desarrolladas con la API del juego.

CASO DE ESTUDIO

Un desarrollo básico de una IA en el juego es comprar siempre la parte más barata, siempre y cuando alcance el dinero. Luego en la fase de armado, crear un cartel básico eligiendo una parte de cada tipo. Esto implica una estrategia muy sencilla que implica comprar siempre la primera carta, pero corroborando que haya al menos una y que alcance el dinero. Luego la forma más simple de armar un cartel es revisar la mano y colocar

la primer parte de cada tipo. El procedimiento consiste en los siguientes pasos:

1. Verificar que alcanza para comprar la primera carta y ver que exista al menos una carta en la tienda
 - a. Comprar la carta en caso afirmativo.
2. Revisar la mano de cartas disponibles
 - a. Si el tipo de la carta revisada aún no está en el cartel
 - i. Ocupar ese tipo de carta con la carta dada.
3. Jugar el cartel.

```
public class IABasica : Jugador{
  public override void Jugar(Partida p){
    switch (p.Etapa){
      case enEtapa.Compra:
        if(p.GetDinero(this) >= 10 && p.VerCartasTienda().Lenght > 0)
          p.ComprarCarta(this, 1);
        break;
      case enEtapa.Armado: //código para armar el cartel
        Cartel cartel = new Cartel();
        foreach(Carta c in p.VerCartas(this)) {
          if(c.Tipo == enTipoCarta.Borde && cartel.Borde == null)
            cartel.Borde = c;
          if(c.Tipo == enTipoCarta.Color && cartel.Color == null)
            cartel.Color = c;
          if(c.Tipo == enTipoCarta.Efecto && cartel.Efecto == null)
            cartel.Efecto = c;
          if(c.Tipo == enTipoCarta.Mensaje && cartel.Mensaje == null)
            cartel.Mensaje = c;
        }
        p.ArmarCartel(this, cartel);
        break;
      case enEtapa.Resultado: //código para resultado
        break;
      case enEtapa.Fin: //código para fin del juego
        break;
    } //fin switch
  } //fin Jugar
} //fin class
```

Figura 4 – Parte de una IA que resuelve el problema dado

Los pasos descriptos anteriormente, implementados en una programa utilizando la API provista, se muestra en la figura 4. Si bien el código mostrado es una estrategia válida, carece de buen criterio tanto para la compra de las cartas como para el armado del cartel. Cabe recalcar igualmente que es un ejercicio introductorio al tema, sencillo y de rápida resolución. Una vez completado el programa,

se compila y la dll generada se utiliza en el juego junto a otra IA (que puede ser la misma) para que compitan y ver el desempeño de la estrategia.

CONCLUSIONES

En este artículo se presentó “Grab them with AI”, un juego que provee una API y un entorno de ejecución para el desarrollo de

IA. El juego pretende ser otra alternativa a la hora de enseñar programación a estudiantes, brindando un tema simple, entretenido y desafiante. Para alcanzar este objetivo, "Grab them with AI" implementa un juego entretenido, basado en el desarrollo original de Terry Cavanagh "Grab them by the Eyes". La diferencia entre el original y el propuesto, es que en este último, para jugar, se deben desarrollar IA con la API provista. De esta forma, los estudiantes se relacionan con conceptos de programación como manejo de colecciones y desarrollo de IA, pero con un atractivo especial como lo que representa un juego. Además de entretenido, el juego presenta reglas suficientemente simples como para entenderlas rápidamente, pero también complejas a la hora de mejorar las estrategias.

Los trabajos futuros están orientado en tres direcciones principales. La primera consiste en la elaboración de diferentes tests que permitan medir las mejoras que se producen en la enseñanza de la programación cuando se utiliza "Grab them with AI" para dicha tarea. La segunda, se centra en tanto mejorar el entorno gráfico y la API creada, como así también traducirla a otros lenguajes de programación como Java o Python. También como parte de esta dirección, se busca crear un LED y un ambiente de desarrollo propio para el juego, así independizar el aprendizaje de los conceptos, del lenguaje de programación. Por último, también se pretende aplicar la estrategia usada en la creación de "Grab them with AI", en nuevas herramientas para la enseñanza de conceptos de programación. De esta forma presentar más alternativas para los mismos conceptos o para nuevos conceptos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] GEORGANTAKI S., RETALIS S. (2007). *Using educational tools for teaching object oriented design and programming*. Journal of Information Technology Impact. p 111-130.
- [2] CANALETA X., SANCHEZ F., JACOB I., VELÁZQUEZ A., MARQUES M. (2014) *Declaración AENUI-CODDII por la inclusión de*

asignaturas específicas de ciencia y tecnología informática en los estudios básicos de la enseñanza secundaria y bachillerato, Actas de las XX JENUI, Oviedo. ISBN: 978-84-697-0774-6 p 229-236.

[3] RIESCO M., DÍAZ FONDÓN M., ÁLVAREZ GUTIÉRREZ D., LÓPEZ PÉREZ B., CERNUDA DEL RÍO A., FUENTE J. (2014). *Informática: materia esencial en la educación obligatoria del siglo XXI*. ReVisión, 7(3).

[4] SOVIC A., JAGUST T., SERSIC D. (2014) *How to teach basic university-level programming concepts to first graders?* Integrated STEM Education Conference (ISEC). p.1-6.

[5] SEYMOUR P. (1980) *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc, New York, NY, USA.

[6] MALONEY J., RESNICK M., RUSK N., SILVERMAN B., EASTMOND E. (2010) *The scratch programming language and environment*. ACM Transactions on Computing Education, 10(4):1-15.

[7] LUZZA M., BERON M., HENRIQUES P. (2012) *PH-Helper - a Syntax-Directed Editor for Hoshimi Programming Language, HL*. 1st Symposium on Languages, Applications and Technologies. Braga, Portugal.

[8] KÖLLING M. (1999) *The problem of teaching object-oriented programming*. Journal of Object Oriented Programming, 11(8), p8-15.

[9] HUDAK P. (1996) *Building domain-specific embedded languages*. ACM Computing Surveys, 28(4es).

[10] GOLDREI S. (2007) *The Design, Implementation and Use of Domain Specific Languages*.

[11] MERNIK M., HEERING T., SLOANE T. (2005) *When and How to Develop Domain-Specific Languages*. ACM Computing Surveys, 37(4es).

ARTÍCULO SELECCIONADO DEL CONAIISI

Plataforma de meta-programación para Javascript

Alexis Ferreyra¹
Néstor Navarro²
Ricardo Medel³
Emanuel Ravera⁴

¹E-mail: alexis.ferreyra@gmail.com

²E-mail: nestornav@gmail.com

³E-mail: ricardo.h.medel@gmail.com

⁴E-mail: ravera.emmanuel@gmail.com

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Córdoba

RESUMEN

El auge de los dispositivos móviles y la expansión de la web han permitido que JavaScript se convierta en uno de los lenguajes de mayor crecimiento en los últimos años. Aunque se ha mejorado constantemente el lenguaje y se han desarrollado herramientas para aumentar su productividad, eficiencia y seguridad, en este trabajo presentamos un enfoque que permite una aplicación rápida a ideas de investigación y desarrollo. A fin de utilizar la meta-programación, que permite la reescritura e introspección de código, desarrollamos la plataforma PumaScript. En este artículo explicamos cómo está construida dicha plataforma y mostramos su aplicación a la resolución de problemas de eficiencia y seguridad, dos aspectos claves en las aplicaciones web.

Palabras clave: JavaScript, meta-programación, reescritura de código.

INTRODUCCIÓN

Debido al crecimiento de la web y sus aplicaciones, durante estos últimos años se ha incrementado la importancia del lenguaje JavaScript manifestándose en múltiples avances en los runtimes [1, 2, 3, 4, 5] y extensiones propuestas para mejorar la performance [6, 7, 8, 9]. Sin embargo, a pesar de la constante experimentación e innovación en el lenguaje, no existe una plataforma para JavaScript que permita a los investigadores y desarrolladores experimentar rápidamente con nuevos conceptos.

Aunque existen esfuerzos dispersos como dialectos con macros programables [10], parsers y generadores de código [11, 12], ninguno de estos proyectos incorpora una infraestructura genérica y flexible de meta-programación para JavaScript. La ventaja de un entorno flexible de meta-programación es que permite a investigadores y desarrolladores

la rápida experimentación de conceptos sin requerir el gran esfuerzo que significa construir una variante de un lenguaje y su runtime por completo. Si bien se está trabajando en el siguiente estándar del lenguaje [13] en el mismo no se planean incorporar características de meta-programación, tales como introspección y reescritura de código.

Es por ello que nuestro grupo desarrolló PumaScript, una plataforma genérica de meta-programación que extiende JavaScript con capacidades de introspección de código fuente y reescritura. En el presente trabajo demostramos el diseño e implementación de la plataforma en la sección DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PUMAScript y luego mostramos su utilidad a través de su aplicación a dos aspectos críticos del software en general y de las aplicaciones web en particular: su eficiencia y seguridad.

En la sección APLICACIONES DE LA PLATAFORMA se aplica PumaScript a la detección de patrones de código de baja eficiencia y, a través de la reescritura de código, se hace al software más eficiente. Asimismo, se aplica la misma técnica para identificar el uso de APIs inseguras y reescribir las porciones de código vulnerables con código de similar comportamiento pero más seguro.

En la sección TRABAJOS RELACIONADOS describimos y analizamos trabajos de otros grupos con objetivos similares pero que utilizan técnicas diferentes. Para finalizar, en la sección CONCLUSIONES Y DIRECCIONES FUTURAS elaboramos las conclusiones de nuestro trabajo y el trabajo que nos proponemos realizar como continuación de éste.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PUMAScript

A fin de explorar la aplicación de técnicas de meta-programación e introspección de código en JavaScript desarrollamos PumaScript, un superconjunto del lenguaje y una plataforma asociada que automatiza el proceso de reescritura de código. PumaScript se caracteriza por la posibilidad de definir meta-funciones que permiten manipular el Árbol de Sintaxis

Abstracta (AST, por sus siglas en inglés) para analizar y mejorar el código fuente.

Las denominadas meta-funciones trabajan de manera muy similar a un sistema de macros para lenguajes tipados. En particular, pueden desagregar expresiones de la función llamadora en la misma línea, lo que implica que se puede reescribir el árbol que retorna una meta-función en la misma línea en que se la invoca. Una meta-función toma como parámetro el árbol de sintaxis decorado de los argumentos actuales y retorna un árbol de sintaxis abstracto que se usa como reemplazo en la función llamadora. Debido a que no siempre es conveniente reemplazar el código original, las meta-funciones de PumaScript pueden decidir no expandir cierta ocurrencia de la función llamadora retornando "null" en lugar del árbol de sintaxis abstracta.

Una meta-función, además, puede ejecutar otras funciones normales o más meta-funciones. Adicionalmente, las meta-funciones tienen acceso a funciones especiales intrínsecas provistas por la plataforma PumaScript que les permiten realizar la introspección y la reescritura de código de cualquier porción del árbol de sintaxis abstracta.

La Figura 1 muestra un programa de ejemplo muy sencillo incluyendo la declaración de una meta-función y su invocación. El propósito de la meta-función "helloWorld" es reescribir la expresión llamadora retornando una operación de suma con los argumentos invertidos.

```

1  /* @meta */
2  function helloWorld(a, b){
3      return pumaAst($b + $a);
4  }
5
6  helloWorld("World", "Hello");

```

Figura 1. Programa PumaScript de ejemplo con una declaración de meta-función y su invocación.

La Figura 2 muestra el resultado de ejecutar el programa donde se puede apreciar cómo el programa se re-escribió en la concatenación de las dos, pero invertidas, provistas como

argumentos al invocar la meta-función en la última instrucción del programa.

```
1 'Hello' + 'World';
```

Figura 2. Resultado de aplicar la metafunción *helloWorld*.

La meta-función del ejemplo es muy simple, pero nos permitirá introducir el funcionamiento general de PumaScript. El runtime de PumaScript procesa el programa de entrada de la misma forma que JavaScript estándar. El texto del programa de entrada es parseado y convertido en una estructura de Árbol de Sintaxis Abstracta (AST). Luego cada nodo del AST es interpretado en el orden en el cual se presenta en el texto del programa original siguiendo las reglas de JavaScript. Por ejemplo, identificando las declaraciones en cada contexto, antes de ejecutar el nuevo contexto como el contexto global del programa o una nueva función invocada. PumaScript se diferencia de JavaScript, fundamentalmente, en la incorporación de meta-funciones y la interacción de estas con el resto de la semántica estándar de JavaScript.

En el ejemplo de la Figura 1 se declara una meta-función “*helloWorld*”, la cual toma como argumento dos expresiones. La línea 6 del programa invoca la meta-función, la cual pasa como argumento dos AST triviales con los nodos literales “*World*” y “*Hello*” respectivamente. La línea 3 de la meta-función realiza dos operaciones, en primer lugar, crea un nuevo AST conteniendo una expresión binaria de suma con los AST provistos como argumentos en cada operador, finalmente retorna dicho AST como resultado de invocar la meta-función. Al terminar de invocar la meta-función, el runtime de PumaScript reescribe la línea 6 del programa en la Figura 1 por el AST retornado por la función “*helloWorld*”. Al finalizar la ejecución de todas las instrucciones del programa, PumaScript genera como salida el programa reescrito de la Figura 2, donde se puede apreciar que la meta-función fue eliminada del programa de entrada.

En la siguiente sección se explica en más detalle las pasadas de ejecución de PumaScript.

PASOS DE EJECUCIÓN DE PUMASCRIPT

El flujo de ejecución de un programa en nuestra plataforma consta de cuatro pasos, tomando como entrada un programa PumaScript (es decir, el programa JavaScript original que se quiere analizar y mejorar, aumentado con meta-funciones) y devolviendo como salida un programa en el lenguaje JavaScript estándar, con el mismo comportamiento que el original pero con las mejoras implementadas. Los cuatro pasos se muestran gráficamente en la Figura 3 y se describen a continuación.

1. La librería Esprima [12] realiza el parsing de un programa escrito en PumaScript y obtiene como resultado su árbol de sintaxis abstracta (AST).

2. El runtime ejecuta el AST siguiendo la semántica de PumaScript, esto es, la semántica JavaScript aumentada con meta-funciones. Durante la ejecución, además, se tiene acceso a funciones intrínsecas, las que permiten realizar operaciones sobre el AST, tales como inspeccionar, cambiar, agregar o remover nodos.

3. Una vez ejecutado el programa, se eliminan las declaraciones de meta-funciones y se obtiene un AST compatible con el lenguaje JavaScript estándar.

4. El árbol de sintaxis (AST) resultante es procesado por la librería Escodegen [11] para obtener un programa escrito en lenguaje JavaScript estándar como salida.

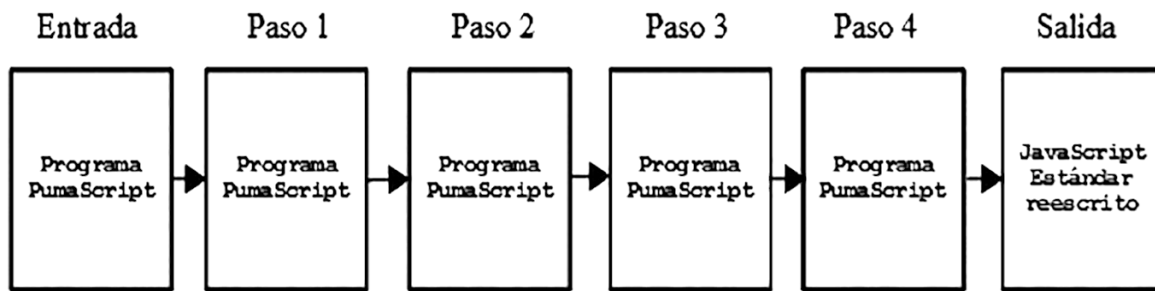


Figura 3. Flujo de procesamiento de un programa PumaScript.

META-FUNCIONES DE PUMASCRIPT

Las meta-funciones de PumaScript que se escribieron para un programa juegan un papel clave durante el proceso de su ejecución. Dado que la sintaxis de estas meta-funciones utiliza el lenguaje JavaScript, agregando el comentario *@meta* antes de su declaración, no se introducen nuevas estructuras sintácticas, lo que permite que PumaScript sea completamente compatible con JavaScript. Las principales diferencias con las funciones de JavaScript se enumeran a continuación.

a) Todos los parámetros en una meta-función se evalúan en referencia al árbol de sintaxis decorado al momento de la ejecución. Por ejemplo, si la meta-función *foo(a, b)* es invocada con la expresión *foo(2 * x, 3 * z)*, al momento de la ejecución los parámetros a y b tomarán los valores del árbol de sintaxis que corresponde a las expresiones pasadas como argumentos: *2 * x* y *3 * z*, respectivamente.

b) Todas las meta-funciones deben retornar un árbol de sintaxis válido o el valor *null*. Si se retorna el valor *null* entonces la función llamadora no será reescrita. En cambio, si el valor retornado es un árbol de sintaxis válido entonces la expresión de la función llamadora será reemplazada por éste.

c) Todas las meta-funciones tienen acceso a funciones y objetos intrínsecos que pueden ser utilizados para realizar la introspección de código o la reescritura de cualquier porción del programa. Algunos ejemplos de éstas son *pumaAst*, la cual genera un árbol de sintaxis

correcto, y *pumaFindByType*, que permite realizar búsquedas dentro del árbol de sintaxis del programa en ejecución.

A fin de comprender mejor el concepto y aplicación de las meta-funciones de PumaScript, las Figuras 4 y 5 muestran ejemplos más complejos que el presentado previamente.

En la Figura 4 se describe la definición y uso de la meta-función *firstLetter*, que re-escibe a la función llamadora sólo si el argumento es un literal. En caso contrario, retorna el valor *null* y evita la reescritura de la función llamadora. A partir de la línea 20 se muestra el resultado de la ejecución del programa. En la línea 21 se muestra el resultado de la llamada realizada en la línea 14. En este caso se retorna la letra "H", la primera letra de la cadena pasada como argumento, ya que se invocó a la meta-función *firstLetter* con el literal "Hola Mundo". Por otra parte, en la línea 22 se verifica que la invocación de la función *firstLetter* en la línea 18 no activa su reescritura, ya que el argumento no es un literal, sino una concatenación de dos cadenas.

```

1 // Programa de PumaScript
2
3 /* @meta */
4 function firstLetter (valueExp){
5     var ast = null;
6     if(valueExp.type === "Literal"){
7         ast = valueExp;
8         ast.value = ast.value.substring(0 , 1) ;
9     }
10    return ast;
11 }
12
13 // Esta llamada se va a reescribir como "H";
14 firstLetter("Hola Mundo") ;
15
16 // Esta llamada no se va a reescribir
17 // Debido a que la expresion no es un literal
18 firstLetter("Hello" + "World");
19 |
20 // Salida después de la ejecución
21 "H" ;
22 firstLetter ("Hello" + "World");

```

Figura 4. Ejemplo de meta-función firstLetter.

Una meta-función de PumaScript que cuenta todas las ocurrencias de las sentencias for y escribe el resultado utilizando el objeto intrínseco de JavaScript console se muestra en la Figura 5. En este ejemplo se utiliza la función intrínseca pumaFindByType y el ob-

jeto intrínseco pumaProgram. Este objeto es la representación de todo el programa, mientras que la función pumaFindByType permite hacer consultas sobre todos los nodos de dicha representación del programa.

```

1 /** @meta */
2 function countForStatemets () {
3     var forStas = pumaFindByType(pumaProgram, "ForStatement");
4     console.log("For statements found : " + forStas.length);
5     return null;
6 }

```

Figura 5. Contador de ocurrencias de llamadas a la sentencia for.

APLICACIONES DE LA PLATAFORMA

El objetivo de la plataforma PumaScript es permitir a investigadores y desarrolladores del lenguaje explorar fácilmente distintas posibilidades de mejora o líneas de investigación en forma ágil y sin mayor esfuerzo. En esta sección describimos la aplicación de esta plataforma a dos temas muy relevantes para el desarrollo de aplicaciones web: eficiencia y seguridad.

El enfoque utilizado es descubrir patrones de código con baja performance o que contenga vulnerabilidades de seguridad y escribir meta-funciones que permitan reemplazar el código original con nuevo código más eficiente o más seguro, según sea el caso.

MEJORA DE EFICIENCIA A TRAVÉS DE REESCRITURA DE PATRONES LENTOS

Como parte de nuestro proyecto de I+D, se buscaron patrones de código que sea de uso

común por los desarrolladores al escribir aplicaciones, pero de conocida baja eficiencia en tiempo de ejecución. Se hizo foco en el uso ineficiente de las API (Application Programming Interface) nativas que brinda el runtime del navegador y la popular librería jQuery [14]. Luego, para cada patrón de baja eficiencia, buscamos una implementación que conserve su semántica pero sea más eficiente.

La Tabla 1 muestra ejemplos de dos de los patrones identificados. La primera y segunda columnas indican simplemente un número y nombre identificador de cada ejemplo, respectivamente. La tercera columna muestra un ejemplo del código original, mientras que la cuarta columna muestra el resultante de código más eficiente y con igual semántica.

Tabla 1. Patrones de código ineficiente en JavaScript.

	Nombre	Código Original	Código Optimizado
1	querySelectorAll vs. getElementByClassName	var items = document.querySelectorAll(".test");	var items = document.getElementsByClassName("test");
2	querySelectorAll vs. getElementByTagName	Var items = document.querySelectorAll("test");	Var items = getElementsByTagName("test");

En el primer patrón se propone reemplazar el uso de la API *querySelectorAll* por *getElementsByClassName*, mientras que en el segundo caso, ante su invocación con un argumento diferente, la misma API se reemplaza por *getElementsByTagName*. Una importante ventaja de PumaScript es que para resolver ambos casos sólo es necesario definir una única meta-función que se comportará de una u otra manera según el tipo de argumento con que sea invocada.

A fin de realizar experimentos con estos y otros patrones, desarrollamos una herramienta de ejecución de benchmarks que nos per-

mitió ejecutar segmentos de código un gran número de veces, pudiendo así medir valores confiables. En las Tablas 2 y 3 se muestran los resultados de mejora de performance al ejecutar 10.000 repeticiones, comparando la versión original de código con de la optimizada, sobre diferentes configuraciones de hardware y software.

Tabla 2. Resultados de ejecuciones de código sobre diferentes configuraciones de PC.

	PC – Chrome – v. 36.0.1985.143	PC – Mozilla – v30.0
1	138,88x	364,27x
2	236,16x	393,29x

Tabla 3. Resultados de ejecuciones de código sobre diferentes configuraciones de tablets.

	Tablet Android – Browser Nativo – 4.4.2	Tablet Android – Chrome – 4.4.2 – v. 36.0.1985.135
1	915,23x	394,26x
2	213,69x	146,89x

La Tabla 2 muestra la mejora en los tiempos de ejecución del código optimizado ante el código original al ejecutarlos sobre una computadora personal (PC) con procesador Intel Core-i5-3320M y 4GB de RAM. Cada columna muestra la mejora en eficiencia al utilizar el código optimizado con distintos runtimes: Chrome y Mozilla. Por ejemplo, la celda (1,1) de la Tabla 2 indica que para el caso 1 de la Tabla 1 ejecutar el Código Optimizado en una PC utilizando Chrome es 138,88 veces más rápido que el Código Original ejecutando en la misma configuración.

Por su parte, la Tabla 3 muestra un experimento similar al anterior pero ejecutado sobre una tablet con procesador Intel Atom Z2560 dual-core de 1.6GHz y 2GB RAM.

Como puede verse, en todos los casos la ganancia en eficiencia de performance es realmente notable.

EVITANDO VULNERABILIDADES A TRAVÉS DE LA REESCRITURA DE APIS INSEGURAS

Un problema de seguridad habitual al que se enfrentan las aplicaciones web es el conocido como mXSS (Mutation-based Cross-Site-Scripting) [15]. Este tipo de ataque comienza con la preparación de código HTML malintencionado por parte de un atacante, quien luego lo inyecta en la aplicación web como una cadena de caracteres, la cual no es detectada como una amenaza, ni del lado del servidor ni en el navegador. Dentro de los

posibles ataques generados por mXSS, nos concentramos en aquellos que son perpetrados a causa de la vulnerabilidad generada por la propiedad *innerHTML* y la función *eval*, propias del lenguaje JavaScript.

EVITANDO LA VULNERABILIDAD DE *innerHTML*

Dentro del runtime de JavaScript se encuentra definida a la propiedad *innerHTML* que nos permite crear código HTML a partir de una cadena de caracteres que es pasada como parámetro, obteniéndose como resultado el cambio del estado actual de los nodos del DOM (Document Object Model). Para darle un mayor contexto el Document Object Model provee una interfaz donde se define la estructura lógica de un documento HTML válido, así como los mecanismos que se debe implementar para ser accedido y/o manipulado.

Es por todo esto que cuando se recibe el parámetro en la propiedad *innerHTML* se desencadena un cambio en aplicación web en general insertando nuevos nodos al DOM.

Si bien dicha propiedad no se encuentra definida por ningún estándar, todos los navegadores modernos la soportan. Se puede utilizar esta propiedad con fines maliciosos porque tiene permisos de escritura para modificar el DOM actual y luego permiso de lectura a fin de interpretar los nodos modificados del DOM.

PumaScript permite la detección automática de la presencia de la propiedad *innerHTML* en

el código JavaScript original. Posteriormente proporciona la posibilidad de reescritura, implementando su uso con una forma análoga basada en funciones propias del DOM (tales como *createElement* y *appendChild*) que brinda una mayor seguridad. Mediante el uso de meta-funciones creadas para este fin, PumaScript analiza cada nodo del DOM externo que intenta agregar en el código fuente de la

página actual. Luego realiza una evaluación basándose a una lista negra de acciones que no le son permitidas, lo que le permite decidir si agregar o no dicho nodo al DOM.

Estas acciones pueden ser configurables por el usuario en el caso que veremos a continuación podría ser la acción *“onmouseover”* en donde se sanitizaría el código y se evitaría la inyección de código malicioso.

Ejemplo: Casos no seguros de una implementación con innerHTML

Este es un caso típico de uso de la propiedad *innerHTML*, en la que se realiza una asignación directa de código externo por medio de un string. Podemos verlo en la Figura 6.

```

1 var contenedorInstancia = document.getElementById("contenedor");
2 var códigoExterno = document.getElementById("stringExternoConHTML").value;
3 contenedorInstancia .innerHTML = códigoExterno;
    
```

Figura 6. Asignación de string externo con HTML.

En el ejemplo *stringExternoConHTML* es una caja de texto en la cual se ha introducido código malicioso por un usuario, y *contenedorInstancia* una etiqueta HTML del tipo *div*. Como se puede apreciar, cualquiera sea el valor de *codigoExterno*, éste será ingresado

como código HTML al elemento *contenedorInstancia*.

Continuando con el ejemplo, si un usuario externo introdujera el texto de la Figura 7 en la caja de texto.

```

1 <h3 onmouseover="xssFunction()">Soy un titulo</h3>
    
```

Figura 7. Ejemplo de inyección.

Nos encontraríamos en presencia de un hueco de seguridad importante y que le permite a un usuario aprovecharse de la vulnerabilidad e inyectar código malicioso desde una fuente externa en la aplicación web.

REEMPLAZANDO LA FUNCIÓN eval

La función *eval* recibe como parámetro un Sting. Si dicho parámetro representa una expresión, *eval* tratará de realizar la evaluación y en caso de que represente una o más instrucciones válidas, las ejecutará. Si bien evaluar código en tiempo de ejecución es un proceso lento, ya que implica compilar y ejecutar código en el *runtime*, la función *eval* es muy utilizada dado su flexibilidad y potencia. Sin embargo el uso de esta función puede presentar una vulnerabilidad importante para la seguridad del programa [16].

Para comprender en detalle, los potenciales problemas que puede presentar un mal uso de la función *eval*, hemos realizado una

caracterización de tres de los casos más comunes de uso de esta función en los cuales pueden presentarse vulnerabilidades, y realizamos una propuesta de solución utilizando nuestro enfoque de reescritura de código a través de nuestra plataforma PumaScript. A continuación describimos los tres casos mencionados.

1. Evaluar una cadena del tipo JSON: En este caso se evalúa una cadena JSON para obtener un objeto puro. Por ejemplo, en la invocación *var objectJson = eval('{{ + stringJSON + }}')* el problema de seguridad radica en que el argumento *stringJSON* podría ser un *request* a algún servidor, dando la oportunidad de inyección de código malicioso en la variable. Para solucionar este problema se propone transformar esa llamada a la función *eval* en una llamada a la función *parse* del objeto JSON, la cual descarta el argumento si éste no es un string con formato JSON. La expresión del ejemplo, luego de la reescritura



quedaría de la siguiente forma: `var objectJSON = JSON.parse('{ ' + stringJSON + ' }')`.

2. Acceder dinámicamente a propiedades: Este caso es uno de los más reportados, probablemente por desconocimiento de las características básicas del lenguaje, ya que el uso de la sentencia `eval` suele ser innecesaria. Ejemplo: `var objectProperty = eval("info." + getProperty())`. La solución para este caso sería la reescritura hacia la forma: `var objectProperty = info[getProperty()]`.

3. Variable global: En el caso de utilizar `eval('var x=' + userString + ';')` se está declarando a la variable `x` en forma global para todo el documento JavaScript. Para evitarlo, la transformación pasa por establecer que el código debe ser ejecutado en "modo estricto", de modo que no pueda usar variables no declaradas. Para lo cual PumaScript transformaría el código original en `eval("use strict;" + ('var x=' + userString + ';'))`. Esta transformación limita el ámbito de la variable `x` al contexto de la función `eval` únicamente, con lo que dicha declaración ya no sería global. De esta manera evitamos que se redefinan valores globales que pueden afectar la ejecución interna del programa.

TRABAJOS RELACIONADOS

Existen trabajos previos que utilizan enfoques similares al nuestro. En esta sección comparamos PumaScript con las herramientas de reescritura de código y lenguajes de pre-procesamiento producidas como resultado de los mismos.

PLATAFORMAS GENÉRICAS DE REESCRITURA DE CÓDIGO

Stratego XT [17] y DMC [18] son dos de las plataformas más desarrolladas para construir herramientas de transformación *source-to-source* utilizando técnicas de reescritura de código. Su principal ventaja es la flexibilidad, ya que ambas plataformas permiten construir herramientas para cada uno de los pasos de la cross-compilación *source-to-source*, tales como constructores de parsers, constructores de analizadores semánticos y

pretty printers para diferentes lenguajes. Sin embargo, nuestro enfoque, tal como fue implementado en PumaScript, es más simple ya que no apuntamos a proveer herramientas genéricas adaptables a cualquier lenguaje de programación, sino que nos enfocamos sólo en la reescritura de JavaScript. Esto nos permite proveer un *stack end-to-end* para analizar y procesar JavaScript listo para ser utilizado por desarrolladores o investigadores. Por el contrario, si un investigador decidiera utilizar herramientas genéricas como las mencionadas a fin de procesar JavaScript debería tomarse el tiempo de construir todas las partes por sí mismo, incluyendo el *parser*, *runtime* y *pretty printer* antes de poder comenzar a trabajar en el problema que desea abordar en particular.

PREPROCESADORES PARA JAVASCRIPT

La mayor parte de herramientas de pre-procesado de JavaScript pueden agruparse dentro de los denominados "minificadores de código", tales como JSMIn [19], JSZap [20] o Google Closure Compiler [21]. Este tipo de herramientas tienen como finalidad reducir el tamaño de los scripts JavaScript. A diferencia de PumaScript, estos preprocesadores poseen una funcionalidad fija, la cual no puede ser extendida por el usuario sin tener que modificar la implementación de los mismos. PumaScript, por su parte, permite extender fácilmente sus funcionalidad de análisis y reescritura a través de las meta-funciones.

Una herramienta de pre procesamiento más similar a PumaScript es Sweet.js [10]. Este lenguaje de macros higiénicos permite construir macros programables por el usuario de forma similar al lenguaje LISP y sus derivados [22]. Sin embargo, a diferencia de PumaScript, Sweet.js es un sistema de macros que opera a nivel léxico en lugar de hacerlo a nivel sintáctico. Esto le permite a Sweet.js una mayor expresividad léxica a la hora de definir las macros, lo cual, si bien puede ser de utilidad, al mismo tiempo implica que un programa en Sweet.js puede tener una apariencia muy distinta a un programa JavaScript, dificultando su lectura y mantenimiento. Por el contrario, PumaScript obliga al desarrolla-

dor a mantener la misma estructura sintáctica que JavaScript.

Otra diferencia, es que las macros de Sweet.js son siempre expandidas en la línea donde la macro es llamada. En el caso de PumaScript, en cambio, una meta-función en PumaScript puede realizar introspección de cualquier parte del árbol sintáctico del programa e inyectar código en cualquier porción del programa y no sólo en el lugar en el cual la meta-función fue llamada. Adicionalmente, una meta-función puede decidir ignorar la reescritura en el lugar de la llamada retornando "null".

Finalmente, una diferencia importante entre PumaScript y Sweet.js es que el primero no posee una pasada diferenciada de expansión. Cuando Sweet.js evalúa un programa, expande todas las macros encontradas y genera un código de salida. Durante esta pasada no es posible ejecutar código JavaScript fuera del cuerpo de implementación de las macros, sólo las macros son instanciadas y ejecutadas. Por el contrario, en PumaScript las meta-funciones con capacidad de introspección y reescritura conviven con las funciones tradicionales en tiempo de ejecución. PumaScript no define una pasada de expansión de macros o meta-funciones, por lo tanto las meta-funciones conviven con el resto de la funcionalidad provista por JavaScript estándar. De esta manera, quien programa las meta-funciones tiene la libertad de ejecutar las expansiones e introspecciones de las meta-funciones en cualquier momento de la ejecución del programa original.

CONCLUSIONES Y FUTURAS DIRECCIONES

En el presente trabajo presentamos una plataforma de meta-programación para JavaScript denominada PumaScript. Esta plataforma extiende a JavaScript con capacidades de introspección y meta-funciones, lo que permite analizar, manipular y transformar el código fuente de programas JavaScript. Las meta-funciones de PumaScript poseen características similares a macros programables en otros lenguajes, pero con algunas diferencias distintivas, tales como la de permitir realizar

búsquedas e introspección en todo el programa, controlar la reescritura en el sitio llamador, la posibilidad de reescribir otras porciones del programa no involucradas en la meta-función o sus invocaciones y la posibilidad de convivir en el mismo tiempo de ejecución con funciones tradicionales.

Como prueba de concepto, utilizamos PumaScript para explorar dos potenciales líneas de investigación. Por un lado, mostramos cómo es posible utilizar técnicas de reescritura de código para convertir patrones de código relativamente lentos en patrones más eficientes. Y en segundo lugar, utilizamos PumaScript para identificar y refactorizar el uso de las API inseguras "eval" e "innerHTML" en programas JavaScript. En ambos casos el análisis y la experimentación requeridos por la investigación necesitó de muy poco esfuerzo, pudiendo ser escritos y ejecutados en poco tiempo gracias a la infraestructura provista por PumaScript. Esta plataforma nos permitió enfocarnos en las hipótesis y la construcción de los experimentos en lugar de abocarnos a resolver los problemas de procesamiento y generación de JavaScript.

Como futuro trabajo existen varias direcciones que consideramos de interés. En principio, será de utilidad extender las meta-funciones para que actúen como macros higiénicas al inyectar código en diferentes contextos y mejorar el runtime de PumaScript para recopilar información de tipos en tiempo de ejecución sobre variables, parámetros, objetos y funciones. También esperamos integrar PumaScript con tecnologías de desarrollo del lado del servidor, tales como Node.js y Grunt, lo cual permitiría hacer el uso de PumaScript más amigable para desarrolladores, al ser integrado dentro de su proceso de trabajo habitual.

En cuanto a las dos pruebas de concepto mostradas, la reescritura de patrones lentos muestra una utilidad con un potencial muy interesante de confirmarse la utilización de dichos patrones en código real de aplicaciones JavaScript. Para poder verificar dicha ocurrencia, nos proponemos ejecutar los scripts de reescritura sobre proyectos de software libre de gran envergadura y luego medir el

impacto en su tiempo de ejecución. Adicionalmente, explorar el código de dichos proyectos en búsqueda de nuevos patrones de código poco eficiente a fin de refactorizarlo con nuestra plataforma.

Finalmente, PumaScript queda disponible como plataforma de introspección y meta-programación para JavaScript para ser utilizado por otros investigadores o desarrolladores que vean utilidad en alguna de las tantas posibles aplicaciones del análisis estático y dinámico de código, así también como la re-escritura o cross-compilación, permitiendo enfocarse en los problemas particulares que se deseen encarar y no en el procesamiento o manipulación de código JavaScript.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CHANG, M; SMITH, E; REITMAIER, R; BEBENITA, M; GAL, A; WIMMER, C; EICH, B; FRANZ, M. (2009). Tracing for Web 3.0: Trace Compilation for the Next Generation Web Applications. *Proceedings of the 2009 ACM SIGPLAN/SIGOPS International Conference on Virtual Execution Environments*, Washington.
- [2] GOOGLE Inc. (2013). *V8 JavaScript virtual machine*. <https://code.google.com/p/v8>
- [3] GAL, A; EICH, B; SHAVER, M; ANDERSON, D; KAPLAN, B; HOARE, G; MANDELIN, D; ZBARSKY, B; ORENDORFF, J; RUDERMAN, J; SMITH, E; REITMAIER, R; HAGHIGHAT, M.R; BEBENITA, M; CHANG, M; FRANZ, M. (2009). Trace-based Just-in-Time Type Specialization for Dynamic Languages. *Programming Language Design and Implementation (PLDI 2009)*, Dublin.
- [4] Surfin' Safari. Announcing SquirrelFish. <https://www.webkit.org/blog/189/announcing-squirrelfish/>
- [5] Advances in JavaScript Performance in IE10 and Windows 8. <http://blogs.msdn.com/b/ie/archive/2012/06/13/advances-in-javascript-performance-in-ie10-and-windows-8.aspx>
- [6] HERMAN, D; WAGNER, L; ZAKAI, A. (2013). *asm.js specification*. <http://asmjs.org/spec/latest/>
- [7] HACKETT, B, GUO, S-Y. (2012). Fast and precise hybrid type inference for JavaScript. *Proceedings of the 33rd ACM SIGPLAN conference on Programming Language Design and Implementation*, Beijing.
- [8] INTEL Corp, *SIMD in JavaScript*. <https://01.org/node/1495>
- [9] HERHUT, S; HUDSON, R.L; SHPEISMAN, T; SREERAM, J. (2013). River trail: a path to parallelism in JavaScript. *Proceedings of the 2013 ACM SIGPLAN International Conference on Object Oriented Programming Systems Languages & Applications*, Indianapolis.
- [10] Sweet.js. <http://sweetjs.org/>
- [11] ECMAScript code generator Escodegen. <https://github.com/estools/escodegen>
- [12] ECMAScript parsing infrastructure for multi-purpose analysis. <http://esprima.org/>
- [13] ECMAScript 6. <http://www.ecma-international.org/publications/files/ECMA-ST/Ecma-262.pdf>
- [14] Documentación de la API de JQuery. (2015). <http://api.jquery.com>
- [15] HEIDERICH, M; SCHWENK, J; FROSCH, T; MAGAZINIUS, J; YANG, E.Z. (2013). mXSS attacks: attacking well-secured web-applications by using innerHTML mutations. *Proceedings of the 2013 ACM SIGSAC Conference on Computer & Communications Security*, Berlin.
- [16] YUE, C; WANG, H. (2013). A measurement study of insecure javascript practices on the web. *Journal ACM Transactions on the Web (TWEB)*, v.7, n.2.
- [17] BRAVENBOER, M; KALLEBER, K.T; VERMAAS, R; VISSER, E. (2008). Stratego/XT 0.17. A Language and Toolset for Program Transformation. *Science of Computer Programming*, v.72, n.1-2, p.52-70.
- [18] BAXTER, I.D; PIDGEON, C; MEHLICH, M. (2004). DMS: Program transformations for practical scalable software evolution. *ICSE '04: Proceedings of the 26th International Conference on Software Engineering*, Washington: IEEE Computer Society, p. 625-634.
- [19] CROCKFORD, D. (2003). *JSMIn: The JavaScript minifier*. <http://www.crockford.com/javascript/jsmin.html>
- [20] BURTSCHER, M; LIVSHITS, B; ZORN, B.G; SINHA, G. (2010). JSZap: Compressing JavaScript Code. *Proceedings of the 2010 USENIX Conference on Web Application Development*, Boston, p.4.
- [21] Google closure compiler. <https://developers.google.com/closure/compiler>
- [22] DISNEY, T; FAUBION, N; HERMAN, D; FLANAGAN, C. (2014). Sweeten your JavaScript: hygienic macros for ES5. *DLS '14 Proceedings of the 10th ACM Symposium on Dynamic Languages*, New York, p.35-44.

PAUTAS PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

La Revista Argentina de Ingeniería recibirá y publicará artículos de autores argentinos y del exterior, siempre que el material responda a las distintas secciones que componen cada edición; estas son:

- Gestión Educativa
- Desarrollo Regional. Vinculación Universidad, Empresa y Estado
- Ingeniería Sostenible. Energía, Medio Ambiente 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
- Ejercicio Profesional de la Ingeniería

La fuente a utilizar es letra tipo ARIAL en tamaño 11 para el texto en general; en 12 para el título principal que deberá ubicarse centrado, en mayúscula y destacado en negrita; en 10 los subtítulos, en negrita, en mayúscula o minúscula según su jerarquía; en 8 el texto correspondiente a las notas aclaratorias y a citas textuales cuya extensión justifique párrafo adentrado.

No subrayar y evitar, de ser posible, caracteres en negrita dentro del texto. El interlineado debe ser sencillo con separación de 6 entre párrafos y sin sangría al inicio de cada párrafo.

Evitar la cantidad y variedad de viñetas con que cuenta Word, el trabajo se pasará a un programa de edición por lo que se solicita envíen el texto lo más limpio posible.

Los nombres de cada sección del artículo deberán escribirse en la misma fuente y tamaño del texto, pero en letra mayúscula, en negrita, y marginados a la izquierda; se dejará una línea en blanco antes del título de sección.

Los subtítulos dentro de cada sección deberán escribirse en la misma fuente y tamaño que el texto, pero en negrita y marginados a la izquierda.

Si el texto contiene formulas o ecuaciones, éstas deben estar intercaladas en el texto en el lugar que les correspondan y numeradas entre paréntesis (1).

Las tablas, cuadros, dibujos o fotografías deben estar ubicadas lo más cerca posible a su mención en el texto. Las tablas y cuadros estarán numerados y con su título en la parte superior. Los dibujos e ilustraciones también deberán estar numerados y con su título en la parte inferior.

Las tablas elaboradas en Excel, se deberán pegar en el Word, evitando colocar imágenes de dicha tabla.

Las imágenes (fotografías, gráficos, etc) deberán ser enviados como archivo adjunto

Instrucciones

Los trabajos se publicarán en el idioma original del autor y deberán estar acompañados por resúmenes en español y en inglés (no más de 100 palabras). Se deberán mencionar 4 o 5 palabras clave que permitan la identificación del artículo en la página web de la revista. Estas palabras clave deben formar parte del resumen.

El título del trabajo no deberá tener más de 8 palabras, de ser necesario se podrá agregar un subtítulo y si aún no alcanza, un copete.

El trabajo debe guardar lógica interna en su formulación y lograr el desarrollo de un tema completo en una extensión que no debe exceder las diez (10) páginas en hojas tamaño A4 (21 x 29.7), incluyendo referencias, gráficos e ilustraciones y notas aclaratorias, no se aceptarán anexos. El texto debe establecerse justificado respetando los márgenes: superior 3; inferior 2.5; izquierdo 3.0 y derecho 2.0

al trabajo, con la mayor definición y tamaño posible, con un mínimo de 300 dpi, indefectiblemente.

Los gráficos, deberán estar vectorizados, de no ser posible, exportados desde el programa en que se confeccionaron con extensiones jpeg, bmp o tiff.

Los gráficos deben realizarse en escala de grises, debido a que la publicación es en tinta negra.

Si hubiera dificultades para exportar imágenes y gráficos, enviar los mismos en el programa en que se generaron, aclarando nombre del programa.

No enviar capturas de pantallas, no sirven por su baja definición.

En el archivo de Word, es necesario colocar la imagen (sin importar la definición), para conocer la ubicación exacta de la imagen en el texto.

Sin detrimento de esto, la misma imagen (con buena definición) deberá ser enviada como archivo adjunto.

Se solicita especial cuidado en las fotografías que se utilizan, es posible que tengan Derecho de Autor.

Las imágenes deberán tener autorización del Autor para su utilización.

En el texto, las referencias se consignan por orden de aparición, con el número correspondiente entre corchetes; [1]. Si se cita al autor, el número de orden va a continuación de su nombre.

Por ejemplo: "Lewis [2], en cambio, considera...". En el caso de citas textuales, se transcriben entre comillas, de acuerdo a su extensión se empleara párrafo adentrado, y se identificará su procedencia colocando al final del párrafo el numero entre corchetes.

Las referencias bibliográficas deberán constar al final del trabajo en orden numérico y contendrán únicamente los autores y obras mencionadas en el texto.

[1] BOURDIEU, Pierre y PASSERON, Jean C. (1977). La reproducción. Laia. Barcelona.

Si es una revista se escribirá el nombre de la publicación en cursiva, punto (.), a continuación la especificación de volumen y número

de serie, luego separado por dos puntos (:) el número de página inicial y final del artículo.

[2] LEWIS, Theodore (1994). *Limits on Change to the Technology Education Curriculum*. Journal of Industrial Teacher 31(2): 8-27.

Las notas se ubicaran 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 dirección de correo electrónico; si el trabajo se enmarca en un Proyecto de Investigación, consignar el nombre de la institución que aprobó y la identificación de los subsidios.

Los trabajos deberán enviarse en el lenguaje original y acompañado por resúmenes en español y en inglés, de no más de 100 palabras cada uno.

Enviar el artículo en formato .rtf a la dirección electrónica: secretaria@confedi.org.ar.

Datos necesarios en cada trabajo:

Nombre y Apellido del autor.

Título académico.

Facultad. Universidad o Institución a la que representa.

Correo electrónico

Ejemplo.

Ing. Juan Pérez

Ingeniero en Electrónica.

Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional de Salta

E-Mail: juanperez@gmail.com

Recepción de Trabajos

La recepción de los trabajos se efectuara en forma permanente.

El Comité Editorial —previa consulta y evaluación por parte de integrantes del Comité Evaluador decidirá sobre la publicación del material presentado.

El Director de la revista y el Comité Ejecutivo de CONFEDI convocaran a los integrantes

del Comité Académico y a los evaluadores especialistas.

Aspectos considerados en la evaluación de los trabajos

Los evaluadores consideran, entre otros, los siguientes aspectos:

TITULO

- Si responde al panorama general temático de la revista.
- Si es sintético y adecuado.

ESTRUCTURA

- Si el trabajo presenta una introducción que sintetice la idea, los propósitos u objetivos y el interés que puede tener el trabajo.
- Si el desarrollo del trabajo demuestra lógicamente, y sobre la base de argumentos fundamentados, el asunto formulado.
- Si el trabajo contiene dibujos, cuadro sinóptico, diagramas, mapas, esquemas que enriquecen el trabajo al aclarar visualmente algunos detalles que pueden resultar más difíciles si solamente figuran por escrito.
- Si la conclusión responde al propósito del trabajo y destaca los resultados obtenidos.
- Si la conclusión subraya el aporte original del trabajo realizado.
- Si el trabajo significa un avance sobre lo ya conocido en relación con su temática.
- Si el trabajo está escrito en un lenguaje claro.
- Si el trabajo es un aporte a la difusión pedagógico-didáctica del tema tratado.
- Si las notas (al final del artículo) aclaran un concepto vertido.
- Si el material de referencia bibliográfico es adecuado y actualizado.

Dictamen

Considerados estos aspectos generales, los evaluadores pueden realizar las siguientes observaciones o sugerencias:

- Sugerir su no aprobación fundamentando su juicio.
- Sugerir que el trabajo se publique tal cual ha sido presentado puesto que no hay correcciones que los autores deban realizar.

- Sugerir su aprobación aconsejando algunas correcciones a los efectos de su publicación.

Informes

Consultas, sugerencias o envío de material:

Tel. (54 11) 4952- 4466

E-mail: radi@confedi.org.ar

Consultas por temas gráficos:

E-mail: alpintos77@hotmail.com

TALON DE SUSCRIPCIÓN



RADI REVISTA ARGENTINA
DE INGENIERÍA

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

Director: Ing. Jorge V. Pilar

Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina
Ayacucho 132, 1ª (C1025AAD) CABA - Tel: 54 11 4952 4466

www.radi.org.ar

Para recibir un ejemplar de esta publicación, envíe por correo electrónico los siguientes datos:

Nombre / Institución - Dirección
Código Postal - Provincia
País - Teléfono - E-mail

Suscripción anual institucional

Argentina: \$ 300 (pesos trescientos) + gastos de envío.

Otros países: u\$s 30 + gastos de envío.

Suscripción anual individual

Argentina: \$ 200 (pesos doscientos) + gastos de envío.

Otros países: u\$s 20 + gastos de envío.

Forma de pago:

En Argentina enviar cheque, giro postal o depósito interbancario.

Otros países: cheque internacional en dólares, giro postal.

Titular de la cuenta: FUNDACIÓN GENERAL PACHECO

Entidad Bancaria: Banco PATAGONIA-SUDAMERIS

Sucursal: Tigre N° 43

Cuenta Corriente en pesos N°: 710373219/00

Teléfono sucursal bancaria: (011) 4749 - 0993 / 0495

C.U.I.T.: 30-65401943-2

C.B.U.: 0340043200710373219003

IMPORTANTE

Luego de realizar el pago deberán informar y enviar el comprobante de transferencia o depósito a info@confedi.org.ar **sin excepción.**

Aclaración: el precio de la suscripción NO INCLUYE los cargos por envío.





FACULTAD DE CIENCIAS APLICADAS A LA INDUSTRIA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS HÍDRICAS

