



LIBRO RESUMEN

# IV JORNADAS DE INGENIERÍA APLICADA

SEPTIEMBRE 2023 | NÚMERO 1



**LIBRO RESUMEN**

# **IV JORNADAS DE INGENIERÍA APLICADA**



**SEPTIEMBRE 2023 - NÚMERO 1**  
**ISBN: 978-987-811-136-0**



Facultad de  
**Ingeniería**  
Universidad Nacional de Mar del Plata



Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ingeniería

IV Jornadas de Ingeniería Aplicada 2023 : Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata / compilación de María Belén Mena ... [et al.]. - 1a ed. - Mar del Plata : Universidad Nacional de Mar del Plata, 2023.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-811-136-0

1. Ingeniería. I. Mena, María Belén, comp. II. Título.

CDD 620.007



---

**COMPILACIÓN**

**PABLO CORTEZ TORNELLO**  
**CLAUDIO GONZÁLEZ**  
**DIEGO PALADINO**

**DISEÑO Y MAQUETACIÓN**

**DIEGO PALADINO**

**COMITÉ ORGANIZADOR**

**NATALIA BARTELS**  
**PABLO CORTEZ TORNELLO**  
**CLAUDIO GONZÁLEZ**  
**BELÉN MENA**



## TABLA DE CONTENIDOS

### PRÓLOGO

*Natalia Bartels, Claudio González, Belén Mena*..... 11

## ENSEÑANZA Y GESTIÓN DE LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA

### EL AULA INVERTIDA COMO METODOLOGÍA EN LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA

*María Laura Distéfano* ..... 15

### LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES EN EL CICLO BÁSICO DE LAS CARRERAS DE INGENIERÍA Y LA FORMACIÓN DOCENTE BAJO LA PERSPECTIVA DEL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN LOS ALUMNOS

*Javier Viau, Alejandra Tintori, Natalia Bartels, Carmen Benitez, y Nicolas Grill*..... 15

### METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y EL ANÁLISIS DE COMPETENCIAS DE GRADUADOS EN INGENIERÍA

*Adolfo Eduardo Onaine, María Velia Artigas, Luciana Soledad Santille*..... 16

### UN ESTUDIO EXPLORATORIO SOBRE LA INSERCIÓN LABORAL DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN MAR DEL PLATA

*María Velia Artigas, Luciana Soledad Santille, Adolfo Eduardo Onaine*..... 17

### PROYECTO DE EXTENSIÓN: GOLES DE INCLUSIÓN

*Natalia Bartels, Diego Paladino, Carmen Benitez, María Belén Mena, José Gastiazoro*..... 19

### ACTIVIDAD DE EXTENSIÓN: FERIA INTERESCOLAR. COMUNICANDO CIENCIA CON MI COMUNIDAD

*Natalia Bartels, Carmen Benitez, Matias Izzo, Raul Ojer, María Belén Mena, y Diego Paladino*..... 20

## GESTIÓN AMBIENTAL, CAMBIO CLIMÁTICO Y ALIMENTOS

### DIPLOMATURA EN CERVEZA ARTESANAL. CASO DE ÉXITO ENTRE LA INDUSTRIA Y LA ACADEMIA

*Agustina Leonardi, Almendra Abate, Lucas Lasaga,* ..... 25

### REMOCIÓN DE COLORANTES DE MEDIOS ACUOSOS A PARTIR DE MATERIALES AMIGABLES CON EL MEDIO AMBIENTE

*Melina Kloster, Mirna. A. Mosiewicki, Norma E. Marcovich*..... 26

### APLICACIONES DE LA ENERGÍA IONIZANTE EN ALIMENTOS: PRESERVACIÓN DE UN PRODUCTO DE NUESTRO MAR

*Marianina Perez Cenci, Mónica Felix, María Constanza Cova, Analía Garcia Loredo y Alejandra Tomac* ..... 29

### VALORIZACIÓN DE ESPECIES PESQUERAS SUBUTILIZADAS Y DE DESCARTES DEL PROCESAMIENTO INDUSTRIAL MEDIANTE EL DESARROLLO DE SURIMI COMO BASE PROTEICA PARA LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS DE ORIGEN MARINO "LISTOS PARA COCINAR"

*Marión Marchetti, Marina Czerner, y Analía Belén Garcia Loredo* ..... 31

### BIODEGRADACIÓN Y BIODEMULSIFICACIÓN DE HIDROCARBUROS DE RESIDUOS DE SENTINAS DE BARCOS.

*Georgina Corti-Monzón, Silvia Murialdo*..... 32

### GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA EN ALIMENTOS (GIIA)

*Rosario Goyeneche, María Victoria Alvarez, María del Rosario Moreira Karina Di Scala, Roberta Ansorena, Cintia Mazzucotelli, Gabriela Viacava, Ana Cecilia Divito, María Gabriela Goñi y Alejandra Ponce*..... 32

### ALIMENTACIÓN CONSCIENTE

*Gabriela Goñi, Viviana Cyras, Alejandra Ponce, Lorena Manfredi, Georgina Corti-Monzón, Silvia Murialdo*..... 35

### INGENIERÍA EN ALIMENTOS APLICADA

*Gabriela Goñi, Viviana Cyras, Lorena Manfredi*..... 37

### ARTICULACIÓN DOCENCIA-EXTENSIÓN-INVESTIGACIÓN EN EL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y EN ALIMENTOS DE LA UNMDP PARA FOMENTAR LA ALIMENTACIÓN CONSCIENTE Y SALUDABLE

*Silvina Perez, Alejandra Tomac, Antonela Alvarez, Reina Jacinto Hidalgo, Marianina Perez Cenci, Gerardo Checmarev*..... 39

## BIOTECNOLOGÍA, NANOTECNOLOGÍA, BIOINGENIERÍA, MECÁNICA Y MATERIALES

### MODIFICACIÓN SUPERFICIAL DE MATERIALES METÁLICOS PARA IMPLANTES INTRACORPÓREOS

*Florencia Uicich, Rocío Moreno, Melina Hankovits, Luciana Malvestiti, Leonardo di Meglio, Sabrina Carrizo, Guadalupe Martinez, Florencia Tano de la Hoz, Julieta Merlo, María R. Katunar, Josefina Ballarre, Silvia Ceré*..... 43

### ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA APLICABILIDAD DE MÍNIMA CANTIDAD DE LUBRICANTE (MQL) EN RECTIFICADO DE ADI

*María Emilia Furno, Cristian Tealdi, Diego Alejandro Colombo, Amadeo Daniel Sosa*..... 44

## **INFORME DE VIGILANCIA ESTRATÉGICA: NANOTECNOLOGÍA APLICADA A HERBICIDAS**

Antonio Morcela; Jimena Gonzalez; Micaela Gamero; Marcela Constanza Cataldi; Milagros Pandolfo; Jacqueline; Mario Cisneros; Fabricio Basso; Romina Ollier Primiano; Vera Alvarez; Walter Schroeder; Alicia Hernandez .....

47

## **ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE OPTIMIZACIÓN DE LAS CONDICIONES DE PROCESAMIENTO DE NANOPARTÍCULAS DE QUITOSANO MEDIANTE ELECTROSPRAYING**

Ana Suares Segura, Agustín Martínez Cebada, Gustavo A. Abraham y Pablo R. Cortez Tornello.....

48

## **ESTUDIO DE HONGOS PARA SU APLICACIÓN EN PROCESOS INDUSTRIALES**

Melissa C. Aguirralde, Melisa B. Bonica, Priscila Laza, Erika A. Wolski .....

49

## **NANOPARTÍCULAS POLIMÉRICAS BIOFUNCIONALES PREPARADAS MEDIANTE ELECTROSPRAYING PARA LIBERACIÓN CONTROLADA DE IVERMECTINA**

Lucas D. Matilla, Agustina Aldana, Matthäus D. Popov, Gustavo A. Abraham y Pablo R. Cortez Tornello.....

51

## **DESARROLLO DE MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE ACEITES ESENCIALES Y OTROS SUBPRODUCTOS PARA EL APROVECHAMIENTO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS CÍTRICOS**

Adad, Caminos, La Macchia, Marré, Kloster, D'Amico, Wagner, Pereira, Orofino, Durruty, Seoane.....

52

## **OBTENCIÓN DE BIOALCOHOL Y PRODUCTOS CELULÓSICOS A PARTIR DE RESIDUOS REGIONALES**

Antonela B. Orofino, Irene T. Seoane, Viviana P. Cyras, Ezequiel R. Soulé, Gustavo Wagner, Ignacio Durruty.....

55

## **DESARROLLO DE ADHESIVOS SENSIBLES A LA PRESIÓN EPOXI-ÁCIDO BIOBASADOS**

Lautaro Teper Marinelli; Mateo Macht; Roxana Ruseckaite; Emiliano Ciannamea.....

57

## **INGENIERÍA SOSTENIBLE, ENERGÍA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA**

### **ADAPTACIÓN DE UNA SILLA DE RUEDAS ELÉCTRICA PARA SU APAGADO Y ENCENDIDO MEDIANTE COMANDO DE VOZ**

Walter A. Gemin, Raúl R. Rivera, María E. Giménez, y Juan I. Pastore.....

61

### **SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS: JORNADAS INGENIERÍA APLICADA**

Esteban González, Juan Alberto Etcheverry, Maite Ezeberry, Victoria Carla Torres, y Gustavo Arenas.....

62

## **TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN**

### **¿PARA QUÉ FUE CREADO EL MECANISMO DE ANTICITERA?**

#### **UN VIAJE A LOS ORÍGENES DE LA PRIMERA COMPUTADORA**

Esteban Szigety y Gustavo Arenas.....

67

### **EFFECTOS DE LA CORRELACIÓN ENTRE AGENTES EN EL JUEGO DE LAS MINORÍAS**

J. P. Barrangú, C. M. Arizmendi, K. I. Mazzitello.....

69

### **ESTUDIO ESTADÍSTICO DE CAOS EN UN SISTEMA DE BILLAR CUÁNTICO**

J. P. Barrangú, M. Antonelli y L. De Micco.....

71

### **SERIOUS GAME: ABORDAJE DEL GRUPO DE TECNOLOGÍAS INTERACTIVAS**

Leonel Guccione, Adolfo Spinelli, Carlos Rico, Hernán Hinojal y Fernando Genin.....

73

### **BIOSPECKLE LÁSER: UNA HERRAMIENTA PARA EL CONTROL DE CALIDAD**

Melina Nisenbaum, Marcelo Guzmán, Silvina Agustinelli, Gustavo Meschino y Silvia Murialdo.....

75

### **SISTEMAS DE COMUNICACIONES BASADOS EN RADIO DEFINIDA POR SOFTWARE**

Alejandro José Uriz, Juan Alberto Etcheverry, Brian Gluzman, Ramiro Avalos Ribas, Leonardo David Vazquez y Jorge Castiñeira Moreira.....

77

### **DESARROLLO DE UNA WEB APP PARA LA GAMIFICACIÓN DE EVALUACIONES**

Franco Lanzillotta1, Franco Rossi2, Fernando Javier Genin3 y Delia Esther Benchoff.....

78

# PRÓLOGO





## Prólogo

El presente libro pretende compilar los trabajos presentados en las IV Jornadas de Ingeniería Aplicada, llevadas a cabo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata, los días 23 y 24 de Agosto de 2023.

La Secretaría de Tecnología, Industria y Extensión y la Secretaría de Investigación y Posgrado de la Facultad de Ingeniería, en un trabajo conjunto y con la colaboración de docentes, estudiantes y personal universitario para la organización, han realizado la convocatoria a la presentación de trabajos pertenecientes a los distintos grupos de investigación y extensión de la unidad académica. En un principio, según la OCA 143-2023 y a pedido de las secretarías, las temáticas a presentar serían las relacionadas con la salud y medio ambiente.

En la medida que los distintos grupos, docentes, investigadores y extensionistas, comenzaron a participar, y a solicitud de los mismos, se decidió ampliar la convocatoria a distintos ámbitos y temáticas de investigación y extensión de la ingeniería. De este modo, se permitió un alto nivel de participación, alcanzando el número de 44 trabajos presentados.

Las temáticas de los trabajos presentados abarcan desde las relacionadas con la Ingeniería Electrónica, Mecánica, Electromecánica, Industrial, Informática, Química y en Alimentos, Bioingeniería, hasta Educación en Ingeniería, y Epistemología de la Ciencia, abordando temáticas de gran interés en diferentes ámbitos de aplicación de la Ingeniería.

Los resultados obtenidos mostraron una gran participación de docentes, estudiantes y personal universitario, con gran interés por las temáticas abordadas desde los diferentes grupos de investigación y extensión, y a su vez permitieron la interacción entre los miembros de la comunidad de la Facultad de Ingeniería. Lo que nos muestra una vez más, la importancia de propiciar espacios de encuentro, comunicación, difusión e interacción entre los miembros de nuestra comunidad universitaria, y en particular de la Facultad de Ingeniería.



Ing. Claudio Gonzalez  
Secretario de Investigación y Posgrado



Ing. Natalia Bartels  
Secretaria de Tecnología, Industria y  
Extensión



Ing. Belén Mena  
Subsecretaria de Extensión



**TRABAJOS**



**ENSEÑANZA Y GESTIÓN DE LA  
EDUCACIÓN EN INGENIERÍA**



# El Aula Invertida como metodología en la enseñanza de la Matemática

María Laura Distéfano<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Investigación en Enseñanza de la Matemática en carreras de Ingeniería (GIEMI).

[mldistefano@fi.mdp.edu.ar](mailto:mldistefano@fi.mdp.edu.ar); [grupo.giemi@gmail.com](mailto:grupo.giemi@gmail.com)

**Resumen**—Esta presentación da cuenta de los resultados de una indagación exploratoria desarrollada en esta Facultad. Fue realizada como parte de un proyecto cuyo objetivo es analizar la idoneidad de propuestas didácticas, para favorecer el desarrollo de las competencias del futuro ingeniero, en el contexto de los cambios efectuados por las distintas modalidades de enseñanza y de aprendizaje por la incorporación de la virtualidad. La investigación indaga sobre las actuaciones y percepciones de los estudiantes de las asignaturas Análisis Matemático A, Álgebra A, Estadística Básica y Matemática Discreta, en las que implementó una forma de mediación pedagógica conocida como aula invertida. La misma se entiende, en líneas generales, como una modalidad centrada en el estudiante que deliberadamente traslada una parte o la mayoría de la instrucción directa al exterior del aula. Esto permite aprovechar el tiempo en las clases presenciales maximizando las interacciones entre profesor y estudiantes, y dando lugar a otras actividades ausentes en la clase teórica tradicional. Para estudiar el impacto de esta modalidad en los estudiantes se implementó una encuesta online. La interpretación de las respuestas sugiere que, si bien esta modalidad demanda del estudiante compromiso y organización para el visionado y lectura previa de los materiales, la mayoría la incorporó positivamente.

# La enseñanza de las ciencias experimentales en el ciclo básico de las carreras de Ingeniería y la formación docente bajo la perspectiva del desarrollo de competencias en los alumnos

Javier Viau<sup>1</sup>, Alejandra Tintori<sup>1</sup>, Natalia Bartels<sup>1</sup>, Carmen Benitez<sup>1</sup>, y Nicolas Grilli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Investigación Mecánica estadística y sistemas no lineales. Dpto. de Física, Fac. de Ingeniería, UNMDP.

[bartels.natalia@gmail.com](mailto:bartels.natalia@gmail.com)

**Resumen**—Este proyecto tiene como objetivos principales: - Investigar sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje basados en el cambio representacional producido por la utilización de modelos didácticos y de estrategias didácticas con énfasis en las TIC. - Diseñar, implementar y evaluar propuestas didácticas (sobre temas abordados por las ciencias experimentales y específicos de Física en el nivel universitario) basadas en el modelo de aprendizaje centrado en el estudiante y la formación por competencias. **Palabras clave** — Enseñanza y aprendizaje de las ciencias, perfil epistemológico, diseño de innovación didáctica.

EL ingreso y la permanencia de los estudiantes son motivo de preocupación constante en el ámbito universitario, particularmente en las carreras de Ingeniería, y es una situación que es considerada como una realidad compleja y con múltiples causas. Las problemáticas actuales demandan que las universidades exploren nuevos caminos pedagógicos para lograr que los estudiantes se gradúen, adquiriendo los conocimientos y habilidades necesarias para desenvolverse con éxito en su campo profesional.

Hoy en día la incorporación de las TIC en el aula permite nuevas formas de generar y transmitir conocimientos, despertando el interés de los estudiantes.

Este proyecto tiene como objetivo principal la investigación de los procesos de enseñanza y aprendizaje, que basados en la utilización de modelos didácticos y estrategias con énfasis en las TIC, centran al estudiante en el aprendizaje.

Es alentador esperar que los resultados de la investigación contribuyan a un cambio en los procesos pedagógicos que son tan requeridos, fundamentalmente en estos tiempos, en que el uso de la tecnología muestra un horizonte que debe ser indagado para el desarrollo de competencias en los estudiantes.

Además, permitirán realizar algunas recomendaciones para la modificación de las estructuras curriculares, la revisión de la mediación pedagógica y del sistema de evaluación, como así también, la elaboración de material didáctico innovador.

Esto beneficiará a la comunidad universitaria con estudiantes mejor adaptados al sistema y científicamente alfabetizados.

# Metodología para la medición y el análisis de competencias de graduados en ingeniería

Adolfo Eduardo Onaine<sup>1</sup>, María Velia Artigas<sup>2</sup>, Luciana Soledad Santille<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Industrial UNMDP  
aeonaine@fi.mdp.edu.ar

**Resumen**—Continuando con la línea de investigación sobre competencias en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata, se pretende socializar la metodología utilizada en trabajos recientes para medir competencias. Con objeto de estudiar el impacto de la formación por competencias y cómo las utilizan los jóvenes profesionales luego de su egreso se aplica un cuestionario autoadministrado en línea. La muestra está compuesta por graduados recientes de ingeniería y las dimensiones analizadas son cuatro competencias genéricas. Se estudia la percepción sobre competencias de tres grupos de expectativas: el grado que adquirió y el que esperaba adquirir al terminar la carrera; y el requerido en la actividad profesional. A partir de indicadores existentes se analizan los datos relacionando las expectativas sobre lo esperado, lo adquirido y lo requerido. Finalmente, se obtienen algunos resultados preliminares locales y se espera poder compararlos con otros casos.

**Palabras clave**— competencias genéricas, graduados de ingeniería, indicadores.

## I INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto titulado: Análisis de la gestión por competencias en organizaciones, radicado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata, se trabaja sobre la formación por competencias en ingeniería. Para contextualizar la elección del tema, se puede mencionar que desde el 2010 han existido acciones desde el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) para la incorporación de competencias en los planes de estudio de las carreras de ingeniería. En la actualidad, todas las Facultades de Ingeniería de Argentina se encuentran en una etapa final de revisión y rediseño de sus planes de estudio, dado que a fines del corriente año se comienza un proceso de Acreditación de las Carreras. La Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) como organismo evaluador del Ministerio Nacional de Educación es la encargada de realizar esta validación, que implica la aprobación de los nuevos planes de estudio para su implementación [1].

Se considera relevante incluir algunas definiciones de competencias. El proyecto Tuning define a las competencias como una combinación dinámica de las capacidades cognitivas y metacognitivas, de conocimiento y entendimiento, interpersonales, intelectuales y prácticas, así como de los valores éticos [2]. De Ketele, en [3], las define como conjunto ordenado de capacidades (actividades) que son ejercidas sobre contenidos en una categoría dada de situaciones para resolver problemas que se presentan. El CONFEDI las explica como la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras

mentales) y valores, permitiendo movilizar distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales [1].

## II METODOLOGÍA

La metodología utilizada se basa en una herramienta existente que propone indicadores para analizar la relación entre tres grupos de expectativas: el grado que adquirió de la competencia al terminar la carrera; el grado que esperaba adquirir de la competencia al terminar la carrera; y el grado requerido de la competencia en la actividad profesional.

Para recabar la información necesaria se diseña un cuestionario autoadministrado estructurado con opción de respuesta múltiple que utiliza una escala tipo Likert de 1 a 10 puntos, que va desde “no estoy de acuerdo” a “estoy totalmente de acuerdo”. Para su construcción se toma una de las dimensiones utilizadas por un grupo de colegas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora [4] sumadas a otras tres dimensiones propias. El cuestionario se responde a través de un soporte informático con un formulario en línea de Google Form. El mismo consta de 17 preguntas que proponen indagar sobre tres grupos de expectativas: el grado que adquirió de la competencia al terminar la carrera; el grado que esperaba adquirir de la competencia al terminar la carrera; y el grado requerido de la competencia en la actividad profesional.

Las dimensiones analizadas son cuatro competencias genéricas definidas como: Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería; Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo; Competencia para comunicarse con efectividad y Competencia para aprender en forma continua y autónoma.

Cabe destacar que es importante delimitar la muestra a un periodo no mayor a 5 años para que las percepciones de los egresados no se vean afectadas por la distancia entre la experiencia como estudiante y el ejercicio profesional.

## III RESULTADOS

El cuestionario fue enviado en mayo de 2023 por correo electrónico a la totalidad de los graduados de la Facultad de Ingeniería, que hayan culminado la carrera en los últimos cinco años (572) siendo esta la población total. La recibieron 514 graduados, con una tasa de respuesta de 108. Por lo cual, considerando la población de 572 ingenieros, la muestra de 108 y un nivel de confianza 95% se obtiene un margen de error de 9%.

Para analizar los datos se van a utilizar dos indicadores [4], uno que mide la relación percibida entre lo esperado y lo recibido por los graduados, y otro que propone evaluar la percepción en relación al nivel adquirido y lo requerido por el mercado laboral. Para la determinación de los mismos, a los datos obtenidos se les aplica el siguiente cálculo:

Indicador de **Adecuación de la Competencia** (IAC) = Valor Observado (VO) - Valor Esperado (VE)

Indicador de **Desarrollo de la Competencia** (IDC) = Valor Observado (VO) - Requerido (VR)

Dónde:

**Valor Observado** (VO) es el grado que adquiriste de la competencia al terminar la carrera.

**Valor Esperado (VE)** es el grado que esperabas adquirir de la competencia al terminar la carrera.

**Valor Requerido (VR)** es el grado requerido de la competencia en la actividad profesional.

Se espera realizar un análisis global de los resultados obtenidos a nivel local y también poder comparar resultados con otros casos.

#### IV. CONCLUSIONES

Es relevante contar con instrumentos de medición rediseñados, por el grupo de investigación, para poder adecuarlos a las preguntas de investigación que emerjan.

Además, trabajar en red con colegas de otras universidades, posibilita comparar resultados con otros grupos de investigación y poner en valor los trabajos realizados.

Se destaca que la herramienta posibilita comparar, respecto a las competencias, lo observado con lo esperado y con lo requerido. Estas comparaciones brindan información sobre el gap existente entre estas variables, para poder efectuar ajustes si fuera necesario.

Se espera contribuir con este trabajo y en futuros abordajes a la comprensión del impacto sobre el desarrollo de las competencias y los efectos luego de la implementación de los nuevos planes de estudio. Asimismo, sería interesante visualizar estas percepciones en relación a los cambios permanentes en las organizaciones, por ejemplo, ante el dinamismo de la tecnología.

#### REFERENCIAS

- 1- Documento del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina. (2006). Primer Acuerdo sobre Competencias Genéricas. CONFEDI. Villa Carlos Paz, Argentina.
- 2- Documento de la Comisión Europea. (2006). Una introducción a Tuning Educational Structures in Europe. La contribución de las Universidades al proceso de Bolonia, Comisión Europea, Bolonia, 2006. Disponible: [http://www.unideusto.org/tuningeu/images/stories/documents/General\\_B\\_Oochure\\_Spanish\\_version.pdf](http://www.unideusto.org/tuningeu/images/stories/documents/General_B_Oochure_Spanish_version.pdf) Accessed on: Jun. 15, 2023
- 3- Roegiers, X. (2007). Pedagogía de la integración: Competencias e integración de los conocimientos en la enseñanza. Editorial Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana, San José de Costa Rica.
- 4- Comoglio, M. S.; Minnaard, C. L., Morrongiello, N. y Pascal, G. (2018). Formación por competencias en carreras de ingeniería. Indicadores para evaluar su nivel de adquisición. VI Jornadas Nacionales y II Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas (Olavarría, 2018). <https://digital.cic.gba.gob.ar/items/1f471423-bd5f-4c9c-a5fd-f902964d7be2>

# Un estudio exploratorio sobre la inserción laboral de Personas con Discapacidad en Mar del Plata

Maria Velia Artigas<sup>1</sup>, Luciana Soledad Santille<sup>2</sup>, Adolfo Eduardo Onaine<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Industrial UNMDP

[mvartigas@fi.mdp.edu.ar](mailto:mvartigas@fi.mdp.edu.ar)

**Resumen**—El objetivo de este trabajo es socializar ante la comunidad de la Facultad de Ingeniería los resultados de investigaciones recientes que contribuyen al diseño de un diagnóstico sobre la inserción laboral de Personas con discapacidad (PCD) en la ciudad de Mar del Plata. Se desarrolla un estudio descriptivo que utiliza un diseño de investigación no experimental, selectivo y transversal. La muestra (N= 107) son trabajadores de organismos públicos y privados y graduados en ingeniería. Para la recolección de datos se utilizan cuestionarios semiestructurados, con preguntas cerradas de opción de respuesta múltiple y preguntas abiertas. Para el tratamiento de los datos se aplican estadística descriptiva y análisis por categorías del discurso para interpretar las respuestas. Los resultados destacan que el impacto de la inserción laboral de PCD mejoran la Responsabilidad Social Empresaria (RSE), la cultura organizacional y la reputación; además, se observa que predominan barreras estructurales, falta de información y desinterés por parte de las empresas al momento de contratar PCD.

**Palabras clave**— Personas con Discapacidad, inserción laboral, organizaciones

#### I. INTRODUCCIÓN

El tiempo organizacional impone un ritmo que hace que las personas que trabajan en organizaciones deban atravesar continuos cambios. Si se listan los cambios, uno es el modo en que las organizaciones se están vinculando con las diferencias. A partir del año 2000 se comienza a estudiar las diferencias generacionales dado que conviven distintas generaciones, cada una con sus características, en un mismo ambiente laboral [1]. Con respecto a la diversidad de género, si bien hay estudios desde mediados del siglo XX, en los últimos años se visualiza un marcado interés al respecto en lo que concierne a políticas de la gerencia organizacional. Con respecto a la inserción en las organizaciones de las personas con discapacidad (PCD) se encuentran investigaciones más recientes [2, 3 y 4].

Para contextualizar, es necesario incluir algunas definiciones, entonces, según la Clasificación Internacional del Funcionamiento de la Discapacidad y de la Salud [5] discapacidad es: Toda limitación en la actividad y restricción en la participación, originada en la interacción entre la persona con una condición de salud y los factores contextuales (entorno físico, humano, actitudinal y sociopolítico), para desenvolverse en su vida cotidiana, dentro de su entorno físico y social, según su sexo y edad. La definición de este término está en constante cambio considerándose hoy como resultante de la “interacción entre las Personas con Discapacidad (PCD) y la sociedad”. Así, la discapacidad consiste en las barreras físicas y actitudinales que

impiden la participación efectiva y en igualdad de condiciones con los demás [6].

## II. METODOLOGÍA

Se aplica un cuestionario semi-estructurado con preguntas cerradas con opción de respuesta múltiple y preguntas abiertas; en este segundo caso se realizan análisis por categorías del discurso para interpretar las respuestas.

Con las diferentes muestras se intenta dar cuenta de las visiones y percepciones de actores locales sobre la temática de inserción de PCD. Se utilizan las siguientes muestras: una compuesta por referentes de organizaciones privadas (N=45), una compuesta por referentes de organizaciones públicas (N=9), graduados ingenieros (N=33) y trabajadores con discapacidades (N=20). Entonces, el número total de encuestados es de 107 personas.

## III. RESULTADOS

A partir de los resultados obtenidos se organiza la información en diferentes categorías de análisis:

### A. Caracterización de las muestras

Las personas indagadas, se desempeñan laboralmente en el ámbito tanto público como privado. El sector público está integrado por el 35,51% y el sector privado por el 64,49%. De las muestras de graduados en ingeniería, referentes de organizaciones públicas y referentes de organizaciones privadas, se encuentra que el tamaño de las organizaciones es un 17,24% microempresas, un 28,74% pequeña, un 18,39% mediana y un 33,33% grande. No saben o no contestan un 2,3% de los encuestados. Otra clasificación posible es saber si pertenecen a los sectores servicios o manufactura; en el primer caso se encuentra que corresponde a servicios el 72,9% y a manufactura el 27,1%.

### B. Proyección de los cambios organizacionales

Respecto a los cambios organizacionales necesarios para posibilitar la inclusión laboral de PCD, se identifica como positivo incluir e incrementar una política de RSE, en cuanto a una cultura más inclusiva y aumento en la reputación de la organización.

Se considera importante cambiar la visión con respecto al tratamiento de las PCD, para lo cual una herramienta para las organizaciones es contar con la información para lograr una verdadera inclusión con las competencias específicas según cada puesto. Por ejemplo, la muestra de representantes de organizaciones públicas, explicitan que en 6 de las organizaciones públicas encuestadas (66,67%) no existe un área que se dedique a PCD.

### C. Tipos de barreras

En relación a las barreras que impiden la inserción de las PCD en las organizaciones, tal cual se muestra en la figura 1, los resultados son dispares. En los factores ambientales se dan la mayoría de las respuestas tanto de ingenieros como de Responsables de RH.

¿Qué tipo de barreras cree que hay por parte de la organización a la hora de contratar PCD?

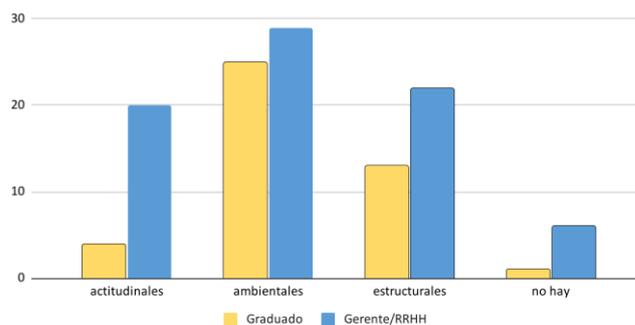


Figura 1: Tipo de barreras para contratar PCD

### D. Perfiles de trabajadores con discapacidad

Quienes se desempeñan en organizaciones públicas tienen contratación permanente; la antigüedad supera los 10 años en el 45% de los casos; un 85% trabaja en modalidad presencial y el resto bimodal (presencial/virtual); el 60% trabaja entre 30 y 40 horas semanales y sólo un 20% lo hace en trabajos que le insumen más de 40 horas (empleo pleno). Mientras que un 15% indica que tiene otro empleo. En relación al desarrollo de carrera, el 95% expresa que tiene posibilidad de ascenso y un 80% considera que su empleo es acorde a su formación. Respecto al nivel de satisfacción salarial, existe un 85% que se considera de medianamente satisfecho a muy satisfecho.

## IV. CONCLUSIONES

En primer lugar, se concluye que los resultados obtenidos a nivel local coinciden con lo expresado por la OIT [7] y documentos del Ministerio de Salud de Argentina [8 y 9], respecto a que la inserción laboral de PCD produce un aumento en la productividad, mejora en el posicionamiento de la empresa (responsabilidad social), mejora el clima laboral e influye de forma positiva en la economía de la empresa y por lo tanto del país.

Por otra parte, se evidencia que hay una prevalencia de barreras estructurales, falta de información y desinterés por parte de las empresas al momento de contratar PCD, lo cual implicaría la necesidad de implementar acciones de sensibilización y formación para que se revierta esta situación. Si bien hay un marco regulatorio existente para la inserción laboral de personas con discapacidad se considera que tal vez no se esté cumplimentando dado la disparidad en los porcentajes respecto a la empleabilidad de las personas.

Afortunadamente, quienes accedieron a insertarse laboralmente expresan un grado de satisfacción elevado en relación a su salario y respecto a las posibilidades de promoción y desarrollo de carrera. Finalmente, se está trabajando en minimizar los efectos negativos y tratar de dar solución a las problemáticas detectadas, se plantea diseñar algunas estrategias de sensibilización sobre los beneficios de la inserción laboral inclusiva tales como: formación “in company”; encuentros multisectoriales; intermediación laboral a través de la generación de redes; entre otros. En cuanto a la formación “in company” se considera importante, en un primer abordaje, indagar en la organización a intervenir sobre su posicionamiento sobre el tema; su cultura organizacional, su política de recursos humanos, su nivel de accesibilidad y experiencias previas de inclusión.

## AGRADECIMIENTOS

A las personas que desinteresadamente participan de los estudios realizados, a dos ex-adscriptas a la investigación Camila Meo y Camila Olthoff que aportaron con su entusiasmo e interés por el tema y a la Facultad de Ingeniería por permitir que se desarrolle dicha investigación.

## REFERENCIAS

- [1] Molinari, Paula. Turbulencia Generacional. 1a de. Buenos Aires: Temas Grupo Editorial, 2011. Cap. 2 Cuatro generaciones, cuatro mentalidades. Cap. 3 Las generaciones en el trabajo, pp. 31-109.
- [2] Artigas, M.V.S.; Ceballos, S.; Delmonte, C.; Onaine, A.E.; Santille, L.S.; Zabaleta, O.G.; Pérez, J.A. Inserción laboral de personas con discapacidad: aproximaciones preliminares, en 5° Congreso Argentino de Ingeniería (CADI) y 11° Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería (CAEDI). 2021.
- [3] Meo, M. C.; Olthoff, C.; Onaine, A. E.; Artigas, M. V.: Percepciones sobre la inserción laboral de personas con discapacidad (PCD) en Mar del Plata, en XV COINI 2022 – Congreso Internacional de Ingeniería Industrial – AACINI – Facultad de Ingeniería UNMDP, 7 al 12 de noviembre de 2022.
- [4] Artigas, M.V.; Ceballos, S.; Onaine, A. E.; Delmonte, C.: El comportamiento organizacional y la inserción laboral de personas con discapacidad (PCD): ¿Una relación posible?, en XV COINI 2022 – Congreso Internacional de Ingeniería Industrial – AACINI – Facultad de Ingeniería UNMDP, 7 al 12 de noviembre de 2022.
- [5] Organización Mundial de la Salud. Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF 2001).
- [6] ONU. Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad. 2006. Disponible en: <https://www.un.org/esa/socdev/enable/documents/tcccovns.pdf>.
- [7] OIT. Promover el empleo de las personas con discapacidad a través de redes empresariales en materia de discapacidad. Una perspectiva de cooperación Sur-Sur. Ginebra. 2017. pp. 1-55.
- [8] Derechos de las Personas con Discapacidad y Servicio Nacional de Rehabilitación (SNR) del Ministerio de Salud de la Nación Argentina 2006.
- [9] Ley N° 22.431. 1981. Sistema de protección integral de los discapacitados. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/andis/nueva-ley>.

# Proyecto de Extensión: Goles de Inclusión

Natalia Bartels<sup>1,2</sup>, Diego Paladino, Carmen Benitez<sup>1</sup>, María Belén Mena<sup>1</sup>, José Gastiazoro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fac. de Ingeniería, UNMDP.

<sup>2</sup> Grupo de Investigación Mecánica estadística y sistemas no lineales. Dpto. de Física, Fac. de Ingeniería, UNMDP.

[bartels.natalia@gmail.com](mailto:bartels.natalia@gmail.com)

**Resumen—El equipo de trabajo del proyecto estuvo formado por estudiantes, docentes y graduados/as de las carreras de Lic. en Psicología, Lic. en Trabajo Social, Lic. en Sociología, Abogacía, Ingeniería, Medicina, Profesorado de educación física y Profesorado de Educación Inicial. Tanto el aporte de cada disciplina en particular como la integración de los diferentes aportes resultó enriquecedor y se observó en gran parte de la ejecución del proyecto. El objetivo principal de este proyecto fue contribuir a un efectivo fortalecimiento del Club Social y Deportivo 2 de Mayo, favoreciendo la consolidación de su existencia, apoyando las actividades que se desarrollen en el mismo, y que potencien su inserción e integración con su entorno, desde lo deportivo, cultural, recreativo y educativo. Fomentando desde el deporte, en particular el fútbol, una formación educativa.**

**Palabras clave — Deporte - Integración social - Valores – Identidad – Educación**

## I. INTRODUCCIÓN

EL deporte supervisado por agentes deportivos capacitados se concibe como un conjunto de prácticas dentro del marco de la salud pública que favorece la adopción de estilos de vida saludables, promoviendo la autonomía y la libertad del individuo en el marco de las diversas redes de sociabilidad. Uno de los propósitos de este Proyecto, fue la construcción de espacios que permitan el acceso al conocimiento en pos de la consolidación de los derechos. Tomando de base al deporte como un dispositivo pedagógico asociado al desarrollo de vocaciones y proyectos de vida, se promovió la implementación de estrategias de intervención tendientes a favorecer la inclusión social a través de la práctica deportiva. Es preciso señalar que se trabajó con un enfoque interdisciplinar, que abarca la ciencia, la salud, la filosofía de la educación y los derechos humanos.

Desde el Proyecto se abordaron soluciones a las diferentes problemáticas relacionadas a la formación integral de las y los jóvenes integrantes del Club Social y Deportivo 2 de Mayo. Dichas problemáticas surgieron a partir de la interacción entre quienes integran el Club y participantes del proyecto de extensión. Esta relación se generó a partir del apoyo escolar que se viene realizando hace algunos años, y del cual participan de forma voluntaria miembros de la UNMDP e instituciones terciarias.

## II OBJETIVO GENERAL

Contribuir a un efectivo fortalecimiento del Club Social y Deportivo 2 de Mayo, favoreciendo la consolidación de su existencia, apoyando las actividades que se desarrollen en el mismo, y que potencien su inserción e integración con su entorno, desde lo deportivo, cultural, recreativo y educativo. Fomentando desde el deporte, en particular el fútbol, una formación educativa.

### III. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Contribuir al proceso de fortalecimiento y socialización de los participantes de las actividades físicas y deportivas que se desarrollen en el club.

Apoyo profesional frente a las distintas problemáticas de las y los integrantes del Club en materia de educación, salud, y derechos humanos.

Propiciar la generación de un espacio de construcción colectiva entre los diferentes actores de la Universidad y el Club barrial, promoviendo la inserción de estudiantes en el marco de prácticas extensionistas.

### IV. CONCLUSIONES

Las actividades de capacitación y de ampliación del espíritu lúdico desarrolladas, desde el abordaje interdisciplinario, nos han permitido recolectar datos sólidos para ofrecer primeras interpretaciones y desarrollo de futuras actividades. Se avanzó con las y los entrenadores/jugadores para conversar sobre distintos temas que tienen que ver con sus realidades más próximas y poner en común algunas visiones específicas.

La forma en la que se dio lugar al planteo de algunos debates, siempre desde el respeto de las posiciones diferentes, dio lugar a la posibilidad de abordar temáticas, no planteadas desde el comienzo del proyecto, como lo es la capacitación en género. La misma pudo desarrollarse sin generar conflictos internos y compartiendo la premisa principal del respeto por el pensamiento de otra persona.

# Actividad de Extensión: Feria Interescolar. Comunicando ciencia con mi comunidad.

Natalia Bartels<sup>1,2</sup>, Carmen Benitez<sup>1</sup>, Matias Izzo<sup>3</sup>, Raul Ojer<sup>3</sup>, María Belén Mena<sup>1</sup>, y Diego Paladino<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fac. de Ingeniería, UNMDP.

<sup>2</sup> Grupo de Investigación Mecánica estadística y sistemas no lineales. Dpto. de Física, Fac. de Ingeniería, UNMDP.

<sup>3</sup> Fac. de Ciencias Exactas y Naturales

[bartels.natalia@gmail.com](mailto:bartels.natalia@gmail.com)

**Resumen—El equipo de trabajo de la actividad estuvo formado por estudiantes, docentes y graduados/as de las facultades de Ingeniería y de Cs. Exactas y Naturales. Tanto la contribución de cada disciplina en particular como la integración de los diferentes aportes resultaron enriquecedores y se observó en gran parte de la ejecución de la actividad.**

**Palabras clave — Educación – Medio Ambiente - Actividades científico – técnicas.**

## I. INTRODUCCIÓN

EL presente proyecto se fundamenta en dos conceptos que, aunque a priori parezcan inconexos, tienen múltiples puntos comunes y son complementarios: el aumento de la participación comunitaria en “actividades científicas formales”, por un lado, y la articulación Universidad - Escuelas, por otro. El puente que se plantea como conector sólido de estos conceptos es la propuesta del campo Comunicación/Educación (Huerdo, 2007), utilizando como eje coordinador la temática medioambiental. La selección de la temática no es caprichosa, se sustenta en la realidad del municipio de General Pueyrredón, donde la UNMDP está inserta, en relación a problemáticas ambientales de diversa índole. Solo por citar algunos ejemplos se puede mencionar la contaminación sonora en los barrios céntricos y comerciales, la polución del aire por el aumento del parque automotor, la contaminación de playas y costas, especialmente en la temporada estival, la depredación de fauna marina por la pesca intensiva, el avance de la actividad antrópica sobre áreas protegidas como humedales y reservas, y la reciente propuesta de instalación de plataformas petroleras offshore.

Es en este sentido que la preocupación por el cuidado del ambiente ha ido creciendo de manera sostenida en los últimos años, teniendo al público joven como principal protagonista de diferentes movimientos y reclamos. Esto, entonces, genera las condiciones apropiadas para trabajar en pos de nuevas formas de aprendizaje situado, menos academicista y más comprometido con el entorno, tanto en términos sociales como políticos. Como menciona Bertha Orozco Fuentes, hace falta poner igual énfasis en las condiciones políticas y culturales que condicionan modos distintos del aprender y en el para qué del aprendizaje. (Orozco Fuentes, 2006)

Lo anterior se combina con el concepto de aprendizaje significativo (Ausubel, Novak., & Hanesian, 1983), es decir, un aprendizaje conectado con lo que cada estudiante “ya sabe”, con conocimientos adquiridos previamente tanto desde la educación tradicional

(representada, en este caso, por la escuela) como por sus propias vivencias y experiencias cotidianas, asociadas al entorno en el que se desarrolla.

Respecto del aumento de la participación comunitaria en “actividades científicas formales”, si reconocemos a la sociedad civil como un grupo movilizadado, informado e interesado frente a las dinámicas que involucran conocimientos científicos y técnicos podríamos descubrir procesos de apropiación social de la ciencia que han sido invisibles a las dinámicas estabilizadas por el triángulo conformado por expertos, mediadores y Estado. (Franco-Avellaneda & von Linsingen, 2011)

Se vuelve imperioso, entonces, que la actividad científica, y, por transitividad, su educación y comunicación, deje de lado cualquier clase de verticalismo, ilustrado por el modelo del déficit, para establecer diálogos con la comunidad que sean fluidos, constantes y mutuamente enriquecedores, con el objetivo de promover un acceso más amplio al conocimiento de las ciencias y las tecnologías, no sólo para educar e informar a la ciudadanía sino también para involucrarla en la toma de decisiones relacionadas con su propia vida. (Pedersoli, 2022)

Entonces, lo educativo estaría articulado con la comprensión de una ciencia y una tecnología que sobrepasa los conceptos disciplinares, buscando problematizar las relaciones de orden social, cultural y político que se configuran en una sociedad y situación localizadas. Es decir, que lo educativo implica tanto un reconocimiento del sujeto y su entorno como de su potencial de reflexividad. (Franco-Avellaneda & von Linsingen, 2011)

En lo relativo a la articulación Universidad - Escuelas, las instituciones educativas, en tanto generadoras y promotoras de saberes, tienen no sólo la necesidad sino también la obligación de ser precursoras en el inicio de la generación de los nuevos elementos semióticos y semánticos. En este sentido, deben ser las instituciones las que den el primer paso en la actualización de sus mecanismos comunicacionales, sentando las bases para establecer un diálogo interinstitucional fluido, que garantice la retroalimentación que, en última instancia, le da sentido a cualquier contacto de estas características. (Oyarbide, y otros, 2021)

La interacción de las instituciones educativas con el resto de la comunidad se constituye, entonces, en un deber ineludible. Es necesario que se fomenten la generación de modelos institucionales abiertos al cambio y al contexto, que sientan al “afuera” como fuente de desafíos, intentar descubrir los aportes del contexto (realidad social, barrial, familiar) a su proyecto pedagógico y a la vez intentar brindarle su acción educativa y comunitaria, que se constituyan en instituciones abiertas a las sugerencias y a la actualización. (Del Regno & Díaz, 2011)

## II. CONCLUSIONES

En función a la articulación con Escuelas y clases prácticas/teóricas que dio el grupo de trabajo en las mismas, se planteó una Feria de Ciencias y Tecnologías Interescolar que actuó como nexo articulador de dos objetivos: el primero, promover el involucramiento de la comunidad con el medio circundante, canalizado a través de experiencias científicas y tecnológicas. El segundo, propiciar el protagonismo de la comunidad en el proceso de comunicación de los resultados, conclusiones y debates que se originan a partir de dichas experiencias.

La feria se presentó en la muestra educativa itinerante de la Universidad Centro de extensión Unión Sur, Envión puerto.



**TRABAJOS**



**GESTIÓN AMBIENTAL, CAMBIO  
CLIMÁTICO Y ALIMENTOS**



# Diplomatura en Cerveza Artesanal.

## Caso de éxito entre la industria y la academia

Leonardi, Agustina<sup>1</sup>, Abate, Almendra<sup>1</sup>, Lasaga, Lucas<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, UNMDP

ableonardi@fi.mdp.edu.ar

**Resumen**— Desde 2018, se ha establecido una colaboración significativa con la Cámara de Cerveceros Artesanales de Mar del Plata, con el propósito de forjar un sólido marco académico que pueda ser compartido con la comunidad. Este marco tiene como objetivo proporcionar recursos técnicos esenciales para aquellos que buscan desarrollarse en la industria cervecera artesanal o desean incorporarse profesionalmente en este emocionante campo.

En 2019, se inauguró la primera edición de la Diplomatura en Cerveza Artesanal, la cual logró una inscripción de más de 80 participantes. La excelente respuesta llevó a la realización de dos ediciones adicionales. Los resultados obtenidos subrayan de manera elocuente la necesidad y el valor de contar con un espacio dedicado a la formación técnica de alta calidad en el corazón de nuestro polo industrial.

**Palabras clave**— Cerveza artesanal, Capacitación técnica, Industria cervecera, Formación de excelencia.

**Palabras clave** — Cerveza artesanal, Capacitación técnica, Industria cervecera, Formación de excelencia.

### I. INTRODUCCIÓN

EN el apasionante y dinámico mundo de la cerveza artesanal, la búsqueda constante de la excelencia técnica y la innovación es fundamental para impulsar el crecimiento de esta industria. Desde el año 2018, hemos emprendido un esfuerzo conjunto junto a la Cámara de Cerveceros Artesanales de Mar del Plata, con el firme propósito de establecer un sólido marco académico que sirva como faro para aquellos que desean incursionar en este ámbito o perfeccionar sus habilidades existentes.

Esta colaboración ha dado frutos en forma de la Diplomatura en Cerveza Artesanal, desde el año 2019 con una participación de más de 100 personas. La demanda continua y la realización exitosa de ediciones adicionales han subrayado la importancia y la necesidad de un espacio dedicado a brindar capacitación técnica de alta calidad en el corazón mismo de nuestro polo industrial.

### II. INICIOS

La Diplomatura surge de la necesidad de un sector industrial en pleno crecimiento: el de la cerveza artesanal. Mar del Plata se erige como el polo indiscutible de esta actividad, albergando cervecerías con más de dos décadas de trayectoria en la ciudad. El continuo escalado y el crecimiento de la demanda han generado la necesidad de formar a trabajadores altamente especializados, capaces de satisfacer las exigencias del mercado en constante evolución.

### A. La Propuesta Educativa

La formación de la Diplomatura estuvo a cargo del Departamento de Ingeniería Química y en Alimentos de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional de Mar del Plata, se propusieron cuatro módulos independientes entre sí, pero que al completarlos, se otorgaba el título de Diplomado. Los módulos son los siguientes:

- 5- Producción de Cerveza Artesanal: Aspectos Tecnológicos;
- 6- Buenas prácticas de manejo aplicadas a la industria cervecera;
- 7- Control de calidad y microbiología cervecera;
- 8- Estilos de cerveza y análisis sensorial.

Cada curso se realiza en 8 encuentros teóricos-prácticos, sumando 32 horas totales.

### B. Los estudiantes

La primera cohorte de estudiantes fue en el 2019, donde cursaron 89 personas, divididas en dos comisiones, para facilitar las metodologías de enseñanza-aprendizaje.

Durante el 2020 se llevó a cabo solamente el primer curso de la diplomatura y se completó en el 2022, cuando fue factible el retorno de los cursos de extensión.



Fig. 1: Distribución por género de los estudiantes.

### C. Los resultados

Es difícil cuantificar el éxito de la Diplomatura, ya que las motivaciones y expectativas de los estudiantes son complejas y diversas. Sin embargo, se pueden remarcar los siguientes casos, que pueden servir de guía a la importancia de la propuesta docente en el sector local:

- Formación de nuevas industrias, con las ventajas que eso implica, generación de nuevos puestos de trabajo,
- Inserción en las cervecerías locales, alumnos de las diferentes cohortes se encuentran trabajando en las cervecerías más importantes de la ciudad, Antares, Baum, Cachalote, Gluck entre otras.

### D. Más allá de la diplomatura

El surgimiento de la diplomatura trajo aparejado otras actividades vinculadas tangencialmente, como la organización de talleres y charlas con referentes del sector.

Además del favorecimiento de la sociedad, el cual es un pilar fundamental de la Universidad Nacional, la Diplomatura ha obtenido el reconocimiento del sector, se han acercado dos

cerveceras para realizar donaciones de gran envergadura para la mejora continua de nuestra propuesta. En este sentido, Leben donó un bloque de cocción, mientras que Antares presentó una cerveza “a beneficio” de la Diplomatura, la Nerd IPA, parte de los fondos serán utilizados para poner en funcionamiento el equipo donado por Leben.

#### E. Incorporación de alumnos de grado

En la última edición, se incorporaron estudiantes avanzados de ingeniería química y en alimentos como ayudantes adscriptos. El beneficio de dicha incorporación es variable, ya que a los alumnos les sirve como experiencia docente, mientras se relacionan con personas vinculadas al sector productivo de la ciudad, lo cual sirve para tender redes para su futuro profesional. Es una ventana hacia lo que implica la actividad profesional en la realidad, tema que durante la cursada queda eclipsado por tanto contenido.

### III. CONCLUSIONES

Por lo presentado, la Diplomatura en Cerveza Artesanal se posiciona como la propuesta académica de la región para aquellos que quieran aprender o fortalecer sus conocimientos en la industria. Los vínculos generados con el sector fueron fructíferos.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores queremos agradecer a la Cámara de Cerveceros Artesanales de Mar del Plata por confiar en nosotros para formar a los futuros actores del sector. A la Facultad de Ingeniería por darnos el marco académico de excelencia para llevar a cabo nuestra hermosa tarea de enseñar. A todos los estudiantes que confiaron en nosotros para adentrarnos en el fascinante mundo de la cerveza artesanal.

# Remoción de colorantes de medios acuosos a partir de materiales amigables con el medio ambiente

Melina Kloster<sup>1</sup>, Mirna A. Mosiewicki<sup>1</sup>, Norma E. Marcovich<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA) – CONICET – Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata  
[melina.kloster@intema.gob.ar](mailto:melina.kloster@intema.gob.ar)

**Resumen—** De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, entre el 17 y 20% de la contaminación del agua es causada por los tratamientos de teñido de la industria textil. Los efluentes vertidos contienen colorantes que, junto con otros productos químicos peligrosos, provocan pérdida del balance ambiental, alteran el pH del medio y suelen ser no biodegradables, recalitrantes y carcinógenos. Por estas razones, el desarrollo de nuevas tecnologías para su remoción resulta fundamental. Las que involucran procesos de adsorción son una alternativa sumamente prometedora debido a su facilidad de operación, relativo bajo costo, disponibilidad de tipos de adsorbentes, etc. Los aerogeles son materiales porosos de muy baja densidad que presentan alta área superficial específica y, al ser obtenidos como piezas, su separación de las soluciones a tratar resulta sencilla. Para la síntesis de aerogeles adsorbentes amigables con el medio ambiente se utilizó como materia prima principal el quitosano, un polímero natural, biodegradable y no tóxico que se extrae de exoesqueletos de crustáceos y presenta buenas capacidades de adsorción de especies iónicas debido a su estructura química. Estos materiales han sido estudiados como adsorbentes de colorantes modelo y el objetivo a mediano plazo es utilizarlos en la remediación de efluentes textiles.

### I. INTRODUCCIÓN

**E**L agua es un recurso natural indispensable para los ecosistemas terrestres y la contaminación de los cursos de agua debido a la descarga indiscriminada de contaminantes en ellos es una problemática global. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), entre el 17 y 20% de la contaminación del agua es causada por los tratamientos de teñido de la industria textil. Los efluentes de esta industria contienen diferentes químicos peligrosos para la salud y el medioambiente entre los que se encuentran jabones, ácidos, metales pesados, colorantes y/o tinturas. Estos últimos se hallan entre los contaminantes más perjudiciales debido a los efectos que producen en el medioambiente y la salud, sumado a su alta estabilidad química, lo que trae dificultad en su degradación [1]. Además de la bioacumulación en los seres vivos, tienen el potencial de provocar efectos mutagénicos y carcinógenos [2]. Como resultado de esta problemática, el tratamiento de aguas residuales es uno de los desafíos más importantes que enfrenta la población mundial actualmente. Los procesos convencionales para el tratamiento de aguas o efluentes generalmente enfrentan restricciones económicas y/o ambientales que los hacen ineficaces para eliminar iones u otros

compuestos tóxicos que se encuentran en bajas concentraciones. Dentro de las diferentes técnicas, la adsorción se considera una de las más adecuadas para el tratamiento del agua. La adsorción es un proceso superficial por el cual una molécula o ion presente en el seno de un fluido (gas o líquido) se transfiere a una superficie sólida. Dicho proceso presenta numerosas características que lo hacen atractivo, como su facilidad de operación, costo relativamente bajo, alta eficiencia, disponibilidad de tipos de adsorbentes, etc.

Los aerogeles son materiales porosos de muy baja densidad que se obtienen a partir del secado de hidrogeles. Su alta porosidad provee al material de una alta área superficial, característica deseable para el proceso de adsorción. Estos materiales pueden obtenerse en forma de piezas, que son macroestructuras tridimensionales y tienen la ventaja de poder ser fácilmente separadas de medio a tratar, evitando recurrir a técnicas tediosas como la centrifugación o filtración. El quitosano (Q) resulta una materia prima ideal para producir un material que presente buena capacidad de adsorción y que, a la vez, sea amigable con el medio ambiente. El quitosano es un polímero natural que se obtiene a partir de la quitina, principal constituyente de los exoesqueletos de crustáceos comestibles y es biodegradable, biocompatible y no tóxico. Presenta buenas propiedades para la adsorción debido principalmente a los grupos amino (-NH<sub>2</sub>) contenidos en su estructura química.

## II. OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es obtener aerogeles amigables con el medio ambiente basados en Q, que presenten estabilidad en medio acuoso y buena capacidad de adsorción de especies iónicas, particularmente para esta instancia, de colorantes presentes en efluentes de la industria textil.

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Obtención del material

Para obtener aerogeles estables en medio acuoso, se recurrió a la utilización de glutaraldehído (GA) como entrecruzante químico del Q. Este compuesto reacciona con el Q formando una macroestructura tridimensional y evitando la disolución del material al sumergirlo en agua y/u otros solventes. Se prepararon soluciones de Q de diferentes concentraciones (3 y 4 % p/v) que se mezclaron con soluciones acuosas de GA conteniendo diferentes proporciones en peso con respecto a la cantidad de Q (1 y 5 % pGA/pQ). Las soluciones se dispusieron en moldes de silicona que fueron cubiertos con papel antiadherente y mantenidos a temperatura ambiente durante 24 h. Luego fueron congelados en un freezer a -17°C y, a continuación, se secaron mediante liofilización durante 72 h. Adicionalmente, se realizaron modificaciones al gel Q-4-GA-1, que consistieron en el agregado de 4 g de microcelulosa cristalina (MCC) antes del agregado de GA.

### B. Caracterización

Las muestras obtenidas fueron caracterizadas por medio de mediciones de densidad aparente, grado de hinchamiento (GH), estabilidad en diferentes pH y porosidad [3].

### C. Ensayos de adsorción

Se realizaron ensayos con el colorante aniónico Rojo Congo (RC). Una fracción de material se puso en contacto con soluciones de RC de 100 mg/L de concentración en una relación de 0.06 g muestra:40 mL solución por determinados intervalos de tiempo. Cumplido cada intervalo, el adsorbente se removió de las soluciones y se midió la absorbancia de las mismas por medio de espectroscopía UV-visible para determinar, por diferencia, la cantidad de colorante que se transfirió al sólido. El mismo procedimiento se repitió considerando un tiempo de 24 h y utilizando soluciones de RC de diferentes concentraciones (25, 50, 100 y 200 mg/L).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los aerogeles obtenidos presentaron una estructura de poros heterogénea y otras características dependientes de las composiciones utilizadas. La densidad resultó 0.059 g/cm<sup>3</sup> para las muestras Q-4-GA-1 y Q-4-GA-5 y 0.054 g/cm<sup>3</sup> para la muestra Q-3-GA-5. Se puede decir, entonces, que la densidad tiene una pequeña dependencia con la concentración de Q en las formulaciones y resulta independiente de la cantidad de entrecruzante utilizada. La muestra Q-4-GA-1-MCC presentó una densidad de 0.107 g/cm<sup>3</sup>, mayor a las anteriores debido al agregado de carga. La Fig. 1a muestra que la porosidad accesible de los aerogeles disminuye al aumentar la concentración de Q para un mismo porcentaje de GA y al aumentar la concentración de entrecruzante para una misma concentración de Q. El agregado de MCC también provoca una disminución en la porosidad. Un aumento en la cantidad de GA empleada, además de provocar una disminución en la porosidad, disminuye el grado de hinchamiento y mejora la estabilidad del material en medio acuoso (Fig. 1b y 1c), lo mismo ocurre cuando aumenta la cantidad de Q en las formulaciones. El grado de hinchamiento disminuye ya que el material que compone la red tridimensional se rigidiza y la superficie del mismo se vuelve más hidrofóbica por la disminución de la cantidad de grupos amino, dificultando la penetración de solvente. El GH obviamente varía dependiendo del solvente en el que se sumerja la muestra. La estabilidad en los diferentes medios sigue la tendencia opuesta al grado de hinchamiento, las muestras que presentaron mayores valores de GH son las que menor porcentaje de masa conservaron luego del ensayo de estabilidad. Se pudo observar que la incorporación de MCC brindó una gran mejora en la estabilidad con respecto a la muestra control (sin el agregado de MCC).

Las propiedades de adsorción (cantidad de colorante removida por gramo de material adsorbente) también resultaron dependientes de las composiciones empleadas (Fig. 2a y 2b). Se observa que el aumento en la cantidad de entrecruzante resulta favorable para la adsorción de RC, aun si disminuye la cantidad de Q en las formulaciones. El agregado de MCC, además de aumentar la estabilidad en los diferentes medios, provoca que el material presente una mejora significativa en su capacidad de adsorción. El aumento de la cantidad de GA, así como el agregado de MCC, podrían provocar cambios en la naturaleza semicristalina del quitosano, creando un mayor número de sitios accesibles conforme disminuye el tamaño de los dominios cristalinos, y en las propiedades de textura de los materiales obtenidos, favoreciendo el proceso de adsorción [4]. Los datos experimentales se ajustaron

con modelos teóricos analizados y discutidos en la bibliografía (Fig. 2a y 2b).

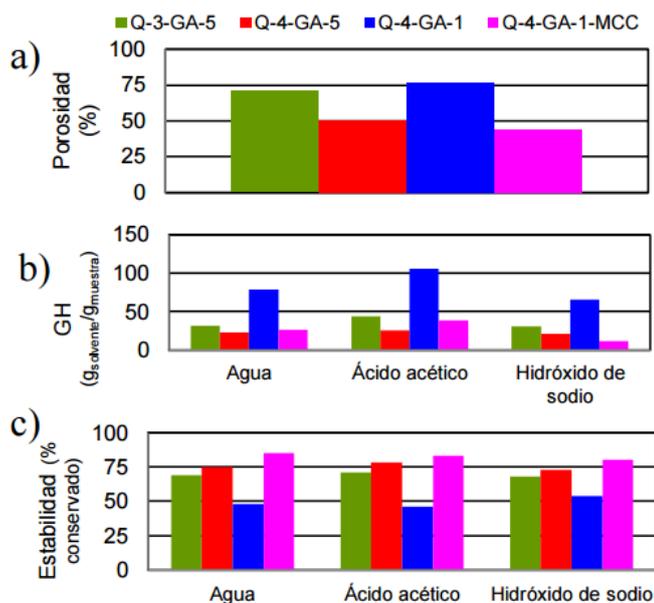


Fig. 1: Propiedades de los aerogeles: a) Porcentaje de porosidad, b) GH en diferentes solventes, c) Estabilidad de las muestras en diferentes solventes.

[3] A. Mokhtari, M. Sabzi, and H. Azimi, "3D porous bioadsorbents based on chitosan/alginate/cellulose nanofibers as efficient and recyclable adsorbents of anionic dye," *Carbohydrate Polymers*, vol. 265, p. 118075, 2021.

[4] L. Poon, L. D. Wilson, and J. V. Headley, "Chitosan-glutaraldehyde copolymers and their sorption properties," *Carbohydrate polymers*, vol. 109, pp. 92-101, 2014.

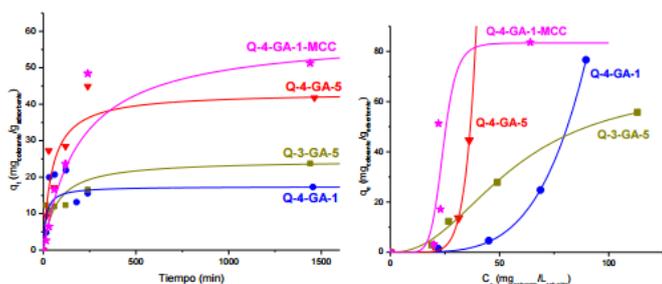


Fig. 2: a) Capacidad de adsorción en función del tiempo (cinética), b) Capacidad de adsorción en función de la concentración remanente de las soluciones (isotermas).

## V. CONCLUSIONES

Se lograron sintetizar materiales amigables con el medio ambiente que fueron empleados satisfactoriamente en la remoción del colorante aniónico Rojo Congo. Estos aerogeles resultan prometedores para ser utilizados en la remediación de efluentes provenientes de la industria textil local.

## AGRADECIMIENTOS

A la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación (PICT 2019-2677 y PICT 2021-0153) y a la Universidad Nacional de Mar del Plata (Proyecto 15/G625 - ING629/21 y beca otorgada a la Ing. Melina Kloster).

## REFERENCIAS

[1] F. Pinelli, C. Piras, L. P. Nogueira, and F. Rossi, "On the Sorbent Ability and Reusability of Graphene-Oxide-Chitosan Aerogels for the Removal of Dyes from Wastewater," *Gels*, vol. 9, p. 110, 2023.

[2] S. Sudarshan, S. Harikrishnan, G. RathiBhuvaneshwari, V. Alamelu, S. Aanand, A. Rajasekar, et al., "Impact of textile dyes on human health and bioremediation of textile industry effluent using microorganisms: current status and future prospects," *Journal of Applied Microbiology*, vol. 134, 2023.

# Aplicaciones de la energía ionizante en alimentos: preservación de un producto de nuestro mar

Marianina Perez Cenci<sup>1,2</sup>, Mónica Leonor Felix<sup>1</sup>, María Constanza Cova<sup>3</sup>, Analía Belén García Loredó<sup>1,2</sup> y Alejandra Tomac<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Investigación Preservación y Calidad de Alimentos (GIPCAL), INCITAA, Facultad de Ingeniería, UNMDP, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina..

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET, Argentina.

<sup>3</sup> Sección Irradiación de Alimentos, Gerencia de Aplicaciones y Tecnología de Radiaciones, Gerencia de Área Aplicaciones de la Energía Nuclear, Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Ezeiza, Buenos Aires, Argentina.  
mperezcenci@fi.mdp.edu.ar

**Resumen—** Los productos pesqueros constituyen una importante fuente de nutrientes (proteínas y ácidos grasos) para la dieta del hombre. Sin embargo, el consumo de los mismos en el país es muy bajo. Entre los métodos de preservación de alimentos, la aplicación de radiaciones ionizantes resulta eficaz y segura y es utilizada a nivel mundial. El objetivo es aplicar radiaciones ionizantes para preservar y desarrollar nuevos productos pesqueros inocuos y de vida útil prolongada, para aumentar la disponibilidad de productos frescos y añadir valor al recurso. El enfoque se centra en especies de bajo valor y subproductos obtenidos del procesamiento industrial. Se plantea que la dosis de radiación, combinada con otras barreras, asegurará la estabilidad del producto frente al crecimiento bacteriano y extenderá su vida útil sin afectar su calidad sensorial. Para ello, se analiza el efecto de la radiación ionizante (rayos gamma) sobre la vida útil de filetes de pescadilla (*Cynoscion guatucupa*) refrigerados, estudiando sus propiedades sensoriales, microbiológicas, fisicoquímicas y texturales. En el mediano plazo, se buscará desarrollar un producto a base de pescado que, mediante combinación de barreras (tratamiento térmico, irradiación, envasado al vacío, etc.) sea estable a temperatura ambiente.

**Palabras clave—** Irradiación gamma, productos pesqueros, extensión de vida útil

## I. INTRODUCCIÓN

LA radiación ionizante es utilizada a nivel mundial para preservar alimentos. La misma permite reducir la pérdida de alimentos por deterioro al inactivar microorganismos y retrasar procesos de brotación, maduración y senescencia, entre otras aplicaciones. Presenta ciertas ventajas que la convierten un tratamiento versátil, ya que puede aplicarse en el envase final de manera de evitar la recontaminación posterior, no deja residuos en los productos, pueden tratarse alimentos sensibles al calor y, en el caso de la irradiación gamma, es útil para productos a granel [1]. Desde el año 2017, la normativa argentina (CAA) ha aprobado su uso en distintas clases de alimentos, incluyendo los productos pesqueros. Esta tecnología resulta especialmente útil en este tipo de productos altamente perecederos, cuyas características nutricionales (calidad de proteínas y ácidos grasos) son apreciadas por los consumidores. La pescadilla *Cynoscion guatucupa* es una especie demersal capturada en el

país que suele comercializarse principalmente a mercados de exportación con un bajo valor agregado [2]. El objetivo fue analizar el efecto de distintas dosis de radiación gamma sobre el perfil microbiológico y parámetros fisicoquímicos y sensoriales de filetes de pescadilla, para extender su vida útil en refrigeración.

## II. METODOLOGÍA

Filetes de *Cynoscion guatucupa* fueron envasados en bolsas de polietileno y poliamida y transportados en refrigeración a la Planta Semi-industrial de Cobalto 60 (600.000 Curies) del Centro Atómico Ezeiza (CNEA) donde fueron irradiados a dosis medias globales de 0, 1,5, 4 y 6,5 kGy, con una tasa de dosis de 8 kGy/h y una uniformidad de dosis de 1,37. Se almacenaron a  $4\pm 1^\circ\text{C}$  durante 1 mes. Un esquema del proceso mencionado se representa en la Figura 1. Se analizaron bacterias aerobias mesófilas (BAM) y psicrótrofas (BAP) totales, coliformes totales, enterobacterias y *Staphylococcus* spp. Se determinó la composición química proximal, pH y Nitrógeno Básico Volátil (NBV). La aceptabilidad sensorial de los filetes cocidos fue evaluada por un panel piloto de 15 consumidores que puntuaron los atributos aroma, apariencia, textura en boca, sabor y aceptabilidad global en escalas hedónicas de 9 puntos, siendo 9 la máxima aceptabilidad. Previamente se definió la cocción (10 minutos a la plancha) y aplicación de sal (0,8 g) y jugo de limón (2 mL) por 100 g de filete. Se utilizó ANOVA de dos factores (dosis-tiempo) y el Test de Tukey ( $p < 0,05$ ).

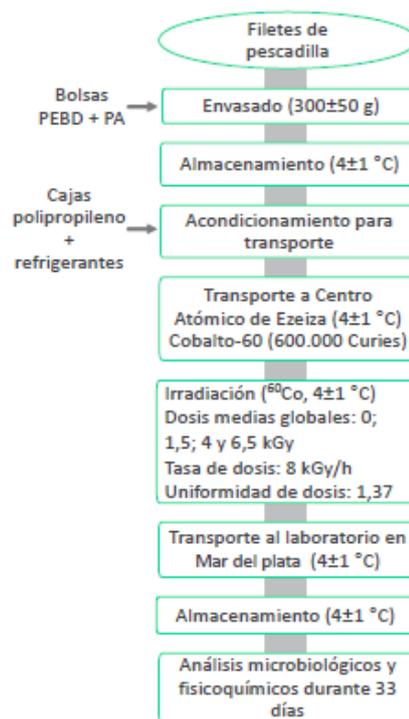
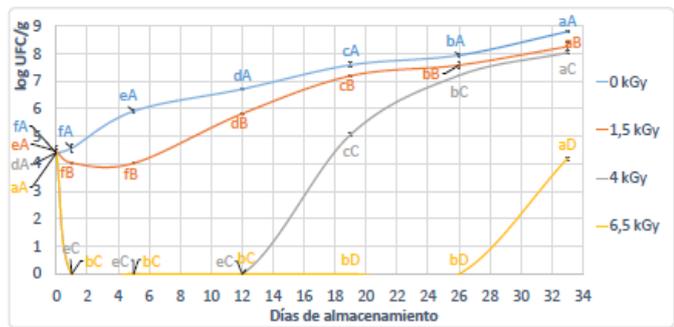
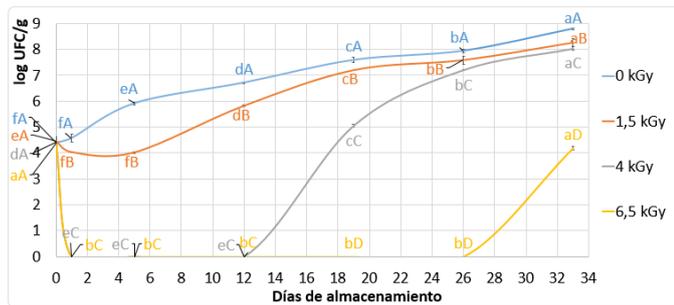


Fig. 1: Esquema de la metodología empleada.

## III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los recuentos de BAM y BAP iniciales fueron  $2,63 \times 10^4 \pm 0,25 \times 10^4$  y  $3,69 \times 10^3 \pm 2,62 \times 10^3$  UFC/g, respectivamente. La radiación gamma los redujo de manera dependiente con la dosis. Con dosis de 4 y 6,5 kGy los recuentos se redujeron por debajo del límite de detección ( $< 10$  UFC/g). Durante el almacenamiento, BAM aumentó en el control hasta  $3,95 \times 10^6 \pm 0,07 \times 10^6$  UFC/g, siendo significativamente mayor al de las muestras irradiadas con 1,5, 4 y

6,5 kG y el día 12 ( $6,58 \times 10^5 \pm 0,50 \times 10^5$  UFC/g, ND y ND, respectivamente). Dichos resultados se representan en la Figura 2. Un comportamiento similar fue reportado para filetes de merluza tratados con 1 kGy en combinación con recubrimiento de alginato [3] y en tubos de calamar tratados con hasta 4 kGy [4].



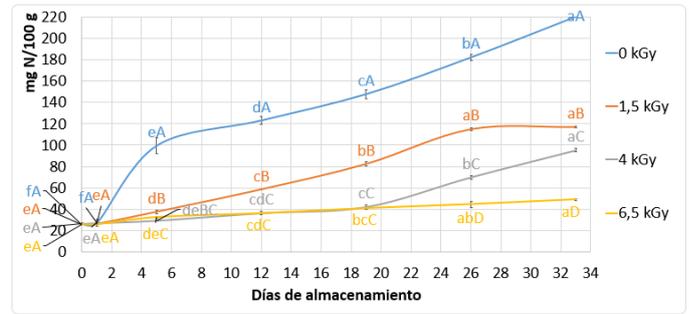
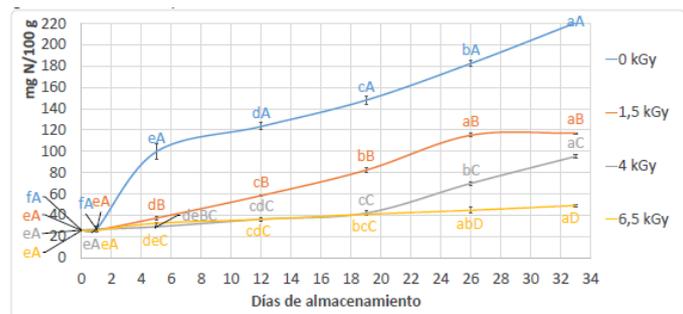
\*Minúsculas distintas indican diferencias significativas en BAM debido al tiempo para cada dosis Mayúsculas distintas indican diferencias significativas debido a la dosis, para un mismo tiempo Tukey  $p = 0.05$ .

Fig. 2: Recuento de bacterias aerobias mesófilas (BAM) en filetes de pescadilla irradiados durante el almacenamiento a  $4 \pm 1^\circ\text{C}$  [5].

El BAP aumentó a  $3,32 \times 10^7 \pm 0,14 \times 10^7$  UFC/g en el control (día 5), siendo mayor al de las muestras irradiadas ( $p < 0,05$ ). Los recuentos iniciales de enterobacterias, coliformes y *Staphylococcus* spp. fueron reducidos a valores no detectables con las tres dosis de irradiación.

El pH inicial fue  $6,65 \pm 0,01$ . En el control aumentó hasta  $8,03 \pm 0,10$  el día 19, siendo significativamente mayor al de las muestras irradiadas con 1,5, 4 y 6,5 kGy ( $7,72 \pm 0,01$ ;  $7,11 \pm 0,03$  y  $6,70 \pm 0,01$ , respectivamente).

El valor inicial de NBV fue  $26,1 \pm 0,3$  mg/100g y aumentó exponencialmente en el control hasta un valor de  $129,1 \pm 1,2$  mg/100g, a los 19 días. El NBV del control fue durante todo el período significativamente mayor al de las muestras irradiadas con 1,5, 4 y 6,5 kGy cuyos valores fueron  $79,9 \pm 1,1$ ;  $41,9 \pm 2,0$  y  $40,1 \pm 1,4$  mg/100g, respectivamente (día 19) (Figura 3).



\*Minúsculas distintas indican diferencias significativas en NVB debido al tiempo para cada dosis Mayúsculas distintas indican diferencias significativas debido a la dosis, para un mismo tiempo Tukey  $p = 0.05$ .

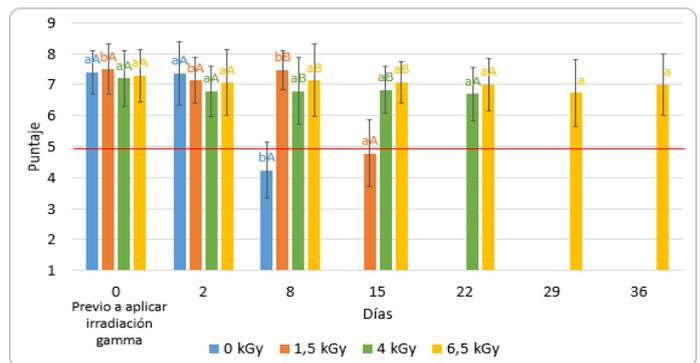
Fig. 3: NBV en filetes de pescadilla irradiados durante el almacenamiento a  $4 \pm 1^\circ\text{C}$  [5].

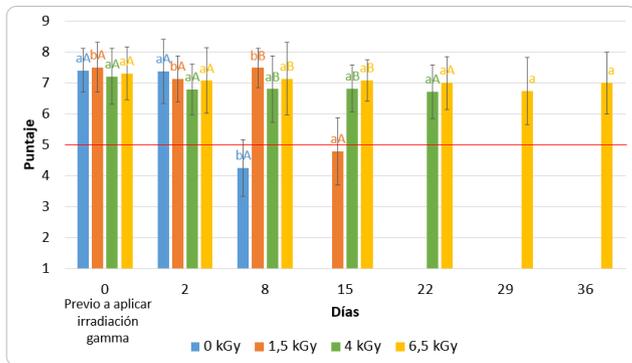
Esta disminución en los cambios asociados con el deterioro (pH y NBV) durante el almacenamiento se relaciona con la reducción microbiana inducida por la radiación [3], [4].

En la evaluación sensorial de los filetes cocidos (día 2) no se observaron diferencias significativas debido a la irradiación en los atributos evaluados, siendo puntuados entre 6,3 y 7,5 (valoraciones positivas), lo que indica buena aceptación por los consumidores. El día 8, la aceptabilidad de todos los atributos del control fue significativamente menor al de las muestras irradiadas, mientras que las mismas mantuvieron su aceptabilidad sensorial. El día 15 se evaluaron únicamente las muestras irradiadas debido al deterioro del control. La muestra 1,5 kGy recibió puntajes más bajos que las muestras 4 y 6,5 kGy, las cuales fueron aceptadas en igual medida que el día 2, sin diferencias significativas entre las mismas.

En la Figura 4 se muestran los puntajes promedio obtenidos para el atributo textura, este presentó el mismo comportamiento que el detallado para la aceptabilidad global.

El atributo textura fue el más representativo del cambio durante el almacenamiento y sus resultados se corresponden mejor con los obtenidos para vida útil microbiológica, esto concuerda con lo reportado para marinados de *Engraulis anchoita* irradiados con 3,3 kGy [4].





\*Minúsculas distintas indican diferencias significativas debido al tiempo para cada dosis. Mayúsculas distintas indican diferencias significativas debido a la dosis, para un mismo tiempo (Tukey,  $p=0,05$ ).

Fig. 4: Puntajes promedio de textura en filetes de pescadilla irradiados crudos durante el almacenamiento a  $4\pm 1^\circ\text{C}$  [6].

#### IV. CONCLUSIONES

La radiación gamma redujo los recuentos iniciales de microorganismos y disminuyó su velocidad de desarrollo durante el almacenamiento a  $4\pm 1^\circ\text{C}$ . Esto se tradujo en una disminución de la producción de NBV, el cual es un indicador de la pérdida de frescura en productos pesqueros. Además, el tratamiento con energía ionizante mantuvo la calidad de los filetes de pescadilla e incrementó el tiempo de aceptabilidad sensorial, al disminuir la velocidad de los cambios asociados al deterioro. Esto permitió lograr el objetivo de extender la vida útil de filetes de *Cynoscion guatucupa* en refrigeración, sin tener que recurrir a la congelación. Una dosis de 4 kGy logró una prolongación de 16 días en comparación con el producto sin tratar, lo que posibilitaría también la comercialización de este tipo de productos al exterior manteniendo su condición de frescos (sin congelar).

#### REFERENCIAS

- [1] D.A.E. Ehlermann, "Wholesomeness of irradiated food", en *Radiation Physics and Chemistry*, 129, pp. 24–29. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2016.08.014>, 2016
- [2] Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. "Informe de coyuntura, diciembre 2022". Available at: [https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca\\_maritima/informes/coyuntura/\\_archivos//220000\\_2022/221201\\_Informe%20de%20Coyuntura%20-%20Diciembre%202022.pdf](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca_maritima/informes/coyuntura/_archivos//220000_2022/221201_Informe%20de%20Coyuntura%20-%20Diciembre%202022.pdf)
- [3] S, Shankar, F. Danneels and M. Lacroix "Coating with alginate containing a mixture of essential oils and citrus extract in combination with ozonation or gamma irradiation increased the shelf life of *Merluccius* sp. Fillets", en *Food Packaging and Shelf Life*, vol. 22, pp. 100-434. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2019.100434>, 2019.

# Valorización de especies pesqueras subutilizadas y de descartes del procesamiento industrial mediante el desarrollo de *surimi* como base proteica para la preparación de alimentos de origen marino "listos para cocinar"

Marión Daniela Marchetti<sup>1,2</sup>, Marina Czerner, y Analía Belén García Loredó<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Investigación Preservación y Calidad de Alimentos (GIPCAL), INCITAA, Facultad de Ingeniería, UNMDP, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina..

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET, Argentina.

[mmarchetti@fi.mdp.edu.ar](mailto:mmarchetti@fi.mdp.edu.ar)

**Resumen**— La progresiva eliminación de los descartes de pescado ha estimulado la valorización de la carne procedente de especies sin importancia comercial, ejemplares de baja talla y recortes de fileteado con buenas propiedades funcionales pero que frecuentemente presentan un exceso de espinas, grasa, sabores extraños, colores indeseables, textura blanda, etc. La valorización de estos recursos pesqueros descartados es un objetivo clave para la supervivencia del sector. La actividad pesquera argentina se concentra en pocas especies que son comercializadas con un bajo nivel de procesamiento mayormente destinadas al mercado externo y el consumo interno de pescado es el más bajo de la región. Por lo tanto, la presente investigación se centra en la valorización del músculo extraído de especies que son comúnmente descartadas en las pesquerías del Mar Argentino y de residuos generados durante el procesamiento industrial, mediante la preparación de hamburguesas, albóndigas y/o nuggets de origen marino. Para ello, será necesario relevar e identificar las potenciales materias primas, caracterizarlas fisicoquímica y sensorialmente a fin de optimizar el desarrollo tecnológico a aplicar y evaluar la inclusión de aditivos con diferentes propiedades (funcionales, tecnológicas y de conservación). En principio se prevé trabajar con las especies subexplotadas papafigo (*Stromateus brasiliensis*) y sauro (*Pomatomus saltatrix*) y ejemplares de caballa (*Scomber japonicus*) de talla pequeña. Se examinará el comportamiento de la carne picada, repetidamente lavada y deshidratada durante el almacenamiento congelado por medio de análisis fisicoquímicos, microbiológicos, reológicos y sensoriales. Luego, se probará la aceptación del consumidor de los productos "listos para cocinar" preparados a partir de las diferentes especies. Se evaluarán sus características fisicoquímicas y microbiológicas y se determinará su vida útil. Creemos que las diversas especies infrautilizadas son abundantes y la mayoría lo suficientemente regulares estacionalmente como para ser una fuente fiable de capturas accesorias para la elaboración industrial de productos pesqueros comercializables.

**Palabras clave**— Especies pesqueras subutilizadas, Agregado de valor, Surimi.

# Biodegradación y biodemulsificación de hidrocarburos de residuos de sentinas de barcos.

Corti-Monzón Georgina, Murialdo Silvia.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Ambiente, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP).

[cortimonzon@mdp.edu.ar](mailto:cortimonzon@mdp.edu.ar)

**Resumen**— Las aguas de sentina son residuos líquidos peligrosos generados en los buques que contienen hidrocarburos y que deben ser tratados (MARPOL 73/78). Son un sistema de dos fases, con una fase oleosa dispersa en una acuosa. Algunos barcos llevan un equipo que separa estas fases por diferencias de densidades permitiendo liberar al mar el agua si la concentración de hidrocarburos no supera las 15 ppm, de lo contrario debe tratarse en tierra. En estos residuos, la mayoría de los hidrocarburos se encuentran emulsionados, disminuyendo la eficiencia de los separadores. Por ello, para cumplir con los requisitos de MARPOL, a los separadores se les acopla un tratamiento posterior, como el empleo de demulsificantes químicos, que son costosos y muchas veces tóxicos. La bio-demulsificación (eliminación / reducción de emulsiones mediante microorganismos) y biorremediación (eliminación / reducción del contenido de hidrocarburos a través del metabolismo microbiano) son estrategias de bajo costo y amigables con el medio ambiente que se presentan como alternativas para el tratamiento. En nuestro grupo de trabajo aislamos consorcios (comunidades) de microorganismos de muestras de sentinas con capacidad de degradar hidrocarburos y romper emulsiones. Estamos optimizando rendimientos y eficiencias con el objetivo de desarrollar un producto biológico para el tratamiento de residuos de sentina.

# Grupo de Investigación en Ingeniería en Alimentos (GIIA)

Rosario Goyeneche<sup>1,2</sup>, María Victoria Alvarez<sup>1,2</sup>, María del Rosario Moreira<sup>1,2</sup>, Karina Di Scala<sup>1,2</sup>, Roberta Ansorena<sup>1,2</sup>, Cintia Mazzucotelli<sup>1</sup>, Gabriela Viacava<sup>1,2</sup>, Ana Cecilia Divito<sup>1,3</sup>, María Gabriela Goñi<sup>1,2</sup> y Alejandra Ponce<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> GIIA-INCITAA-FI-UNMdP.

<sup>2</sup> CONICET

<sup>3</sup> AGENCIA

[rogoye@fi.mdp.edu.ar](mailto:rogoye@fi.mdp.edu.ar)

**Resumen**— Las líneas de investigación definidas para el GIIA se pueden resumir como: evaluación de los aspectos nutricionales, sanitarios y sensoriales de frutas y hortalizas a cosecha y durante su almacenamiento; desarrollo y aplicación de tecnologías postcosecha compatibles con el cultivo orgánico que permitan prolongar la vida útil del producto, aprovechar partes desechadas de vegetales, tales como hojas de rabanito e hinojo, para contribuir al diseño de estrategias tecnológicas para la revalorización de residuos. También se realizan actividades que, mediante el modelado y la optimización de los parámetros de calidad, permiten obtener productos de elevado valor nutricional, sensorialmente atractivos e inocuos.

**Palabras clave**— productos frutihortícolas, deshidratación, revalorización de desechos, probióticos.

## I INTRODUCCIÓN

Desde el año 1998, el Grupo GIIA ha desarrollado diferentes estrategias de conservación de los vegetales con el fin de extender su vida útil y que a su vez sean compatibles con el cultivo orgánico. Se realizaron numerosos estudios tendientes a caracterizar varios de los vegetales comúnmente producidos en el cinturón frutihortícola de la ciudad de Mar del Plata. Actualmente, se espera que el impacto de la ejecución de los proyectos vigentes en el grupo reditúe en el desarrollo de nuevos productos con mayor valor agregado, la obtención de un sello de calidad que permita diferenciar a los productos frutihortícolas tratados con preservantes naturales y enriquecidos con ingredientes bioactivos y aspirar a aumentar los volúmenes comercializados en mercados extranjeros. Los objetivos que se persiguen en el grupo apuntan al desarrollo de nuevos productos de origen frutihortícola aplicando las tecnologías ya estudiadas y puestas a punto. Las tecnologías post-cosecha que se utilizan siempre son amigables con el medio ambiente. Estas barreras de preservación son aplicadas a tres tipos de productos derivados frutihortícolas: a) jugos naturales obtenidos de frutas de interés regional; b) frutas y hortalizas mínimamente procesadas y c) frutas y hortalizas sometidas a deshidratación. En la industria de alimentos, la inclusión de cultivos probióticos se ha realizado tradicionalmente en productos lácteos (queso, yogur, helados, entre otros). La investigación en el desarrollo de soluciones alternativas a los productos probióticos derivados de la leche es una opción en crecimiento dentro de la industria de alimentos, especialmente el diseño de bebidas de frutas y/o vegetales como ingrediente principal es una iniciativa factible. Paralelamente, debido a una creciente preocupación por la revalorización de residuos agroindustriales o porciones hortícolas subutilizadas es vital desarrollar investigaciones tendientes a lograr un mayor aprovechamiento de estos recursos. Las investigaciones realizadas en los últimos años han demostrado en muchos casos una alta calidad nutritiva en estos subproductos. Por todo ello, los

principales objetivos que se plantean en el grupo de investigación en la actualidad son los siguientes:

1. Desarrollar productos frutícolas de interés regional (jugos y frutas frescas cortadas), enriquecidos con fibras prebióticas, bacterias probióticas y/o proteínas e implementar diferentes tecnologías de preservación a fin de obtener nuevos alimentos funcionales no-lácteos con potenciales efectos benéficos sobre la salud, inocuos y con una vida útil prolongada.

2. Desarrollar productos frutihortícolas de IV gama, enriquecidos con compuestos bioactivos microencapsulados teniendo en cuenta sus características físico-químicas, microestructurales y la bioaccesibilidad de los nutrientes más relevantes para la salud.

3. Desarrollar productos deshidratados innovadores de origen vegetal, teniendo en cuenta sus propiedades funcionales, la estabilidad y la bioaccesibilidad de los compuestos bioactivos más relevantes para la salud.

4. Optimizar la extracción de biocompuestos de porciones vegetales subutilizadas (residuos), cuantificarlos y determinar su capacidad antioxidante, antimicrobiana y antiinflamatoria.

## II INTEGRANTES DEL GRUPO

Actualmente, la directora del grupo es la Dra. Alejandra Ponce, la cual durante varios años ha focalizado sus investigaciones en la búsqueda de diferentes bioactivos empleados como preservantes naturales y aplicados sobre productos vegetales de cuarta gama relacionadas con tecnologías naturales para la conservación de los mismos. Actualmente, aborda el tema de comunicación bacteriana (quórum sensing) y usos de bioactivos antipatogénicos. Dentro de este abordaje se han seleccionado algunos bioactivos de subproductos de productos vegetales muy promisorios para ser aplicados en la propuesta de alimentos funcionales. Dentro de la línea de alimentos innovadores deshidratados, la Bioqca. Ana Cecilia Divito (becaria doctoral AGENCIA, Directora Dra. Karina Di Scala) está desarrollando el tema "Evaluación de las propiedades funcionales y la bioaccesibilidad de polifenoles en matrices vegetales enriquecidas y deshidratadas". Se sabe que los beneficios de un compuesto bioactivo, una vez superado el proceso industrial, depende de las transformaciones que experimenta durante el proceso digestivo. Antes de estar biodisponibles, los compuestos deben liberarse de la matriz alimentaria y modificarse en el tracto gastrointestinal (bioaccesibilidad). Por lo tanto, es importante analizar cómo el proceso de digestión afecta la estabilidad de los compuestos activos y, en consecuencia, cómo se verá influenciada su biodisponibilidad y su potencial beneficio para la salud (bioactividad). Desde la tecnología de los alimentos hay varios factores que podemos modular y que afectan la bioaccesibilidad de los compuestos bioactivos, como por ejemplo la matriz alimentaria, el procesado, la interacción con la matriz, entre otros. La Dra. Gabriela Goñi trabaja actualmente con un enfoque integrado, que incluye la aplicación de tecnologías de preservación sobre los residuos de la industrialización de los vegetales, con el objeto de desarrollar ingredientes y/o aditivos de interés alimentario. La Dra. Roberta Ansorena aborda el tema de investigación focalizado en la microencapsulación de bioactivos para controlar la liberación de antimicrobianos y antioxidantes naturales entre otras tecnologías. Con el propósito de evaluar el impacto de la aplicación de estas nuevas tecnologías sobre la salud del consumidor, se ha comenzado a profundizar en el estudio del procesamiento y de la matriz alimentaria sobre la bioaccesibilidad de compuestos bioactivos

relevantes para la salud mediante el desarrollo de un modelo de digestión *in vitro* con el objetivo de establecer las condiciones óptimas que maximicen la bioactividad de los mismos. Por otro lado, la línea de investigación de la Dra. Rosario Goyeneche, se focaliza en el aprovechamiento de los subproductos de los vegetales, los cuales actualmente son descartados por la industria. Se realizó una caracterización de hojas de rabanito, obteniéndose resultados muy promisorios, encontrando una gran cantidad de compuestos bioactivos en estas porciones. Es por ello que se investigaron diferentes formas de extracción y aprovechamiento de los extractos y eventualmente se prevé extender los estudios a otras materias primas, tales como hojas de hinojo. La Dra. Gabriela Viacava está estudiando la posibilidad de microencapsular estos biopreservantes con propiedades antioxidantes y antimicrobianas con el propósito de aplicarlos sobre frutas y hortalizas mínimamente procesadas y así obtener productos más saludables, inocuos y con mayor vida útil. En esta misma línea, la Dra. Cintia Mazzucotelli ha orientado su investigación a la extracción, caracterización y microencapsulación de compuestos bioactivos provenientes de bagazo cervecero, siendo éste un residuo agroindustrial generado en grandes volúmenes y con un alto potencial para su reutilización y revalorización. Dentro del grupo GIIA, la línea de investigación relacionada con el desarrollo de productos frutícolas funcionales está dirigida por la Dra. María del Rosario Moreira. Se ha avanzado recientemente en la incorporación de fibras prebióticas en jugos de frutas preservados mediante diferentes tecnologías naturales. Dentro de esta línea de investigación y siendo el tema de trabajo de la Dra. Victoria Álvarez, se está avanzando en la incorporación de microorganismos probióticos y compuestos prebióticos en recubrimientos comestibles aplicados sobre frutas listas para consumir (arándanos y manzanas cortadas) logrando retener la viabilidad de los probióticos en el almacenamiento refrigerado y manteniendo la calidad nutricional y sensorial de las frutas mínimamente procesadas.

## III PRINCIPALES RESULTADOS

La biopreservación es una metodología que busca la extensión de la vida útil y el aumento de la seguridad sanitaria de los alimentos a través del uso de compuestos naturales con propiedades antimicrobianas y elicitoras. La aplicación de biopreservantes de origen botánico (aceites esenciales, oleorresinas, aloe vera, etc), animal (quitosano, propóleo) o microbiano (bacteriocinas) ha sido previamente documentada. En nuestro Grupo de trabajo se han ensayado diferentes formas de aplicación de los mismos sobre diversos alimentos (en forma de spray, en solución, como parte de un recubrimiento comestible, como principio activo de un envase y como microcápsulas). Desde el año 2007, el Grupo inició una nueva línea de trabajo basada en incluir en el estudio de la calidad, la historia previa a la cosecha del vegetal, con el triple objetivo de maximizar la calidad a cosecha, obtener productos más seguros e incrementar su vida útil. Estos resultados permitieron respaldar el paradigma: la calidad comienza desde el campo. Es por esto mismo, que los últimos estudios iniciados en el GIIA tienen un enfoque integrado, que incluye la aplicación de tecnologías de preservación en la pre-cosecha, combinadas con técnicas de preservación postcosecha, que lleven a un producto de mejor calidad a cosecha con perspectivas de mejoras a nivel nutricional, sensorial y sanitario. Se han informado en resultados previos del Grupo y de otros autores, patógenos asociados a vegetales frescos, por lo que en el GIIA se han aplicado diferentes tecnologías tendientes a reducir la carga microbiana en los vegetales y a evitar

el anclaje de los patógenos. Dado que el GIIA se encuentra formado por profesionales de diferentes disciplinas (ingenieras químicas, ingenieras en alimentos y biólogas) los estudios realizados son multidisciplinarios y suelen enfocarse de este modo, teniendo en cuenta el efecto del tratamiento sobre varios parámetros de calidad simultáneamente. Esto implica la utilización de diseños experimentales cuidadosos y análisis estadísticos complejos, tales como el análisis multivariado o la optimización por superficie de respuesta. Así, el énfasis puesto en esta parte del estudio permitió llegar a conclusiones sólidas y esto se ve reflejado en la calidad de los journals donde se han publicado los resultados obtenidos, la mayoría de ellos con alto factor de impacto. En estos estudios fue posible determinar la evolución diferenciada de los indicadores de calidad, según la ubicación de la hoja en la planta, grado de desarrollo a cosecha y las condiciones de almacenamiento. Si bien los resultados obtenidos hasta el momento son positivos, la optimización de los mismos todavía requiere mayor investigación. En el GIIA también hemos comenzado los estudios referidos a la aplicación de nuevas tecnologías de biopreservación aplicadas a productos deshidratados, frutas cortadas y a jugos de frutas, tendientes a minimizar el impacto del procesamiento y mejorar su aporte nutricional mediante la inclusión de compuestos bioactivos microencapsulados y/o el agregado de fibras prebióticas y proteínas. Hemos ensayado el agregado de diferentes fibras prebióticas adicionadas a jugos de kiwi y frutilla; los resultados indican el potencial de las fibras prebióticas para ser adicionadas en los jugos, tendientes a ofrecer al consumidor una bebida funcional saludable y agradable sensorialmente. También hemos ensayado el agregado de fibras a jugo de kiwi y frutilla, sumando el agregado de biopreservantes, como geraniol y vanillin; mostrando un significativo efecto antimicrobiano sobre la microflora nativa y sobre patógenos inoculados. Se ha evaluado el agregado de prebióticos y compuestos bioactivos en recubrimientos comestibles aplicados en frutas listas para el consumo (arándanos y cubos de manzana) logrando incrementar calidad nutricional y al mismo tiempo su vida útil. Por otro lado, se ha trabajado en el desarrollo de sistemas de encapsulación de compuestos bioactivos para proteger estos compuestos de posibles interacciones con el medio circundante y permitir su liberación controlada. En este sentido, se ha trabajado en el desarrollo y aplicación de microcápsulas de componentes de aceite esencial de tomillo en matriz de  $\beta$ -ciclodextrinas y microcápsulas de alginato conteniendo aceite esencial de tomillo obtenidas por la técnica de extrusión simple. Se han ensayado distintas formas de aplicación de los biopreservantes y se han aplicado en diferentes formas en varios vegetales. Por otra parte, la deshidratación de alimentos se ha utilizado ampliamente como método para extender la vida útil de numerosos productos frutihortícolas. Actualmente, la deshidratación no solo se aplica como método de preservación sino también como tecnología para diseñar alimentos o ingredientes funcionales innovadores. Por otro lado, en el GIIA también se ha comenzado a trabajar, en el aprovechamiento de los subproductos de vegetales, los cuales actualmente son descartados por la industria. Se realizó una caracterización de hojas de rabanito, obteniéndose resultados muy promisorios, encontrando una gran cantidad de compuestos bioactivos en estas porciones.

#### REFERENCIAS

[1] Alvarez, M. V., Bambace, M. F., Quintana, G., Gomez-Zavaglia, A., & del Rosario Moreira, M. (2020). Prebiotic-alginate edible coating on fresh-cut apple as a new carrier for probiotic lactobacilli and bifidobacteria. *LWT*, 110483.

- [2] Ansorena, M. R., Zubeldía, F., & Marcovich, N. E. (2016). Active wheat gluten films obtained by thermoplastic processing. *LWT-Food Science and Technology*, 69, 47-54.
- [3] Bambace, M. F., Alvarez, M. V., & del Rosario Moreira, M. (2019). Novel functional blueberries: Fructo-oligosaccharides and probiotic lactobacilli incorporated into alginate edible coatings. *Food Research International*, 122, 653-660.
- [4] Cassani, L., Tomadoni, B., Moreira, M. D. R., Ponce, A., & Agüero, M. V. (2017b). Optimization of inulin: Oligofructose proportion and non-thermal processing to enhance microbiological and sensory properties of fiber-enriched strawberry juice. *LWT*, 80, 446-455.
- [5] Di Scala, K.C., Crapiste, G.H. (2008). Drying kinetics and quality changes during drying of red pepper. *LWT- Food Sci. Tech.*, 41(5), 789-795.
- [6] Goñi, M.G., Moreira, M.R., Viacava, G.E., Roura, S.I. 2013b. Optimization of chitosan treatments for managing microflora in lettuce seeds without affecting germination. *Carbohydrate Polymers*, Volume 92, Issue 1, 30 January 2013, 817-823.
- [7] Goyeneche R, Fanovich MA, Rodriguez Rodrigues C, Nicolao MC, Di Scala K. (2018) "Supercritical CO2 extraction of bioactive compounds from radish leaves: kinetic data, antioxidant capacity and cytotoxicity". *The Journal of Supercritical Fluids*. 135, 78-83.
- [8] Moreira, M. R., Álvarez, M. V., Martín-Belloso, O., & Soliva-Fortuny, R. (2017). Effects of pulsed light treatments and pectin edible coatings on the quality of fresh-cut apples: a hurdle technology approach. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(1), 261-268.
- [9] Pellegrini, M.C., Ponce, A.G., 2019. Beet (*Beta vulgaris*) and Leek (*Allium porrum*) Leaves as a Source of Bioactive Compounds with Anti-quorum Sensing and Anti-biofilm Activity. *Waste and Biomass Valorization*, 1-9.
- [10] Ponce, A.G.; Roura, S.I.; Moreira, M.R. 2011. Essential oils as biopreservatives: different methods for the technological application in lettuce leaves. *Journal of Food Science*. 76:M34-M40.
- [11] Roura, S. I.; Davidovich, L.A. and Del Valle, C.E. (2000). Postharvest changes in fresh Swiss chard (*Beta vulgaris*, type *cycla*) under different storage conditions. *Journal of Food Quality*. 23 (2), 137-147
- [12] Viacava, G.E., Ayala-Zavala, J.F., Gonzalez-Aguilar, G.A., Ansorena, M.R. (2018). Effect of free and microencapsulated thyme essential oil on quality attributes of minimally processed lettuce. *Postharvest Biology and Technology*, 145, 125-133

# Alimentación consciente

Gabriela Goñi<sup>1,2\*</sup>, Viviana Cyras<sup>1,2</sup>, Alejandra Ponce<sup>1,2</sup>, Lorena Manfredi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Departamento de Ingeniería Química y de Alimentos, Facultad de Ingeniería, UNMDP.*

<sup>2</sup> *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).*

[ggoni@fi.mdp.edu.ar](mailto:ggoni@fi.mdp.edu.ar)

**Resumen**— En los últimos años se han producido importantes cambios en el área de la alimentación, tanto en las demandas de los consumidores como en los requisitos legales y normativas a cumplir. Cada vez es mayor la proporción de la población con demandas nutricionales específicas, tales como intolerancia a la lactosa, celiaquía, veganismo, reducción en la ingesta de azúcares, etc. Esto crea el constante desafío de presentar nuevos productos, que sean innovadores para cubrir las expectativas siempre cambiantes de los consumidores, sin perder de vista la inocuidad, el aporte nutricional de los mismos, el impacto ambiental y el aspecto socioeconómico de la alimentación.

Se busca acompañar a los consumidores en la elección consciente de los alimentos, para responder a sus demandas nutricionales y a sus gustos y preferencias, de manera informada. La legislación actual, con la Ley de Promoción de la Alimentación Sustentable (Ley N° 27.642), sustenta la necesidad de que la población comprenda mejor que tipos de alimentos consume, que tipo de ingredientes lo forman y cuáles son las cantidades de los mismos. Sin embargo, esta acción por sí sola no es suficiente y la capacitación en lectura de rótulos e interpretación de las tablas nutricionales es fundamental al momento de seleccionar los productos a consumir.

**Palabras clave**— INOCUIDAD, CAPACITACIÓN, MICROBIOLOGÍA.

## 1. INTRODUCCIÓN

Poder saber qué es lo que se está consumiendo es un requerimiento aprender a leer y entender la información del rótulo que se encuentra en el envase del producto. El rótulo contiene información acerca de las características del alimento, incluyendo nombre y contenido neto, productor (razón social, dirección, país de origen, número y fecha de resolución sanitaria), condiciones de producción del alimento (lote, fecha de elaboración y fecha de vencimiento), condiciones de almacenamiento, listado de ingredientes (en orden decreciente de cantidad e incluyendo aditivos y alérgenos), la información nutricional (contenido de nutrientes) y actualmente la declaración de sellos de advertencias.

## GRUPO DE EXTENSIÓN DE PROMOCIÓN DE LA ALIMENTACIÓN SALUDABLE (PROALSA)

Este grupo fue creado en junio de 2023 (OCA N 282/23), con el objetivo de trabajar sobre la educación alimentaria de los

consumidores, abordando distintos temas asociados a la elección adecuada de alimentos a partir de:

- la lectura de los rótulos
- concientización sobre los buenos hábitos de higiene y manipulación segura de alimentos
- formas de uso y de guarda, para aumentar su periodo de conservación en condiciones de seguridad alimentaria.

Estas actividades de divulgación apuntan a asegurar que la población acceda a información que le permita decidir sobre la alimentación, mejorar la dieta, evitar las enfermedades transmitidas por alimentos y reducir el desperdicio.

A continuación, se resumen las actividades realizadas por el grupo, que fueron la base para la formación de este..

### ➤ ALIMENTAR LA PRIMERA INFANCIA (2019)

El objetivo de esta actividad fue generar conciencia y capacitar en la importancia de la correcta alimentación en los primeros años de vida. Esta es una problemática importante en Argentina, siendo uno de los principales consumidores de bebidas azucaradas, incluyendo gaseosas, llegando a superar los 100 L por año per cápita [1] [2]. De acuerdo con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud, se deben evitar todos los azúcares añadidos en los menores de 2 años, y luego limitar la azúcar añadida al 5% o menos de las calorías totales para los niños de 2 a 16 años o más [3].

En esta actividad se focalizó la acción sobre niños menores de 5 años, con la intención de generar conciencia y reducir el consumo de bebidas azucaradas y/o carbonatadas (aguas saborizadas comerciales, jugos reconstituidos y gaseosas), y reemplazarlas por aguas saborizadas con frutas naturales caseras, sin el agregado de azúcares.

Se realizaron encuentros de capacitación y concientización en un jardín de infantes del barrio Acantilado (niños de 4 y 5 años) y luego en la sociedad de Fomento del mismo barrio, llegando así también a los adultos responsables de la alimentación de los niños.

### ➤ ALIMENTACIÓN A CONCIENCIA (2020)

Esta actividad, presentada en 2020, continúa a demanda en la actualidad y ha sido replicada en varias oportunidades. Tiene como objetivo ayudar a los asistentes a comprender la información que aportan los rótulos de los alimentos, lo que contribuye a que los alimentos se elijan en base a su composición nutricional y no por la publicidad o la tradición que los acompaña.

El rotulado de alimentos está regulado en Argentina, y deben seguirse indicaciones precisas de la información que debe incluirse obligatoriamente incluidas en el Código Alimentario Argentino [4], esta información no siempre es fácil de entender por los consumidores.

La información nutricional obligatoria debe indicar la energía (Kcal), proteínas, grasas totales, ácidos monoinsaturados, poliinsaturados, trans y colesterol, hidratos de carbono, azúcares totales y sodio, y finalmente describir la porción de consumo recomendada y la información para 100 g de producto (Figura 1).

INFORMACION NUTRICIONAL		
Porción 30 g ( 6 galletitas)		
	Cantidad Por porción	%VD*
Valor energético	123 kcal= 514 kJ	6
Carbohidratos	19 g	6
Proteínas	3,2 g	4
Grasas totales,de las cuales	3,8 g	7
Grasas saturadas	0,3 g	1
Grasas trans	0 g	-
Fibra alimentaria	1,6 g	6
Sodio	100 mg	4

\* %Valores Diarios con base a una dieta de 2.000 kcal u 8.400 kJ. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades energéticas

Figura 1: Tabla nutricional obligatoria

(<https://www.argentina.gob.ar/anmat/comunidad/informacion-de-interes-para-tu-salud/alimentos-y-salud>)

También debe incluirse el listado de ingredientes en orden creciente y los aditivos, junto a los números de registro de producto y del establecimiento elaborador. En caso de ser requerido, deben incluirse condiciones de uso y almacenamiento, fecha de elaboración y/o de vencimiento. En el año 2021, se aprobó la Ley de Promoción de la Alimentación Saludable (Ley N 27642/21), también conocida como Ley de Etiquetado Frontal. Esta Ley entró en vigor en 2022, en su primera etapa con la implementación de las advertencias nutricionales en el frente de los envases de alimentos (Figura 2) [5].



Figura 2: Sellos de advertencia que deben colocarse en los envases de alimentos a partir de entrar en vigencia la Ley N 27.642 de Promoción de la Alimentación Saludable).

Es también importante, difundir las limitaciones que existen en lo referente a incluir información nutricional complementaria (o *Claims* por la expresión en inglés) ya que la misma puede llevar a apreciaciones engañosas o confusiones [6]. Para poder incluir estas declaraciones, el alimento debe cumplir con ciertos requisitos, por ejemplo “Light o reducido en” solo puede indicarse en comparación a dos productos, y en caso de colocar el logo de “Sin TACC” debe estar debidamente certificado por las autoridades competentes (Figura 3). Hoy en día se identifica habitualmente en el rótulo de los alimentos a que sector de la población está dirigido, principalmente ha ganado terreno indicar que es un producto sin ingredientes de origen animal

(para consumidores veganos y/o vegetarianos) o productos orgánicos.



Figura 3: Indicaciones de referencia en envases de alimentos que pueden incluirse como Información Nutricional Complementaria (<https://www.argentina.gob.ar/anmat/comunidad/alimentos-light-diet>)

## ACTIVIDADES A DESARROLLARSE EN LOS PRÓXIMOS MESES

En 2023, se realizará una nueva actividad de extensión en la misma temática, denominada “La escuela y la granja: alimentación saludable y saberes ambientales”. El objetivo de esta actividad es propiciar el cambio de hábitos de consumo, incentivando el consumo saludable y responsable. Se presenta el concepto de desarrollo sostenible desde temprana edad, para estimular la adopción de prácticas sostenibles. Se plantea hacer encuentros con estudiantes de diferentes edades, en los ámbitos educativos de todos los niveles, tanto jardines de infantes como escuelas primarias o secundarias.

## 2. CONCLUSIONES

En el marco de la difusión de la alimentación saludable y la selección consciente de los alimentos es que se continuará trabajando en las convocatorias venideras, y respondiendo a demandas particulares que puedan surgir.

## REFERENCIAS

- [1] <https://www.universidad.com.ar/argentina-es-uno-de-lo-paises-que-mas-consume-gaseosas>.
- [2] <https://es.statista.com/previsiones/1292261/ventas-per-capita-en-el-mercado-de-refrescos-a-nivel-mundial-por-pais>.
- [3] <https://www.infosalus.com/nutricion/noticia-stop-azucar-peligro-oculto-desarrollo-salud-ninos-tambien-adultos-20210720081934.html>
- [4] [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anmat\\_capitulo\\_v\\_rotulacion\\_14-01-2019.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anmat_capitulo_v_rotulacion_14-01-2019.pdf)
- [5] <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/25>
- [6] [https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/seguridad-alimentaria-y-nutricion/fichaspdf/Ficha\\_8\\_Claims.pdf](https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/seguridad-alimentaria-y-nutricion/fichaspdf/Ficha_8_Claims.pdf)

# Ingeniería en Alimentos Aplicada

Gabriela Goñi<sup>1,2</sup>, Viviana Cyras<sup>1,2</sup>, Lorena Manfredi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería Química y de Alimentos, Facultad de Ingeniería, UNMDP.

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

[lmanfredi@fi.mdp.edu.ar](mailto:lmanfredi@fi.mdp.edu.ar)

**Resumen**—Desde la UCAP-GPA se vincula la carrera de Ingeniería en Alimentos con su entorno, tanto dentro de la unidad académica como con la sociedad. Cumple funciones de docencia, realizando actividades prácticas transversales en diferentes asignaturas; capacitaciones específicas como Normas AIB de seguridad alimentaria. Desde 2019 se encuentra habilitada para el dictado del curso oficial de Manipulación segura de Alimentos y la emisión del Carnet, documentación obligatoria para desarrollar tareas en contacto con alimentos, así como el Curso de Buenas prácticas de manufactura aplicadas a la industria cervecera, en el marco de la Diplomatura en cerveza artesanal. Se desarrollan actividades de transferencia, junto a empresas regionales o emprendedores, quienes plantean problemáticas y, mediante la gestión de proyectos, el trabajo colaborativo y la realización de pruebas a escala piloto se presentan alternativas de soluciones. También se acompaña a emprendimientos en la búsqueda de financiamientos mixtos que permitan desarrollar nuevas tecnologías o mejorar procesos existentes, tales como los programas del Fondo de Inversión Tecnológica de la Provincia de Buenos Aires (FITBA) participando en la planificación y en la gestión del proyecto. Resumiendo, es un espacio de trabajo abierto a nuevos desafíos, con el objetivo de construir lazos que permitan llegar a donde la ingeniería en alimentos puede mejorar los diferentes aspectos de la elaboración segura y sustentable de alimentos.

**Palabras clave**— inocuidad, capacitación, ingeniería.

## I INTRODUCCIÓN

La Unidad de Capacitación en Gestión de Producción de Alimentos (UCAP-GPA) [1], es un espacio transversal a la carrera de Ingeniería en Alimentos, que desarrolla sus actividades en la base de los pilares de la universidad: docencia, investigación, transferencia y extensión universitaria. Está integrada por docentes investigadoras de la UNMDP y del CONICET, con diferentes formaciones de grado (ingeniería en alimentos, licenciatura química y biología, por ejemplo), colaborando según la temática con sociólogas, ingenieros e ingenieras de otras terminales (químicos, mecánicos e industriales). Esta diversidad de profesiones permite realizar evaluaciones multidisciplinares, obteniendo soluciones que consideran diferentes aspectos de una misma situación.

### Docencia e Investigación:

La UCAP-GPA representa un espacio de formación transversal, que permite atender a las demandas de estudiantes y docentes. Dentro de la carrera de Ingeniería en Alimentos, permite llevar adelante actividades teórico-prácticas que contribuyen a integrar contenidos y desarrollar capacidades tendientes a formar profesionales comprometidos. Se realizan actividades que se adaptan a las diferentes etapas de formación, tanto iniciales como avanzadas. Pueden llevarse a cabo como respuesta a demandas desde el cuerpo estudiantil, siendo algunos ejemplos: Normas AIB para la Seguridad Alimentaria[2], uso de autoclaves, sanitizado de termos y cafeteras, diagramas de flujo en la industria de alimentos, entre otros. Por su parte, la UCAP-GPA actúa como nexo entre las diferentes asignaturas de la carrera que realicen actividades de planta piloto en su cursada, como por ejemplo en Laboratorio de Ingeniería de Alimentos, Bromatología o en Trabajo Final de Ingeniería de Alimentos.

Desde 2023, la UCAP-GPA tiene un proyecto de investigación propio (ING685/23), que plantea como objetivo general la obtención de alimentos farináceos de leudado químico saludables, inocuos y sustentables por contener en su formulación ingredientes obtenidos del aprovechamiento de residuos de la industrialización de vegetales, como por ejemplo el bagazo resultante de la obtención de jugos de frutas y/o vegetales. Como consecuencia de este proyecto se generó una colaboración con la Facultad de Ciencias Médicas de FASTA, específicamente con la carrera de Licenciatura en Nutrición para dirigir Tesinas de Grado de dicha carrera y colaborar en los próximos desarrollos e innovaciones teniendo una visión integral y multidisciplinaria.

También es un espacio abierto a estudiantes de nivel medio, brindándoles la posibilidad de tener un primer acercamiento a la ingeniería en general, y a la ingeniería en alimentos en particular. Se han realizado pasantías de estudiantes del Colegio San Alberto y de la Escuela de Educación Técnica N°4, esta última para estudiantes que realizan sus prácticas profesionales para obtener el título de Técnicos en Industrias de la Alimentación.

### Extensión y Transferencia:

Dentro de los pilares fundamentales de la Universidad, la extensión y la transferencia, tienen especial relevancia en la Facultad de Ingeniería, para propiciar la vinculación de la unidad académica con el entorno. Esta vinculación se realiza mediante actividades de extensión, cursos y talleres y con el asesoramiento a empresas y emprendedores, tanto por oferta desde la UCAP-GPA como en respuesta a demandas de los diferentes sectores (cámaras regionales, Centros de Extensión Universitaria, Asociaciones de productores, etc).

La UCAP GPA es entidad capacitadora oficial del Curso de manipulación segura de alimentos [3], junto a docentes interesados en la temática para el dictado de los cursos, inscripta en el

Ministerio de Desarrollo Agrario de la Pcia de Bs As, con el número 112. En la Figura 1 se muestra la evolución de los pasos realizados para lograr la implementación del dictado de dicho curso y la emisión de los carnets correspondientes, los cuales son altamente solicitados por los Centros de Extensión Universitaria.

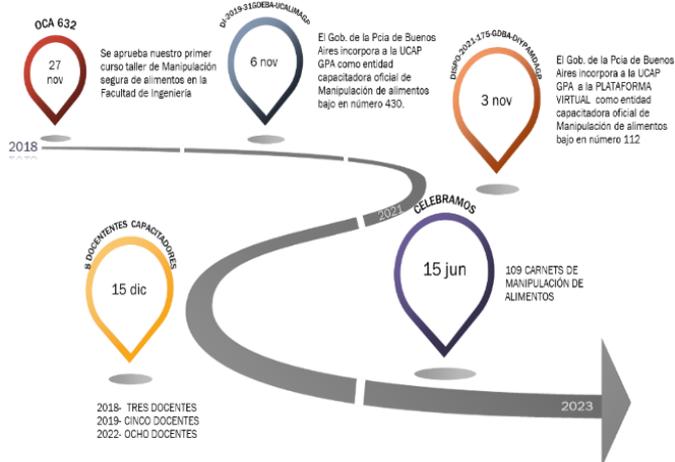


Figura 1. Evolución del curso de manipulación segura de alimentos.

Otro de los cursos generados y que continúa con una fuerte demanda, es el de Buenas prácticas de manufactura aplicadas a la industria cervecera aprobado por la OCA 701/19, curso que forma parte de la Diplomatura en cerveza artesanal. El mismo tiene un promedio de 30 inscriptos por año, generando una ventaja competitiva para la inserción laboral en el rubro.

Además, se realiza el dictado del curso de formación en elaboración de productos panificados RR5164, con una participación anual de 20 personas.

Por otro lado, la participación en el Clúster de Alimentos de la Ciudad de Mar del Plata[4] nos permite la articulación con el medio socio productivo, generando el espacio para la participación en emprendimientos de base tecnológica, usando la formación ingenieril para el desarrollo de proyectos de innovación tecnológica y brindando soluciones a las problemáticas planteadas. De esta manera a través de la convocatoria FITBA 2022 [5] se aprobó un proyecto y en la convocatoria FITBA 2023 se presentaron dos propuestas para evaluación de financiamiento, con otras dos empresas pertenecientes al Clúster de Alimentos. La dinámica de trabajo, permite afianzar vínculos con otras áreas del DIQyA como la planta piloto de química y el Dpto de Ingeniería Industrial y el de Dpto de Ing. Mecánica, permitiendo llevar adelante la interdisciplinariedad, para responder a los objetivos de los proyectos presentados.

Hay empresas que se acercan a la UCAP GPA en busca de resolver problemáticas puntuales como: el desarrollo de nuevos productos o bien dar solución al desperdicio de alimentos, es

aquí donde nos encontramos trabajando activamente en busca de soluciones.

## 1. CONCLUSIONES

En conclusión, la Unidad de Capacitación en Gestión de Producción de Alimentos (UCAP-GPA) emerge como un espacio integral que engloba docencia, investigación, transferencia y extensión universitaria en el ámbito de la Ingeniería en Alimentos. Su estructura interdisciplinaria, reunida bajo la colaboración de destacados docentes investigadores de la UNMDP y el CONICET, representa un enfoque multifacético para abordar desafíos en la industria alimentaria.

A través de sus actividades de docencia, la UCAP-GPA no solo satisface las necesidades educativas de los estudiantes de Ingeniería en Alimentos, sino que también se convierte en un vínculo vital entre diferentes asignaturas y niveles de formación. La unidad brinda un espacio adaptable y receptivo, permitiendo la integración de teoría y práctica, y apoyando la formación de profesionales comprometidos y altamente capacitados.

La faceta de investigación de la UCAP-GPA se manifiesta en su proyecto ING685/23, que se enfoca en la obtención de alimentos saludables y sostenibles a partir de ingredientes derivados de residuos de la industrialización de vegetales. Esta iniciativa no solo ha llevado a avances significativos en el campo de la alimentación, sino que también ha fomentado colaboraciones interdisciplinarias, como la alianza con la Facultad de Ciencias Médicas, ilustrando cómo la unidad se expande más allá de los límites convencionales de la ingeniería.

La función de extensión y transferencia de la UCAP-GPA la conecta con la comunidad y el entorno empresarial. A través de cursos, talleres y asesoramiento a emprendedores y empresas, la unidad se convierte en una fuerza impulsora para la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura y la capacitación en manipulación de alimentos, impulsando tanto la inserción laboral como la competitividad de los profesionales formados.

Además, su participación en el clúster de alimentos resalta su importancia en la generación de soluciones innovadoras y su capacidad para impulsar proyectos de base tecnológica. La UCAP-GPA demuestra su compromiso en la resolución de problemáticas actuales, mediante la colaboración con empresas.

En resumen, la UCAP-GPA se erige como un pilar esencial dentro de la Facultad de Ingeniería, donde convergen la formación integral, la investigación con enfoque interdisciplinario y la contribución valiosa a la comunidad y la industria alimentaria. Su diversidad de enfoques y colaboraciones la convierten en un ejemplo de cómo la educación superior puede trascender las aulas para generar un impacto genuino en la sociedad.

## AGRADECIMIENTOS

A los docentes investigadores que participan en las actividades desarrolladas en el marco de la UCAP GPA.

A la Facultad de Ingeniería y al Dpto de Ingeniería Química y Alimentos, por su apoyo incondicional a las propuestas realizadas desde la UCAP GPA.

## REFERENCIAS

- [1] <http://www3.fi.mdp.edu.ar/diqya/>
- [2] <https://www.aibinternational.com/es/productos/normas-consolidadas-para-inspeccion-programas-de-prerrequisito-e-inocuidad-de-los-alimentos/>
- [3] <https://www.argentina.gob.ar/anmat/regulados/alimentos/carnet-de-manipuladores>
- [4] <https://ar.linkedin.com/company/cl%C3%BAster-de-alimentos-mar-del-plata.h>
- [5] [https://www.gba.gob.ar/ciencia/fondo\\_de\\_innovacion\\_tecnologica\\_de\\_buenos\\_aires](https://www.gba.gob.ar/ciencia/fondo_de_innovacion_tecnologica_de_buenos_aires)

# Articulación Docencia-Extensión-Investigación en el Departamento de Ingeniería Química y en Alimentos de la UNMDP para fomentar la alimentación consciente y saludable.

Silvina Perez <sup>1,2,3</sup>, Alejandra Tomac <sup>1,2,3</sup>, Antonela Alvarez <sup>4</sup>, Reina Jacinto Hidalgo <sup>3</sup>, Marianina Perez Cenci <sup>1,2,3</sup>, Gerardo Checmarev <sup>1,2,3</sup>.

<sup>1</sup> GIPCAL, FI, UNMDP, Juan B. Justo 4302, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup> CONICET, Moreno 3527, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup> DIQYA, FI, UNMDP, Juan B. Justo 4302, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

<sup>4</sup> CEU Santa Clara, UNMDP, Cardiff 575, Santa Clara del Mar, Buenos Aires, Argentina.

[checmag@fi.mdp.edu.ar](mailto:checmag@fi.mdp.edu.ar)

## Resumen

El presente trabajo sintetiza uno de los grandes desafíos del rol estratégico universitario: el diálogo y la construcción entre la docencia, la extensión y la investigación. Se buscó fomentar la alimentación como hábito cultural, consciente y saludable, y contribuir con el desarrollo de tecnologías de procesamiento y de productos alimenticios saludables a base de pescado. A partir del proyecto de Extensión Universitaria de la UNMDP “Alimentación consciente y saludable: la incorporación del pescado en el menú escolar” se realizaron, entre 2018 y 2021, una serie de actividades en conjunto entre dos asignaturas de Ingeniería en Alimentos (FI, UNMDP), el Grupo de Investigación en Preservación y Calidad de Alimentos (GIPCAL, INCITAA, FI, UNMDP), el Centro de Extensión Universitaria Santa Clara del Mar, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de la Nación y la Escuela N°21 de Mar de Cobo. Desde el año 2021 se está llevando adelante el proyecto perteneciente al Programa “Ciencia y Tecnología contra el Hambre” (MINCyT) denominado “Soberanía Alimentaria: producción sostenible de alimentos saludables a base de pescado en emprendimientos de la economía social y solidaria”, buscando fortalecer la pesca artesanal en Mar Chiquita, incorporando el concepto de economía circular en el procesamiento de las capturas.

**Palabras clave:** Alimentación saludable, pescado, desarrollo de productos



**TRABAJOS**



**BIOTECNOLOGÍA,  
NANOTECNOLOGÍA, BIOINGENIERÍA,  
MECÁNICA Y MATERIALES**



# Modificación superficial de materiales metálicos para implantes intracorpóreos

Florencia Uicich<sup>1</sup>, Rocío Moreno<sup>1</sup>, Melina Hankovits<sup>1,2</sup>, Luciana Malvestiti<sup>1</sup>, Leonardo di Meglio<sup>1</sup>, Sabrina Carrizo<sup>1</sup>, Guadalupe Martínez<sup>1</sup>, Florencia Tano de la Hoz<sup>1,3</sup>, Julieta Merlo<sup>1</sup>, María R. Katunar<sup>1,2</sup>, Josefina Ballarre<sup>1,2</sup>, Silvia Ceré<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>INTEMA (UNMDP-CONICET) Mar del Plata, Argentina,

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata,

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata.

[smcere@fi.mdp.edu.ar](mailto:smcere@fi.mdp.edu.ar)

**Resumen**—La creciente expectativa de vida de la población conlleva un aumento en problemas relacionados con sistemas óseo, circulatorio y nervioso. Los implantes intracorpóreos metálicos tanto permanentes como temporarios son cada vez más frecuentes y se espera que duren largo tiempo dentro del organismo sin fallar. Pero también es fundamental la rápida asimilación del componente por el tejido, cumpliendo su función eficientemente, para que el paciente logre su pronta independencia. Se plantea entonces la necesidad de mejorar y perfeccionar los materiales metálicos empleados como implantes tanto para prótesis como para stents cardiovasculares. También se impulsa la generación de nuevos materiales para la regeneración neuronal periférica. El objetivo principal de este grupo de investigación es diseñar y obtener materiales metálicos, y complementar sus propiedades con tratamientos de modificación superficial de manera de funcionalizar su superficie para aumentar la biocompatibilidad, en algunos casos prevenir infecciones, promover la formación y fijación temprana de tejido o no (dependiendo si es para óseo o cardiovascular), minimizando la liberación de iones potencialmente tóxicos al medio en implantes permanentes de acero inoxidable, titanio o circonio y temporarios base magnesio o de base hierro.

## I. INTRODUCCIÓN

EL desarrollo de la sociedad moderna ha contribuido al incremento de la expectativa de vida a nivel mundial, y este hecho exige la adopción de medidas sanitarias y terapéuticas cada vez más eficientes y amigables para el organismo. Los implantes intracorpóreos metálicos tanto permanentes como temporarios son cada vez más frecuentes y se espera que duren largo tiempo dentro del organismo sin fallar. Pero también es fundamental la rápida asimilación del componente por el tejido, cumpliendo su función eficientemente, para que el paciente logre su pronta independencia [1–3].

## II ¿CUÁLES SON LOS PROBLEMAS A SOLUCIONAR?

- Las patologías que afectan articulaciones y huesos afectan a aproximadamente el 50% de la población mayor de 50 años. Las mujeres son las más afectadas con una proporción de tres por cada hombre.
- Las proyecciones estadísticas indican que este número aumentará conforme aumenta la expectativa de vida de la población.
- Entre patologías que afectan el sistema cardiovascular, la obstrucción de arterias es una de las más relevantes.

- Ocasiona 7,3 millones de muertes anuales en la población mundial, lo que representa 1 de cada 7 muertes.
- Para pérdida de continuidad en el nervio, con una brecha mayor a 5 mm, se usan transferencias nerviosas o autoinjertos.
- Los autoinjertos presentan una tasa de éxito con una recuperación funcional satisfactoria que solamente llega al 50% de los casos.

## III ¿CÓMO LO PODEMOS SOLUCIONAR?



Fig. 1 – Tipos de sistemas donde se modifican materiales metálicos para mejorar su aplicación

Podemos abordar estos problemas mediante la creación y modificación de materiales metálicos, para que sean biocompatibles, permanentes o temporarios, y que cumplan la función biológica especificada, ya sea para mejoramiento del sistema óseo, el sistema circulatorio o el nervioso.

### A. Materiales a utilizar

Para las diferentes aplicaciones médicas trabajamos con metales llamados “comodities” o tradicionales del área de salud, y de avanzada. Para los implantes permanentes óseos se utilizan acero inoxidable 316L de grado quirúrgico, titanio y aleaciones de titanio, circonio. Y como implantes temporarios o degradables, aleaciones de magnesio y aleaciones de hierro con manganeso. Para el sistema circulatorio estamos empleando y mejorando hierro y aleaciones de hierro, y para la regeneración del sistema nervioso, se trabaja con aleaciones de magnesio.

### B. Modificaciones superficiales

El corazón de este grupo de trabajo son las modificaciones superficiales de los materiales antes dichos, para que mejoren sus propiedades con respecto a los sistemas donde se los quiere aplicar. Es por ello que se trabaja en procesos de anodizado [4,5], de recubrimientos por técnicas sol-gel [6–8] y de electrodeposición [9,10], modificaciones superficiales a nivel molecular [11], etc.

### C. Métodos de caracterización

Una vez que se diseñan, plantean y ejecutan los tratamientos de modificación superficial sobre los materiales a transformar, los sistemas son evaluados de manera superficial, composicional y funcional. Estos estudios se hacen in vitro inorgánicos o con células que dependerán del tipo de sistema estudiado.

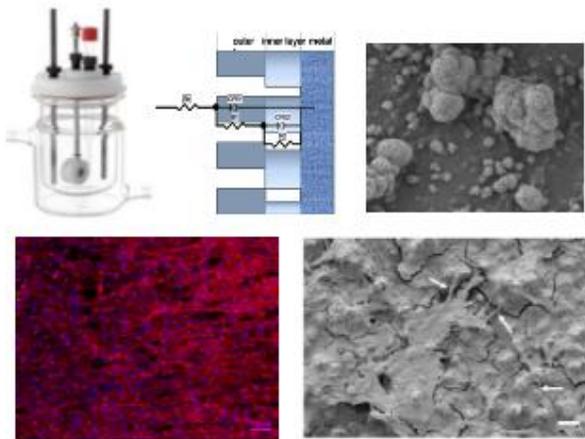


Fig. 2 – Ensayos in vitro de superficie, electroquímicos y celulares para estudiar el comportamiento de los biomateriales metálicos modificados superficialmente.

Una vez que una condición estudiada pasa los ensayos preliminares, es candidata a ensayos in vivo en pequeños animales de laboratorio (ratas wistar/Lew Hokkaido).

#### IV. TESIS DOCTORALES, DE GRADO Y BECAS EN CURSO

En la actualidad tenemos cuatro estudiantes realizando trabajos de investigación en temas diversos.

- “Generación de interfase bioactiva y antibacterial en implantes de Ti6Al4V mediante partículas mesoporosas y gentamicina”.
- “ Biofuncionalización de circonio con potencial aplicación en el campo biomédico: estudio de la biocompatibilidad del material en modelos *in vitro*”
- “Aleaciones de magnesio modificadas superficialmente como potenciales biomateriales para la recuperación de lesiones en nervio periférico”
- “Funcionalización superficial de implantes metálicos degradables para promover la oseointegración temprana.”

# Estudio experimental de la aplicabilidad de Mínima Cantidad de Lubricante (MQL) en rectificado de ADI

Dra. Ing. María Emilia Furno<sup>1,2</sup>, Ing. Cristian Tealdi<sup>1,2</sup>, Dr. Ing. Diego Alejandro Colombo<sup>1,2</sup>, Dr. Ing. Amadeo Daniel Sosa<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Juan B. Justo 4302, B7608FDQ, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup> División Metalurgia – INTEMA – CONICET, Av. Colón 10850, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina

[mefurno@fi.mdp.edu.ar](mailto:mefurno@fi.mdp.edu.ar)

**Resumen—** En componentes mecánicos que presentan tolerancias estrechas o requieren un buen acabado superficial, el rectificado es por lo general una de las mejores opciones para su fabricación. Este proceso de mecanizado se caracteriza por generar una gran cantidad de calor que debe ser controlada. La metodología más ampliamente difundida para realizar esta acción consiste en inundar la zona de corte con aceites solubles mediante un chorro continuo y abundante. Sin embargo, esto presenta desventajas tales como efectos negativos sobre el medio ambiente y riesgo para la salud del operario. Es por ello que recientemente se han estado estudiando diferentes alternativas. Una de ellas es el sistema de mínima cantidad de lubricante (MQL), en el cual se genera un spray de aceite biodegradable que se aplica de manera localizada sobre la zona de corte, consumiéndolo en el proceso. En este trabajo se estudió la aplicabilidad del sistema MQL en el rectificado de fundiciones nodulares austemperadas (ADI) bajo diferentes condiciones de corte. Los resultados indican que el acabado superficial es similar al obtenido al rectificar con sistema inundado y las alteraciones de dureza en la superficie son mínimas. Esto constituye un aval para su desarrollo e introducción a nivel industrial.

**Palabras clave—** mecanizado abrasivo, lubricación, bajo impacto ambiental.

## I INTRODUCCIÓN

La fundición nodular austemperada (ADI) es una aleación de base hierro cuya microestructura consiste en nódulos de grafito embebidos en una matriz metálica ausferrítica. Esto provee al material de una buena combinación de ductilidad y resistencia que lo hace aplicable en diversos componentes mecánicos [1]. Cuando éstos deben ser mecanizados luego de realizado el tratamiento térmico, o tienen como requerimiento tolerancias estrechas de forma y/o dimensionales o de terminación superficial, un mecanizado del tipo abrasivo, como el rectificado, aparece usualmente como la mejor solución [2]. En dicho proceso, se emplea una rueda abrasiva. Cuando la superficie que debe generarse es plana, se suele aplicar la configuración geométrica de rectificado tangencial plano, que combina un movimiento rotativo a alta velocidad de la herramienta con un movimiento lineal recíproco de la mesa donde se fija la pieza. Sin embargo, al tratarse de un proceso caracterizado por la generación de una gran cantidad de calor que mayormente se dirige a la pieza, debe emplearse fluido de corte para controlar la fricción y la temperatura [3]. El método más empleado para controlar el calor y la temperatura es el sistema

inundado, el cual emplea aceite soluble mediante un chorro continuo y abundante sobre la zona de corte (Fig. 1). Esto resulta en un sistema poco ecológico por producir efectos negativos sobre el medio ambiente y riesgos para la salud del operario. Es por ello que el sistema de mínima cantidad de lubricante (MQL) ha empezado a surgir como una alternativa ambientalmente más amigable [5]. Este sistema consiste en aplicar de manera localizada sobre la zona de corte un spray de aceite biodegradable y de alta compatibilidad con la salud humana, consumiéndolo en el proceso. En la Fig. 2 se puede observar que los beneficios de las emisiones nocivas más bajas no solo se dan durante el mecanizado de la pieza de trabajo. Con MQL, las piezas y las virutas salen secas; no habiendo contacto directo de la piel con fluidos de corte al manipular o almacenar las piezas mecanizadas. No obstante, la aplicabilidad de este sistema en rectificado tangencial plano de ADI sigue siendo un ámbito inexplorado. En esta investigación se busca estudiar experimentalmente la aplicabilidad del sistema MQL y la influencia de los parámetros de corte en la topografía superficial de muestras de ADI sometidas a rectificado tangencial plano empleando diferentes condiciones operativas.



Fig. 1: Aplicación de MQL y de sistema inundado en operaciones de mecanizado por arranque de viruta: Fresado. [4]

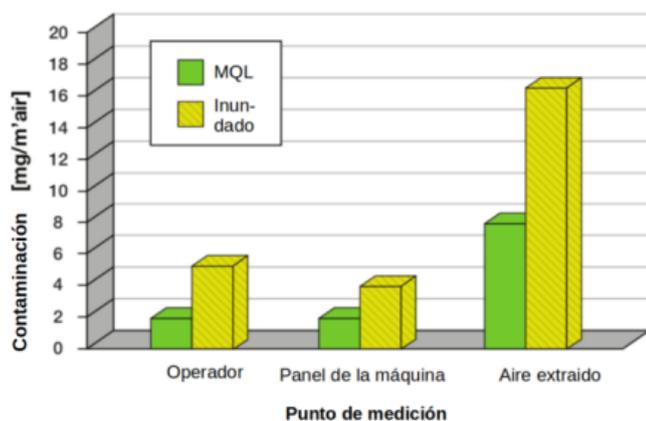


Fig. 2: Comparación de la contaminación generada en el mecanizado con MQL y con sistema inundado. [5]

## II METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Se prepararon dos grupos de muestras, austemperadas a 280°C y 360°C en un baño de sales por 45 min para obtener dos microestructuras con combinación de resistencia y tenacidad diferentes, designadas como ADI280 y ADI360. Los ensayos se realizaron en una rectificadora tangencial plana con sujeción magnética. Se emplearon combinaciones de profundidad de corte, velocidad de corte y velocidad de avance, que resultaron en diferentes espesores de viruta equivalente (heq). Se empleó el sistema de lubricación MQL con dos aceites de base éster de poliol sintético (POE): uno genérico con aplicación en

refrigeración y compresores (A), y otro formulado específicamente como fluido de corte para sistemas MQL (B). Éstos se aplicaron con dos caudales (Q) diferentes: 60 y 140 ml/h. Luego de realizados los ensayos, se relevó la topografía superficial empleando interferometría de luz blanca (WLI) y se calculó el parámetro rugosidad media aritmética (Ra).

## III RESULTADOS

En términos cualitativos, se pudo determinar que el sistema MQL en rectificado permite obtener una buena terminación superficial, acorde a la esperada para una superficie metálica rectificada con sistema de lubricación convencional (Fig. 3).

Avanzando en un análisis cuantitativo, la rugosidad media aritmética (Ra) obtenida bajo las condiciones ensayadas se ubicó dentro del rango esperado para materiales rectificadas con sistema de lubricación convencional (0,1-1,6  $\mu\text{m}$ ) (Fig. 4).

Por lo tanto, el sistema MQL resulta ser aplicable al rectificado de ADI, permitiendo aprovechar sus ventajas sobre el sistema convencional.

Entre los grados de ADI ensayados, no hubo diferencias significativas en el comportamiento observado o en los valores obtenidos, a pesar de tener microestructura y propiedades mecánicas diferentes.

Los valores del parámetro Ra fueron generalmente menores para las muestras rectificadas con el lubricante formulado específicamente como fluido de corte para MQL (lubricante B), mientras que en el caso de emplear el lubricante formulado para uso general (lubricante A), pueden seleccionarse las condiciones de corte que mejor se adecúan a los requerimientos de acabado superficial. Teniendo en cuenta que el costo del lubricante A es mucho menor que el del lubricante B, y que se puede acceder a él de manera directa en el mercado nacional, lo hace una buena alternativa de uso para esta aplicación.

En cuanto a los caudales empleados, tampoco se observaron diferencias en los resultados. Esto sugiere que al emplear MQL no se requiere de un equipo sofisticado y costoso para realizar la regulación del caudal. A su vez, el empleo de cantidades menores de aceite no produjo que el acabado superficial se aparte de lo esperado, permitiendo aumentar su rinde.

Dado que la aplicación de MQL no produce un efecto negativo en el acabado superficial, si se emplea este sistema se minimizaría la cantidad de aceite total requerida. Esto conlleva una reducción de los costos asociados al almacenamiento, tratamiento y desecho del fluido de corte (Fig. 5). A su vez, la cantidad de lubricante que se expulsa al medio ambiente resulta ser mucho menor, teniendo un efecto medioambiental positivo.

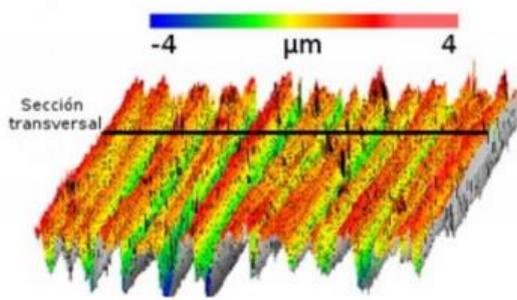
## IV CONCLUSIONES

Dentro de las condiciones operativas empleadas en este trabajo, el sistema MQL permitió obtener parámetros de rugosidad superficial que se encuentran dentro del rango esperado para rectificado de materiales metálicos empleando sistema inundado.

Dentro de las condiciones operativas empleadas en este trabajo, el sistema MQL permitió obtener una rugosidad superficial con valores dentro del rango esperado para rectificado de aleaciones de base hierro, empleando sistema inundado.

El caudal empleado no ejerció diferencias significativas en los resultados obtenidos. Esto produce que su regulación y control sean relativamente simples, y su aplicación no se ve complejizada. Además, puede ser empleado como fluido de corte un lubricante de costo relativamente bajo y de fácil accesibilidad. El sistema MQL

resultó ser aplicable en el rectificado tangencial plano de ADI, por lo que puede ser empleado en el control de temperatura de este proceso de mecanizado, siendo una alternativa amigable para el medio ambiente.



REFERENCIAS

- 1 W. B. Rowe, Principles of modern grinding technology, Oxford: William Andrew, 2013.
- 2 A. Nofal, “Advances in the metallurgy and applications of ADI”, Journal of Metallurgical Engineering, vol. 2, pp. 1-17, 2013.
- 3 M. Hadad y B. Sadeghi, “Thermal analysis of minimum quantity lubrication-MQL grinding process”, International Journal of Machine Tools and Manufacture, vol. 63, pp. 1-15, 2012.
- 4 <https://unist.com>. Unist, Inc.
- 5 T. Walker, MQL: Handbook, Michigan: Unist Company, 2015.

Fig. 3: Topografía superficial de una muestra ADI280 con el lubricante A, Q=142 ml/h y  $h_{eq}=0.37 \mu\text{m}$

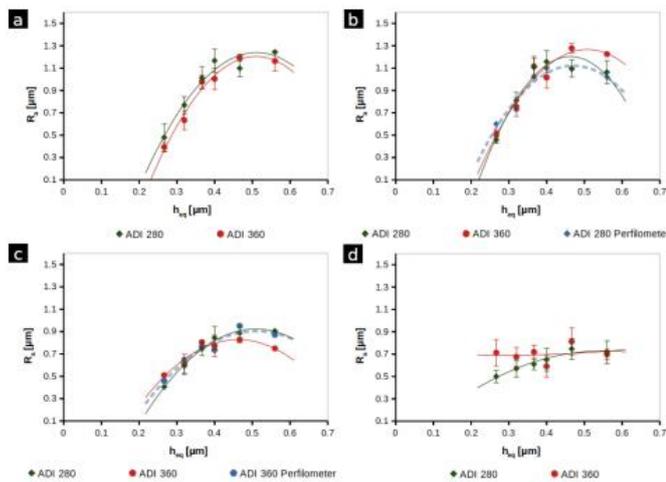


Fig. 4: Valores promedio del parámetro Ra en muestras rectificadas con a) lubricante A y Q=60 ml/h, b) lubricante A y Q=142 ml/h, c) lubricante B y Q=60 ml/h y d) lubricante B y Q=142 ml/h.

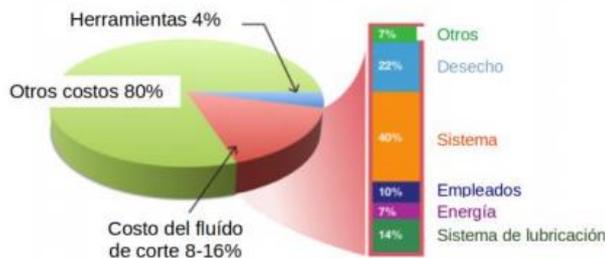


Fig. 5: Desglose de los costos de mecanizado. [4]

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Nacional de Mar del Plata por el financiamiento otorgado y al Dr. Ing. Flavio Soldara del Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales de la Universidad de Saarland por su colaboración.

# Informe de Vigilancia Estratégica: Nanotecnología aplicada a herbicidas

Morcela Antonio<sup>1</sup>; Gonzalez Jimena<sup>2</sup>; Gamero Micaela<sup>3</sup>; Cataldi Marcela Constanza<sup>3</sup>; Pandolfo Milagros<sup>3</sup>; Bounoure Jacqueline<sup>1</sup>; Cisneros Mario<sup>1</sup>; Basso Fabricio<sup>1</sup>; Ollier Primiano Romina<sup>2</sup>; Alvarez Vera<sup>2</sup>; Schroeder Walter<sup>2</sup>; Hernandez Alicia B.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Observatorio Tecnológico-OTEC, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, Argentina.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Materiales (INTEMA), Universidad Nacional de Mar del Plata, CONICET, Mar del Plata, Argentina.

<sup>3</sup>Departamento de Ciencia de la Información, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, Argentina.

[omorcela2000@gmail.com](mailto:omorcela2000@gmail.com)

**Resumen**—El informe sobre Nanotecnología aplicada a Herbicidas del NODO NANO reúne las tendencias en investigación científica, producción tecnológica, financiamiento, innovación de productos y procesos y perspectivas de mercado, para el segmento de desarrollo de herbicidas mediante liberación controlada desde sustratos de materiales nanotecnológicos.

Este informe es el primero realizado por el equipo del Nodo territorial de Vigilancia e Inteligencia Estratégica especializada en temas vinculados a la Nanociencia y Nanotecnología luego de su conformación formal e institucional. Y se realizó con el acompañamiento y asistencia del equipo de especialistas del programa Nacional VINTEC.

**Palabras clave**— Vigilancia estratégica, Herbicidas, Nanotecnología.

## I. INTRODUCCIÓN

EL informe sobre Nanotecnología aplicada a Herbicidas reúne las tendencias en investigación científica, producción tecnológica, financiamiento, innovación de productos y procesos y perspectivas de mercado, para el segmento de desarrollo de herbicidas mediante liberación controlada desde sustratos de materiales nanotecnológicos.

La aplicación de nanotecnología está revolucionando el mercado de los agroquímicos, con impacto significativo en el medio ambiente y la eficiencia y especificidad de los tratamientos, reduciendo los efectos nocivos sobre la salud y potenciando la productividad.

Para el desarrollo del informe se trabajó con un conjunto de fuentes de información secundaria (estructuradas y no estructuradas) en las siguientes categorías: publicaciones científicas (Scopus y Pubmed), patentes de invención (Patent Inspiration), información estadística y de mercado.

Este informe es el primero realizado por el equipo del Nodo territorial de Vigilancia e Inteligencia Estratégica especializada en temas vinculados a la Nanociencia y Nanotecnología luego de su conformación formal e institucional. El mismo se realizó gracias al acompañamiento y asistencia del equipo de especialistas del programa Nacional VINTEC dependiente de la Dirección Nacional de Estudios; Subsecretaría de Estudios y Prospectiva del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación.

A continuación, se presenta el árbol tecnológico [1] del que

se desprende el proceso de vigilancia.

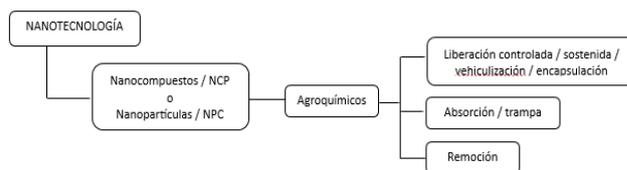


Fig. 1: Rama del árbol tecnológico.

## II. AVANCES CIENTÍFICOS

Se utilizaron las bases de datos Scopus y Pubmed. El criterio de selección que se utilizó fue a partir de las revistas del primer cuartil (Q1) y de los 3 últimos años (2022, 2021 y 2020). Para conocer el ranking de cada revista se utilizó el indicador Scimago Journal Rank.

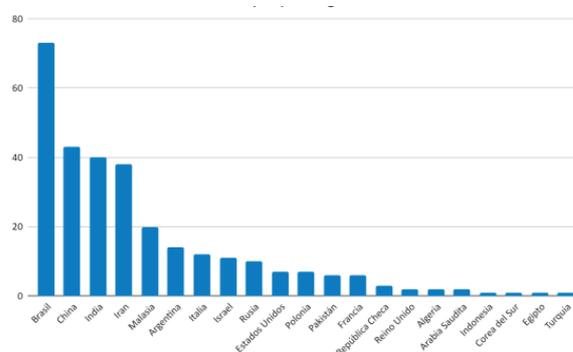


Fig. 2: Publicaciones por país según la filiación del autor.

## III. AVANCES TECNOLÓGICOS

Se realizó una exploración para conocer la cantidad de solicitudes y patentes concedidas en el periodo 2021-2022 en la base de datos Espacenet, del cual se pudo deducir que los principales solicitantes de patentes son Nano Biotechnology Research Center Indian Farmers Fertiliser Cooperative Limit y Chansha University. En cuanto a los países con mayores solicitudes de patentes, lidera China con el 42,9%, seguido de Arabia Saudita, Francia, India e Israel, cada uno con el 14,3%.

## IV. INFORMACIÓN DE MERCADO

Argentina es uno de los principales importadores de herbicidas de la región y se encuentra entre los 10 mayores importadores mundiales. Las exportaciones de producto se realizan principalmente a países limítrofes (Uruguay, Chile, Paraguay y Brasil) aunque aparece Australia en quinta posición como destino de interés. El destino con mayor tasa de crecimiento es Bolivia (interanual 2021-2022), en tanto que se está recuperando el nivel de exportación anterior a la pandemia en todos los destinos.

El consumo de herbicidas en la región está liderado por Argentina y Brasil, que en conjunto concentran alrededor de 500.000 tn anuales. La producción local de herbicidas ronda las 194.000 tn anuales y la tasa de crecimiento ha sido del 24% en el período 2017-2022.

## V. CONCLUSIONES

En términos generales, los herbicidas tienen la capacidad de degradarse tanto a nivel químico como biológico. Pueden descomponerse, volatilizarse, ser absorbidos por organismos y quedar en las partículas del suelo. También pueden perderse debido a la escorrentía y la lixiviación, contaminando las aguas subterráneas. Este fenómeno está generando diversas complicaciones en humanos y animales debido al uso de herbicidas sintéticos, lo que a su vez está restringiendo el crecimiento de su mercado.

Como respuesta a esta problemática, se ha enfocado en incrementar la eficiencia de los plaguicidas, específicamente de los herbicidas. En esta línea, es que se trabaja en las formulaciones que encapsulan los plaguicidas protegiendo el ingrediente activo (herbicida) y regulando su liberación a lo largo del tiempo, mejorando así su eficacia biológica y su función en las plantas [2].

Por todo lo antes mencionado, las formulaciones de plaguicidas encapsulados se presentan como una respuesta prometedora al desafío de mejorar la eficacia de los herbicidas y reducir su impacto negativo en la salud humana y animal, así como en el entorno.

## REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. (2015). Guía Nacional de Vigilancia e Inteligencia Estratégica (VeIE): buenas prácticas para generar sistemas territoriales de gestión de VeIE. Buenos Aires: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- [2] Nodo NANO (2023). Nanotecnología aplicada a herbicidas. Recuperado de: <https://nodonyn.fi.mdp.edu.ar/InformeNano.pdf>

# Estudio preliminar sobre optimización de las condiciones de procesamiento de nanopartículas de quitosano mediante *electrospraying*

Ana L. Suares Segura<sup>1</sup>, Agustín Martínez Cebada<sup>1</sup>, Gustavo A. Abraham<sup>1</sup> y Pablo R. Cortez Tornello<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> División Polímeros Biomédicos, INTEMA (CONICET-UNMDP), Fac. de Ingeniería, Univ. Nacional de Mar del Plata, Av. Colón 10850, 7600, Mar del Plata, Argentina.

<sup>2</sup> Depto. de Física, Fac. de Ingeniería, Univ. Nacional de Mar del Plata, Juan B. Justo 4302, 7600, Mar del Plata  
[pablocortez@fi.mdp.edu.ar](mailto:pablocortez@fi.mdp.edu.ar)

**Resumen**— El desarrollo de nanopartículas poliméricas se ha convertido en objeto de una intensa investigación en el campo de la Salud por parte de la Bioingeniería y la Ingeniería de Materiales, ya que permite la creación de sistemas altamente funcionales con aplicaciones en el diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades. Estas nanopartículas han encontrado un uso significativo como biomateriales para la liberación de agentes terapéuticos. El quitosano es un polímero natural abundante en la naturaleza, tiene gran importancia en el campo biomédico debido a sus excelentes propiedades de biodegradabilidad, biocompatibilidad, mucoadhesión, capacidad de formación de películas, propiedades hemostáticas y promotoras de la absorción. Además, exhibe actividades antimicrobianas, anticolesterolémicas y antioxidantes.

El objetivo de este trabajo es optimizar las condiciones de procesamiento para la obtención de nanopartículas de quitosano mediante la técnica de *electrospraying* monoaxial, así como encapsular embelina mediante *electrospraying* coaxial.

**Palabras clave**— Nanopartículas, Quitosano, Electrospaying.

## I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de micro y nanopartículas resulta de gran interés en el área de la Salud, dado que permite obtener sistemas de gran funcionalidad con aplicación en diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades. Las formulaciones de partículas poliméricas con agentes terapéuticos permiten reducir los costos de las terapias y riesgos de toxicidad para el paciente [1]; aumentan la eficacia, especificidad, tolerabilidad y degradación prematura de los agentes terapéuticos [2], y mejoran la interacción con el medio biológico, su absorción en los tejidos y penetración intracelular [1, 2].

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se prepararon soluciones de quitosano (Merck) de bajo peso molecular al 1,5% p/v utilizando el solvente ecológico, ácido acético glacial, en solución 1M [1]. Para la optimización de las condiciones de procesamiento de nanopartículas de quitosano mediante electrospaying, se fijó una velocidad de infusión de 0,2 ml/h a la solución de quitosano y se exploraron diferentes distancias aguja-colector (10, 12, 15, y 17 cm). A cada una de estas condiciones se aplicaron diferencias de potencial que oscilaron entre 15, 17, 20 y 22 KV.

Para la encapsulación de embelina en el interior de las nanopartículas, se empleó una estrategia de *electrospraying* coaxial, mediante soluciones de embelina en la mezcla de solventes ácido acético: diclorometano (AA:DCM) en una relación 80:20 como núcleo de las partículas. La caracterización morfológica de las diferentes condiciones exploradas se realizó mediante microscopía electrónica de barrido (SEM).

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se exploraron varias condiciones de procesamiento para obtener partículas de quitosano con diferentes morfologías. Las condiciones con menor distancia entre la aguja y el colector (10 y 12 cm) mostraron una mayor eficiencia en la recolección de partículas, mientras que a mayores distancias (15 y 17 cm), la eficiencia disminuyó. En todos los casos, el aumento de la diferencia de potencial a 22 KV resultó en deformaciones en la morfología esférica de las partículas.

Dos condiciones de procesamiento arrojaron resultados favorables: la primera resultó a una distancia aguja-colector de 10 cm y un voltaje aplicado de 20 KV (condición M1020), y la segunda a una distancia aguja-colector de 12 cm y un voltaje aplicado de 17 KV (M1217). Sin embargo, se consideró que las mejores condiciones de procesamiento se obtuvieron en la condición M1217, ya que resultó en partículas con morfología esférica bien definida, con un diámetro promedio de 250 nm y una desviación estándar de 30 nm. La condición M1020 mostró un diámetro medio de partícula más pequeño (215 nm), pero la dispersión del tamaño de partícula fue mayor (80 nm).

Sobre la base de las condiciones de procesamiento previamente optimizadas, se procesaron nanopartículas coaxiales de quitosano con un núcleo de embelina, utilizando una relación de flujo externo-interno de 2:1. Las partículas resultaron ser esféricas con diámetros promedio de 255 nm y dispersiones de 34 nm.

### IV. CONCLUSIONES

Las nanopartículas obtenidas con morfología esférica y tamaño nanométrico tienen potencial como sistemas vectores para la encapsulación y liberación de embelina.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los Dres. Alejandro Tapia y Beatriz Lima, investigadores del Instituto de Biotecnología de la Fac. de Ingeniería de la UNSJ, quienes obtienen y aíslan el principio activo embelina empleado en este trabajo.

### REFERENCIAS

- [1] P. Mehta, R. Haj-Ahmad, M. Rasekh, M.S. Arshad, A. Smith, S.M. Van Der Merwe, X. Li, M-W. Chang, Z. Ahmad, "Pharmaceutical and biomaterial Engineering via electrohydrodynamic atomization technologies". *Drug Discov. Today*, 22(1), 157–165, 2016.
- [2] P.R. Cortez Tornello, G.E. Feresin, A. Tapia, M. Dzieciuch, T.R. Cuadrado, G.A. Abraham. "Effect of processing techniques on new poly( $\epsilon$ -caprolactone)-embelin microparticles of biomedical interest". *Adv. Polym. Technol.*, 2018.

# Estudio de hongos para su aplicación en procesos industriales

Melissa C. Aguirralde, Melisa B. Bonica, Priscila Laza, Erika A. Wolski

Grupo de Ingeniería Bioquímica  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Ambiente, Facultad de Ingeniería  
ewolski@mdp.edu.ar

**Resumen**— Los hongos filamentosos son conocidos en biotecnología como "organismos productores", debido a que producen variados compuestos indispensables para la industria. Hoy en día, los hongos no solo se utilizan para consumo humano, sino que también las enzimas fúngicas son ampliamente utilizadas en las industrias (alimentos, biocombustibles y detergentes, etc.). Además, al ser descomponedores naturales de la materia orgánica y secretar enzimas extracelulares capaces de descomponer lignina y celulosa, son potenciales candidatos para degradar una amplia gama de compuestos orgánicos (hidrocarburos, azo-colorantes, fenol y sus derivados clorados, almidón, pectina, ácidos grasos, aceites, etc.). Por otra parte, también producen compuestos bioactivos que se aplican en veterinaria y medicina humana. En nuestro laboratorio se estudian dos líneas de investigación utilizando hongos: Por un lado, se han aislado hongos de suelo capaces de degradar de pesticidas y otros compuestos tóxicos con el fin de utilizarlos en el tratamiento de efluentes; y por otro lado se aíslan hongos a partir de organismos marinos con capacidad de producir enzimas y/o metabolitos de interés para la industria y salud humana.

**Palabras clave**— Hongos, bioprocesos, ambiente.

## I INTRODUCCIÓN

Los hongos son un grupo de organismos poco estudiados y biotecnológicamente valiosos. Debido a la inmensa variedad de hábitats que ocupan, han desarrollado numerosos mecanismos de supervivencia con atributos únicos lo que constituye una gran promesa para su aplicación en biotecnología e industria. Además, los hongos se pueden cultivar con relativa facilidad, lo que hace viable la producción a escala [1].

En nuestro laboratorio se trabaja en dos líneas de investigación utilizando hongos, una de ellas abarca específicamente la degradación de insecticidas neonicotinoides con la finalidad de usarlos como fuente de inóculo de camas biológicas (campo), remediar de suelos y para el tratamiento de residuos líquidos; La otra línea de investigación abarca la bioprospección y/o estudio de enzimas y metabolitos secundarios obtenidos a partir de hongos marinos, los cuales al soportar alta salinidad y grandes variaciones ambientales los hacen de gran interés para la industria.

## II. DEGRADACIÓN DE INSECTICIDAS NEONICOTINOIDES UTILIZANDO HONGOS PARA LA REMEDIACIÓN DE SUELOS Y EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS LÍQUIDOS.

Los insecticidas neonicotinoides son utilizados mundialmente, para combatir plagas de verano en los cultivos. Entre ellos el Imidacloprid se hizo popular debido a su alta efectividad a bajas dosis, por ser de amplio espectro, por ser considerado "benigno" para organismos "no blanco", y por su bajo riesgo ambiental. Sin embargo, estudios toxicológicos sobre animales indicaron que produce geno-citotoxicidad, depresión inmunológica, reducción de

crecimiento y éxito reproductivo, como efectos sobre los polinizadores el llamado síndrome de desaparición de colmenas de abejas y la reducción de la población de las mariposas monarcas [2]. Este tipo de insecticida ha sido detectado en aguas superficiales y subterráneas a nivel mundial [3] y en agroecosistemas bonaerenses [4], [5], donde se utilizan principalmente en el cultivo de soja, papa y frutilla, para el control de la mosca blanca y otras plagas. Los hongos al ser descomponedores naturales de la materia orgánica y secretar enzimas extracelulares capaces de descomponer lignina y celulosa, son potenciales candidatos para degradar una amplia gama de compuestos orgánicos (hidrocarburos, azo-colorantes, fenol y sus derivados clorados, almidón, pectina, ácidos grasos, aceites, etc) [6]-[10]. Particularmente, los hongos aislados de suelos contaminados con insecticidas neonicotinoides o con una larga historia de aplicación, serán tolerantes a los mismos y dada la aclimatación natural por la presencia de estos insecticidas, serán capaces de biotransformar los mismos en productos menos tóxicos tanto para ellos como para el resto de la biota. Por ende, también serán potenciales herramientas para utilizar en la biorremediación de suelos y/o en el tratamiento de aguas y/o efluentes contaminados con insecticidas neonicotinoides.

En nuestro laboratorio se han aislado varias cepas fúngicas tolerantes a imidacloprid (IMI) y entre ellas 2 demostraron capacidad para degradarlo en cultivo batch (Fig. 1). Estudios del proceso de degradación, toxicidad, cinéticas, se están llevando a cabo para su futura implementación en el tratamiento de efluentes de la industria del agro y/o remediación.

### III BIOPROSPECCIÓN DE HONGOS MARINOS CON POTENCIAL APLICACIÓN BIOTECNOLÓGICA

Los hongos filamentosos son una fuente comprobada de productos naturales estructuralmente diversos [11]. Un medio poco explorado para la búsqueda de hongos productores es el ambiente marino.

Los hongos marinos se definen como aquellos capaces de crecer y reproducirse en una amplia gama de salinidades (entre 2 y 32%), estando permanentemente sumergidos o intermitentemente inundados según el ritmo de las mareas [12]. Estos intervienen en la ruptura y descomposición de una amplia gama de compuestos orgánicos a través de la acción de enzimas extracelulares [11], [12], [13]. Las ventajas de utilizar enzimas de hongos marinos radican en su capacidad de tolerar alta presión osmótica, como es común en las aguas residuales industriales, y son una fuente atractiva de enzimas extremófilas ya que conservan su estructura y actividad a bajas temperaturas, y a altas concentraciones de sal [12].

Por otra parte, varias moléculas aisladas de hongos marinos demostraron ser activas contra cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes a la meticilina (MRSA) y frente a varias especies de *Candida* [14]. También, se han reportado compuestos antivirales aislados de hongos marinos.

¿Cuán fácil es encontrar hongos marinos? ¿Dónde se encuentran? La distribución de los mismos sigue la abundancia de la materia orgánica presentándose con mayor frecuencia en los primeros metros y cerca de la línea de costa (intermareal), en comparación con las aguas profundas [15] y en varios sustratos como en esponjas marinas y anémonas [12].

En nuestro laboratorio se han aislado 13 cepas de hongos marinos a partir de 2 especies de anémonas, del intermareal rocoso de la ciudad de Mar del Plata (Fig. 2). Actualmente se

están estudiando sus actividades enzimáticas, antibacterianas y antivirales, sosteniendo la hipótesis de que la capacidad de los hongos marinos de crecer en altas concentraciones de sal y alta presión osmótica permitirá la producción de enzimas y compuestos bioactivos estables en condiciones adversas de pH, salinidad y temperatura, que serán de utilidad para su aplicación en la industria o para el desarrollo de compuestos antimicrobianos y/o antivirales.

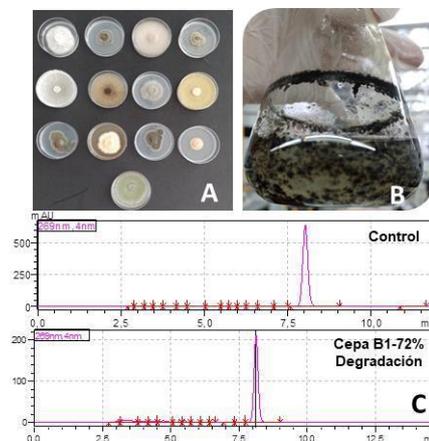


Fig. 1. A: Cepas fúngicas en medio de cultivo suplementado con IMI. B: cultivo batch de cepas degradadoras de IMI. C: Análisis de la degradación.

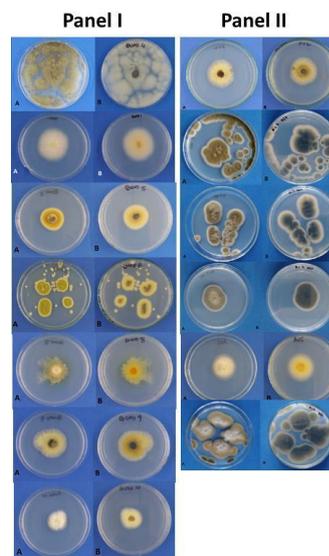


Fig. 2. Cepas fúngicas aisladas de las especies de anémonas *Bunodosoma zamponii* (Panel I) y *Aulactinia marplatensis* (Panel II). Cultivo de 7 días. A: Vista del anverso del cultivo, B: vista del reverso.

### IV CONCLUSIONES

Este resumen demuestra el gran potencial que presentan de los hongos, tanto de suelos como marinos, para ser utilizados en diversas industrias, en la remediación de suelos, tratamiento de efluentes o en salud. La aplicación y el estudio de hongos en diversas áreas aún deber ser explorado con mayor profundidad.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las instituciones que financian este proyecto como así también a aquellas de las son investigadores, docentes, becarios y estudiantes; a saber: UNMdP, CONICET, AGENCIA-SECYT, CIC.

## REFERENCIAS

- [1] Hyde, K.D., Xu, J., Rapior, S. *et al.* "The amazing potential of fungi: 50 ways we can exploit fungi industrially". *Fungal Diversity* 97, 1–136. 2019.
- [2] Thompson DA, Lehmler HJ, Kolpin DW, et al. "A critical review on the potential impacts of neonicotinoid insecticide use: current knowledge of environmental fate, toxicity, and implications for human health" *Environ Sci Process Impacts*. 22(6):1315–1346. 2020.
- [3] Zhang C., Tian D., Yi X., Zhang T., Ruan J., Wu R., Chen C., Huang M., Ying G. "Contamination of neonicotinoid insecticides in soil-water-sediment systems of the urban and rural areas in a rapidly developing region: Guangzhou, South China" *Chemosphere*, 217: 437–446. 2019.
- [4] De Gerónimo, E., Aparicio, V.C., Bárbaro, S., Portocarrero, R., Jaime, J., Costa, J. L. "Presence of pesticides in surface water from four sub-basins in Argentina" *Chemosphere*, 107: 423–431. 2014.
- [5] Pérez DJ., Iturburu FG., Calderon G., Oyesqui LAE, De Gerónimo E, Aparicio VC. "Ecological risk assessment of current-use pesticides and biocides in soils, sediments and surface water of a mixed land-use basin of the Pampas region, Argentina" *Chemosphere*, 263: 128061. 2021.
- [6] Gupta S., Wali A., Gupta M., Annepu S.K. "Fungi: An Effective Tool for Bioremediation". In: Singh D., Singh H., Prabha R. (eds) *Plant-Microbe Interactions in Agro-Ecological Perspectives*. Springer, Singapore. 2017.
- [7] Durruty, I; Gonzalez, JF; Wolski, EA. "Scaling up and kinetic model validation of Direct Black 22 degradation by immobilized *Penicillium chrysogenum*" *Water Science and Technology* 77 (1): 17–26. 2017.
- [8] Wolski EA, Barrera V, Castellari C, González JF. "Biodegradación de fenol en cultivos estáticos por *Penicillium chrysogenum* ERK1: habilidades catalíticas y fitotoxicidad residual" *Rev. Arg. Microb.* 44: 113-121. 2012.
- [9] Wolski E, Durruty I, Haure P, González JF. "*Penicillium chrysogenum*: Phenol Degradation Abilities and Kinetic Model". *Water, Air, Soil Pollut.* 223: 2323–2332. 2012.
- [10] Aranciaga N, Durruty I, Gonzalez JF, Wolski EA. "Aerobic biotransformation of 2, 4, 6-trichlorophenol by *Penicillium chrysogenum* in aqueous batch culture: Degradation and residual phytotoxicity" *Water SA.* 38 (5) 683-688. 2012.
- [11] Overy DP, Rämä T, Oosterhuis R, Walker AK, Pang KL. "The neglected marine fungi, *Sensu stricto*, and their isolation for natural products' discovery". *Mar Drugs* 17:42. 2019.
- [12] Bovio E. "Marine fungi from sponges: biodiversity, chemodiversity and biotechnological applications". University of Turin; University of Cote d'Azur. 2018.
- [13] Peña N. Hongos Marinos. In: Boschi EE, Cousseau MB (eds) "La vida entre mareas Veg. y Anim. las costas Mar del Plata, Argentina". Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, pp 69–72. 2004.
- [14] El-Hossary EM, Cheng C, Hamed MM, El-Sayed Hamed AN, Ohlsen K, Hentschel U, Abdelmohsen UR. "Antifungal potential of marine natural products". *Eur J Med Chem* 126:631–651. 2017.
- [15] Wang G, Wang X, Liu X, Li Q. "Diversity and biogeochemical function of planktonic fungi in the ocean". *Prog Mol Subcell Biol* 53:71–88. 2012.

# Nanopartículas poliméricas biofuncionales preparadas mediante *electrospraying* para liberación controlada de ivermectina.

Lucas D. Matilla<sup>1</sup>, Agustina Aldana<sup>1,2</sup>, Matthäus D. Popov Pereira da Cunha<sup>1</sup>, Gustavo A. Abraham<sup>1</sup> y Pablo R. Cortez Tornello<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> División Polímeros Biomédicos, INTEMA (CONICET-UNMDP), Fac. de Ingeniería, Univ. Nacional de Mar del Plata, Av. Colón 10850, 7600, Mar del Plata, Argentina.

<sup>2</sup> Department of Complex Tissue Regeneration, MERLN Institute for Technology-Inspired Regenerative Medicine, Maastricht University, Maastricht, 6200 MD, The Netherlands

<sup>3</sup> Depto. de Física, Fac. de Ingeniería, Univ. Nacional de Mar del Plata, Juan B. Justo 4302, 7600, Mar del Plata  
pablocortez@fi.mdp.edu.ar

**Resumen**— El desarrollo de nanopartículas poliméricas es de gran interés en el campo farmacéutico ya que permiten reducir los costos de las terapias y los riesgos de toxicidad para los pacientes. También aumentan la eficacia, evitan la degradación prematura de los agentes terapéuticos y mejoran la interacción con el entorno biológico. El *electrospraying* es una técnica novedosa que permite un control más estricto de la distribución del tamaño y la morfología de las partículas en comparación con las técnicas de emulsión tradicionales. Los objetivos de este trabajo son preparar nanopartículas poliméricas biofuncionales mediante la técnica de *electrospraying* coaxial, realizar la caracterización morfológica y fisicoquímica, y estudiar los perfiles de liberación *in vitro* de ivermectina.

**Palabras clave**— Nanopartículas, Antiparasitario, *Electrospraying*.

## I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de micro y nanopartículas resulta de gran interés en el área de la Salud, dado que permite obtener sistemas de gran funcionalidad con aplicación en diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades. Las formulaciones de partículas poliméricas con agentes terapéuticos permiten reducir los costos de las terapias y riesgos de toxicidad para el paciente [1]; aumentan la eficacia, especificidad, tolerabilidad y degradación prematura de los agentes terapéuticos [2], y mejoran la interacción con el medio biológico, su absorción en los tejidos y penetración intracelular [1, 2].

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Mediante el empleo de la técnica de *electrospraying* coaxial, se emplearon condiciones de procesamiento optimizadas para obtener partículas bicapa biofuncionales de Poli( $\epsilon$ -caprolactona) (PCL) con recubrimiento del complejo Quitosano-Ácido Fólico (ChF). El núcleo se preparó disolviendo el polímero sintético PCL (Mn=14 kDa) en una mezcla de ácido acético y cloruro de metileno (AA:DCM). La capa superficial o cubierta se preparó a partir de soluciones del polímero natural quitosano de bajo peso molecular, modificado con ácido fólico

(ChF). La cantidad de ivermectina a incorporar se estableció en base a su MIC 90 - 100 µg/ml para leishmaniasis, y malaria a 5000 µg/ml. El análisis morfológico se realizó utilizando imágenes SEM y DLS. El análisis térmico se realizó usando DSC. Se realizó un estudio de química superficial usando FTIR. El contenido de ivermectina encapsulada se determinó mediante espectroscopia UV/visible. Además, se estudiaron los perfiles de liberación de ivermectina in vitro.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se prepararon partículas de PCL con ivermectina y partículas biofuncionales con núcleo de PCL y cubierta de ChF. Las partículas PCLp 7:3 mostraron el tamaño más pequeño (376 nm), mientras que las partículas PCL-I/ChFp y PCL-Ip presentaron diámetros medios de alrededor de 350 nm con valores de índice de polidispersidad por debajo de 0,22, lo que indica una distribución de tamaño monodispersa adecuada para la aplicación buscada. La incorporación de ivermectina disminuyó ligeramente el tamaño y modificó la morfología de las partículas, lo que puede atribuirse al aumento de la conductividad de la solución polimérica. Los valores de eficiencia de encapsulación obtenidos fueron superiores al 90%, lo que indica una buena capacidad del polímero PCL para encapsular el agente antiparasitario ivermectina.

El análisis térmico reveló una disminución en la cristalinidad del polímero PCL en las nanopartículas después del procesamiento por *electrospraying*, y una disminución aún mayor después de la incorporación del agente antiparasitario.

Los resultados de FTIR en partículas PCL/ChF y PCL-I/ChF mostraron picos característicos de quitosano, lo que indica la presencia del biopolímero que recubre la superficie.

Los resultados de liberación de ivermectina mostraron tres etapas bien definidas, inhibiendo la liberación durante las primeras 4 horas. En la segunda etapa (4 a 12 h), se evidenció una liberación lineal de hasta el 40% del contenido de ivermectina, siguiendo una cinética de Orden Cero. Finalmente, se logró el 100% de liberación a los 6 días, mediada por el modelo cinético de Korsmeyer-Peppas ( $R^2 = 0.990$ ) con un valor de  $n = 0,39$ ; indicando un mecanismo de liberación gobernado por difusión Cuasi-Fickiana.

### IV. CONCLUSIONES

Las nanopartículas coaxiales PCL-I/ChF preparadas y estudiadas presentan características que demuestran su potencial como sistema vector para la liberación controlada de ivermectina.

### REFERENCIAS

- [1] P. Mehta, R. Haj-Ahmad, M. Rasekh, M.S. Arshad, A. Smith, S.M. Van Der Merwe, X. Li, M-W. Chang, Z. Ahmad, "Pharmaceutical and biomaterial Engineering via electrohydrodynamic atomization technologies". *Drug Discov. Today*, 22(1), 157-165, 2016.
- [2] P.R. Cortez Tornello, G.E. Feresin, A. Tapia, M. Dzieciuch, T.R. Cuadrado, G.A. Abraham. "Effect of processing techniques on new poly( $\epsilon$ -caprolactone)-embelin microparticles of biomedical interest". *Adv. Polym. Technol.*, 2018.

# Desarrollo de métodos de obtención de aceites esenciales y otros subproductos para el aprovechamiento y valorización de residuos cítricos

Adad R.<sup>1</sup>, Caminos M.<sup>1</sup>, La Macchia Ch.<sup>1</sup>, Marré F.<sup>1</sup>, Kloster G.<sup>1,2</sup>, D'Amico D.<sup>1,2</sup>, Wagner G.<sup>1,2</sup>, Pereira N.<sup>3,4</sup>, Orofino A.<sup>1,2</sup>, Durruty I.<sup>1,5</sup>, Seoane I.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, UNMDP, Mar del Plata, Argentina, <sup>2</sup> Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA), UNMDP-CONICET, Mar del Plata, Argentina, <sup>3</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNMDP, Mar del Plata, Argentina, <sup>4</sup> Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), UNMDP-CONICET, Mar del Plata, Argentina, <sup>5</sup> Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Ambiente (GIB-INCITAA), UNMDP-CONICET, Mar del Plata, Argentina.  
[itseoane@fi.mdp.edu.ar](mailto:itseoane@fi.mdp.edu.ar)

**Resumen**— A partir de la labor de la agrupación Vecinxs por la Agroecología de Sierra de los Padres en la recolección de residuos para su reutilización y reciclado, se advirtió el desaprovechamiento de residuos cítricos. Es por ello que se llevó a cabo un Proyecto de Extensión a cargo de docentes y estudiantes de la Universidad Nacional de Mar del Plata, para trabajar, en conjunto con vecinos de la agrupación y de la Asociación Vecinal de Fomento de La Gloria de La Peregrina, en estrategias que conlleven a revalorizar estos residuos. El proyecto consistió en compartir los conocimientos para extraer aceites esenciales a partir de los residuos recolectados mediante la técnica de arrastre de vapor y evaluar la compostabilidad del residuo de la extracción para aprovechar el 100% del recurso. Además, se diseñó y construyó junto con los vecinos un equipo de extracción casero y versátil para replicar los métodos propuestos. Las actividades se desarrollaron en la Unidad de Capacitación en Procesos Químicos de Extracción y Destilación de la Facultad de Ingeniería y en territorio. De esta manera, se desarrolló un proceso sostenible, acorde al concepto de economía circular y potencialmente rentable.

**Palabras clave**— Aceites esenciales, Destilación, Residuos cítricos.

### I. INTRODUCCIÓN

**E**L Proyecto de Extensión surge como respuesta a la problemática observada por la agrupación Vecinxs por la Agroecología de Sierra de los Padres, relacionada con el desaprovechamiento de residuos de frutos cítricos. Desde el año 2020, esta agrupación se encarga de recolectar y separar los residuos plásticos para su reutilización, y los orgánicos para su compostaje. El compost obtenido a partir de los residuos orgánicos que recolecta, como los restos de frutas, verduras, pasto, hojas, gallinaza, polvo de barrido domiciliario, etc., representa una excelente fuente de nutrientes para los suelos. Sin embargo, no se sugiere sumar grandes cantidades de cáscaras de frutos cítricos debido a su baja compostabilidad y a que reducen la tasa de biodegradación de los otros residuos [1]. Es por ello, que los restos cítricos no son debidamente aprovechados y se destinan al relleno

sanitario municipal.

El equipo de trabajo consistió en docentes y estudiantes de la Facultad de Ingeniería (FI-UNMDP), junto a un docente de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN-UNMDP) que a la vez es integrante de la agrupación Vecinxs por la Agroecología. Para dar respuesta a la problemática planteada se propuso trabajar en conjunto con la agrupación y la Asociación Vecinal de Fomento de La Gloria de La Peregrina, con la articulación del Centro de Extensión Universitario de la Zona Oeste Rural (CEU ZOR). El objetivo planteado se basó en el objetivo planteado se basó en construir con la comunidad el conocimiento necesario para el desarrollo de actividades socioproductivas basadas en el desarrollo sostenible de la región y la economía circular, de manera de mejorar la calidad de vida de la comunidad, y enriquecer el intercambio Universidad-Comunidad. Se propuso obtener aceites esenciales de valor en el mercado a partir de residuos de cítricos de origen doméstico, gastronómico y de emprendimientos frutihortícolas de la región, para aprovechar estos residuos y reducir al mínimo el desperdicio y la contaminación.

Durante el proyecto, se implementaron técnicas para optimizar la extracción del aceite esencial de estos residuos mediante destilación por arrastre de vapor. Este método resulta versátil y puede alcanzar altos rendimientos y calidad en aceites esenciales de distintas fuentes, incluidos los cítricos. Además, se diseñó y construyó un equipo de destilación casero en conjunto con los vecinos para replicar en la comunidad el método de extracción desarrollado una vez finalizado el proyecto. Finalmente, se estudió la compostabilidad del material remanente de la extracción para aprovechar el 100% del recurso. De esta manera, los procedimientos propuestos son acordes al concepto de economía circular, y al requerir de bajos volúmenes de agua, resultan completamente amigables con el medio ambiente [2]. Además, el aprovechamiento de residuos impacta positivamente en numerosos aspectos, como la explotación de recursos naturales, la contaminación de suelos y napas, las emisiones de gases de efecto invernadero, la inversión en gestión de residuos, la situación sanitaria en regiones próximas a basureros, entre otros.

Con la ejecución de este trabajo se pretende consolidar la participación igualitaria de ambos géneros en las actividades planteadas, y mejorar las capacidades técnicas de agrupaciones vecinales para que puedan reproducir los procedimientos involucrados y obtener productos de valor. De esta manera, se colabora con el sostenimiento económico y fortalecimiento de estas agrupaciones y de las economías domésticas particulares. Además, el trabajo conjunto con agrupaciones vecinales permite acrecentar el vínculo de la Universidad con el medio socio-productivo y desarrollar habilidades y roles interpersonales en estudiantes y docentes mediante el método aprendizaje-servicio solidario [3].

## II. METODOLOGÍA

Como estrategia principal se utilizó la investigación/acción participativa desde el inicio del proyecto, en conjunto con las agrupaciones vecinales y con los estudiantes de la carrera de Ingeniería Química, incorporados mediante la articulación de Prácticas Socio Comunitarias (PSC). Se realizaron distintos encuentros que fueron abiertos a toda la comunidad interesada de la zona oeste rural de la ciudad de Mar del Plata, estimulando la participación igualitaria de género, y que fueron difundidos en

los medios de comunicación del CEU ZOR, del Departamento de Ingeniería Química y en Alimentos (DIQyA) de la FI-UNMDP y de la Secretaría de Tecnología, Industria y Extensión (SETIE) de la FI-UNMDP.

Desde un inicio, se implementaron técnicas de sistematización y de auto-evaluación [4]. Todo el equipo de trabajo participó en la discusión y el registro de las experiencias y observaciones en una bitácora de actividades que ayudó a autoevaluar las actividades en la FI-UNMDP y en el territorio. Además, en cada encuentro se incluyó una encuesta y una instancia de diagnóstico participativo con los vecinos, para resumir las actividades y reflexionar sobre los aspectos positivos y a mejorar del intercambio. Esta instancia permitió la reconstrucción y evaluación de lo actuado para tomar acciones puntuales de mejora en los siguientes encuentros. Hacia el fin de las actividades del proyecto se previó una instancia de sistematización final para reconocer aprendizajes y formular mejoras, evaluando con espíritu crítico las metas alcanzadas. Las actividades consistieron en definir el método de acondicionamiento de los residuos cítricos recolectados y desarrollar el proceso de obtención de aceites esenciales y agua de colonia, mediante destilación por arrastre de vapor. La realización de las tareas de recolección que actualmente realizan los vecinos, fortaleció la posibilidad de separar en origen los restos de cáscaras de cítricos para disponer de los mismos. Luego, se estudió el tiempo de compostaje y toxicidad del material remanente en la compostera de la agrupación de Vecinxs por la Agroecología.

En paralelo, se capacitó a los vecinos en los procesos involucrados (Generalidades de los aceites esenciales y Destilación por arrastre de vapor) mediante talleres presenciales en las instalaciones de la Asociación Vecinal de Fomento de La Gloria de La Peregrina, basados en estrategias de aprendizaje significativo. Finalmente, se diseñó y se construyó un equipo de destilación casero en conjunto con los vecinos, para que el procedimiento desarrollado sea replicado por la comunidad.

## III. RESULTADOS

La comunidad a la que fue dirigido el proyecto presentó un alto compromiso con el cuidado del ambiente. A través de las encuestas realizadas se observó que la recuperación de residuos es un interés común de los vecinos, y que la mayoría de los mismos efectúa compostaje domiciliario. En la Figura 1 se muestran los diferentes motivos por los cuales decidieron participar en el proyecto. Los principales fueron “Comenzar un emprendimiento” y “Profundizar el conocimiento general”. Asimismo, otros se interesaron como un pasatiempo (*hobbie*), como un medio para el cuidado del medio ambiente o para un uso propio del aceite. En cuanto a la perspectiva de género, en un principio se presentó una distribución equitativa de mujeres y hombres. Sin embargo, con el avance de los encuentros se incrementó el predominio de mujeres, tanto para la capacitación como para el armado del equipo, mostrando un alto compromiso y una actitud desenvuelta.

La retroalimentación recibida por parte de los vecinos en los distintos encuentros fue muy positiva y contribuyó a mejorar la comunicación y plantear o adaptar las actividades. En la Figura 2a se muestra la participación de vecinos, estudiantes y docentes en un encuentro en territorio.

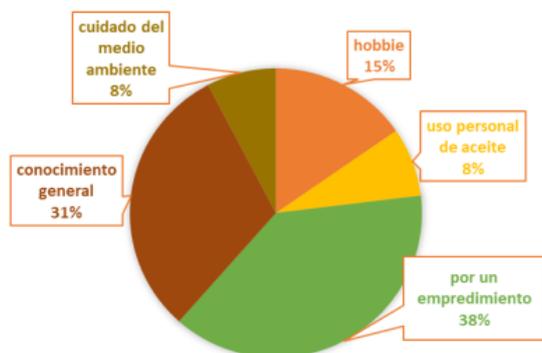


Fig. 1: Motivos de asistencia de los vecinos.



Fig. 2: (a) Encuentro en territorio. (b) Equipo casero de destilación.

El equipo de destilación construido quedó a disposición de los vecinos en la Asociación Vecinal de Fomento La Gloria de La Peregrina, y es facilitado en préstamo a quienes hayan participado de la capacitación y la construcción del mismo. En la Figura 2b se muestra el equipo construido.

Las tareas planteadas en el proyecto permitieron fortalecer el vínculo de la Universidad con la comunidad, y desarrollar habilidades y roles interpersonales en estudiantes y docentes mediante el método aprendizaje-servicio solidario. Además, se confeccionó gran cantidad de material audiovisual relacionado con la operación de equipos de arrastre de vapor. Este material enriquecerá el dictado de asignaturas en las que se incluyen conceptos técnicos relacionados con el proyecto, como Procesos Industriales I, Transferencia de Masa y Laboratorio de Operaciones Unitarias, así como en otras donde se transmite la importancia de aprender a través de una participación activa y del servicio solidario.

El presente proyecto es un inicio de articulación con asociaciones vecinales. Dado al alto interés observado, se planea realizar nuevas actividades de extensión, como talleres dirigidos a otros barrios y a otros ámbitos de la comunidad, como el escolar.

#### IV. CONCLUSIONES

Esta interacción Universidad-Comunidad permitió al grupo de trabajo aportar información integral para fomentar las economías domiciliarias y el emprendedurismo social, y así contribuir en conjunto en pos de una sociedad equitativa e inclusiva. Además, se propició el encuentro de saberes entre ambas partes, que permitió aprender de las distintas circunstancias y dinámicas en las cuales se encontraba la comunidad participante.

#### REFERENCIAS

- [1] P. Román, M. M. Martínez y A. Pantoja, *Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina*, FAO, 2013.

- [2] *Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo*, Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), Río de Janeiro, 1992.
- [3] B. Ojea, N. Tapia. *Guía para desarrollar proyectos de aprendizaje-servicio solidario*-Edición Perú, 1ra ed., Buenos Aires: Ediciones CLAYSS, 2018.
- [4] U. Expósito, V. González, *Sistematización de experiencias como método de investigación*. Gaceta Médica. Espirituana. Vol.19, No. 2. 2017.

# Obtención de bioalcohol y productos celulósicos a partir de residuos regionales

Antonela B. Orofino<sup>1,2</sup>, Irene T. Seoane<sup>1,2</sup>, Viviana P. Cyras<sup>1,2</sup>,  
Ezequiel R. Soulé<sup>1,2</sup>, Gustavo Wagner<sup>1,2</sup>, Ignacio Durruty<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, UNMDP, Mar del Plata

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA), UNMDP-CONICET.

<sup>3</sup>Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Ambiente (GIB-INCITAA), UNMDP-CONICET, Mar del Plata, Argentina.

durruty@fi.mdp.edu.ar

**Resumen**— En este trabajo se estudió la obtención de bioalcohol y productos celulósicos a partir de residuos y subproductos de procesos productivos de la región. El almidón de papa, un subproducto de la industria papera, se utilizó como sustrato y se hidrolizó enzimáticamente por medio de enzimas presentes en el bagazo cervecero, un residuo de dicha industria. Luego, el hidrolizado obtenido se fermentó con levaduras comerciales del género *Saccharomyces* utilizadas en la producción de bebidas alcohólicas (cerveza, vino). Se determinó satisfactoriamente la fermentabilidad y la producción de etanol. Por otro lado, se propuso aprovechar el bagazo remanente para separar celulosa, precursor de nuevos productos, como por ejemplo papel, cartón y derivados para uso en envases. De esta manera, además de obtener etanol por una vía sostenible, se recuperó la fracción de celulosa del bagazo. Los resultados alcanzados en relación a los procesos de obtención de productos derivados de recursos renovables y residuos de biomasa, hacen un aporte significativo al conocimiento científico-tecnológico.

**Palabras clave**— bioalcohol, almidón de papa, bagazo, celulosa.

## I. INTRODUCCIÓN

LA producción de bioetanol como alternativa al petróleo está ganando importancia debido a la disminución de este recurso no renovable. Además de combustible, el etanol es un disolvente, sanitizante y precursor de productos químicos orgánicos y derivados. Una gran fuente de nutrientes y de energía renovable que no se utiliza en todo su potencial son los residuos de la industria alimenticia. La papa, que es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial y regional, genera un importante volumen de residuos, tanto sólidos como líquidos, cuyo principal componente es el almidón. Una posible estrategia para su valorización es su uso como materia prima para la obtención de etanol a través del proceso de hidrólisis y fermentación [1]. El almidón se compone esencialmente de dos polímeros de glucosa: amilosa (de cadena lineal) y amilopectina (altamente ramificada). Previamente a su fermentación, se debe hidrolizar el almidón a azúcares simples fermentables (sacarificación). El costo relacionado con la etapa de hidrólisis impacta significativamente en el costo global del proceso, por lo que hay un gran volumen de investigación dedicada a su optimización [2]. Existen fundamentalmente dos rutas para la hidrólisis del almidón: enzimática y ácida. La primera ofrece varias ventajas, condiciones de reacción más suaves, alta especificidad y alto rendimiento. Sin embargo, su aplicación a escala industrial es limitada, debido al alto costo de las enzimas aisladas y el requisito de mano de obra especializada, entre otros factores [3]. Por otro lado, la ruta ácida resulta más económica, pero el empleo

de ácidos fuertes la hace un proceso poco amigable con el medioambiente.

En la producción industrial de cerveza, el bagazo o malta agotada es uno de los principales desechos. La malta es sometida a un proceso de maceración hidrolítica del que resulta el mosto cervecero. El residuo sólido generado (bagazo) generalmente se descarta, o se reutiliza como alimento para animales o abono orgánico sin valor agregado. La malta contiene amilasas que pueden prevalecer activas luego del macerado y ser utilizadas para la hidrólisis del almidón. La historia térmica del bagazo a utilizar es importante, ya que estas enzimas pueden sufrir desactivación y desnaturalización térmica.

Por otro lado, valorizar el bagazo cervecero agotado permite un uso sustentable de los recursos. Para ello, se propuso recuperar la fracción de celulosa del bagazo para la obtención de papel y otros derivados, a partir de un tratamiento sencillo que contempla el aspecto ambiental.

Dentro de este marco, el presente proyecto tiene como objetivo general desarrollar un proceso que permita aprovechar almidón de papa y bagazo cervecero para obtener bioetanol y pulpa de celulosa. Desde el punto de vista ambiental, el proceso impacta favorablemente en el uso eficiente de los recursos naturales, no presenta efectos adversos en la disponibilidad de alimentos, y es una opción tecnológica que reduce la disposición final de residuos previniendo la contaminación, en pos del desarrollo sustentable, lo que ofrece un elevado potencial de implementación.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Obtención de bioetanol a partir del residuo de almidón

Se realizó un estudio paramétrico en el que se utilizaron: (a) Diferentes concentraciones de almidón de papa comercial (Dicomere®) como sustrato. (b) Diferentes fuentes de enzimas: dos tipos de bagazo, uno obtenido en el laboratorio a partir de un proceso de maceración de malta base (pH 5,2-5,4; 90 min @ 65°C), y otro cedido por una cervecería comercial. Como ensayo de control se utilizó un extracto enzimático comercial (Enzima Alfa Amilasa Alphamil SB1). (c) Diferentes tiempos de almacenamiento del bagazo: bagazo fresco y con hasta 72 hs de almacenamiento @ 5°C.

Los parámetros de reacción para la hidrólisis del almidón se mantuvieron idénticos a los de la etapa de maceración. En todos los ensayos se utilizó una relación 3:1 agua a malta seca para unificar la base de comparación. Para evaluar el avance de la reacción se utilizó el índice de refracción en grados Brix, siguiendo el contenido de azúcar de la fase líquida. El producto de reacción hidrolizado fue separado de los sólidos y esterilizado. La etapa de fermentación fue llevada adelante agregando 0.1% p/v de levadura a 19°C a pH libre, sin agitación hasta conversión completa (densidad constante). Para la fermentación se utilizaron cuatro levaduras diferentes: Fermentis T-58 Safbrew, Alcotec 48 Pure Turbo Superjäst, Lalvin 71B wine yeast (levadura para vino) y una crema de levadura reutilizada, provista por una cervecería comercial. Los ensayos de control se efectuaron a partir de soluciones de glucosa del mismo % Brix que el producto de hidrólisis. El porcentaje de alcohol obtenido fue monitoreado por densimetría y calculado mediante balances de masa.

### B. Obtención de pulpa de celulosa a partir de bagazo agotado

En una segunda etapa, se separó la fracción de celulosa de bagazo remanente del proceso de hidrólisis. Para ello, en primer lugar se acondicionó y caracterizó el bagazo de cerveza mediante secado en estufa a 90°C hasta peso constante y molienda hasta un tamaño no mayor a 2 mm. Luego, se llevó a cabo un pretratamiento ácido con ácido sulfúrico al 1.25% p/p, para remover

principalmente la fracción de hemicelulosa; y posteriormente, un tratamiento básico con hidróxido de sodio al 2% p/v, para remover la fracción de lignina. El protocolo se optimizó buscando aumentar la masa producida reduciendo los tiempos del proceso, el gasto energético, y manteniendo la baja concentración del ácido y el álcali utilizados. Se analizaron los contenidos de celulosa, hemicelulosa y lignina en el material obtenido, mediante espectroscopía infrarroja (FTIR) y termogravimetría (TGA).

### III. RESULTADOS

Los resultados del análisis paramétrico se muestran en las Tablas I, II y III. Se seleccionó una concentración de almidón de 50 g / 50 g de malta seca para los ensayos subsiguientes, por ser el valor óptimo de almidón que da un rendimiento interesante de conversión para la reacción de hidrólisis (mayor al 80%), que a su vez cumple que la densidad del producto es la necesaria para la etapa de fermentación subsiguiente (aproximadamente 1100 kg/m<sup>3</sup> para un 100% de rendimiento).

TABLA I  
ANÁLISIS PARAMÉTRICO (A) CONCENTRACIÓN INICIAL DE ALMIDÓN

g/ 50g malta seca	Conversión (%)
10	99 ± 5
20	94 ± 5
30	84 ± 5
40	80 ± 5
<b>50</b>	<b>82 ± 5</b>
75	76 ± 5
100	71 ± 5

TABLA II ANÁLISIS PARAMÉTRICO (B-C). TIPO DE BAGAZO Y EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO

Tipo de Bagazo	Conversión (%)
<b>De Laboratorio Fresco</b>	<b>82 ± 5</b>
De Laboratorio Almacenado	77 ± 5
Industrial Fresco	61 ± 5
Industrial Almacenado	50 ± 5
Extracto	60 ± 5
Malta fresca	>100

TABLA III ANÁLISIS PARAMÉTRICO. LEVADURAS UTILIZADA

Tipo de Levadura	% Alcohol
Crema de reúso industrial	6.4 ± 0.3
T58 (Fermentis)	6.9 ± 0.3
71B (Lallemand)	6.5 ± 0.3
48 Alcotec (Vinland)	6.2 ± 0.3

Se demostró que con el uso de bagazo de una cervecería comercial es posible hidrolizar el almidón de papa comercial aun después de su almacenamiento y su historia térmica. Sin embargo, con el uso de bagazo obtenido en laboratorio a partir de malta base macerada (pH 5,2-5,4; 90 min@ 65°C) se observó un mejor rendimiento y una mejor reproducibilidad. Esto probablemente se deba al proceso de estandarización de las cervecías comerciales, en el que se lleva el macerado hasta una temperatura elevada (78°C) para desactivar térmicamente las enzimas; sin embargo, los resultados son promisorios. En ambos casos se llevó adelante un ensayo de hidrólisis del bagazo agotado sin presencia de almidón en las mismas condiciones de reacción, y los resultados fueron negativos.

Con respecto a los resultados del tipo de bagazo y el tiempo

de almacenamiento (Tabla II), para el bagazo de laboratorio, el rendimiento prácticamente no varía con el tiempo de almacenamiento hasta las 72 hs a 5°C. En el caso del bagazo comercial, su rendimiento disminuyó significativamente con 48 hs de almacenamiento a 5°C; aun así, fue capaz de hidrolizar.

Se testearon cuatro levaduras diferentes (Tabla III). La producción de bioalcohol para todas las levaduras ensayadas se encuentra en el intervalo 6,5% ± 0,3% de alcohol. Se requiere un paso posterior de destilación para llegar a una concentración adecuada para su uso como sanitizante.

A partir del bagazo usado en la hidrólisis enzimática se obtuvo celulosa mediante un pretratamiento con ácido sulfúrico diluido y un tratamiento con hidróxido de sodio diluido. Se identificó la celulosa, la hemicelulosa y la lignina presentes en el mediante análisis de espectroscopía infrarroja (FTIR) y termogravimetría (TGA), a partir de las diferencias en la estructura química y la temperatura de degradación de estos componentes. Se observa que la muestra pretratada con ácido presenta en su composición restos de lignina y hemicelulosa; mientras que los resultados de la muestra tratada luego con álcali se asemejan a los de la celulosa microcristalina comercial, corroborando la alta pureza en celulosa del producto obtenido.

### IV. CONCLUSIONES

El presente trabajo muestra el potencial de obtener bioalcohol a partir almidón de papa hidrolizado con las enzimas provenientes de bagazo cervecero y posterior fermentación. Además, a partir del bagazo utilizado se puede obtener celulosa mediante un método simple y amigable con el ambiente.

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las cervecías locales, «Cerveza Baum» y «9 Tribus» por proveer desinteresadamente bagazo y crema de levaduras, y a la UNMdP por el financiamiento.

### REFERENCIAS

- [1] G. Izmirliglu and A. Demirci, "Ethanol Production from Waste Potato Mash by Using Saccharomyces Cerevisiae". Applied Sciences 2(4), pp.738-753, 2012.
- [2] T. Suresh et al. "Process intensification and comparison of bioethanol production from food industry waste (potatoes) by ultrasonic assisted acid hydrolysis and enzymatic hydrolysis: Statistical modelling and optimization" Biomass and Bioenergy, 142, pp. 105752, 2020.
- [3] M. Hashem and S.M.I. Darwish, "Production of bioethanol and associated by-products from potato starch residue stream by Saccharomyces cerevisiae" Biomass and Bioenergy 34, 7, pp. 953-959, 2010.

# Desarrollo de adhesivos sensibles a la presión epoxi-ácido biobasados

Teper Marinelli, Lautaro; Macht, Mateo; Ruseckaite, Roxana; Ciannamea, Emiliano<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA), Universidad Nacional de Mar del Plata – CONICET, Av. Colón 10850 (B7606BW), Mar del Plata, Argentina.  
emiliano@fi.mdp.edu.ar

**Resumen**— Los adhesivos sensibles a la presión (PSAs) son una categoría especial de polímeros que son naturalmente pegajosos a la temperatura de uso y se pueden adherir a diferentes sustratos aplicando una ligera presión, sin la necesidad de una reacción química o evaporación de solvente. Los PSAs pueden usarse en cintas adhesivas, etiquetas, vendajes médicos, envasado y embalaje; etc. Las propiedades de estos polímeros se pueden modelar controlando el balance entre las fuerzas cohesivas y adhesivas del polímero, de manera de obtener el balance óptimo entre adhesividad, despegue y resistencia al corte de acuerdo con la aplicación buscada. El objetivo del presente trabajo es diseñar y caracterizar diferentes tipos de PSAs sostenibles y/o completamente biobasados a partir de aceite de soja epoxidado (ESO), ácido sebácico (AS) y una resina epoxica bifuncional basada en cardanol. Los PSAs obtenidos se caracterizaron térmica, reológica y mecánicamente. La temperatura de transición vítrea observada fue de  $\sim -22^\circ\text{C}$ , la cual es apta para PSAs aplicables a temperatura ambiente. Se determinó el cumplimiento del criterio de Dahlquist y su potencial aplicabilidad según la ventana de viscoelasticidad de Chang. Las propiedades adhesivas de las formulaciones propuestas son comparables con PSAs comerciales. La formulación ESOPD1.5 demostró un mejor desempeño que los adhesivos comerciales.

**Palabras clave**— Adhesivos sensibles a la presión, aceite epoxidado de soja, cardanol.

## I. INTRODUCCIÓN

LOS adhesivos sensibles a la presión (PSAs) son una categoría especial de materiales poliméricos que son permanentemente pegajosos a la temperatura de funcionamiento y pueden adherirse a cualquier sustrato dado bajo una ligera presión en poco tiempo, sin ninguna reacción química, cambio de fase o evaporación de solventes [1]. Los recursos renovables pueden ser utilizados como materia prima para fabricar PSAs que puedan competir con aquellos derivados de fuentes petroquímicas [1]. La motivación de este estudio fue el diseño de adhesivos sensibles a la presión (PSAs) completamente renovables con propiedades ajustables basadas en aceite de soja epoxidado (ESO, EEW=233.47) y ácidos dicarboxílicos. Se utilizaron dos tipos de ácidos bifuncionales: ácido sebácico (SA) y un ácido dicarboxílico polimérico lineal (PD) sintetizado a partir de SA y una resina epoxi bifuncional flexible, Cardolite NC-514 (EEW=456).

Los ácidos dicarboxílicos poliméricos (PD) se sintetizaron mezclando SA y NC-514 en diferentes relaciones equivalentes de ácido/epoxi (1.23, 1.5 y 1.76). Los polímeros se designaron como PD1.X, donde x hace referencia a la relación equivalente. La reacción se llevó a cabo a  $140^\circ\text{C}$  con agitación mecánica durante 2 horas. El peso equivalente de ácido se obtuvo por titulación para cada ácido dicarboxílico polimérico: PD1.23,

PEA=1405.4 g/eq; PD1.5, PEA=860.1 g/eq; PD1.76, PEA=709 g/eq. Los PSAs se obtuvieron a partir de la reacción entre ESO y ácidos dicarboxílicos (SA y PDx) en una relación equivalente estequiométrica. El tiempo de curado (tgel) de los PSAs se determinó mediante una prueba de vida útil a  $160^\circ\text{C}$ ,  $170^\circ\text{C}$  y  $180^\circ\text{C}$ . Según los resultados, los adhesivos se curaron en una estufa con convección forzada durante tgel + 5 min a  $160^\circ\text{C}$ .

Se utilizó el análisis termogravimétrico (TGA) para determinar la estabilidad térmica de las materias primas, los ácidos dicarboxílicos poliméricos y los PSAs. Se empleó la calorimetría diferencial de barrido (DSC) para determinar la temperatura de inicio de las reacciones de mezclas no curadas y la temperatura de transición vítrea (Tg) de los PSAs, con el fin de determinar su aplicabilidad potencial como adhesivos comerciales. Se midieron las propiedades reológicas en un reómetro Anton Paar MCR 301 mediante barridos de frecuencia a temperatura ambiente para establecer la ventana de viscoelasticidad de Chang y determinar las posibles aplicaciones de estos materiales como adhesivos sensibles a la presión. La fuerza de despegue se midió según el Método de Ensayo A de la norma ASTM D3330 y los resultados se compararon con los de PSAs sintéticos comerciales.

La Tg de un PSA debe ser de  $25\text{--}45^\circ\text{C}$  por debajo de la temperatura de uso [1]. Por lo tanto, la baja Tg observada para los polímeros sintetizados ( $\sim -22^\circ\text{C}$ ) indica que estas formulaciones podrían utilizarse como PSAs a temperatura ambiente. El módulo de pérdida se mantuvo por debajo de 0.3 MPa en todo el rango de frecuencia (0.01 Hz a 100 Hz), verificando el criterio de Dahlquist. A partir de los valores de los módulos de almacenamiento y de pérdida se armó la ventana de viscoelasticidad de Chang y se verificaron las potenciales aplicaciones de las formulaciones propuestas. Según Chang, los adhesivos obtenidos tienen un uso potencial como PSAs renovables en un amplio rango de temperaturas. Además, los PSAs obtenidos mostraron un buen equilibrio entre la fuerza de despegue a  $180^\circ$  y adhesividad instantánea (tack). En particular, ESOPD1.5 mostró el mejor equilibrio de propiedades, con una fuerza de despegue de  $4\text{ N/cm}^2$  y de tack, de  $4\text{ N/cm}^2$ , superando los valores de PSAs comerciales (por ejemplo, cinta Scotch de 3M), demostrando el potencial de estos adhesivos renovables.

## II. CONCLUSIONES

Los adhesivos propuestos mostraron una performance competitiva con PSAs comerciales. La formulación ESOPD1.5 triplicó el valor de tack de las cintas comerciales y la fuerza requerida para despegarlo. A partir de estos resultados es posible proponer formulaciones de PSAs sostenibles capaces de competir con adhesivos comerciales.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) por la beca otorgada y por el financiamiento al proyecto PIP0926.

## REFERENCIAS

1. Ciannamea, E. M., Ruseckaite, R. A. (2018). Pressure Sensitive Adhesives Based on Epoxidized Soybean Oil: Correlation Between Curing Conditions and Rheological Properties. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 95: 525–532.
2. E. P. Chang (1991) Viscoelastic Windows of Pressure-Sensitive Adhesives, *The Journal of Adhesion*, 34:1-4, 189-200



**TRABAJOS**



**INGENIERÍA SOSTENIBLE, ENERGÍA Y  
EFICIENCIA ENERGÉTICA**



# Adaptación de una silla de ruedas eléctrica para su apagado y encendido mediante comando de voz

Walter A. Gemin<sup>1</sup>, Raúl R. Rivera<sup>1</sup>, María E. Giménez<sup>2</sup>, y Juan I. Pastore<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Lab. de Instrumentación Virtual y Robótica Aplicada, Departamento de Ingeniería Electrónica y Computación. ICyTe. UNMDP, Mar del Plata, Argentina.

<sup>2</sup>Hospital Interzonal Especializado Materno Infantil Don Victorio Tetamanti, Mar del Plata, Argentina.

<sup>3</sup>Lab. Procesamiento Digital de Imágenes, ICyTe, CONICET-UNMDP, Mar del Plata, Argentina

**Resumen—** En este trabajo se presenta el diseño e implementación de un sistema de encendido y apagado, controlado por voz, adaptado a una silla de ruedas motorizada originalmente diseñada para ser controlada mediante un joystick. El objetivo principal de este sistema es permitir que una persona con lesión traumática cervical y cuádrupleja posterior pueda detener la silla cuando al experimentar movimientos involuntarios en sus miembros superiores, específicamente hiperextensión. Se consideraron varias alternativas de solución, y para este caso en particular, se determinó que el comando de voz era la opción más adecuada. Esta solución mejora la seguridad del usuario sin limitar su autonomía, ya que es la propia persona quien decide cuándo utilizarla. El sistema ha demostrado una tasa de acierto del 90% en el reconocimiento de las órdenes de encendido y apagado de la silla, lo que reduce significativamente el riesgo de accidentes para el usuario.

**Palabras clave—** Silla de ruedas motorizada, comando de voz, adaptación.

## I. INTRODUCCIÓN

SE han desarrollado diversos avances en sistemas de control y conducción para sillas de ruedas motorizadas. Estos sistemas permiten a las personas con discapacidad controlar y dirigir sus sillas de ruedas utilizando señales eléctricas generadas por el cerebro, los ojos o los movimientos corporales [1]. La integración de tecnologías robóticas y sistemas de navegación en sillas de ruedas motorizadas ha generado nuevas oportunidades para mejorar la autonomía y seguridad de los usuarios [2,3]. Los sensores de proximidad y detección de obstáculos también desempeñan un papel fundamental en la prevención de colisiones tanto en entornos interiores como en exteriores. Estos sensores utilizan diversas tecnologías, como ultrasonido, infrarrojos o láser, para detectar la presencia de obstáculos en el camino de la silla de ruedas [4]. Las aplicaciones móviles están siendo desarrolladas para permitir a los usuarios controlar sus sillas de ruedas motorizadas y acceder a información relevante [5,6]. Estas aplicaciones ofrecen funciones de mapeo, seguimiento de rutas y ajustes personalizados de la configuración de la silla de ruedas. Además, facilitan la conectividad con otros dispositivos y servicios, como asistentes virtuales o sistemas de monitoreo remoto, permitiendo una mayor integración de la silla de ruedas en el entorno digital.

A pesar de todos estos avances, es frecuente la realización de adaptaciones tecnológicas a productos que cuentan con estas

tecnologías de fábrica. Estas adaptaciones surgen, en su gran mayoría, de las problemáticas particulares que presenta el usuario. En este sentido, en este trabajo se presenta la adaptación de una silla de ruedas motorizada con el objetivo de que una persona con lesión traumática cervical y cuádrupleja posterior, que habitualmente controla la silla con un joystick, pueda detener la silla cuando experimente movimientos involuntarios en sus miembros superiores (hiperextensión). La propuesta consiste en adaptar a la silla Permobil F5 Corpus un sistema de reconocimiento de comandos por voz para los comandos de: Apagar y Encender de la misma.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección se describen las principales características de la silla de ruedas motorizada sobre la cual se realizó la adaptación y el diseño e implementación de un sistema de comando por voz.

A. Características de la silla de ruedas motorizada Permobil F5 Corpus.

La fig. 1 muestra el modelo de silla de ruedas motorizada Permobil F5 Corpus [8]. Este modelo ofrece una gran autonomía para la persona con una amplia variedad de accesorios. Entre las características más relevantes para este trabajo se pueden mencionar:

- ✓ Velocidad máxima de avance 12 km/h.
- ✓ Distancia de frenado mínima desde la velocidad máx. 2,8 m.
- ✓ Dos baterías de gel de 24V y 73 Ah.

El panel de control está compuesto por un joystick, pantalla LCD, palanca de encendido/apagado, entre otros. En la Fig. 2 se observa la parte posterior del panel donde se encuentra la conexión del cargador de batería (conector amarillo) y el conector para el botón de encendido/apagado externo (resaltado en la Fig. 2).

# Sistema de Alerta temprana de Descargas Atmosféricas: Jornadas Ingeniería Aplicada

González, Esteban Lucio<sup>1</sup>, Etcheverry, Juan Alberto<sup>1</sup>, Ezeberry, Maite<sup>1</sup>, Torres, Victoria Carla<sup>1</sup> y Arenas, Gustavo Francisco<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ICITE.

[elgonzal@fi.mdp.edu.ar](mailto:elgonzal@fi.mdp.edu.ar)

**Resumen**—Se propone diseñar y probar un prototipo de un sistema de Alerta temprana de Descargas atmosféricas, que sea más fiable que los detectores actualmente al evitar los falsos positivos. El día 9 de enero de 2014, se produjo una descarga atmosférica en el balneario “Afrika” de la ciudad de Villa Gesell provocando la muerte de cuatro jóvenes. El hecho se recuerda como “La tragedia del balneario Afrika”. A raíz de ese hecho, se estableció en diciembre de 2014 que los servicios de guardavidas usen una bandera adicional, negra con un rayo blanco, que significa “la obligatoriedad de evacuación de agua y arena”. Para esto los guardavidas utilizan detectores de rayos personales del tipo StrikeAlert. Pero los agentes que lo han usado han reportado una serie de falsos positivos relacionados con los arranques de vehículos o el uso de transeptores. En vista de esto, proponemos construir y probar un prototipo de un sistema de alerta de rayos, que evite los falsos positivos, basándose en las propiedades espectrales de las descargas atmosféricas.

**Palabras clave**— Rayos, Alerta temprana, Seguridad.

## I. INTRODUCCIÓN

La idea es desarrollar un sensor electromagnético de rayos, que básicamente es un receptor de radio. Estos sensores se comercializan como detectores de rayos personales del tipo StrikeAlert y son eficientes a la hora de detectar la caída de un rayo recibiendo las señales producidas por los mismos. El problema radica en que la mayoría de los detectores comerciales funcionan en una única frecuencia. Por ejemplo, el detector StrikeAlert funciona en una frecuencia de 127 kHz (otros detectores trabajan en los 500 kHz). Si bien a esas frecuencias suele no haber emisoras de radio que puedan ser confundidas con rayos, sí existe un número de interferencias producidas por el hombre que terminan degradando la efectividad del detector al producir señales similares a las de los rayos, haciendo que se generen falsos positivos.

Los rayos no solo producen señales de radio en la frecuencia de 127 kHz (o 500 kHz), sino que lo hacen en una banda extremadamente amplia que abarca desde las frecuencias muy bajas (VLF o Very Low Frequency) hasta las altas frecuencias (HF o High Frequency). Pero a diferencia de interferencias producidas por el hombre, los rayos irradian energía electromagnética en la totalidad de la banda en forma simultánea. En consecuencia, se propone una idea novel para la detección de rayos que consiste en escuchar el espectro en varias frecuencias, y en caso en que se produzcan detecciones simultáneas de esas frecuencias (todas presentes en la radiación electromagnética de un rayo) se podrá suponer con una alta certeza que se ha producido una descarga atmosférica.

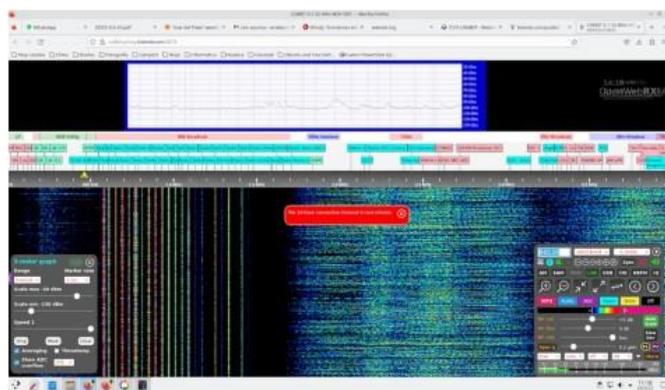


Figura 1: Espectro electromagnético de un Rayo - <https://www.researchgate.net/profile/Krystian-Chrzan/publication/234058252/figure/fig2/AS:667614602862593@1536183133098/The-spectrum-of-waves-caused-by-lightning-7.png>

## II. HIPÓTESIS

Se propone una idea novel para la detección de rayos que consiste en escuchar el espectro en varias frecuencias, y en caso en que se produzcan detecciones simultáneas de esas frecuencias (todas presentes en la radiación electromagnética de un rayo) se podrá suponer con una alta certeza que se ha producido una descarga atmosférica. Si bien esto no es novedoso desde el punto de vista de detección de rayos, sí lo es el hecho de fabricar un receptor tribanda usando una antena de banda ancha y asociándolos a un sistema de procesamiento que permita determinar la simultaneidad de las tres recepciones. No se tiene conocimiento de que exista en el mercado un dispositivo que trabaje sobre la base de una detección multibanda como la que aquí se propone.

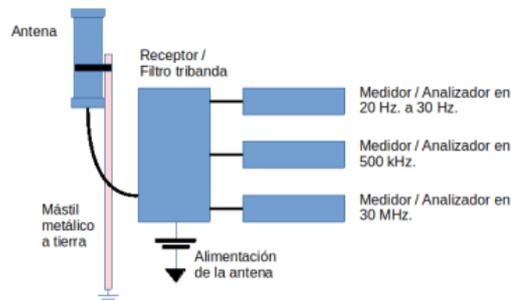


Figura 2: Diagrama en bloques de un posible receptor.

En Figura 2 se ve un diagrama básico de la antena y sus circuitos asociados. La antena propuesta es una antena Mini Whip. Estas tienen la característica de ser de banda ancha (20 kHz a 30 MHz), y son antenas activas que deben ser telealimentadas desde una fuente a través del propio cable coaxial por el que se recibe la señal desde la antena. Se pretende construir varias antenas y el receptor, en el cual se incluirán tres filtros pasa banda centrados en las frecuencias de 20 kHz, 455 o 465 kHz y 30 MHz. Y se usará un sistema de adquisición de señales desarrollado en el laboratorio y usado en otro proyecto<sup>1</sup> para poder registrar, no solo la presencia o no de rayos, sino también las amplitudes relativas de cada una de las señales en cada una de las tres bandas. Esto último se debe a que conociendo las propiedades de propagación de las ondas electromagnéticas a distintas frecuencias, es factible, midiendo las amplitudes de las señales en cada frecuencia, poder estimar la distancia a la descarga del rayo.

### III. VERIFICACIÓN

Para verificar la hipótesis de trabajo se decidió realizar una serie de escuchas a nivel mundial en lugares donde se supiese que había tormentas eléctricas y simultáneamente receptores de banda ancha conectados a la Web

Una vez localizadas las tormentas eléctricas se buscaron receptores tipo SDR conectados a la Web y se comenzó a registrar la actividad de RF de cada receptor. La Figura 4 muestra un espectro en frecuencia típico de un receptor SDR en función del tiempo. Las líneas horizontales que abarcan la totalidad del espectro tienen la firma característica de una descarga atmosférica y comprueban la hipótesis de que se pueden escuchar simultáneamente en todas las frecuencias captadas por las antenas Mini Whip.

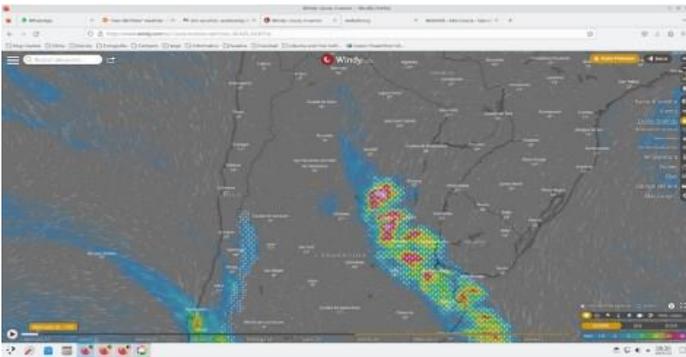


Figura 5: Detalle de las bandas de Baja Frecuencia. Espectro de AM.

### IV. CONCLUSIONES

Como conclusión se puede mencionar que la hipótesis de partida de este proyecto se pudo demostrar y que existe la posibilidad técnica de fabricar receptores tribandas de alerta temprana para ubicar en las playas de la provincia de Buenos Aires a un costo razonable

#### REFERENCIAS

- [1] [http://www.atmo.arizona.edu/students/courselinks/spring08/atmo336s1/courses/spring07/atmo589/articles/Cummins\\_Poland2000.pdf](http://www.atmo.arizona.edu/students/courselinks/spring08/atmo336s1/courses/spring07/atmo589/articles/Cummins_Poland2000.pdf).
- [2] <https://www.soest.hawaii.edu/met/Faculty/businger/projects/pacnet/info.html>.



**TRABAJOS**



**TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y  
COMUNICACIÓN**



# ¿Para qué fue creado el Mecanismo de Anticitera?

## Un viaje a los orígenes de la primera computadora

Esteban Szigety<sup>1</sup>, y Gustavo Arenas<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Física; Facultad de Ingeniería; Universidad Nacional de Mar del Plata.

<sup>2</sup> Laboratorio LASER - ICYTE; Facultad de Ingeniería; Universidad Nacional de Mar del Plata.

[esteszige@gmail.com](mailto:esteszige@gmail.com)

**Resumen**—Este trabajo de investigación indaga aspectos de la historia de la ciencia y la tecnología. Nuestro objeto de estudio es el Mecanismo de Anticitera, la primera calculadora mecánica de la historia de la humanidad. La investigación abordada desde la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata es teórica-experimental. Se espera determinar los errores que este dispositivo pudo haber cometido al predecir las posiciones de los astros. La metodología de trabajo se basa por un lado en la modelización computacional y por el otro, la reconstrucción con impresión 3D para verificar los resultados que hubiesen dado sus cálculos, a través de una medición optoelectrónica. En esta ocasión se muestran los resultados obtenidos inicialmente de la modelización computacional.

**Palabras clave**— Historia de la Ciencia y la Tecnología, Física Computacional, Mecanismo de Anticitera.

### I. BREVE HISTORIA DEL MECANISMO

Lo único que conocemos del Mecanismo de Anticitera (de acá en más llamado MA) son una serie de fragmentos hallados en el fondo del Mediterráneo junto con monedas, ánforas y estatuas del período helenístico tardío (50 a. C.). El conjunto está compuesto por siete piezas mayores y más de setenta de menor tamaño. En la Fig. 1 se pueden apreciar tres fragmentos de los cuales se ha obtenido la mayor cantidad de información. Un estudio cristalográfico ha probado que las piezas fueron construidas en bronce (Cobre y Zinc). A partir de un análisis meticoloso de estos fragmentos corroídos por el mar durante 2000 años se puede concluir que era una calculadora astronómica compuesta de 36 engranajes interconectados a la manera de un reloj moderno. A pesar de que ya pasó más de un siglo de su hallazgo, al día de hoy sigue generando fascinación y nuevas preguntas sobre quién creó este dispositivo y cuál es el uso para el cual estaba destinado.

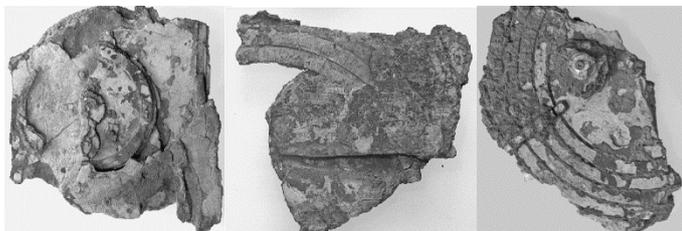


Fig. 1: Tres de los fragmentos principales hallados del Mecanismo de Anticitera.

La reconstrucción a partir de los fragmentos del MA supone que estaba confinado en una caja de madera del tamaño de 10 x 17 x 32 cm. Constaba de seis diales donde se deslizaban punteros indicando la posición del Sol y la Luna desde una perspectiva geocéntrica; el día y la hora en que se producirían los eclipses (ciclo Saros); un calendario lunisolar de 18 años (ciclo Metónico); y hasta un reloj que señalaba qué juegos (entre ellos

las Olimpíadas) se celebrarían ese año. En la Fig. 2 se puede ver un esquema completo de todos los diles y engranajes contenidos dentro del MA.

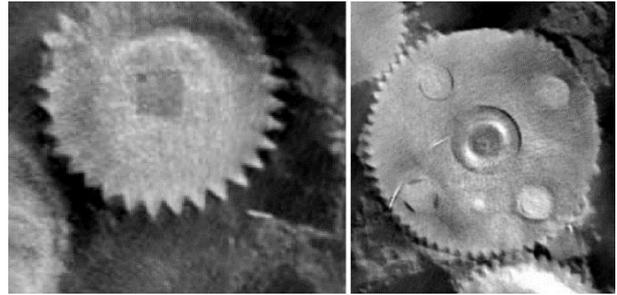


Fig. 2: El esquema del Mecanismo de Anticitera y la conexión de los engranajes y sus diales de salida. Imagen obtenida de [2].

### II. MODELADO COMPUTACIONAL

Desde las primeras observaciones visuales de los fragmentos del Mecanismo, De Solla Price [1] detectó que sus engranajes se caracterizan por tener perfil triangular. Luego las tomografías del grupo a cargo de Tony Freeth (ver Fig. 3) confirmaron que todos los engranajes contenidos dentro cada fragmento también eran de perfil triangular [2]. Los 36 engranajes tienen tamaños variados, el más pequeño fue diseñado con un diámetro de 8 mm y 15 dientes, mientras que el más grande mide 13 cm de diámetro y 224 dientes. En todos los casos la altura de los dientes triangulares es en promedio de 1 mm.

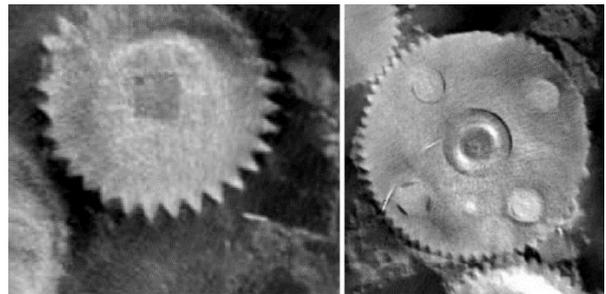


Fig. 3: Imágenes tomográficas con rayos X de alta energía que muestran el perfil triangular de dos engranajes del Mecanismo de Anticitera.

Los autores diseñaron un programa que modela los engranajes triangulares en una geometría de dos dimensiones y que permite moverlos a pasos angulares finitos. Se utilizó el lenguaje Python para simular el contacto entre los dientes triangulares de todos los trenes del Mecanismo. El programa se basó en la detección de intersección entre las áreas de polígonos regulares con la forma de los engranajes del MA.

La geometría propia del diente triangular introduce un error a la salida de los punteros. En la Fig. 4 se puede observar el error cometido por el tren de engranajes del puntero lunar en función de la posición de dicho puntero. Se realizaron los correspondientes modelos para el puntero del calendario lunisolar (denominado ciclo Metónico) y para el predictor de eclipses (ciclo Saros).

La TABLA I resume los resultados luego de rotar los tres trenes principales del Mecanismo. El error cometido por cada puntero está tabulado en desviación estándar y en desviación máxima, ambos en grados sexagesimales.

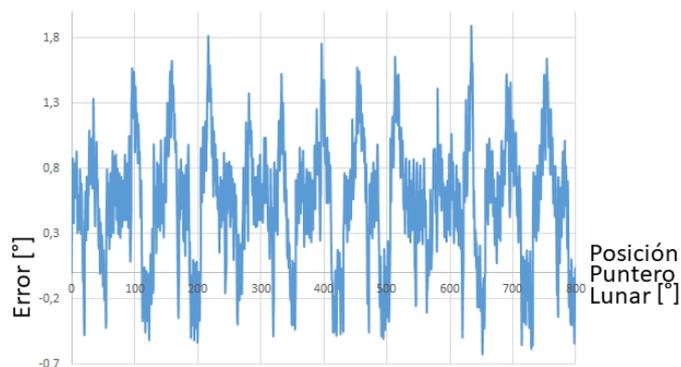


Fig. 4: Gráfico obtenido a partir del modelado computacional del tren completo de engranajes del puntero lunar. Error comedio por el puntero versus la posición del puntero, ambos en grados sexagesimales.

TABLA I

RESULTADOS DE LOS ERRORES COMETIDOS POR CADA UNO DE LOS PUNTEROS

FINALES DEL MECANISMO DE ANTICITERA

Puntero LUNAR	Puntero METÓNICO	Puntero SAROS
$\sigma_{est}$ - Dmax	$\sigma_{est}$ - Dmax	$\sigma_{est}$ - Dmax
1,8° 5,2°	0,9° 1,2°	0,5° 1,1°

El puntero lunar comete a lo largo de su recorrido por el dial un error de 1,8 días (1 grado equivale a un día en el dial lunar). Llegando a un error de aproximadamente 5 días de alejamiento con respecto a la posición real de la Luna. En ese dial parecería que la función de cálculo era bastante deficiente, pero tengamos en cuenta que podía predecir con exactitud el signo de zodiaco (cada signo tiene 30 días de extensión) donde se debía encontrar la luna en esa fecha.

El puntero Metónico o Calendario lunisolar tiene 235 casilleros dispuestos en una espiral de 5 brazos. Por lo tanto, cada casillero ronda los 7,7° de amplitud angular. De la misma forma el predictor de eclipses estaba basado en un ciclo Saros de 223 meses dispuestos en 3 brazos de espiral. Cada casillero de este dial tiene 6,5° de ancho angular. En base a esta información vemos que el puntero Metónico y Saros tenía una exactitud bastante elevada, ya que apenas se aleja de su posición teórica en un grado.

### III CONCLUSIONES

El estudio de los errores aporta elementos empíricos al debate sobre la funcionalidad del MA. Dentro del ámbito de la historia de la ciencia (Jones 2017; Edmunds 2012) se discute sobre la posibilidad de que el MA hubiera cometido errores en un grado tan alto que solo pudo ser usado como una un modelo didáctico del cosmos, una ilustración móvil de la teoría geocéntrica de la Grecia helenística. Por otro lado, los resultados que los autores han obtenido sobre el comportamiento de los dientes triangulares favorece al punto de vista de que el MA era una calculadora analógica con capacidad de entregar resultados muy cercanos a las posiciones astronómicas reales que podían ser observadas en el cielo.

### REFERENCIAS

- [1] De Solla Price, D. (1974). Gears from the Greeks. The Antikythera mechanism: a calendar computer from ca. 80 BC. American Philosophical Society, 1-70.
- [2] Freeth, T., Bitsakis, Y., Moussas, X., Seiradakis, J., Tselikas, A., Mangou, H., et al. (2006). Decoding the ancient Greek astronomical calculator known as the Antikythera Mechanism, Nature, 11/2006, Volume 444: 587-591.

[3] Edmunds, M. G. (2011). An initial assessment of the accuracy of the gear trains in the Antikythera mechanism. Journal for the History of Astronomy, 42(3), 307-320.

[4] Jones, A. (2017). A Portable Cosmos: Revealing the Antikythera Mechanism, Scientific Wonder of the Ancient World. Oxford University Press.

# Efectos de la correlación entre agentes en el juego de las minorías

J. P. Barrangú<sup>1,2</sup>, C. M. Arizmendi<sup>1,2</sup>, K. I Mazzitello<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, FI-UNMdP.

<sup>2</sup>LSCCC, ICYTE, FI-UNMdP.

<sup>3</sup>CAB, CNEA-CONICET.

[jpbarrangu@fi.mdp.edu.ar](mailto:jpbarrangu@fi.mdp.edu.ar)

**Resumen**—En este trabajo estudiamos el efecto de las correlaciones tipo PR-Box al ser introducidas en el juego de las minorías. Éste se trata de un juego binario en el que los agentes elijen uno de los dos lados en forma independiente y aquellos jugadores que están sobre el lado minoritario ganan la partida. La versión cuántica del juego de las minorías tiene las mismas reglas que la versión clásica, pero debido a la no-localidad de la mecánica cuántica se obtienen resultados distintos. Los efectos producidos en el juego cuántico por la violación de las desigualdades de Bell muestran que con el uso de la no-localidad cuántica se logra una ventaja para los jugadores con respecto al caso clásico.

**Palabras clave**— PR-Box, no-localidad, Minority Game.

## I. INTRODUCCIÓN

**E**STUDIAMOS el efecto de las correlaciones tipo PR-Box (Popescu-Rohrlich Box) [1] al ser introducidas en el juego de las minorías (Minority Game). Se trata de un juego binario en el que los agentes elijen uno de los dos lados en forma independiente y donde aquellos que están sobre el lado minoritario ganan [2]. La versión cuántica del juego de las minorías [3] tiene las mismas reglas que la versión clásica pero debido a la no-localidad de la mecánica cuántica se obtienen resultados distintos. Los efectos producidos en el juego cuántico por la violación de las desigualdades de Bell fueron estudiados en [4], mostrando que con el uso de la no-localidad cuántica se logra una ventaja para los jugadores con respecto al caso clásico.

Las correlaciones PR-Box se caracterizan por ser no-señalizantes y cumplir al mismo tiempo la desigualdad CHSH con el máximo valor, lo que significa máxima no-localidad. La dispersión de la diferencia entre los agentes que pierden y los que ganan esta inversamente relacionada a la eficiencia de la distribución de recursos en el juego. Valores más pequeños de la dispersión indican un mejor uso de los recursos de los agentes. Con las correlaciones PR-Box esperamos obtener un decrecimiento en la dispersión del juego. La misma depende de la memoria de las jugadas ganadoras en el pasado. En el juego clásico aparecen dos fases separadas por un punto crítico: La fase simétrica, o impredecible, en la que los agentes son incapaces de saber las acciones ganadoras a partir de la historia pasada y la fase asimétrica, o predecible, en la que hay agentes con mayor probabilidad de ganar. En el punto crítico, la dispersión de la diferencia entre agentes perdedores y ganadores es mínima, tratándose del punto más eficiente del juego. Cuando se incluyen las correlaciones PR-Box a un porcentaje de agentes, mejora la eficiencia del juego en la mayor parte de la fase simétrica o impredecible, pero en el punto crítico aumenta, resultando menos eficiente que el asociado al juego clásico. En este último los agentes juegan con máxima anti-correlación de forma espontánea. Un porcentaje de agentes supercuánticos fue correlacionado de a pares y también se probó utilizando la configuración de Svetlichny-Box [5]. Esto último permite

construir anillos de N agentes correlacionados a partir de N PR boxes, para N > 2. En ambos casos, las correlaciones generan resultados similares, para los cuales el juego clásico sigue teniendo una mejor eficiencia en el punto crítico.

## II. EL JUEGO DE LAS MINORÍAS

En la versión clásica (local) es un juego con N (impar) jugadores sin comunicación entre ellos. Cada uno tiene un número de estrategias S. En cada paso de tiempo, los N agentes elijen independientemente el lado A o B. Los jugadores que seleccionan la opción minoritaria ganan el juego y la estrategia utilizada recibe puntos. A (o B) es el lado ganador (1) o no (0).

Los jugadores retienen las últimas M jugadas ganadoras y la estrategia elegida es la que obtuvo más puntos [2].

Ejemplo de una estrategia para M=3.

Hay 2<sup>M</sup>=8 bits y un número máximo de 2<sup>8</sup>=256 estrategias S.

Parámetros del Juego:

- Número de Agentes (N), -
- Memoria (M) y
- Cantidad de estrategias de cada jugador (S)

TABLA I  
EJEMPLO DE ESTRATEGIA.

Historia	Predicción
000	0
001	1
010	0
011	1
100	0
101	0
110	0
111	1

Mediciones:

- Dispersión o Volatilidad ( $\sigma^2/N$ ) y Predictibilidad (H)

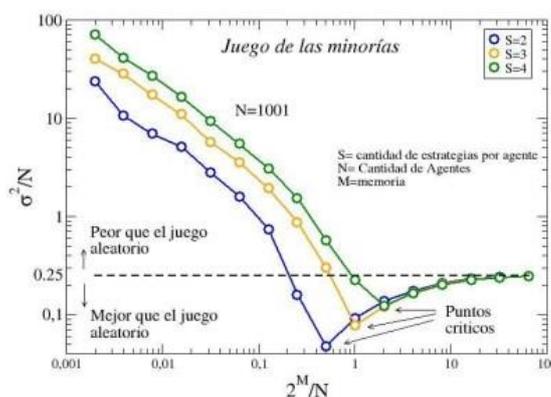


Fig. 1: Dispersión para el juego clásico.

En el punto crítico la volatilidad es mínima y por lo tanto la eficiencia del juego es máxima.

Cuando el juego es aleatorio  $\sigma^2/N = \langle A^2 \rangle - \langle A \rangle^2 = 0,5 \times 0^2 + 0,5 \times 1^2 - (0,5 \times 0 + 0,5 \times 1)^2 = 0,25$

La Predictibilidad está dada por la ecuación:

$$H = \frac{1}{2^M} \sum_{\mu=1}^{2^M} \langle A|\mu \rangle^2$$

donde  $\langle A|\mu \rangle = 0$  en la fase simétrica y  $\langle A|\mu \rangle \neq 0$  en la fase asimétrica

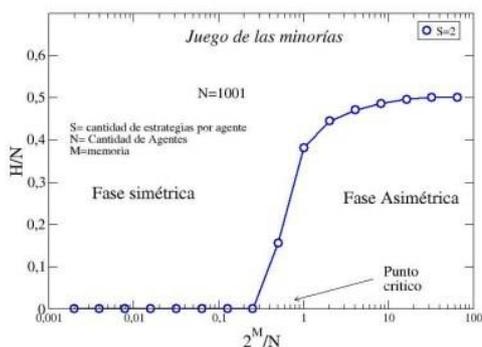


Fig. 2: Predictibilidad para el juego clásico.

### III. RESULTADOS

Un porcentaje de agentes juegan de a pares como se detalla a continuación:

- 1- Eligen sus estrategias en forma independiente de acuerdo al Juego Clásico
- 2- Dado un par de agentes supercuánticos:
  - Si sus estrategias son opuestas o iguales a 1, deciden jugar lo mismo lanzando una moneda (es decir, juegan 0 o 1 aleatoriamente).
  - Si sus estrategias son iguales a 0, deciden jugar en forma opuesta

Dos pares de agentes A y B que juegan con probabilidades dadas por un PR-Box

$$X.Y = a \oplus b \tag{2}$$

#### A. Resultados del juego Clásico vs Supercuántico

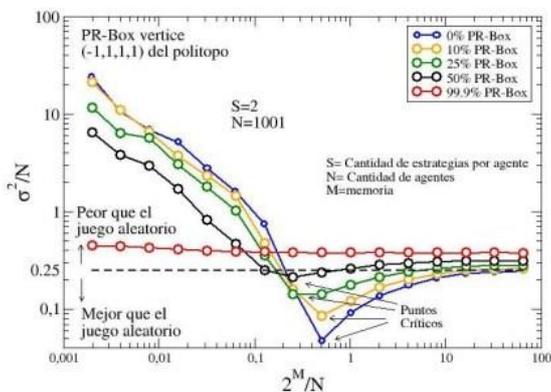


Fig. 3: Curvas de Dispersión para el juego con PR-Box.

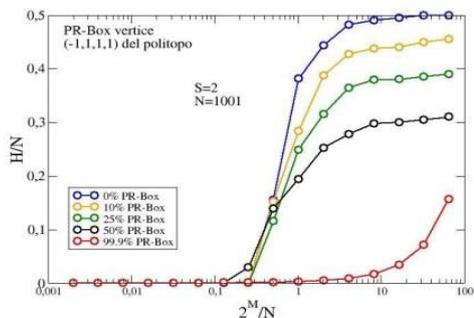


Fig. 4: Curvas de Predictibilidad para el juego con PR-Box.

La fase simétrica o impredecible del Supercuántico tiene menos volatilidad respecto al Clásico. Sin embargo el mínimo

se consigue en el punto crítico del juego Clásico. El punto crítico se desplaza hacia la izquierda cuando aumenta el porcentaje de jugadores supercuánticos y tiende a desaparecer. (La fase impredecible o simétrica disminuye cuando aumenta este porcentaje) Para el caso de 99,9\% de PR-Boxes (curva roja), la predictibilidad no llega a valer 0 en ningún momento.

#### B. Comparación de Anillos de Svetlichny-Boxes aplicados al Juego

Probamos usar distintas combinaciones de Svetlichny-Boxes para aplicarlos a una porción de los jugadores. Para ello se plantearon 2 alternativas:

- agrupar los jugadores de a 3 y correlacionarlos dentro de cada trío mediante Svetlichny-Boxes
- agrupar una porción de los jugadores en un solo anillo de Svetlichny-Boxes

Con anillos de Svetlichny-Boxes se obtienen resultados similares que con PR-boxes de a pares, salvo en la fase predecible que terminan similares al juego clásico. Las curvas de H/N para x % de jugadores en un anillo Svetlichny-Boxes coinciden con las del mismo porcentaje de jugadores correlacionados en grupos de 3.

### IV. CONCLUSIONES

Las correlaciones supercuánticas disminuyen la dispersión o volatilidad en la fase impredecible, desplazan al punto crítico hacia valores menores de memoria del juego, desplazan al punto crítico hacia valores menores de memoria del juego, aumentan la dispersión o volatilidad del juego en el punto crítico (en el juego clásico se da una anti-correlación espontánea en el punto crítico con un mínimo en la volatilidad y máxima eficiencia del juego). Cuando la mayoría de los agentes están correlacionados supercuánticamente no hay un punto crítico y se pierde la fase impredecible. Similares resultados fueron hallados tanto para agentes correlacionados de a pares, como correlacionados formando anillos por medio de cajas de Svetlichny.

#### REFERENCIAS

- [1] Popescu, S. y Rohrlich, D. "Quantum nonlocality as an axiom" Foundations of Physics, vol. 24, No. 3, pp. 379–385, 1994.
- [2] Challet, D. y Zhang, Y. "Emergence of cooperation and organization in an evolutionary game" Phys. A, Vol. 246, No. 3-4, pp. 407–418, 1997.
- [3] Benjamin, S. C. y Hayden, P. M. "Multiplayer quantum games" Phys. Rev. A, Vol. 64, 030301, 2001.
- [4] Flitney, A. P., Schlosshauer, M., Schmid, C., Laskowski, W. y Hollenberg, L. C. "Equivalence between Bell inequalities and quantum minority games" Phys. Lett. A, Vol. 373, No. 5, pp. 521 – 524, 2009.
- [5] Barrett, J., Linden, N., Massar, S., Pironio, S., Popescu, S. y Roberts, D. "Nonlocal correlations as an information-theoretic resource" Phys. Rev. A, vol. 71, 022101, 2005.
- [6] Zabaleta, O. G., Barrangú, J. P. y Arizmendi, C. M. "Quantum game application to spectrum scarcity problems". Physica A - Statistical and Theoretical Physics, vol. 466, pp. 455 – 461, 2017.
- [7] J. P. Barrangú, O. G. Zabaleta y C. M. Arizmendi. "Juego de Minorías Supercuántico". XVII Taller Regional de Física Estadística y Aplicaciones a la Materia Condensada (TREFEMAC 2019), 2019.
- [8] J. P. Barrangú, O. G. Zabaleta y C. M. Arizmendi. "Juego de Minorías Supercuántico". 104a Reunión de la Asociación Física Argentina (RAFA104), 2019.
- [9] J. P. Barrangú, C. M. Arizmendi y K. I. Mazzitello. "Efectos colectivos de las correlaciones supercuánticas en el juego de las minorías". Cuarto Taller Argentino de Cuántica (CUANTOS 4), 2022.
- [10] J. P. Barrangú, C. M. Arizmendi y K. I. Mazzitello. "Agentes con correlaciones supercuánticas en el juego de las minorías". 107a Reunión de la Asociación Física Argentina (RAFA107), 2022.

# Estudio estadístico de caos en un sistema de billar cuántico

J. P. Barrangú<sup>1,2</sup>, M. Antonelli<sup>1,3</sup> y L. De Micco<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Física, FI-UNMdP.

<sup>2</sup> LSCCC, ICYTE, FI-UNMdP.

<sup>3</sup> LSC, ICYTE, FI-UNMdP.

<sup>4</sup> CONICET

[jparrangu@fi.mdp.edu.ar](mailto:jparrangu@fi.mdp.edu.ar)

**Resumen—Realizamos el análisis estadístico para el estudio del caos en los sistemas cuánticos, también llamado caos cuántico, mediante la aplicación de distintos cuantificadores que se usan para determinar la existencia de caos en los sistemas clásicos. Del análisis de los cuantificadores surge la existencia de comportamientos caóticos en sistemas cuánticos. Palabras clave—Caos, Cuántica.**

## I. INTRODUCCIÓN

EL billar consiste básicamente en una frontera en cuyo interior se mueve una partícula libremente, manifestándose comportamientos caóticos o regulares en su interior [1]-[4], tanto clásica como cuánticamente. Para realizar el análisis del sistema se utiliza la teoría cuántica Bohmiana [5], [6] resulta ventajosa para tratar el caos cuántico al utilizar trayectorias bien definidas, provenientes de una ecuación de velocidad, con lo que pueden aplicarse las definiciones de caos en mecánica clásica al dominio cuántico. Además, la teoría de Bohm incluye el llamado 'potencial cuántico' que influye en el comportamiento del sistema y afecta sensiblemente la relación clásica-cuántica cuando se profundiza en el caos cuántico.

Para el análisis del comportamiento caótico se preparan diferentes estados, a los cuales se les calculan los distintos parámetros que indican si se está en presencia de un sistema caótico o no. La elección de las funciones de onda puede resultar tanto en comportamientos regulares como caóticos.

Se generan trayectorias para distintas condiciones iniciales y variando la combinación de los estados de energía a los cuales se les realiza un estudio cuantitativo y cualitativo de la dinámica del sistema.

### A. Teoría cuántica Bohmiana

La interpretación determinística de la mecánica cuántica de Bohm empieza al escribir la función de onda en la forma polar  $\psi = R \cdot e^{-iS/\hbar}$  y se reemplaza en la ecuación de Schrödinger. Las partes real e imaginaria se pueden escribir por separado y están dadas por las siguientes ecuaciones:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \frac{\nabla S}{M}) = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{(\nabla S)^2}{2M} + V + Q = 0 \quad (2)$$

, donde  $M$  es la masa de la partícula,  $\rho = R^2$  es la densidad de probabilidad,  $S$  es la solución de la ecuación de Hamilton-Jacobi y  $Q$  es el potencial cuántico, el cual es igual a:

$$Q = \frac{\hbar^2 \nabla^2 R}{2M R} \quad (3)$$

Como consecuencia de las ecuaciones anteriores, Bohm define el momento de la partícula cuántica, al igual que en mecánica clásica, como  $M \cdot V = \nabla S$ .

La velocidad de la partícula en función de la ecuación de onda

está dada por la siguiente ecuación:

$$V(x, y, t) = \frac{\hbar}{2Mi} \frac{(\psi^* \cdot \nabla \psi - \psi \cdot \nabla \psi^*)}{\psi^* \cdot \psi} \quad (4)$$

De acuerdo a la teoría de Bohm, se supone que la partícula tiene definida su posición y velocidad, por lo que del cálculo de esta ecuación se hallará la trayectoria.

El potencial cuántico indica que la partícula es guiada por la onda que resulta de la solución de la ecuación de Schrödinger.

### B. Billar rectangular cuántico Bohmiano

La solución de la ecuación de Schrödinger para una partícula dentro de un pozo de potencial bidimensional es la siguiente:

$$\phi_{mn}(x, y) = \frac{2}{\sqrt{L_x \cdot L_y}} \text{sen}(k_{xm} \cdot x) \cdot \text{sen}(k_{yn} \cdot y) \quad (5)$$

donde:  $k_{xm} = m\pi/L_x$  y  $k_{yn} = n\pi/L_y$

La función de onda para analizar el comportamiento cuántico del sistema será una combinación lineal de estados:

$$\psi(x, y, t) = \sum_{m,n} c_{mn} \cdot \phi_{mn}(x, y) \cdot e^{-i \cdot E_{mn} \cdot t / \hbar} \quad (6)$$

, donde  $c_{mn}$  son coeficientes complejos y  $E_{mn} = \frac{\hbar^2 \pi^2}{2M} \left( \frac{m^2}{L_x^2} + \frac{n^2}{L_y^2} \right)$

## II. CÁLCULO DEL SISTEMA

Para el cálculo de las trayectorias se utilizan funciones de onda, las cuales están compuestas una combinación lineal de tres estados.

El análisis del caos se hace por medio del cálculo y análisis de distintos cuantificadores:

- Entropía de Histograma
- Entropía de Bandt y Pompe
- Complejidad de Bandt y Pompe - Plano Entropía-Complejidad
- Plano Entropía-Entropía
- Máximo Exponente de Lyapunov (MLE)

Las entropías se calculan con las siguientes ecuaciones:

$$S[P] = - \sum_{j=1}^M p_j \ln(p_j) \quad (7)$$

$$S_{m\acute{a}x} = \xi[P] = \ln M \quad (8)$$

$$H = \frac{S[P]}{S_{m\acute{a}x}} \quad (9)$$

A su vez la Complejidad sale de las ecuaciones:

$$Q_j [P, P_e] = Q_0 \cdot \left\{ S \left[ \left( \frac{P+P_e}{2} \right) \right] - \frac{S[P]}{2} - \frac{S[P_e]}{2} \right\} \quad (10)$$

$$Q_0 = -2 \cdot \left\{ \left( \frac{N+1}{N} \right) \ln(N+1) - 2 \ln(2N) - \ln N \right\} \quad (11)$$

$$C[P] = Q_j [P, P_e] \cdot H[P] \quad (12)$$

El Máximo Exponente de Lyapunov (MLE) se calcula de la siguiente forma:

$$\lambda = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{t} \ln \frac{d(x_0, t)}{d(x_0, 0)} \quad (13)$$

## III. RESULTADOS

Para la representación del sistema se utilizan los planos de  $H_{BP}$  vs  $H_{hist}$  (Entropía-Entropía), de  $H_{BP}$  vs  $C_{BP}$  (Entropía-Complejidad) y los gráficos del MLE.

La función de onda que se va a utilizar es una combinación de soluciones (5), lo que reemplazando en (6) lleva a la siguiente combinación de estados:

$$\psi(x, y, t) = A \cdot \phi_{2,3}(x, y) \cdot e^{\frac{-iE_{23}t}{\hbar}} + B \cdot \phi_{12}(x, y) \cdot e^{\frac{-iE_{12}t}{\hbar}} + C_i \cdot \phi_{21}(x, y) \cdot e^{\frac{-iE_{21}t}{\hbar}} \quad (14)$$

, donde  $A, B$  y  $C$  varían entre 0 y 1, y  $\phi_{mn}(x, y), k_{xm}, k_{yn}$  y  $E_{mn}$  son los coeficientes de las ecuaciones (5) y (6), además se toma  $\hbar = 2M = 1$  y  $L_x = L_y = 1$

La trayectoria de la partícula se puede calcular a partir de las ecuaciones (4) y (14), dando como resultado la Fig. 1.

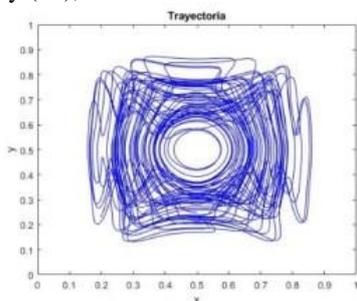


Fig. 1: Trayectoria de la partícula dentro del billar.

En las Figuras 2, 3 y 4 pueden verse las distintas gráficas con los cuantificadores usados en el sistema para distintos conjuntos de parámetros. La variación de  $A, B$  y  $C$  en (14) como los distintos valores de condición inicial  $(x_0, y_0)$  producen los distintos conjuntos de valores, agrupados por colores.

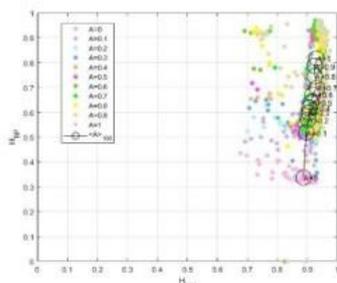


Fig. 2: Grafico de Entropía vs. Entropía ( $H_{BP}$  vs  $C_{BP}$ ).

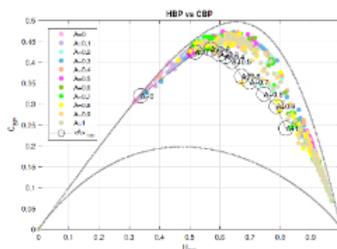


Fig. 3: Grafico de Entropía vs. Complejidad ( $H_{BP}$  vs  $H_{hist}$ ).

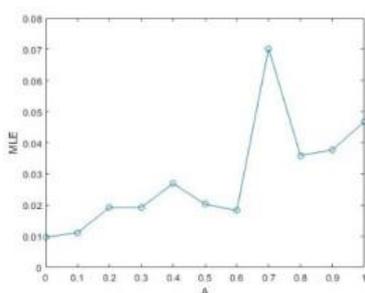


Fig. 4: Máximo Exponente de Lyapunov (MLE).

valores de  $A, B$  y  $C$  son similares. Con otros niveles de energías en (14) se pueden obtener comportamientos regulares y así como otros sistemas cuánticos también producen comportamientos caóticos.

#### IV. CONCLUSIONES

La elección de las funciones de onda puede resultar tanto en comportamientos regulares como caóticos. La variación del "peso" de las ondas que componen el sistema provoca la aparición de "regiones" de resultados. El sistema presenta ciclos límites y puntos fijos para algunas combinaciones de condiciones iniciales y amplitud. Hay un alto valor de complejidad del sistema y se presenta un amplio espectro de valores de trayectoria. Se encuentra caos para una amplia región de condiciones iniciales y variedad de combinación de funciones de onda.

#### REFERENCIAS

- [1] De Alcantara Bonfim, O. F., Florencio, J., Sá Barreto, F. C. "Chaotic dynamics in billiards using Bohm's quantum mechanics". *Physical Review E*, Vol. 58, No. 3, pp. R2693-R2696, 1998.
- [2] González E., Roldán, J. "Caos cuántico en un billar rectangular". *Universitas Scientiarum*, Vol. 13 No. 2, pp. 171-187, 2008.
- [3] Fiordilino, Emilio. "The Emergence of Chaos in Quantum Mechanics". *Symmetry*, Vol. 12, No. 5, 785, 2020.
- [4] Umair Abd Halim, Chan Kar Tim y Nurisya Mohd Shah. "Chaos In 2D Bohmian Trajectories of Commensurate Harmonics Oscillators". *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, Vol. 29, No. 2, pp. 195-203, 2023.
- [5] Bohm, D. "A Suggested Interpretation of the Quantum Theory in Terms of "Hidden" Variables. I". *Physical Review*, Vol. 85, No. 2, pp. 166, 1952.
- [6] Bohm, D. "A Suggested Interpretation of the Quantum Theory in Terms of "Hidden" Variables. II". *Physical Review*, Vol. 85, No. 2, pp. 180, 1952.
- [7] Antonelli, M., De Micco, L., Larrondo, H. "Causal and non-causal entropy quantifiers implemented in FPGA". 2016 IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON), Buenos Aires, Argentina, 2016, pp. 1-5.
- [8] Tzemos, A.C., Contopoulos G., Efthymiopoulos, C. "Bohmian trajectories in an entangled two-qubit system". *Phys. Scr.* 94 105218, 2019.
- [9] J. P. Barrangú, M. Antonelli y L. De Micco. "Estudio estadístico de caos cuántico en sistema de billar". *Quinto Taller Argentino de Cuántica (CUANTOS 5)*, 2023.

# Serious Game: Abordaje del Grupo de Tecnologías Interactivas

Leonel Guccione<sup>1</sup>, Adolfo Spinelli<sup>1</sup>, Carlos Rico<sup>1</sup>, Hernán Hinojal<sup>1</sup>  
y Fernando Genin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería (UNMDP)  
[spinelliadolfo@fi.mdp.edu.ar](mailto:spinelliadolfo@fi.mdp.edu.ar)

**Resumen**—El diseño y desarrollo de serious game como herramienta de aprendizaje, es el tema central de investigación del grupo de tecnologías interactivas. La tarea se ha desarrollado a lo largo de sucesivos proyectos de investigación desde el año 2015. El objetivo principal consiste en elaborar un conjunto de buenas prácticas para que la industria se interese en el desarrollo de este tipo de juegos. En función de ello se procuró contribuir a los modelos de proceso de desarrollo de serious game para el aula. Y en ese sentido se introdujeron las analíticas de aprendizaje y el feedback con recomendaciones mediante lógica difusa. Hoy el grupo pretende sentar las bases para abordar un objeto de estudio más amplio: Los serious game en general.

**Palabras clave**— serious game, aprendizaje, modelos de procesos.

## I INTRODUCCIÓN

**E**n el 2015 el GTI analizó los diferentes aprovechamientos de la gamificación en el ámbito empresarial y académico, así como el uso de los videojuegos como herramientas de aprendizaje. Siguiendo los conceptos expuestos por Jenkins [1] y Prensky [2], los cuales, apuestan a la gamificación, internet y los videojuegos como los nuevos entornos de aprendizaje. El grupo consideró que una contribución positiva era propiciar una oferta de serious game pensados para usarlos en el aula. Analizando los diferentes cursos de acción, se observa que solo se logrará un efecto duradero si los estudiantes se sienten atraídos a jugar con ellos por diversión. Para obtener ese efecto los serious game deben ser inmersivos, jugables y sus contenidos educativos transparentes al jugador. Lograr esto potencia la eficacia de la herramienta, pues los estudiantes los usará por diversión fuera del ámbito académico. Sin embargo, solo si la industria de videojuegos se interesa en el diseño y desarrollo de estos productos será posible lograrlo.

De esta manera el docente contará con una oferta de herramientas de aprendizaje a precios asequibles, entre los cuales elegirá aquel que mejor se acomode a sus necesidades.

## II. CONTRIBUCIONES REALIZADAS

En línea con ello Evans [3] propone, el modelo de proceso de desarrollo para serious game MPDSG. Este modelo de proceso se apoya en los trabajos de Granollers [4] sobre diseño centrado en el usuario (DCU), el modelo de diseño de videojuegos centrado en el jugador (MDVCJ) de González-Sánchez [5], las líneas de producción de software (LPS) de Northrop [6] y el modelo para el desarrollo de objeto de aprendizaje MPOBA de Massa [7]. Además, de los aportes mencionados el MPDSG toma las características interactivas y multidisciplinarias de los modelos de proceso MDA de Hunicke [8] y DPE de Winn [9] en conjunto con la metodología ágil para juegos tomada de Flood [10] y Keith [11].

Para la especificación y diseño del serious game y dentro del MPDSG, Spinelli [12] propone un mecanismo de elicitación centrado en el jugador. El mismo se basa en las características de los modelos de proceso antes mencionados, especialmente el MPDSG y MPOBA. Este mecanismo de naturaleza interactiva y multidisciplinaria, reconoce como requerimiento a elicitar las mecánicas de un Serious Game (SGM). Estas son la unión de las mecánicas de juego con las mecánicas de aprendizaje mediante un mapeo que las relaciona. Para llevar adelante el mecanismo de elicitación, se hace uso del léxico extendido del lenguaje propuesto por Leite [13], el uso de escenarios de Leite [14] y la derivación de escenarios de Hadad [15] y [16].

Basándose en estas propuestas se realizó el desarrollo de varios serious game en el marco del grupo de investigación Lanzillotta [17] y [18], Fantini [19], Zapirain [20] y a través de la asignatura optativa: Ingeniería de videojuegos. Estos desarrollos sirvieron para detectar nuevas necesidades en el área de evaluación y retroalimentación. A partir de ellas se incorpora el enfoque de Analíticas de aprendizaje propuestas por Kühn [21] y la retroalimentación con recomendaciones basadas en lógica difusa propuestas por Guccione [22].

## III TRABAJOS FUTUROS

Aunque es deseo del GTI seguir incursionando en el ámbito de los serious game. El grupo se encuentra enfocado en adecuar las técnicas que ha definido para su uso en el desarrollo de serious game en general, con el objeto de proveer nuevas técnicas para abordar el desarrollo de herramientas para la capacitación y el entrenamiento. En estos momentos se está evaluando una contribución con el programa de fomento de la seguridad informática, mediante el desarrollo de material gamificado. Conjuntamente con el desarrollo de serious game en el ámbito secundario.

Una vez conseguido el objetivo de difundir la labor del grupo, ampliar el ámbito de aplicación de las herramientas desarrolladas y obtener la madurez necesaria de las mismas, es intención del GTI, contribuir con la comunidad productiva brindando servicios relacionados.

## IV FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

El grupo GTI participa de las actividades docentes dentro de la facultad de ingeniería y en ese marco contribuye con la formación de docentes e investigadores. Se han realizado tutorías de prácticas

supervisadas, dirección de proyectos finales, trabajos de campo y extensión. Fruto de estas actividades, el grupo cuenta con cinco profesionales con postgrado (especializaciones, Maestrías y Doctorados) y dos tesis de maestría en áreas relacionadas que se hallan en proceso.

#### REFERENCIA

#### REFERENCIAS

- [1] Jenkins, H. (2009). *Confronting the challenges of participatory culture: Media education for the 21st century*. The MIT Press. ISBN 9780262513623.
- [2] Prensky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning*. Mac Graw-Hill, New York. ISBN: 978-0071454001.
- [3] Evans, F., Spinelli, A., Zapirain, E., Massa, S., & Soriano, F. (2016). *Proceso de desarrollo de Serious Games. Diseño centrado en el usuario, jugabilidad e inmersión*. Conferencia: III Congreso de Ingeniería y IX Congreso de Enseñanza de Ingeniería (CADI-CAEDI 2016). Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional de Resistencia. Págs.: 530-542. ISBN 9789504201731.
- [4] Granollers, T., Lorés, J., & Cañas, J. (2005). *Diseño de sistemas interactivos centrados en el usuario*. Editorial UOC. ISBN: 978-84-9788-267-5.
- [5] González-Sánchez, J. L., Zea, N. P., Gutiérrez, F. L., & Cabrera, M. J. (2008). *De la Usabilidad a la Jugabilidad: Diseño de Videojuegos Centrado en el Jugador*. Conferencia: IX Congreso Internacional de Interacción Humano-Ordenador (INTERACCIÓN 2008), págs.: 99-109.
- [6] Clements, P., & Northrop, L. (2001). *Software Product Lines: Practices and Patterns* (3.a ed.). Addison-Wesley. ISBN-13 : 978-020170 3320.
- [7] Massa, S. M. (2013). *Objetos de Aprendizaje: Metodología de Desarrollo y Evaluación de Calidad* [Phd Thesis, Facultad de Informática, UNLP, La Plata.]. Escuela de postgrado de la Facultad de Informática de la Universidad de la Plata, República Argentina.
- [8] Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R. (2004). *MDA: A formal approach to game design and game research*. Conferencia: AAAI Workshop on Challenges in Game AI, vol. 4. Association for the Advancement of Artificial Intelligence. Págs.: 1722-1727.
- [9] Winn, B. M. (2009). *The design, play, and experience framework*. Capítulo de: *Handbook of research on effective electronic gaming in education*. IGI Global. Págs.:1010-1024. DOI: 10.4018/978-1-59904-808-6.ch058. ISBN13: 9781599048086.
- [10] Flood, K. (2003). *Game unified process*. Página web publicada por GameDev.net.
- [11] Keith, C. (2007). *Take Control*. Conferencia: GDC Vault 2007. Agile Game Development, San Francisco. Video de la conferencia disponible en: [www.gdcvault.com](http://www.gdcvault.com).
- [12] Spinelli, A.S. (2023). *Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de serious game*. [Mg Thesis, Facultad de Informática, UNLP, La Plata.]. Escuela de postgrado de la Facultad de Informática de la Universidad de la Plata, República Argentina.
- [13] Leite, J. C. S. P. (1989). *Application Languages: A Product of Requirements Analysis*. Departamento de Informática de la Universidad Pontificia Católica de Río de Janeiro (PUC-/RJ). 9 páginas.
- [14] Leite, J. C. S. P., Hadad, G. D. S., Doorn, J. H., & Kaplan, G. N. (2000). *A Scenario Construction Process*. Revista: *Requirements Engineering Journal*. Springer. Vol.: 5, págs.:38-61.
- [15] Hadad, G. D. S. (2007). *Uso de Escenarios en la Derivación de Software* [Tesis Doctoral, Universidad Nacional de la Plata]. Postgrado de la Facultad de Informática de la UNLP. Disponible en: <https://doi.org/10.35537/10915/2456>.
- [16] Hadad, G., Kaplan, G., Oliveros, A., & Leite, J. C. S. P. (1997). *Construcción de Escenarios a partir del Léxico Extendido del Lenguaje*. Conferencia: JAIIO 26 (1997). SADIO. Págs.: 65-77. ISSN 1666-1117.
- [17] Lanzillota, F. (2020). Puesta en valor de un simulador de entrenamiento mediante la incorporación de experiencia inmersiva y analíticas de aprendizaje. Trabajo Final de Grado, Facultad de Ingeniería, UNMDP, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
- [18] Lanzillota, F., Massa, S. M. y Spinelli, A. (2020b). Learning analytics in training simulators: a systematic review of literature. IEEE ARGENCON 2020. Resistencia, Chaco, Argentina, Publicado en Actas, 1-872, 2020.
- [19] Fantini, L. M., Spinelli, A. T., Kühn, F., Bacino, G. (2021). Juegos serios en el proceso de aprendizaje de lecto-escritura. Encuentro Argentino y Latinoamericano de Ingeniería, 5° Congreso Argentino de Ingeniería. (CADI). 11° Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería (CAEDI). 3° Congreso Latinoamericano de Ingeniería (CLADI). Buenos Aires, Argentina.
- [20] Zapirain, E. A., Kühn, F. D. y Massa, S. M., Entangled: Un serious game para aprender computación cuántica. Cuarto Taller Argentino de Cuántica (CUANTOS 4), Universidad Nacional de Mar del Plata, llevado a cabo en la ciudad de Mar del Plata los días 20, 21 y 22 de abril de 2022.
- [21] Kühn, F. D., & Massa, S. M. (2018). *Analíticas de Aprendizaje en Serious Games: Una revisión sistemática de la literatura*. Congreso: IV Bienal de la IEEE ARGENCON 2018, San Miguel de Tucumán, Argentina 6,7,8 de junio. IEEE Press. DOI: 10.1109/ARGENCON.2018.8646166. ISBN:978-1-5386-5032-5.
- [22] Guccione, L. D. y Massa S. M., Recomendaciones utilizando Inteligencia Artificial a partir de las métricas de evaluación obtenidas de las analíticas de aprendizaje aplicadas a Serious Games. WICC 2022, XXIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, 28 y 29 de abril de 2022, Godoy Cruz, Mendoza, Argentina, Publicado en Actas, 697-701, 2022. ISBN 978-987-48222-3-9.

# Biospeckle láser: una herramienta para el control de calidad

Melina Nisenbaum<sup>1</sup>, Marcelo Guzmán<sup>2</sup>, Silvina Agustinelli<sup>2</sup>,  
Gustavo Meschino<sup>2</sup> y Silvia Murialdo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Mar del Plata, Comisión de Investigaciones Científicas (CIC), CONICET, Instituto de Ciencia y Tecnología en Alimentos y Ambiente (INCITAA), Grupo de Ingeniería Bioquímica (GIB). <sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas en Electrónica (ICYTE), Universidad Nacional de Mar del Plata, CONICET, Departamento de Electrónica, Laboratorio de Bioingeniería (LABI). <sup>3</sup>Universidad Nacional de Mar del Plata, CONICET, INCITAA, Grupo de Investigación Preservación y Calidad de los Alimentos (GIPCAL).

melinan@fi.mdp.edu.ar

**Resumen**—Este proyecto tiene como objetivo el diseño y la implementación de un biosensor óptico basado en la tecnología del láser de speckle dinámico (biospeckle), que pueda ser utilizado para el monitoreo microbiano y de toxicidad en muestras de aguas y alimentos en tiempo real. Esta técnica tiene alta sensibilidad para detectar cambios biológicos, químicos y físicos, así como un amplio campo de aplicación. Sin embargo, no se ha logrado aún escalar su uso fuera del laboratorio. Se propone aplicar la técnica óptica del biospeckle y el análisis de imágenes de video (sensor) para la detección de microorganismos, patrones fisiológicos o cambios biológicos de la muestra estudiada (bioindicador). Actualmente se trabaja en dos líneas de aplicación: 1) monitoreo microbiológico y de toxicidad del agua, y 2) control de cambios en la calidad de muestras de pescado fresco durante su almacenamiento refrigerado. La evaluación pretende ser rápida, económica y simple en comparación con otros métodos utilizados con el mismo propósito y servirá para el monitoreo en tiempo real y como complemento previo a las técnicas analíticas pre-existentes que son más costosas, lentas y específicas.

**Palabras clave**— speckle láser, biosensor, monitoreo.

## I. INTRODUCCIÓN

EL biospeckle, o láser de speckle dinámico (BSL), es una técnica óptica que se ha utilizado desde al menos la última década para detectar actividad y cambios en muestras biológicas con un enfoque innovador. Esta técnica se ha aplicado a diferentes campos como la agricultura, la medicina y la industria alimentaria, entre otros. En este contexto, el BSL se ha utilizado para monitorear la calidad del agua y los alimentos, detectando cambios en su actividad biológica que podrían indicar contaminación o deterioro. El BSL es un fenómeno interferométrico dinámico [1], que se ha adaptado como una herramienta sensible para monitorear cambios en muestras biológicas, vinculados a cambios en el patrón demoteado capturado [2]. Esto se debe a la interferencia dinámica del rayo láser con la muestra iluminada, creando un patrón de acuerdo a los cambios detectados [3]. Algunos ejemplos de fenómenos biológicos estudiados son la evaluación de tejidos de carne y hojas [1], envejecimiento de tejidos animales [4], flujo sanguíneo humano [5], germinación de semillas [6, 7], contaminación de frutos y clasificación entre el desarrollo de bacterias y hongos [8] entre otras actividades [9]. La diversidad de aplicaciones de este método está asociada

a la diversidad de métodos existentes para la captura de datos y su análisis [9]. El BSL ofrece potencial para monitorear fenómenos vivos utilizando un enfoque de Técnica No Destructiva (NDT), de manera sensible, superando el consumo de tiempo y la dependencia del juicio humano.

## II. BIOSPECKLE APLICADO A MUESTRAS DE AGUA

Aunque el potencial del BSL es alto y la demanda crece en la industria, son escasas las investigaciones en la evaluación de la calidad del agua. En este grupo de investigación, se está estudiando su aplicación para la determinación de la calidad microbiológica y química del agua utilizando microorganismos como bioindicador.

### A. Control microbiológico

Se ha evaluado la detección de distintas concentraciones bacterianas mediante el BSL. Las diluciones de microorganismos fueron medidas por espectrofotometría a 600 nm y por conteo en cámara, y se correlacionaron los datos obtenidos con los valores de actividad medidos con el BSL. (Fig. 1). Se observó una muy buena correlación de los datos a bajas concentraciones de microorganismos, permitiendo discernir entre agua estéril y agua contaminada con bacterias, lo cual permitirá el uso de esta técnica como sensor de esterilidad en líquidos. Por otro lado, la actividad medida con la configuración y el procesamiento utilizado sería apta para determinar la densidad de microorganismos en muestras de agua. La evaluación de los datos con un algoritmo alternativo permitió obtener también imágenes cualitativas y pseudo coloreadas que permiten visualizar la contaminación microbiana en agua (Fig. 2).

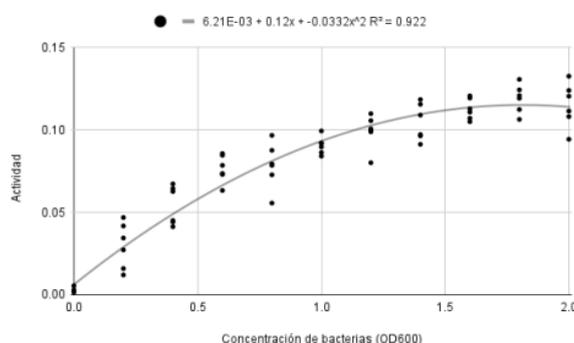


Fig.1: Correlación entre la actividad de biospeckle medida y las concentraciones bacterianas (OD<sub>600</sub>) de las muestras.

### B. Control químico

La natación y la quimiotaxis bacteriana (la atracción positiva o negativa hacia determinados compuestos) permite a las bacterias dirigir su movimiento de acuerdo con su entorno químico. Se utilizó un microorganismo modelo de comportamiento conocido (*Pseudomonas aeruginosa*) [10, 11], para testear la aplicación del BSL al monitoreo del movimiento de estos microorganismos en presencia o ausencia BSL medida para una concentración de microorganismos definida en presencia o ausencia de distintos hidrocarburos y clorofenoles. Se puede observar que el speckle láser es capaz de evaluar diferencias de movilidad de estos microorganismos en distintos sustratos. Con estos resultados parciales podemos suponer que esta técnica sería útil para poder desarrollar un sensor de toxicidad química con el uso de bacterias móviles adecuadas.

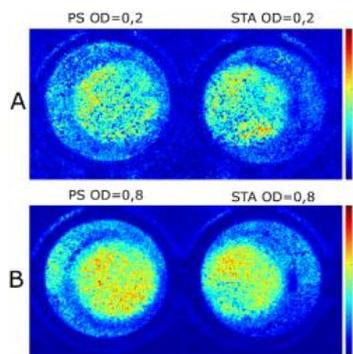


Fig.2: Imágenes cualitativas que representan la concentración de bacterias en agua colocadas en dos pocillos de placa de Elisa. A. concentración bacteriana  $OD_{600}=0.2$ . B. concentración bacteriana  $OD_{600}=0.2$ . Los pocillos de la izquierda y derecha contienen distintos microorganismos (PS: *Pseudomonas aeruginosa*; STA: *Staphylococcus aureus*). La barra de color indica la mayor actividad (concentración bacteriana) en rojo y la menor en azul.

### III. BIOSPECKLE APLICADO AL CONTROL DE CALIDAD DE LOS ALIMENTOS

La interacción de la luz láser con una matriz opaca, como el músculo de pescado, genera patrones de speckle que se relacionan con cambios biológicos que se presentan en la muestra. Se estudió la adulteración de filetes de merluza con tripolifosfato de sodio (TPS) midiendo distintos parámetros fisicoquímicos y se correlacionaron con la actividad medida en el músculo del pescado con BSL. En la Fig. 3 puede visualizarse en forma cualitativa y cuantitativa la tendencia a la disminución de la actividad de BSL en función de la textura como es la dureza medida mediante un texturómetro.

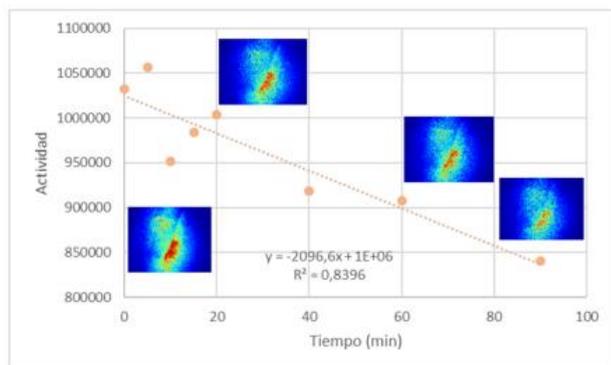


Fig.3: Análisis de actividad de biospeckle en muestras de filete sumergidas en tripolifosfato de sodio a distintos tiempos mediante descriptores cuantitativos y cualitativos.

Actualmente se está llevando a cabo una investigación sobre el uso de BSL y la detección de cambios en pescado durante su conservación en refrigeración. Estos se encuentran en una etapa incipiente de análisis, sin embargo, los primeros resultados indicarían que la actividad puede correlacionarse con la carga microbiana, siendo que una mayor actividad del BSL sobre la superficie del filete se relaciona con una mayor carga

## IV. CONCLUSIONES

La técnica de monitoreo de BSL ha demostrado tener una amplia gama de aplicaciones con un enorme potencial en el monitoreo ambiental y el análisis de aguas y alimentos. Nuestra investigación demuestra el gran potencial de esta técnica para el monitoreo microbiológico y de toxicidad en agua, utilizando movilidad bacteriana como indicadores. Esto hace que la técnica sea altamente prometedora para el desarrollo de biosensores dedicados al monitoreo ambiental en tiempo real. Por otro lado, los estudios realizados en pescado reflejan el potencial de la técnica BSL para ser utilizada en la industria de los alimentos. Siendo que apremia la adquisición de este tipo de técnicas de análisis tanto en las líneas de producción, como en el control de materias primas, así como en las instituciones que controlan y promueven la seguridad de los alimentos es que se debe continuar profundizando en los estudios realizados hasta el momento.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al “Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)”, a la “Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)” y a la “Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP)” por las becas y salarios de los investigadores. La investigación presentada en este manuscrito fue apoyada por las subvenciones PICT2020-SERIEA02571 y PICT2020-SERIEA01610 del MINCYT y la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC).

### REFERENCIAS

- [1] H. J. Rabal y R. A. Braga, *Dynamic Laser Speckle and Applications*, CRC Press, 2018.
- [2] Jr. R. A. Braga, “When noise became information: State-of-the-art in biospeckle laser”, *Ciència e Agrotecnologia*, vol. 41, pp. 359–366, 2017.
- [3] M. D. Catalano, F. P. Rivera y R. A. Braga, “Viability of biospeckle laser in mobile devices”, *Optik*, vol. 183, pp. 897–905, 2019.
- [4] I. C. Amaral, Jr. R. A. Braga, E. Mendez Ramos y A. Lemos Souza, “Application of biospeckle laser technique for determining biological phenomena related to beef aging”, *Journal of Food Engineering*, vol. 119(1), pp. 135–139, 2013.
- [5] P. G. Vaz, T. Pereira, E. Figueiras, C. Correia, A. Humeau-Heurtier y col., “Which wavelength is the best for arterial pulse waveform extraction using laser speckle imaging?”, *Biomedical Signal Processing and Control*, vol. 25, pp. 188–195, 2020.
- [6] P. Singh, A. Chatterjee, V. Bhatia y S. Prakash, “Application of laser biospeckle analysis for assessment of seed priming treatments”, *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 169, 105212, 2020.
- [7] P. Thakur, A. Chatterjee, L. S. Rajput, S. Rana, V. Bhatia y S. Prakash, “Laser biospeckle technique for characterizing the impact of temperature and initial moisture content on seed germination”, *Optics and Lasers in Engineering*, vol. 153, 106999, 2022.
- [8] S. E. Murialdo, L. I. Passoni, M. N. Guzmán, G. H. Sendra, H. Rabal, M. Trivi y J. F. González, “Discrimination of motile bacteria from filamentous fungi using dynamic speckle”, *Journal of Biomedical Optics*, vol. 17 (056011), pp. 1–5, 2012.
- [9] Jr. R. A. Braga, “Challenges to apply the biospeckle laser technique in the field”, *Chemical Engineering Transactions*, vol. 58, pp. 577–582, 2017.
- [10] M. Nisenbaum, G. H. Sendra, G. A. Cerdá Gilbert, M. Scagliola, J. F. González y S. E. Murialdo, “Hydrocarbon biodegradation and dynamic laser speckle for detecting chemotactic responses at low bacterial concentration”, *Journal of Environmental Science*, vol. 25(3), pp. 613–625, 2013.
- [11] E. Okada, M. Nisenbaum, J. Martínez Arca y S. E. Murialdo, “Chemotaxis detection towards chlorophenols using video processing analysis”, *Journal of Microbiological Methods*, vol. 142, pp. 15–19, 2017.

# Sistemas de comunicaciones basados en Radio Definida por Software

Alejandro José Uriz<sup>1</sup>, Juan Alberto Etcheverry<sup>1</sup>, Brian Gluzman<sup>1</sup>, Ramiro Avalos Ribas<sup>1</sup>, Leonardo David Vazquez<sup>1</sup> y Jorge Castiñeira Moreira<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Laboratorio de Comunicaciones, Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas en Electrónica (ICYTE), Facultad de Ingeniería, UNMDP.  
 ajuriz@fi.mdp.edu.ar

## I. INTRODUCCIÓN

LOS sistemas basados en Radio Definida por Software [1], o SDR por sus siglas en inglés (Software Defined Radio), han presentado un avance significativo en el campo de las comunicaciones. Esto se debe a que están basados en un hardware que puede ser reprogramado para poder operar como diversos sistemas de comunicaciones [1]. El Laboratorio de Comunicaciones trabaja de forma ininterrumpida en la temática desde el año 2014 y esto nos ha permitido no solo actualizarnos en este tema tan importante, sino formar estudiantes y generar conocimiento en un campo con creciente demanda laboral y en la frontera del estado del arte de la ciencia. En el desarrollo de este trabajo se resume el impacto de esta temática en el Laboratorio y algunas proyecciones futuras.

## II. RADIO DEFINIDA POR SOFTWARE: HARDWARE UTILIZADO Y ENTORNOS DE PROGRAMACIÓN

Generalmente, un sistema basado en Radio Definida por Software (SDR) requiere de una computadora o dispositivo programable que le brinde comandos e incluso sea capaz de programar y controlar al dispositivo SDR. Se podrá contar también con circuitos electrónicos adicionales necesarios para la transmisión y/o recepción de señales. En las siguientes secciones se describen los aspectos más importantes.

### A. Hardware disponible

A la hora de seleccionar un dispositivo SDR a utilizar, se deben considerar una serie de requerimientos del sistema a implementar: Simplex, full dúplex o half duplex; frecuencia de operación; resolución en bits del sistema; ancho de banda de tiempo real del dispositivo, y cantidad de entradas y salidas, entre otros.

Existen gran cantidad de kits de Radio Definida por Software. Uno de los SDR más populares es el basado en el circuito integrado RTL2832U [2]. Este dispositivo tiene una interfaz USB para su uso en una computadora y tiene solo capacidad de recibir señales en un rango de frecuencias entre 35MHz y 1,7GHz. Este módulo suele ser el punto de partida para muchos desarrolladores, y existe una gran cantidad de información disponible en Internet al respecto. Otra opción popular es el ADALM PLUTO [3], este dispone de la capacidad de transmitir y de recibir señales en simultáneo. Asimismo, existen soluciones más profesionales como el FSCOMM2 de Analog Devices [4], el cual tiene dos entradas y salidas full duplex, es capaz de operar hasta una frecuencia de 6GHz, y dispone de un bus de alta

velocidad para ser conectado a una FPGA. El Laboratorio dispone de estos kits de desarrollo tanto para tareas de investigación y docencia, destacando su uso en el desarrollo de trabajos finales de grado y posgrado. La Figura 1 presenta a la izquierda un módulo SDR RTL2832U, mientras que a la derecha se presenta un ADALM PLUTO.



Fig. 1: Izquierda: módulo SDR RTL2832U. Derecha: ADALM PLUTO.

### B. Entornos de Software

Existe una gran variedad de softwares que permiten trabajar con sistemas SDR, tanto en entornos MS Windows como en Linux. Uno de los más populares es el SDR++ [5], el cual posee una interesante interfaz de usuario, pero suele acotarse a controlar el SDR con un conjunto de comandos ya establecidos. Por otro lado, si se deseara trabajar en sistemas más complejos o con un mayor nivel de profundidad, se dispone de GNU Radio Companion [6]. Esta interfaz está basada en Python y permite obtener soluciones de manera muy ágil y eficiente gracias a su programación de alto nivel. Esta herramienta es ampliamente utilizada ya que dispone de una gran cantidad de librerías que, como se dijo previamente, permiten de una forma muy eficiente y rápida obtener un producto mínimo viable. También es posible controlar módulos SDR utilizando MatLab [7] u otras aplicaciones, el Grupo hace uso extensivo de GNU Radio y SDR++ por ser software libre. En la Figura 2 se aprecia una captura de pantalla de un sistema de comunicaciones implementado en GNU Radio, en la cual se aprecia que el código se compone de una serie de módulos interconectados.

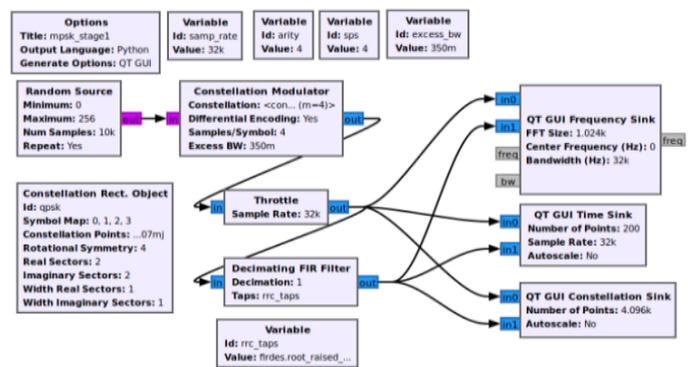


Fig. 2: Captura de pantalla del entorno GNU Radio.

## III. ACTIVIDADES DEL GRUPO EN LA TEMÁTICA

El Laboratorio de Comunicaciones trabaja de forma continua en la temática SDR desde el año 2014. Se ha obtenido financiamiento que ha permitido la adquisición de módulos SDR y equipamiento, he incluso la generación de nuevos cursos orientados a la temática [8]. Esto ha impactado en la realización de trabajos finales de grado

de la Carrera de Ingeniería Electrónica [9-11], tareas de auxiliares a la investigación, becas de investigación de grado y posgrado y en la formación doctoral de integrantes del Grupo.

#### A. Docencia en la temática SDR

En el campo de la docencia se debe destacar un proyecto de investigación financiado por la Comunidad Europea, denominado “Red de Competencias en Internet de las Cosas”. En el proyecto no solo interviene de la Universidad Nacional de Mar del Plata, sino también la Universidad Nacional de Córdoba, la Universidad Nacional del Sur (Bahía Blanca), la Universidad de la República (Uruguay), Universidad Católica (Uruguay), la Universidad Carlos Tercero de Madrid (España), y es liderado por la Universidad de Klagenfurt (Austria). En el marco de este proyecto se ha priorizado la formación de alumnos en la temática, y, por lo tanto, estudiantes del Departamento de Ingeniería Electrónica y Computación han realizado estancias en distintos centros. También se ha priorizado la creación de nuevos cursos y de laboratorios, tanto para estudiantes como para la industria. En esta temática, se han creado dos cursos optativos de grado de las carreras de Ingeniería Electrónica e Ingeniería en Computación. Estos cursos se denominan “Sistemas de Comunicaciones Basados en Radio Definida por Software” y “Diseño de Circuitos en Microondas”. En el primero se estudian los aspectos más importantes de un sistema de comunicaciones implementado en SDR, pero desde un enfoque de proyecto y también contemplando aspectos de emprendedurismo. El segundo curso aborda técnicas de diseño para circuitos electrónicos que operan a altas frecuencias. Estos cursos pretenden formar a los estudiantes en conocimientos fundamentales de sistemas de comunicaciones, pero también con gran demanda laboral. Asimismo, son de utilidad para quienes estén comenzando trabajos finales en la temática.

#### B. Trabajos finales de grado en la temática SDR

Históricamente, el Laboratorio de Comunicaciones se ha destacado por la formación de alumnos en el marco de Trabajos Finales de Grado, la disposición de becas para alumnos avanzados de la carrera, y la disponibilidad para que estudiantes se inicien en la investigación mediante el desarrollo de prácticas como auxiliares a la investigación. En este marco, actualmente se desarrollan becas, trabajos finales de grado y de posgrado en la temática. Particularmente, en los últimos años se han destacado los trabajos finales de grado de la carrera de Ingeniería Electrónica en la temática de Radio Definida por Software. Entre los trabajos finales concluidos se destacan los siguientes:

- **Desarrollo de un receptor AIS náutico implementado en SDR [10].** En este caso el estudiante desarrolló una herramienta de utilidad para su entorno laboral. Logró implementar un receptor de información de utilidad para el ámbito naval con un RTL2832U. Este sistema es capaz de recibir datos relevantes de una embarcación tal como su nombre, rumbo, velocidad, etc.
- **Desarrollo de un receptor de telemetría aeronáutica basado en SDR [11].** En este caso los estudiantes desarrollaron un sistema capaz de recibir información de utilidad para aeronaves en dos bandas de frecuencia.
- **Estación terrena de doble banda basada en SDR [12].** En este caso los estudiantes desarrollaron un receptor de imágenes meteorológicas de satélites de la constelación NOAA. El sistema tiene la capacidad de recibir imágenes de calidad regular y de

alta calidad. En la Figura 3 se aprecia una imagen recibida con este sistema.

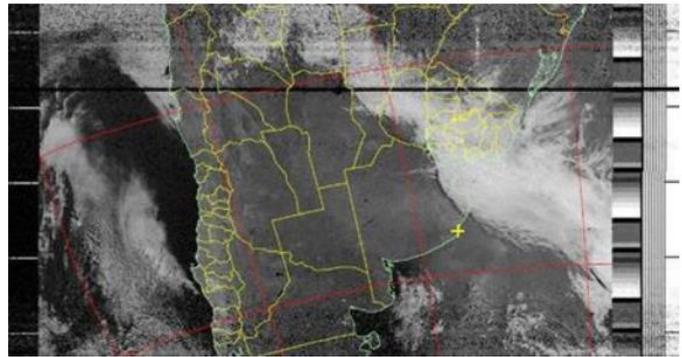


Fig. 3: Imagen satelital de baja resolución de un satélite NOAA recibida desde la Facultad de Ingeniería con el Trabajo Final de grado desarrollado [11].

#### IV. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

En el futuro se continuará trabajando en la línea, generando trabajos finales de grado, actividades de transferencia y de investigación, esto último fundamentalmente mediante trabajos de investigación conducentes al Título de Doctor.

#### REFERENCIAS

- [1] Software-Defined Radio for Engineers, T.F. Collins, R. Getz, Di Pu, and A. M. Wyglinski, 2018, ISBN-13: 978-1-63081-457-1.
- [2] Sitio de internet RTL-SDR (RTL-SDR (RTL2832U) and software defined radio news and projects) <https://www.rtl-sdr.com/>.
- [3] Sitio de internet del ADALM PLUTO [https://www.analog.com/en/design-center/evaluation-hardware-and-xxffe\\_software/evaluation-boards-kits/adalm-pluto.html](https://www.analog.com/en/design-center/evaluation-hardware-and-xxffe_software/evaluation-boards-kits/adalm-pluto.html).
- [4] Sitio de internet del FSCOMM2. [https://www.analog.com/en/design\\_xxffe\\_center/evaluation-hardware-and-software/evaluation-boards-kits/eval-ad\\_xxffe\\_fmcomms2.html](https://www.analog.com/en/design_xxffe_center/evaluation-hardware-and-software/evaluation-boards-kits/eval-ad_xxffe_fmcomms2.html)
- [5] Sitio de internet del SDR++. <https://www.sdrpp.org/>
- [6] Sitio de internet del GNU Radio. <https://www.gnuradio.org/>.
- [7] Mathworks Inc. “What Is Software-Defined Radio?”. <https://www.mathworks.com/discovery/sdr.html>.
- [8] Sitio de internet del Proyecto NEON. <https://www.project-neon.eu/>
- [9] Diseño e implementación de un receptor AIS en base a un módulo SDR RTL2832U C.J. Oliva, A.J. Uriz, M.C. Liberatori, I.E. Gelosi, J.L. Marquez y J.A. Etcheverry. Congreso Argentino de Sistemas Embebidos 2021
- [10] Desarrollo de un receptor de telemetría aeronáutica basado en Radio Definida por Software. L. Nivio Guillán y M. Willig (UNMDP. Argentina, 12/11/2022)
- [11] Estación terrena de doble banda basada en Software Defined Radio. J.E. Arenas Ferreira y J.L. Fernández (UNMDP. Argentina, 22/05/2023)

# Desarrollo de una web app para la gamificación de evaluaciones

Franco Lanzillotta<sup>1</sup>, Franco Rossi<sup>2</sup>, Fernando Javier Genin<sup>3</sup> y Delia Esther Benchoff<sup>4</sup>

Facultad de ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata  
[lflanzi@fi.mdp.edu.ar](mailto:lflanzi@fi.mdp.edu.ar), [2franrossi97@gmail.com](mailto:2franrossi97@gmail.com),  
[3fgenin@fi.mdp.edu.ar](mailto:3fgenin@fi.mdp.edu.ar), [4ebenchoff@fi.mdp.edu.ar](mailto:4ebenchoff@fi.mdp.edu.ar)

## I. INTRODUCCIÓN

El término "gamificación" es reciente, su origen se remonta al año 2008, pero no fue hasta el 2010 que el término tomó relevancia [1]. La definición de gamificación más adoptada es el "uso de los elementos de juego en contextos de no-juegos" [2]. En otras palabras, es el uso de técnicas, elementos y dinámicas propias de los juegos y el ocio en actividades necesariamente recreativas con el fin de potenciar la motivación, así como de reforzar la conducta para solucionar un problema, mejorar la productividad, obtener un objetivo, activar el aprendizaje y evaluar a individuos concretos.

Este tipo de aprendizaje ha ganado terreno en las metodologías de formación debido a su carácter lúdico, que facilita la interiorización de conocimientos de una forma más divertida, generando una experiencia positiva en el usuario [3]. El modelo de juego funciona porque consigue motivar a los estudiantes, desarrollando un mayor compromiso de las personas e incentivando el ánimo de superación [3]. La idea de la gamificación no es crear un juego, sino valerse de los sistemas de puntuación, recompensas y objetivos que normalmente componen a los mismos [4].

Los tres elementos fundamentales que intervienen en la gamificación son los siguientes [5]:

- **Dinámicas:** relacionadas con los efectos, motivaciones y deseos que se pretenden generar en el participante. Se pueden mencionar varios tipos de dinámicas, entre las cuales sobresalen: restricciones, emociones, la narrativa, la progresión, las relaciones, el estatus, entre otros.
- **Mecánicas:** son un conjunto de pautas que pretenden crear un vínculo de compromiso por parte del usuario que le permita disfrutar el juego. Existen varios tipos de mecánicas de juego: retos, oportunidades, competición, cooperación, feedback, transacciones, turnos, puntos, niveles, entre otros.
- **Componentes de juego:** son las instancias específicas de las dinámicas y las mecánicas de juego. Dentro de los componentes más utilizados y conocidos se pueden mencionar: logros, avances, desbloqueo de contenido, regalos, conquistas, formación de equipos, entre muchos más.

## II. PROYECTO

La carencia de herramientas de enseñanza que motiven y atraigan a los estudiantes crea dificultades para captar su atención y generarles interés en el estudio y el aprendizaje. Es en este contexto que se ha propuesto el desarrollo de una web app para la gamificación de evaluaciones en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

La carencia de herramientas de enseñanza que motiven y atraigan a los estudiantes crea dificultades para captar su atención y generarles interés en el estudio y el aprendizaje. Es

en este contexto que se ha propuesto el desarrollo de una web app para la gamificación de evaluaciones en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata. El objetivo de este proyecto consiste en crear una herramienta que les permita a los docentes generar evaluaciones gamificadas, monitorizar el rendimiento y la participación de los estudiantes y obtener análisis de los resultados. De esta manera, se espera que los estudiantes se sientan motivados a aprender a través del juego, se recompense el buen desempeño y se promueva la adquisición de conocimientos.

## III. ELEMENTOS DE GAMIFICACIÓN

Con el fin de gamificar las evaluaciones en la plataforma, se ha propuesto la incorporación de una serie de elementos:

- **Insignias:** serán entregadas a los estudiantes tras cumplir alguna condición definida por el docente, como responder correctamente una cantidad de preguntas en forma consecutiva, responder una cantidad de preguntas dentro de un límite de tiempo, entre otras.
- **Logros:** serán otorgados por el docente de forma manual cuando lo considere adecuado. Los motivos de estos logros son diversos, como puede ser la participación del estudiante o la asistencia a las clases.
- **Boosters:** podrán ser utilizados por los estudiantes durante las evaluaciones, lo que les dará una ayuda o ventaja para responder una pregunta, como opciones, tener una segunda oportunidad en caso de equivocarse, saltar la pregunta, etc.
- **Monedas:** junto con las insignias y los logros que adquiera el estudiante, se le darán también una cantidad de monedas que el estudiante podrá ir recolectando a lo largo de la cursada para luego canjearlas por boosters.

## IV. CONCLUSIONES

Luego de haber finalizado el desarrollo de un prototipo de la aplicación, se comenzarán a realizar pruebas de campo con los estudiantes de la asignatura Fundamentos de la Informática de la carrera Ingeniería en Informática. Con esto, se espera obtener retroalimentación tanto de los estudiantes como de los docentes, para así poder mejorar y adaptar la herramienta y cumplir de forma satisfactoria el objetivo de este proyecto.

La plataforma tiene un gran potencial para que, con el tiempo, se le continúen incorporando todo tipo de elementos propios de la gamificación. Asimismo, se espera que en un futuro pueda comenzar a ser utilizado por otras asignaturas, e incluso en otras facultades u otras universidades.

## REFERENCIAS

- [1] Llagostera, E. (2012). On gamification and persuasion. Proceedings of the SBGames, Rio de Janeiro, Brazil, 2-4.
- [2] Deterding, S., Sicart, M., Nacke, L., O'Hara, K., & Dixon, D. (2011). Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts. In CHI'11 extended abstracts on human factors in computing systems (pp. 2425-2428).
- [3] Kuo, M. S., Chuang, T. Y., Tao, S. Y., & Yang, J. W. (2017, July). Designing a Digital Gamification Platform to Support Classroom Management. In 2017 6th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI) (pp. 548-551). IEEE.
- [4] Gaitán, V. (2013). Gamificación: el aprendizaje divertido. Recuperado el 22 de mayo de 2023 en [https://www.educativa.com/blog-articulos/gamificacion-el-aprendizaje\\_x005F\\_xfff\\_e\\_divertido/](https://www.educativa.com/blog-articulos/gamificacion-el-aprendizaje_x005F_xfff_e_divertido/)
- [5] Herranz, E., Colomo-Palacios, R., & Amescua-Seco, A. (2013). Towards a new approach to supporting top managers in SPI organizational change management. Procedia Technology, 9, 129-138.



## **AGRADECIMIENTOS**

Deseamos expresar nuestro sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron con sus investigaciones, artículos y experiencias a la realización de las Jornadas, y cuyos valiosos aportes se reflejan en las páginas de esta revista. La diversidad de temas y enfoques que ofrecieron enriquecen significativamente esta publicación.

Extendemos nuestro reconocimiento a las autoridades de nuestra Facultad por su apoyo y respaldo, sin los cuales la realización de este evento no habría sido posible.

Además, queremos destacar el compromiso y la colaboración desinteresada del personal universitario que participó en las Jornadas. Sus contribuciones fueron fundamentales para el desarrollo exitoso de las actividades y la posterior compilación de esta revista.

Por último, agradecemos la dedicación y el esfuerzo conjunto de las Secretarías de Investigación y Posgrado, así como de la Secretaría de Tecnología, Industria y Extensión. Esperamos que este tipo de colaboración siga fortaleciendo la visión de integralidad de las misiones sustantivas de nuestra Universidad Pública, comprometida con la gratuidad y la excelencia académica.



Facultad de  
**Ingeniería**  
.....  
Universidad Nacional de Mar del Plata



ISBN 978-987-811-136-0



9 789878 111360