

IX Actas del **Congreso Científico** de Investigadores Noveles

EDICIÓN A CARGO DE

Carmen González Gutiérrez

Elena Lázaro Real

Feliciano Priego Capote

José Luis Quero Pérez

María Sánchez Mellado

UCOPress

Editorial Universidad de Córdoba

IX Actas del **Congreso Científico** de Investigadores Noveles

EDICIÓN A CARGO DE

Carmen González Gutiérrez

Elena Lázaro Real

Feliciano Priego Capote

José Luis Quero Pérez

María Sánchez Mellado

UCOPress

Editorial Universidad de Córdoba

Actas del IX Congreso Científico de Investigadores Noveles. – Córdoba: UCOPress. Editorial Universidad de Córdoba, 2025.

21 x 29,7 cm, 96 pp.

THEMA: PDM

Editores: Carmen González Gutiérrez, Elena Lázaro Real, Feliciano Priego Capote, José Luis Quero Pérez y María Sánchez Mellado

ACTAS DEL IX CONGRESO CIENTÍFICO DE INVESTIGADORES NOVELES

© de los editores

© de los autores

© Edita: UCOPress. Editorial Universidad de Córdoba, 2025
Campus Universitario de Rabanales
Ctra. Nacional IV, Km 396. 14071 Córdoba (España)
Tel.: (+34) 957 212 165
<https://ucopress.uco.es> · ucopress@uco.es

Con la colaboración de la Unidad de Cultura Científica e Innovación

e-ISBN: 978-84-9927-904-6

DOI: <https://doi.org/10.21071/000038>



Esta editorial es miembro de la UNE, lo que garantiza la difusión y comercialización de sus publicaciones a nivel nacional e internacional.

Maquetación: UCOPress



Esta publicación se encuentra bajo una licencia internacional Creative Commons BY-NC-SA 4.0. Puede copiar, distribuir, adaptar y crear obras derivadas de este contenido, siempre y cuando le atribuya la autoría original y no utilice esta obra con fines comerciales. Las obras derivadas también deben estar bajo una licencia similar.

Índice

CIENCIAS DE LA SALUD

- Capítulo 1. Papel potencial de la señalización lipídica a nivel hipotalámico en el control metabólico de la pubertad.** 8
María López Sancho, Elvira Rodríguez Vázquez, Álvaro Aranda Torrecillas, Francisco Gaytán Luna, Rafael Pineda Reyes, Esperanza Uceda Rodríguez, Manuel Jiménez Puyer, Juan Manuel Castellano Rodríguez, Manuel Tena Sempere
- Capítulo 2. Identificación y caracterización de subpoblaciones celulares en Pseudomixoma Peritoneal empleando los marcadores epiteliales MUC13 y CEA** 12
Laura Morón-Márquez, Florina I. Bura, Melissa Granados Rodríguez, Lidia Rodríguez-Ortiz, María Torres Martínez, Ana Moreno Serrano, Francisca Valenzuela-Molina, Blanca Rufián-Andújar, Mari C. Vázquez-Borrego, Antonio Romero-Ruiz y Álvaro Arjona-Sánchez
- Capítulo 3. Eliminación de peroxirredoxina 6 y quimioterapia como herramienta para inhibir proliferación, invasividad y migración de la línea tumoral de hepatoblastoma HepG2.** 16
Alberto Ortiz Olivencia
- Capítulo 4. El Ácido Peracético en el Control de Biofilms de *Listeria monocytogenes*: un Estudio Multicepa.** 19
Virginia Pagador Sánchez de Medina
- Capítulo 5. Intervenciones antienvjecimiento basadas en la preservación del NAD⁺ en células musculares. Abordaje farmacológico.** 22
Álvaro Alfonso Puerto Núñez

CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

- Capítulo 6. Estudio de Hidróxidos Dobles Laminares jerarquizados para la fotorreducción catalítica de CO₂** 27
Marta Estrada-Ruiz, Daniel Cosano, José Rafael Ruiz

| | |
|--|----|
| Capítulo 7. Papel de las islas de patogenicidad 1 y 2 de <i>Salmonella</i> en la reprogramación inmunometabólica de células intestinales infectadas. | 31 |
| <i>Rafael Garrido Fernández</i> | |
| Capítulo 8. Caracterización de factores de transcripción implicados en la infección de <i>Fusarium oxysporum</i> | 36 |
| <i>Elisa Jiménez Jiménez</i> | |
| Capítulo 9. Identificación de residuos críticos para la catálisis de ARP, la principal AP endonucleasa de <i>Arabidopsis thaliana</i> (L.)..... | 39 |
| <i>Alberto León Vázquez</i> | |
| Capítulo 10. Efecto de la temperatura en la interacción entre <i>Prochlorococcus</i> y <i>Synechococcus</i> . | 42 |
| <i>Claudia Moyano Bellido</i> | |
| Capítulo 11. Desregulación del ARN exosoma en la progresión del carcinoma hepatocelular .. | 46 |
| <i>Rafael Jesús Nieto Santiago</i> | |
| Capítulo 12. Síntesis y estudio de materiales basados en estaño para su desempeño en tecnologías de almacenamiento de energía | 49 |
| <i>Omar Saad Molina, Juan Luis Gómez Cámer, Almudena Benítez de la Torre</i> | |
| Capítulo 13. Una visión geométrica de la teoría gravitatoria de Newton-Cartan | 52 |
| <i>Jose Torrente Teruel</i> | |
| Capítulo 14. Análisis de expresión de la chalcona sintasa y la subtilisina de <i>Quercus ilex</i> en respuesta a estreses asociados al síndrome de la seca | 55 |
| <i>Natalia Trigo Muñoz</i> | |
| HUMANIDADES | |
| Capítulo 15. Tumba monumental hallada en Córdoba. Estudio y reconstrucción a partir de los materiales del Museo Arqueológico de Córdoba | 59 |
| <i>Álvaro Castillo Arteché</i> | |
| Capítulo 16. El español como lengua de herencia: hacia una nueva metodología. | 62 |
| <i>Carmen María López Herrador</i> | |
| Capítulo 17. Cercadilla (Córdoba), un patrimonio complejo y excepcional. Una propuesta para su valorización social | 65 |
| <i>Paola María Osuna Lozano</i> | |

| | |
|--|-----------|
| Capítulo 18. Traducción y terminología EN-ES en el sector de la ciberseguridad: Un estudio terminográfico <i>ad hoc</i> basado en corpus | 70 |
| <i>Jaime Sánchez Salcedo</i> | |
| Capítulo 19. Los triunfos de San Rafael de la ciudad de Córdoba: arte, urbanismo y devoción. . | 74 |
| <i>Pablo J. Segorbe Reyes</i> | |
| CIENCIAS SOCIALES, ECONÓMICAS Y JURÍDICAS | |
| Capítulo 20. Proyecto (PID2022-136372NB-100): Liderazgo Institucional para la Evaluación de las Competencias de los Estudiantes y el Desarrollo del Engagement Universitario (LIECEDEU) | 79 |
| <i>Manuel Acosta Ariza</i> | |
| Capítulo 21. “Desafiando las fronteras invisibles”. La realidad sociolaboral de las mujeres migrantes sin hogar | 82 |
| <i>Claudia Alonso García</i> | |
| Capítulo 22. Reflejos de vida: Mujeres migrantes sin hogar a través de narrativas <i>fotovoztaicas</i> | 84 |
| <i>Carolina Fadrique Caballero</i> | |
| Capítulo 23. El control judicial de la potestad sancionadora de la Administración: los poderes de sustitución del Juez | 90 |
| <i>Marina Luna Pineda</i> | |
| Capítulo 24. Exposición al ciberodio y agresión en <i>bullying</i>: el papel mediador de la desconexión moral | 93 |
| <i>María Dolores Pacheco Romero, Izabela Zych</i> | |

Ciencias **de la salud**

Capítulo 1. Papel potencial de la señalización lipídica a nivel hipotalámico en el control metabólico de la pubertad

María López Sancho, Elvira Rodríguez Vázquez, Álvaro Aranda Torrecillas, Francisco Gaytán Luna, Rafael Pineda Reyes, Esperanza Uceda Rodríguez, Manuel Jiménez Puyer, Juan Manuel Castellano Rodríguez, Manuel Tena Sempere

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. FACULTAD DE MEDICINA.
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA CELULAR, FISIOLOGÍA E INMUNOLOGÍA.

b92losam@uco.es

Resumen

La pubertad es un periodo madurativo sensible a señales metabólicas y nutricionales. De hecho, condiciones de exceso energético se han relacionado con una pubertad adelantada y con riesgos para la salud a largo plazo. Varios estudios sugieren que alteraciones en circuitos neuronales críticos que controlan el balance energético pueden desempeñar un papel importante en este contexto. Entre ellos ha surgido recientemente la señalización hipotalámica mediada por el receptor de ácidos biliares, TGR5. Sin embargo, aún no se ha investigado su papel potencial en el control metabólico de la pubertad. Nuestros análisis de expresión mostraron un descenso no significativo de los niveles hipotalámicos de ARNm de *Tgr5* en las neuronas hipotalámicas estimuladoras de la pubertad *Kiss1* procedentes de ratones hembra obesos con pubertad precoz. Estudios funcionales adicionales demostraron que ni la estimulación ni la inhibición de la señalización central mediada por TGR5 causaban alteraciones en la edad de inicio de la pubertad en ratas hembra normonutridas. En cambio, la estimulación central de dicha señalización normalizó parcialmente el fenotipo de pubertad precoz observado en ratas hembra sobrealimentadas. En su conjunto, nuestros hallazgos sugieren un papel protector de la señalización hipotalámica mediada por TGR5 frente a la pubertad precoz inducida por obesidad.

Fundamento y presentación de resultados

La pubertad es un periodo clave del desarrollo, extremadamente sensible a las señales metabólicas y nutricionales [4]. De hecho, condiciones de exceso energético se asocian a pubertad precoz, un fenómeno que se ha relacionado con graves consecuencias para la salud a largo plazo. Datos recientes sugieren la existencia de vías de señalización hipotalámicas que son capaces de percibir y responder a nutrientes y mediadores lipídicos, participando en la regulación del balance energético y el peso corporal. Entre ellas destaca las vías de señalización hipotalámica que median las acciones de los ácidos biliares, moléculas detectables en el cerebro y cuya concentración se correlaciona con los niveles circulantes en el organismo [2].

Actualmente se sabe que la mayor parte de los efectos metabólicos de los ácidos biliares son ejercidos a través de su unión a receptores, entre los que destacan el receptor nuclear farnesoide (FXR) y el receptor acoplado a proteína G 5 de Takeda (TGR5). Evidencias recientes indican que FXR no se expresa en el hipotálamo de ratas hembra inmaduras, un aspecto que ha sido confirmado durante la realización de este trabajo asociado con la beca semillero de investigación. Sin embargo, la expresión hipotalámica de TGR5 sí que se ha descrito tanto en roedores como en humanos. Además, se ha demostrado que la señalización hipotalámica de ácidos biliares mediada por este receptor tiene un papel importante en el control del balance energético y en la fisiopatología de la obesidad. En concreto, se ha observado que la activación de la señalización de ácidos biliares mediada por TGR5 contrarresta la obesidad inducida por la dieta. Esto sugiere un papel relevante a nivel hipotalámico de TGR5 en la mediación de las acciones de los ácidos biliares en el control del balance energético; un aspecto íntimamente relacionado con el desarrollo puberal. Sin embargo, su papel potencial en dicho contexto y su contribución a la pubertad precoz inducida por obesidad aún siguen siendo en gran medida desconocidos [1,3].

Para explorar el papel potencial de la señalización mediada por TGR5 en el control metabólico de la pubertad, en primer lugar analizamos la expresión del ARNm de *Tgr5* en las neuronas estimuladoras de la pubertad Kiss1 procedentes del núcleo ARC de ratones hembra Kiss1^{Cre/+::tdTomato^{LoxP/+}} normonutridos y sobrealimentados durante la transición puberal, específicamente en los días postnatales (DPN) 25 y 32. Si bien no se detectaron cambios significativos en los niveles de ARNm de *Tgr5*, sí que observamos una tendencia a su aumento entre los DPN 25 y 32 en condiciones de normonutrición. En cambio, en condiciones de sobrealimentación detectamos una tendencia opuesta, es decir, una disminución no significativa en los niveles de expresión de ARNm de *Tgr5* durante la transición puberal.

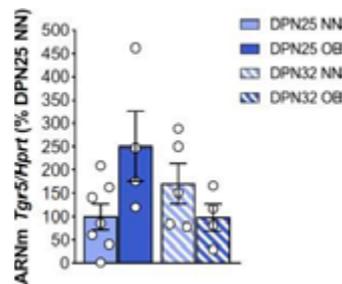


Figura 1. Expresión de *Tgr5* mediante clasificación celular activada por fluorescencia (FACS) en las neuronas Kiss1 del núcleo arcuato de ratones hembra Kiss1^{Cre/+::tdTomato^{LoxP/+}} normonutridos y sobrealimentados en DPN25 (prepuberal) y DPN32 (peripuberal); n=4- 7/ grupo. Los datos se muestran como la media \pm SEM. Para los análisis estadísticos se empleó un test ANOVA de dos vías seguida de una prueba de comparaciones múltiples de Sidak.

Para investigar la posible implicación de la vía de señalización hipotalámica mediada por TGR5 en el control de la pubertad, manipulamos farmacológicamente esta vía en ratas hembra normonutridas prepuberales. En concreto, llevamos a cabo experimentos de estimulación e inhibición intracerebroventricular de dicha señalización durante el periodo de transición puberal administrando un agonista [6] o un antagonista [7] de TGR5, respectivamente. Nuestros resultados mostraron que ni la estimulación ni la inhibición de la señalización mediada por TGR5 tuvieron un efecto significativo en términos de apertura vaginal (Figura 2A) o edad del primer estro (Figura 2B), marcadores externos de inicio puberal y primera ovulación, respectivamente. Además, tampoco se observaron cambios en los niveles de LH (Figura 2C) o peso del útero (Figura 2D), marcador indirecto de los niveles de estrógenos circulantes. Por último, tampoco observamos cambios en parámetros metabólicos relevantes, como el peso corporal o la ingesta de alimentos.

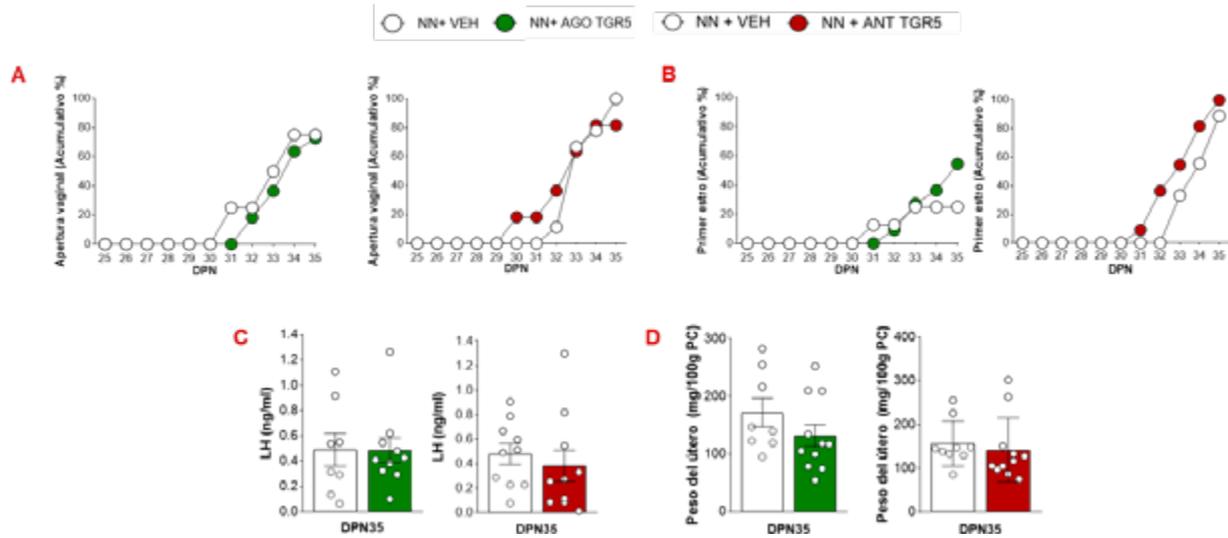


Figura 2. Parámetros reproductivos relevantes en la maduración puberal: apertura vaginal (A), primer estro (B), niveles séricos de LH (C) y peso relativo del útero (D) en ratas hembra normonutridas de 35 días tras la estimulación o inhibición de la señalización por TGR5 durante la transición puberal. NN + AGO TGR5: animales tratados con 5 μ g/animal/día de agonista de TGR5; NN + ANT TGR5: animales tratados con 5 μ g/animal/día de antagonista de TGR5; NN + VEH: animales control (60% DMSO + 40% salino); n=8-11/grupo. Los datos se muestran como la media \pm SEM. Para los análisis estadísticos se empleó una prueba t de Student.

Por último, para analizar el impacto de la estimulación central de la señalización mediada por TGR5 en el control metabólico de la pubertad en ratas hembra sobrealimentadas, modelo que da lugar a una pubertad precoz, llevamos a cabo experimentos farmacológicos consistentes en la administración de un agonista de TGR5 durante la transición puberal. Nuestros resultados mostraron que la estimulación de la señalización central mediada por TGR5 previene parcialmente la pubertad precoz en los animales tratados. En concreto, se produjo una reducción del 45,5% en la edad de apertura vaginal (Figura 3A) y del 11,5% en la edad de primer estro (Figura 3B) en los animales tratados, en comparación con sus respectivos controles. En línea con estos hallazgos, también se observaron cambios en los porcentajes de ovulación. Específicamente, se registró un porcentaje de ovulación del 30,7% en los animales obesos tratados frente a 72,7% de los animales obesos control (Figura 3E); un fenómeno que se asoció a un retraso considerable en el desarrollo folicular (Figura 3F). Sin embargo, este fenotipo puberal no fue acompañado de alteraciones en otros parámetros reproductivos relevantes, tales como los niveles séricos de LH (Figura 3C) o el peso del útero (Figura 3D).

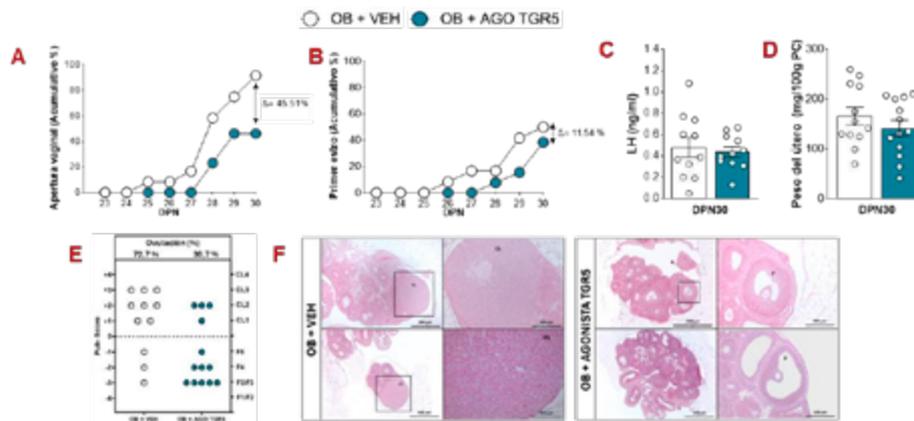


Figura 3. Parámetros reproductivos relevantes en la maduración puberal: apertura vaginal (A), primer estro (B), niveles séricos de LH (C), peso relativo del útero (D), porcentaje de ovulación (E) y desarrollo folicular (F) en ratas hembra normonutridas de 30 días tras la estimulación de la señalización por TGR5 durante la transición puberal. OB + AGO TGR5: animales tratados con 5µg/animal/día de agonista de TGR5; OB + VEH: animales control (60% DMSO + 40% salino). n=12-13/grupo. Para los análisis estadísticos se empleó una prueba t de Student. CL: cuerpo lúteo; F: folículo.

En resumen, nuestros resultados sugieren que la estimulación de la señalización central mediada por TGR5 tiene un papel protector frente a la pubertad precoz inducida por obesidad. Sin embargo, son necesarios estudios adicionales para validar completamente esta conclusión.

Bibliografía

- [1] Castellanos-Jankiewicz A, Guzmán-Quevedo O, Fénelon VS, Zizzari P, Quarta C, Bellocchio L, *et al.* Hypothalamic bile acid-TGR5 signaling protects from obesity. *Cell Metab.* 2021; 33 (7): 1483-92.e10.
- [2] Rodríguez-Vázquez E, Castellano J, Tena-Sempere M. *Effects of Nutrition on Pubertal Timing at the Neuroendocrine and Cellular Levels.* 2021. p. 183-202.
- [3] Vanden Brink H, Vandeputte D, Brito IL, Ronnekleiv OK, Roberson MS, Lomniczi A. Changes in the Bile Acid Pool and Timing of Female Puberty: Potential Novel Role of Hypothalamic TGR5. *Endocrinology.* 2024; 165 (9).
- [4] Castellano JM, Tena-Sempere M. Metabolic control of female puberty: potential therapeutic targets. *Expert Opinion on Therapeutic Targets.* 2016; 20 (10): 1181-93.
- [5] Rodríguez-Vázquez E, Tena-Sempere M, Castellano JM. Mechanisms for the metabolic control of puberty. *Current Opinion in Endocrine and Metabolic Research.* 2020; 14: 78-84.
- [6] Wu X, Lv YG, Du YF, Chen F, Reed MN, Hu M, *et al.* Neuroprotective effects of INT- 777 against Aβ(1-42)-induced cognitive impairment, neuroinflammation, apoptosis, and synaptic dysfunction in mice. *Brain Behav Immun.* 2018; 73: 533-45.
- [7] Deutschmann, K., Reich, M., Klindt, C., Dröge, C., Spomer, L., Häussinger, D., & Keitel, V. (2017). Bile acid receptors in the biliary tree: TGR5 in physiology and disease. *Biochimica Et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Basis Of Disease*, 1864 (4), 1319- 1325.

Capítulo 2. Identificación y caracterización de subpoblaciones celulares en Pseudomixoma Peritoneal empleando los marcadores epiteliales MUC13 y CEA

Laura Morón-Márquez*, BsC^{1,2}, Florina I. Bura, MSc^{1,2}, Melissa Granados Rodríguez, MSc^{1,2}, Lidia Rodríguez-Ortiz, MSc^{1,2,3}, María Torres Martínez, BsC^{1,2}, Ana Moreno Serrano, BsC^{1,2}, Francisca Valenzuela-Molina, MD^{2,3}, Blanca Rufián- Andújar, MD^{2,3}, Mari C. Vázquez-Borrego, PhD^{1,2}, Antonio Romero-Ruiz, PhD^{1,2} y Álvaro Arjona-Sánchez, PhD^{1,3}.

¹UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. FACULTAD /ESCUELA DE CIENCIAS.
DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR.

²INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA DE CÓRDOBA (IMIBIC).
GRUPO GE09: INVESTIGACIÓN EN CIRUGÍA ONCOLÓGICA PERITONEAL Y RETROPERITONAL

³UNIDAD DE ONCOLOGÍA QUIRÚRGICA, DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA,
HOSPITAL UNIVERSITARIO REINA SOFÍA, CÓRDOBA, ESPAÑA.

¹ EDIFICIO SEVERO OCHOA. CAMPUS UNIVERSITARIO DE RABANALES, CÓRDOBA.

^{2,3}AV. MENÉNDEZ PIDAL, CÓRDOBA

b92momal@uco.es

Resumen

El Pseudomixoma Peritoneal (PMP), es una enfermedad tumoral rara que se caracteriza por la acumulación multifocal de tejido tumoral mucinoso en el abdomen. Las dos principales limitaciones de esta patología son las escasas opciones terapéuticas existentes y el desconocimiento de su heterogeneidad tumoral. Así, el objetivo de este estudio ha sido identificar, aislar y caracterizar subpoblaciones de interés que constituyen el PMP con el fin de mejorar el conocimiento de esta patología. Para ello, y mediante dos marcadores de superficie característicos de PMP, el antígeno carcinoembrionario (CEA) y la mucina asociada a membrana MUC13, se aislaron y caracterizaron dos subpoblaciones significativamente diferentes en tamaño, número y capacidad de formación de estructuras 3D (esferoides). Los resultados muestran que la subpoblación MUC13-CEA⁺ podría tener propiedades de célula madre tumoral (CMT) al presentar mayor expresión de marcadores asociados a este tipo celular, así como el potencial para formar esferoides. En conclusión, este trabajo destaca la importancia de conocer la heterogeneidad tumoral abriendo la puerta a estudios más profundos para entender la implicación de la presencia de MUC13 y CEA en membrana, así como la búsqueda de la subpoblación de CMTs que permita la mejora de las opciones de tratamiento de estos pacientes.

Fundamento y presentación de resultados

El PMP es una metástasis peritoneal maligna caracterizada por la acumulación progresiva, abundante y multifocal de tejido tumoral mucinoso en el que se desconocen las subpoblaciones celulares que lo

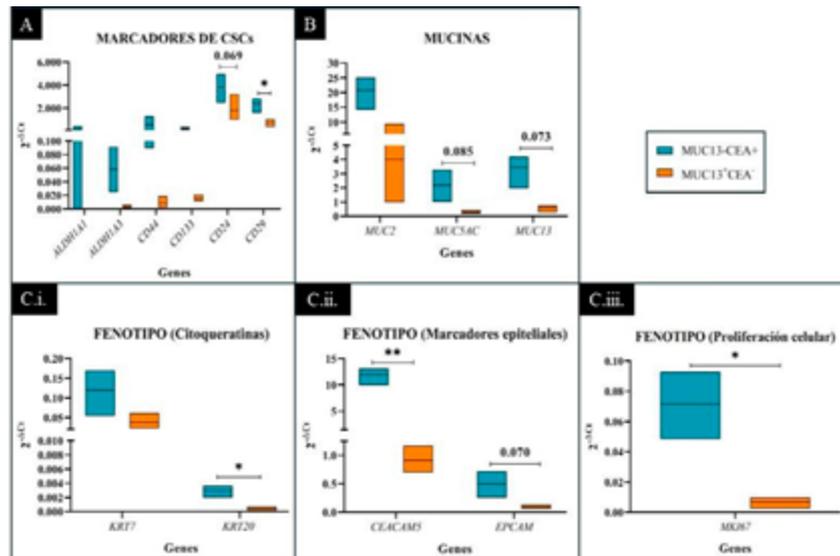


Figura 2. Cuantificación de la expresión génica relativa de los genes de interés por qPCR. Niveles de expresión génica relativa de : (A) los marcadores relacionados con CSCs, (B) las mucinas seleccionadas. (C) marcadores fenotípicos: i) citoqueratinas, ii) marcadores epiteliales tumorales y iii) marcador de proliferación celular. Los datos muestran la media para cada subpoblación celular: MUC13-CEA+ (azul) y MUC13+CEA- (naranja), ambas con una $n = 3$. Se empleó el método $2^{-\Delta\Delta Ct}$ para el análisis y representación de los datos. * $p = 0,05$; ** $p = 0,01$

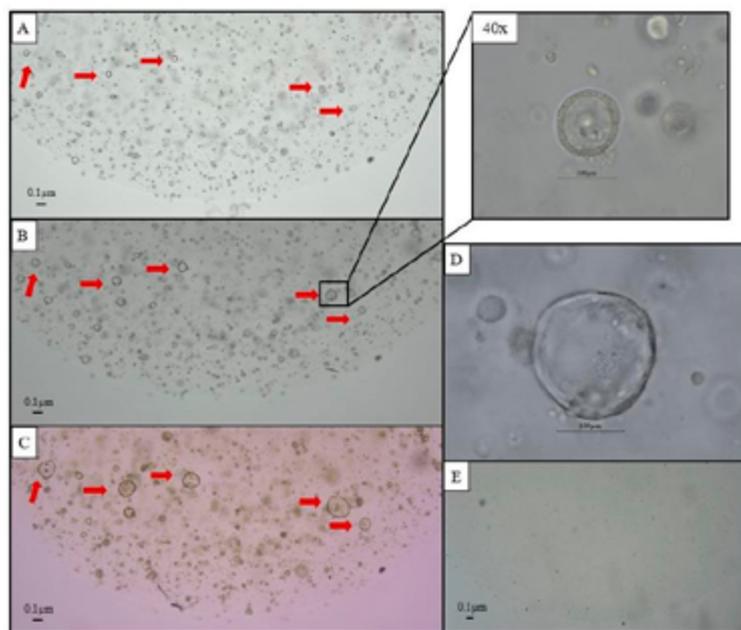


Figura 3. Evolución de los esferoides y comparación entre subpoblaciones. Todos los pocillos fueron sembrados con una densidad celular de 45.000 células por pocillo. A, B y C corresponden al mismo pocillo. (A) Día 9 tras la siembra de los esferoides. (B) Día 13 tras la siembra de los esferoides. 40x: imagen correspondiente a uno de los esferoides marcados. (C) Día 28 tras la siembra de los esferoides. (D) Esferoide Día 28. Las imágenes de A, B y C se tomaron con el aumento de 4x y la imagen de D fue tomada con el aumento de 40x. (E) Pocillo correspondiente a la subpoblación MUC13+CEA-. Imagen tomada el día 13 tras la siembra, con el aumento de 4x

Finalmente relacionando los resultados obtenidos de los experimentos realizados se observó que todos los genes marcadores que se estudiaron se encontraron mayormente expresados en la subpoblación MUC13-CEA+; entre ellos cabe destacar genes como CD133, ALDH1A1, ALDH1A3, KRT7, KRT20, CD29 y CD44, que han sido reportados como genes altamente expresados en CMTs [4]. Además, dentro de ellos CD133, ALDH1A1 y ALDH1A3 se relacionan con la capacidad de formación de esferoides [5]. En línea con esto, MKI67, marcador de proliferación celular, se encontró mayormente expresado en la subpoblación MUC13-CEA+, al igual que el resto de los genes, hecho que se correlaciona con la proliferación de estas células tras ser cultivadas en Matrigel.

Así, a modo de conclusión, se ha visto que MUC13 y CEA juegan un papel fundamental en PMP como marcadores de superficie, ya que han permitido aislar dos subpoblaciones celulares en PMP, siendo una de ellas la candidata a presentar el nicho de células madre. Dichas células se postulan que pueden ser el principal foco de las recidivas en pacientes con PMP, por lo que su identificación facilitaría la búsqueda de nuevas terapias alternativas.

Bibliografía:

- [1] Mittal, R., Chandramohan, A., & Moran, B. (2017). Pseudomyxoma peritonei: natural history and treatment. *Journal of Hyperthermia*, 33 (5), p. 511–519.
- [2] Morera-Ocon, F. J., & Navarro-Campoy, C. (2019). History of pseudomyxoma peritonei from its origin to the first decades of the twenty-first century. *World J Gastrointest Surg*, 11 (9), p. 358-364.
- [3] Romero-Ruiz, A., Granados-Rodríguez, M., Bura, F. I., Valenzuela-Molina, F., Rufián Andújar, B., Martínez-López, A., Rodríguez-Ortiz, L., Ortega-Salas, R., Torres-Martínez, M., Moreno-Serrano, A., Castaño, J., Michán, C., Alhama, J., Vázquez-Borrego, M. C., & Arjona- Sánchez, Á. (2024). Breaking the Mucin Barrier: A New Affinity Chromatography-Mass Spectrometry Approach to Unveil Potential Cell Markers and Pathways Altered in Pseudomyxoma Peritonei. *Biological Procedures Online*, 26 (1), p. 13.
- [4] Calabrò, M. L., Lazzari, N., Rigotto, G., Tonello, M., & Sommariva, A. (2020). Role of Epithelial Mesenchymal Plasticity in Pseudomyxoma Peritonei: Implications for Locoregional Treatments. *International Journal of Molecular Sciences*, 21 (23), p. 9120.
- [5] Zhou, Y., Xia, L., Wang, H., Oyang, L., Su, M., Liu, Q., Lin, J., Tan, S., Tian, Y., Liao, Q., & Cao, D. (2018). Cancer stem cells in progression of colorectal cancer. *Oncotarget*, 9 (70), p. 33403-33415.

Capítulo 3. Eliminación de peroxirredoxina 6 y quimioterapia como herramienta para inhibir proliferación, invasividad y migración de la línea tumoral de hepatoblastoma HepG2

Alberto Ortiz Olivencia

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. FACULTAD DE CIENCIAS.
DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR.
EDIFICIO SEVERO OCHOA, CAMPUS UNIVERSITARIO DE RABANALES, CÓRDOBA.
b92orola@uco.es

Resumen

El cáncer de hígado es el sexto tipo más diagnosticado y el tercero en mortalidad, siendo el carcinoma hepatocelular el más común. Está asociado al desarrollo de enfermedades crónicas inflamatorias hepáticas y, como en el resto de tumores, existe una disrupción del estado redox celular caracterizado por el incremento de especies reactivas de oxígeno (EROs) compensado con una inducción de los sistemas antioxidantes. Entre las proteínas antioxidantes, la peroxirredoxina 6 (PRDX6) está sobreexpresada en el cáncer, promoviendo proliferación, metástasis y resistencia a quimioterapia, lo que la convierte en una diana terapéutica para el carcinoma hepatocelular (HCC).

En este trabajo, se propone como hipótesis el empleo de una terapia basada en el silenciamiento de PRDX6 con ARN de interferencia y el tratamiento con el agente quimioterapéutico sorafenib. Para ello, se evaluó el grado de silenciamiento de tres ácidos nucleicos interferentes (miARNs, siARNs y Gapmers), seleccionando los gapmers por su eficacia. Posteriormente, se estudió su combinación con sorafenib en proliferación, migración e invasividad mediante el ensayo del BrdU y la determinación de marcadores proteicos por Western Blot. Asimismo, se optimizó un sistema de cultivo 3D de esferoides basados en la línea celular HepG2 para obtener un modelo de estudio con mayor traslacionalidad.

Fundamento y presentación de resultados

El HCC constituye una de las principales causas de mortalidad asociada al cáncer a nivel mundial. Los tratamientos actuales presentan limitaciones, debido a la elevada incidencia de recidivas y desarrollo de metástasis. Además, solo un reducido porcentaje de los pacientes se pueden beneficiar de los tratamientos debido al diagnóstico tardío de la patología. Por otro lado, el uso continuado de quimioterapéuticos como el sorafenib está asociado a problemas de toxicidad y resistencia al tratamiento, que suelen manifestarse dentro de los primeros seis meses de su administración [1]. Por tanto, son necesarias nuevas estrategias terapéuticas para abordar eficazmente el cáncer de hígado.

Los procesos tumorales se caracterizan por un desequilibrio en la homeostasis redox que favorece la tumorigénesis. Las especies reactivas de oxígeno (ERO) participan en vías de señalización como

NFκβ, MAPK y PI3K/mTOR, implicadas en la proliferación celular y el desarrollo tumoral. Además, vías relacionadas con la transición epitelio-mesénquima (EMT), como TGF-β, Snail y Wnt/β-catenina, también son reguladas por EROs, lo que les confiere un papel en la migración e invasividad tumoral [2, 3]. Aunque los niveles de EROs son elevados en células tumorales, están controlados por mecanismos antioxidantes, como la activación de Nrf2, que induce proteínas antioxidantes como la peroxirredoxina 6 (PRDX6), la tiorredoxina 1 (Trx1) y la tiorredoxina reductasa 1 (TrxR1), relacionadas en algunos casos con la resistencia a agentes quimioterapéuticos [4].

Este proyecto se centra en la enzima antioxidante PRDX6, un miembro multifuncional de las peroxirredoxinas (PRDXs), que adicionalmente a la eliminación de peróxidos celulares mediante la actividad peroxidasa, tiene actividades adicionales como fosfolipasa A2 y lisofosfatidilcolina aciltransferasa, lo que contribuye a la reparación de membranas celulares [5]. PRDX6 está sobreexpresada en varios tipos de tumores (pulmón, hígado, colon) y su incremento se asocia con la proliferación, migración e invasividad tumoral, además de mayor resistencia a quimioterapia [6, 7]. Resultados previos indican que la eliminación de PRDX6 en células tumorales de hepatoblastoma mediante CRISPR-Cas9 bloquea el ciclo celular en fase G2/M y reduce la capacidad invasiva, lo que la convierte en una posible diana terapéutica contra el cáncer [8].

El objetivo de este proyecto es la puesta a punto *in vitro* de una terapia basada en la combinación del silenciamiento de PRDX6 mediante ARN de interferencia y la administración de sorafenib, así como el desarrollo de un modelo 3D de esferoides basado en la línea celular de hepatoblastoma HepG2. Para ello, se emplearon tres tipos de ácidos nucleicos interferentes diferentes (miARNs, siARNs y oligonucleótidos antisentido o Gapmers) y se seleccionaron los gapmers por su mayor eficacia. El grado de silenciamiento de PRDX6, así como una serie de marcadores proteicos de proliferación celular, muerte celular y fenotipo epitelial se determinaron por Western blot. La proliferación se analizó además mediante la medida de incorporación de bromodesoxouridina (BrdU) en el ensayo del BrdU. Por otro lado, la optimización del cultivo 3D se realizó a partir del protocolo descrito por Gamboa *et al.* 2021[9] y se basa en la mezcla de las células en Matrigel a una densidad de 40 células por μL de Matrigel. Los esferoides formados se utilizaron entre los 14 y los 21 días, realizándose cambios de medio cada 48h. Para su estudio, se realizó inmunofluorescencia.

Los resultados obtenidos indican que de los tres ácidos nucleicos interferentes empleados, los gapmers son los que presentaron una mayor eficacia, reduciendo la expresión de PRDX6 hasta en un 80%. La reducción de PRDX6 se asoció a un descenso de la proliferación celular, como ya se observó anteriormente, que además presentó un efecto sinérgico cuando el silenciamiento se combinó con la administración de sorafenib. No se observaron, sin embargo, cambios significativos en los niveles de muerte celular por apoptosis, pero sí que se observó un incremento de E-cadherina cuando se trató con la terapia, lo que indicaría un fenotipo más epitelial en las células y, en consecuencia, una menor capacidad migratoria e invasiva. Así mismo, se desarrollaron cultivos de esferoides de la línea wild-type y knock-out para PRDX6 y se observaron de manera cualitativa diferencias en el tamaño, siendo menor en la variante knock-out para PRDX6.

En su conjunto, los resultados indican que la combinación del silenciamiento de PRDX6 con el tratamiento con sorafenib constituye una terapia prometedora para el tratamiento del HCC. No obstante, son necesarios estudios adicionales para una caracterización más detallada y para su evaluación en el modelo 3D optimizado.

Bibliografía

- [1] Llovet, J. M. *et al.* Locoregional therapies in the era of molecular and immune treatments for hepatocellular carcinoma. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* 18, 293-313 (2021).
- [2] Schieber, M. & Chandel, N. S. ROS Function in Redox Signaling and Oxidative Stress. *Curr. Biol.* 24, R453-R462 (2014).
- [3] Sies, H. & Jones, D. P. Reactive oxygen species (ROS) as pleiotropic physiological signalling agents. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* 21, 363-383 (2020).
- [4] López-Grueso, M. J., González, R., Muntané, J., Bárcena, J. A. & Padilla, C. A. Thioredoxin Downregulation Enhances Sorafenib Effects in Hepatocarcinoma Cells. *Antioxidants* 8, 501 (2019).
- [5] Fisher, A. B. Peroxiredoxin 6 in the repair of peroxidized cell membranes and cell signaling. *Arch. Biochem. Biophys.* 617, 68-83 (2017).
- [6] Li, H. *et al.* PRDX6 Overexpression Promotes Proliferation, Invasion, and Migration of A549 Cells in vitro and in vivo. *Cancer Manag. Res.* Volume 13, 1245-1255 (2021).
- [7] Pak, J. H. *et al.* Peroxiredoxin 6 Overexpression Attenuates Cisplatin-Induced Apoptosis in Human Ovarian Cancer Cells. *Cancer Invest.* 29, 21-28 (2011).
- [8] López-Grueso, M. J. *et al.* Knockout of PRDX6 induces mitochondrial dysfunction and cell cycle arrest at G2/M in HepG2 hepatocarcinoma cells. *Redox Biol.* 37, 101737 (2020).
- [9] Gamboa, C. M. *et al.* Optimized 3D Culture of Hepatic Cells for Liver Organoid Metabolic Assays. *Cells* 10, 3280 (2021).

Capítulo 4. El Ácido Peracético en el Control de Biofilms de *Listeria monocytogenes*: un Estudio Multicepa

Virginia Pagador Sánchez de Medina

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. FACULTAD DE VETERINARIA.
DEPARTAMENTO DE BROMATOLOGÍA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS.
CAMPUS UNIVERSITARIO DE RABANALES, CÓRDOBA
t02pasav@uco.es

Resumen

Listeria monocytogenes es una bacteria patógena común en la industria alimentaria, capaz de contaminar los alimentos listos para el consumo y establecerse en superficies en contacto con alimentos. Se caracteriza por producir una enfermedad sistémica grave denominada listeriosis en población de riesgo (personas inmunodeprimidas, recién nacidos y mujeres embarazadas). Por su naturaleza ubicua, por resistir temperaturas de refrigeración, y por su capacidad de formar asociaciones coloniales complejas (biofilms) se considera un importante problema de salud pública. El desarrollo y aplicación de programas de limpieza y desinfección adecuados es crucial en el control de este patógeno en la industria alimentaria.

Con el presente proyecto se pretende evaluar el efecto de la acción del ácido peracético, un producto usado en la industria alimentaria para desinfección de superficies en contacto con alimentos, sobre la formación de biofilms de distintas cepas de *Listeria monocytogenes*. En concreto, se evaluará la eficacia de este desinfectante al 0,5%, tras una exposición de 15 minutos. Pasado un tiempo de incubación, se determinará cuántas reducciones decimales se consiguen de cada cepa con la aplicación de dicho producto.

Fundamento y presentación de resultados

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs) se producen por la ingesta de contaminantes presentes en alimentos [4]. Las bacterias suponen el principal agente causante de ETAs [5]. Dentro del grupo de las bacterias, destaca *Listeria monocytogenes* por sus altas tasas de mortalidad, entre el 20-30%, y de hospitalización [2].

L. monocytogenes es una bacteria patógena capaz de causar una infección grave denominada listeriosis en humanos, aves y otros mamíferos [1]. Asimismo, puede crecer bajo temperaturas de refrigeración, en un amplio rango de pH, en altas concentraciones de sal y en condiciones de baja actividad de agua [5], lo que permite su supervivencia en plantas procesadoras de alimentos y su proliferación en multitud de alimentos [1]. Por otro lado, esta bacteria puede formar comunidades sésiles en distintas superficies denominadas “biofilm”, que les confiere resistencia frente condiciones adversas [3].

Lo descrito previamente enfatiza la importancia de llevar a cabo procedimientos de limpieza y desinfección mediante el uso de desinfectantes como el ácido peracético, un desinfectante de superficies en contacto con alimentos [3].

Por todo lo explicado anteriormente, con este proyecto se pretende evaluar el efecto del ácido peracético sobre la formación de biofilms de distintas cepas de *Listeria monocytogenes*. Para ello, se emplearon ocho cepas de *Listeria monocytogenes* aisladas de distintas empresas alimentarias: LM20, LM24, LM50, LM70, LM3, LM5, LM11 y LM40. Sobre estas se evaluó la eficacia del ácido peracético al 0,5% tras un tiempo de exposición de 15 minutos.

La **Figura 1** representa los valores promedio de los recuentos de la población de las distintas cepas de *L. monocytogenes*. En el ensayo, la concentración inicial del patógeno antes de la formación del biofilm fue de 6 unidades logarítmicas, salvo la cepa LM3, con una concentración inicial de 4,8 log UFC/mL; siendo esta, además, la más resistente a la acción del desinfectante. Por otro lado, la cepa más sensible a la acción del peracético es la cepa LM70, lográndose 4 reducciones decimales. Además, se obtuvo un promedio general de 2,5 reducciones logarítmicas.

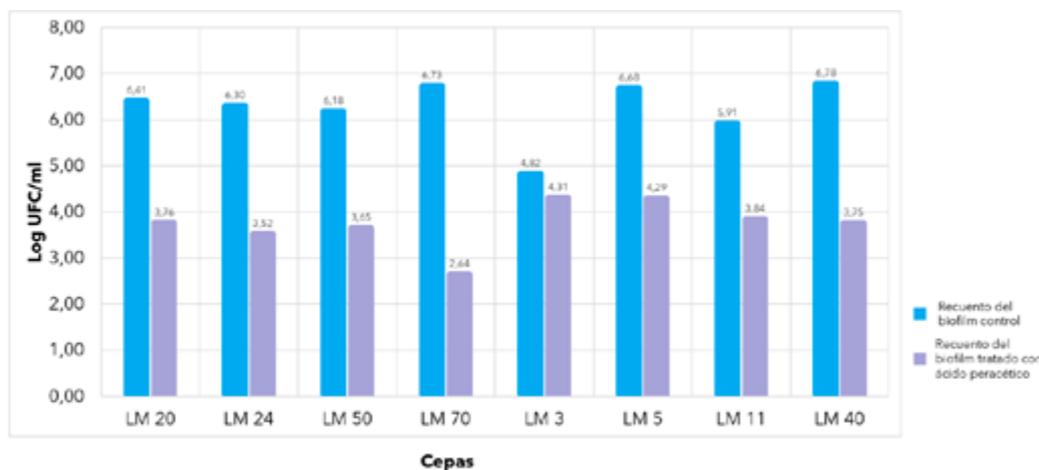


Figura 1. Promedio de los recuentos (log UFC/mL) de la población de diferentes cepas de *Listeria monocytogenes* formadoras de biofilm. Las columnas en azul representan los recuentos de los biofilm control, mientras que las columnas en morado corresponden a los recuentos de los biofilm expuestos al tratamiento con ácido peracético al 0.5% (p/v) durante 15 minutos.

Como conclusión del estudio:

1. El ácido peracético demostró tener efecto biocida sobre el biofilm de *L. monocytogenes* en la concentración y tiempo de contacto ensayada, obteniéndose un promedio de 2,5 reducciones logarítmicas.
2. El presente estudio ha demostrado que el ácido peracético es capaz de reducir considerablemente el número de células de *L. monocytogenes* y, por tanto, se trata de una alternativa eficaz en la desinfección de superficies de la industria alimentaria.
3. La aplicación de este desinfectante a las condiciones ensayadas, aun siendo efectivo, no eliminó completamente los distintos biofilm formados por las distintas cepas.
4. Los resultados obtenidos enfatizan la importancia de realizar procesos de limpieza y desinfección en la industria, puesto que no hacerlo conlleva a la proliferación de *L. monocytogenes*. Este estudio sirve como referencia para las industrias alimentarias, para que lleven a cabo sistemas de desinfección efectivos contra este patógeno, y que dichos sistemas mejoren el control de biofilms en superficies de la industria alimentaria.

Bibliografía:

- [1] Ferreira, V., Wiedmann, M., Teixeira, P., & Stasiewicz, M. (2014). *Listeria monocytogenes* Persistence in Food-Associated Environments: Epidemiology, Strain Characteristics, and Implications for Public Health. *Journal Of Food Protection*, 77(1), 150-170. <https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-13-150>.
- [2] Finn, L., Onyeaka, H., & O'Neill, S. (2023). *Listeria monocytogenes* Biofilms in Food Associated Environments: A Persistent Enigma. *Foods*, 12(18), 3339. <https://doi.org/10.3390/foods12183339>
- [3] Klopper, K. B., Bester, E., & Wolfaardt, G. M. (2023). *Listeria monocytogenes* Biofilms Are Planktonic Cell Factories despite Peracetic Acid Exposure under Continuous Flow Conditions. *Antibiotics*, 12(2), 209. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12020209>
- [4] Mazaheri, T., Cervantes-Huamán, B. R. H., Bermúdez-Capdevila, M., Ripolles-Avila, C., & Rodríguez-Jerez, J. J. (2021). *Listeria monocytogenes* Biofilms in the Food Industry: Is the Current Hygiene Program Sufficient to Combat the Persistence of the Pathogen? *Microorganisms*, 9(1), 181. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9010181>
- [5] Ravindhiran, R., Sivarajan, K., Sekar, J. N., Murugesan, R., & Dhandapani, K. (2023). *Listeria monocytogenes* an Emerging Pathogen: a Comprehensive Overview on Listeriosis, Virulence Determinants, Detection, and Anti-Listerial Interventions. *Microbial Ecology*, 86(4), 2231-2251. <https://doi.org/10.1007/s00248-023-02269-9>.

Capítulo 5. Intervenciones antienviejecimiento basadas en la preservación del NAD⁺ en células musculares. Abordaje farmacológico

Álvaro Alfonso Puerto Núñez

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. FACULTAD DE CIENCIAS.
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA CELULAR, FISIOLOGÍA E INMUNOLOGÍA.
EDIFICIO SEVERO OCHOA, CAMPUS UNIVERSITARIO DE RABANALES, CÓRDOBA
b92punua@uco.es

Resumen

El envejecimiento consiste en una pérdida progresiva de funciones con el tiempo, siendo un factor clave en enfermedades crónicas. El metabolismo del NAD⁺ mitocondrial es uno de los afectados por este proceso. Por ende, la búsqueda de soluciones a este declive ha generado interés. Este estudio investigó la inducción de la enzima mitocondrial citocromo *b*₅ reductasa 3 (CYB5R3), cuya expresión disminuye con la edad, utilizando el compuesto 4b,5,9b,10-Tetrahidroindeno[1,2-b]indol (THII). Se observó que THII induce CYB5R3 en músculo esquelético. También se analizó su interacción con nicotinamida ribósido (NR), demostrando que la combinación de estos tratamientos mejora la eficiencia de la cadena de transporte electrónico y aumenta los niveles de NAD⁺, NADH así como la ratio NAD⁺/NADH en cultivos celulares y en modelos animales murinos. El estudio utilizó inhibidores de enzimas clave del metabolismo de NAD⁺ como galotanina, FK866 y ZINC05626394 para analizar los mecanismos de acción, revelando que los efectos de THII van más allá de CYB5R3, ya que influye significativamente en el metabolismo mitocondrial con la actividad de CYB5R3 inhibida. La combinación de THII con NR podría ser un tratamiento potencial en el futuro para mejorar la salud mitocondrial y promover un envejecimiento más saludable.

Fundamento y presentación de resultados

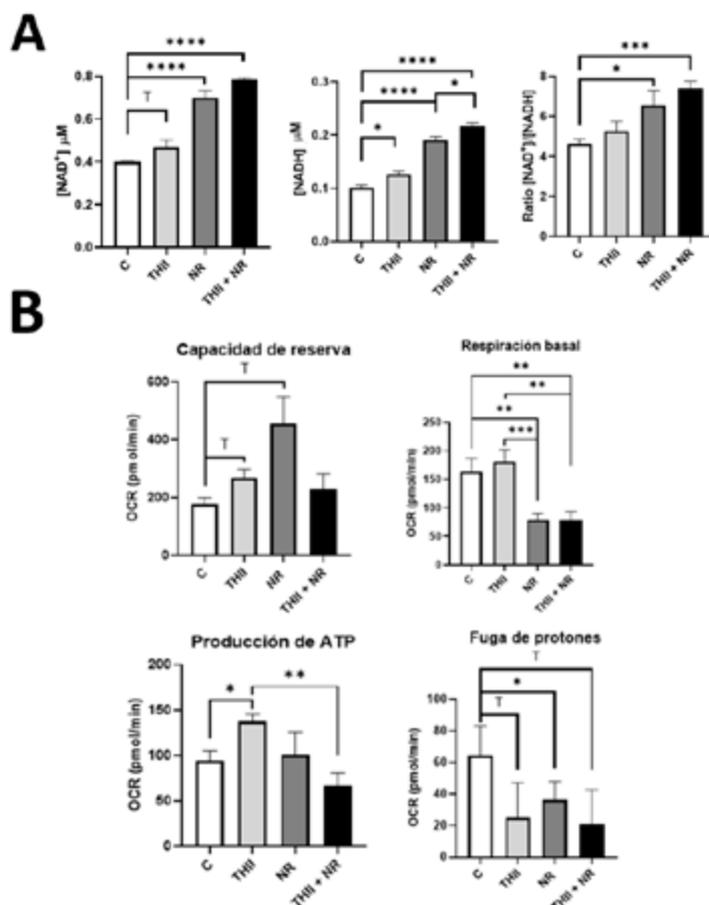


Figura 1. A: Análisis de niveles de NAD⁺, NADH y ratio NAD⁺/NADH tras 24 horas de tratamiento con THII y NR. B: Parámetros asociados a la actividad mitocondrial determinados con Seahorse tras 24 horas de tratamiento con THII y NR.

El principal objetivo de este trabajo es el estudio de tratamientos antienvjecimiento basados en la preservación del NAD⁺ y el metabolismo mitocondrial. Para ello se han estudiado dos tratamientos con potencial antienvjecimiento que mimetizan en algunos aspectos los efectos de la dieta de restricción calórica (RC), la cual ha mostrado resultados positivos antienvjecimiento en modelos animales y en humanos [1, 2], denominándose por ello como miméticos de la dieta RC. El primero fue la inducción de la citocromo *b*₅ reductasa 3 (CYB5R3) a través del 4b,5,9b,10-Tetrahidroindeno[1,2-b]indol (THII) [3], y el segundo fue el uso de potenciadores de NAD⁺, en concreto Nicotinamida Ribósido (NR). Finalmente, se analizó el efecto de la combinación de ambos tratamientos sobre los niveles de NAD⁺ y el metabolismo mitocondrial. En primer lugar, utilizamos cultivos celulares de mioblastos proliferativos Sol8 donde, una vez realizados los tratamientos, se midieron los niveles de NAD⁺, NADH y la ratio NAD⁺/NADH, observando un aumento significativo de los 3 factores en el tratamiento combinado (Figura 1A), destacando un efecto aditivo en dicha combinación respecto a los efectos observados para los tratamientos en solitario. Posteriormente se midió el efecto de dichos tratamientos sobre el metabolismo mitocondrial mediante la tecnología Seahorse, obteniendo que la combinación de ambos tratamientos mejoró la eficiencia de la cadena de transporte electrónico, destacando, de nuevo, el efecto aditivo de la combinación (Figura 1B).

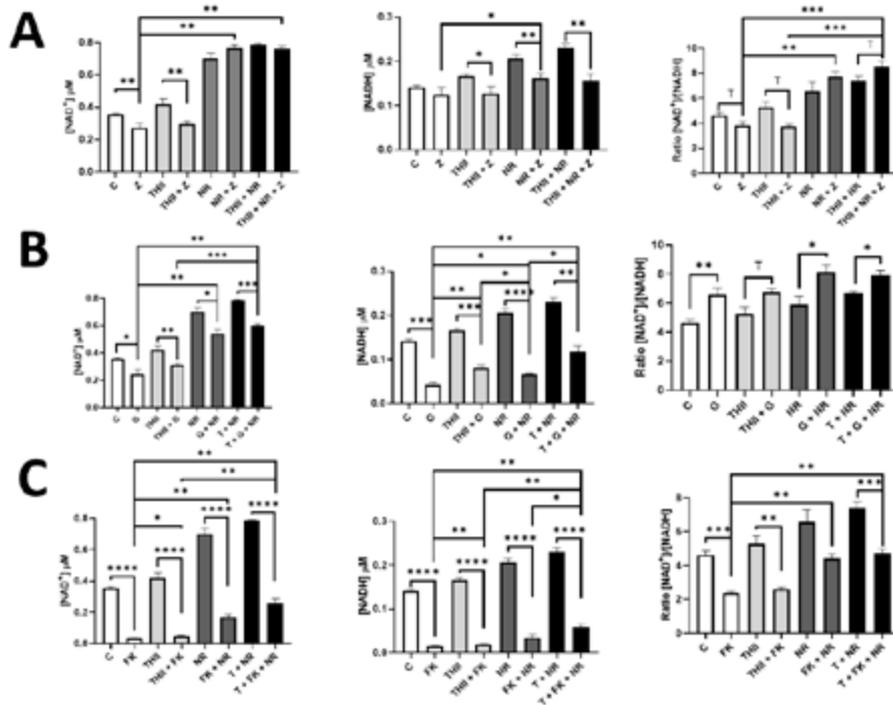


Figura 2. A: Análisis de niveles de NAD⁺, NADH y ratio NAD⁺/NADH tras 24 horas de tratamiento con THII, NR y: (A) ZINC05626394; (B) Galotantina; (C): FK866.

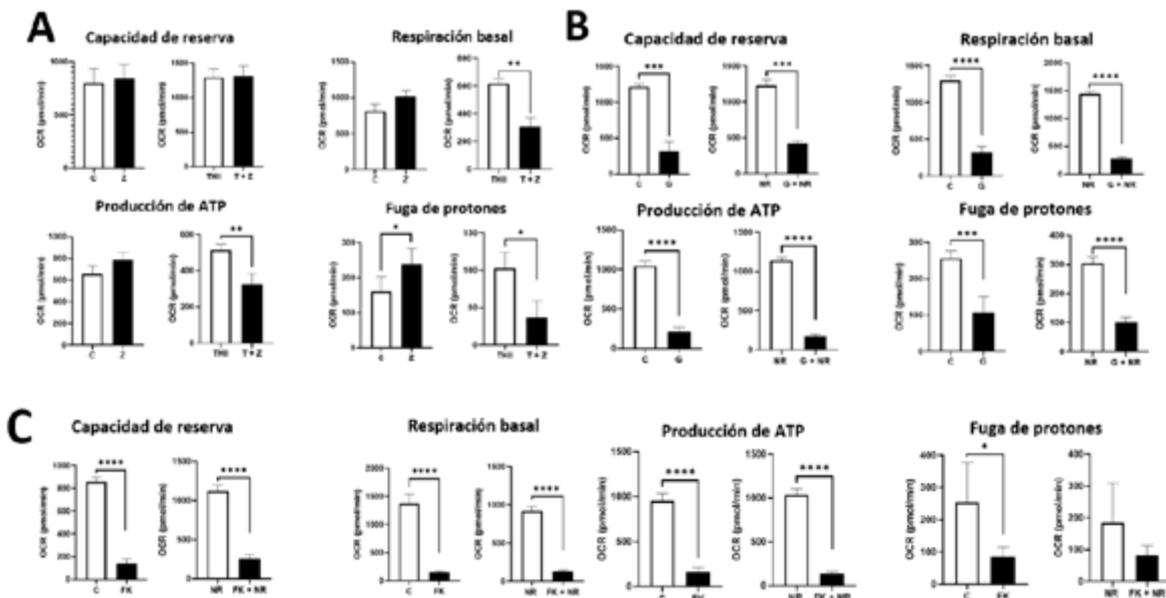


Figura 3. A: Parámetros asociados a la actividad mitocondrial determinados con Seahorse tras 24 horas de tratamiento: (A)THII-ZINC05626394; (B)NR-Galotantina; (C)NR y FK866.

A continuación, se analizó el mecanismo de acción de ambos tratamientos mediante el uso de inhibidores selectivos de enzimas clave del metabolismo de NAD⁺. Los dos primeros fueron la galotantina y el FK866, inhibidores de las enzimas nicotinamida mononucleótido adenililtransferasa (NMNAT) y nicotinamida fosforribosil transferasa (NAMPT) respectivamente, ambas enzimas clave en el metabolismo

del NAD⁺ en células musculares [4, 5]. En ambos casos, tanto los niveles de NAD⁺, NADH y valores de la ratio NAD⁺/NADH (Figura 2B y C), como el metabolismo mitocondrial (Figura 3B y C) se vieron significativamente afectados, demostrando la importancia de dichas enzimas en el metabolismo de NAD⁺ y mitocondrial en mioblastos proliferativos. Posteriormente, se utilizó el ZINC05626394, un inhibidor de la actividad de CYB5R3 [6]. Este inhibidor provocó la pérdida del efecto del tratamiento con THII sobre el sistema del NAD⁺ (Figura 2A), pero no el efecto que tiene dicho tratamiento sobre el metabolismo mitocondrial (Figura 3A). Podemos concluir, por tanto, que el efecto que posee el THII sobre el metabolismo de NAD⁺ depende de la actividad de la CYB5R3, pero su efecto sobre el metabolismo mitocondrial es independiente de dicha actividad.

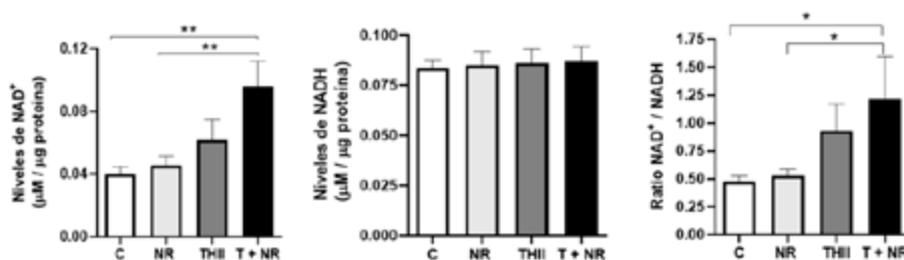


Figura 4. Análisis de niveles de NAD⁺, NADH y ratio NAD⁺/NADH en cuádriceps de modelos animales murinos tras el suplemento en la dieta con THII, NR o ambos.

Finalmente se realizaron tratamientos similares sobre modelos animales murinos, utilizando para ello ratones hembra de 6 meses de edad que fueron alimentadas durante 6 meses con dietas suplementadas con estos compuestos, para posteriormente analizar los niveles de NAD⁺, NADH así como calcular la ratio NAD⁺/NADH en músculo esquelético (cuádriceps). Los resultados obtenidos fueron similares a lo observado previamente en el modelo *in vitro*, destacando un efecto aditivo de ambos tratamientos que resultó en un aumento significativo de los niveles de NAD⁺ y de la ratio NAD⁺/NADH respecto al control negativo (Figura 4). En conclusión, el tratamiento combinado de THII + NR puede constituir una potencial nueva herramienta terapéutica para patologías musculares asociadas a un envejecimiento acelerado.

Bibliografía

- [1] Sohal RS, Weindruch R. Oxidative stress, caloric restriction, and aging. *Science*. 1996 Jul 5; 273 (5271): 59-63.
- [2] Mitchell SJ, Madrigal-Matute J, Scheibye-Knudsen M, Fang E, Aon M, González-Reyes JA, *et al*. Effects of Sex, Strain, and Energy Intake on Hallmarks of Aging in Mice. *Cell Metab*. 2016 Jun; 23 (6): 1093-112.
- [3] Martin-Montalvo A, Sun Y, Diaz-Ruiz A, Ali A, Gutierrez V, Palacios HH, *et al*. Cytochrome b5 reductase and the control of lipid metabolism and healthspan. *Npj Aging Mech Dis*. 2016 May 12; 2 (1): 16006.
- [4] Pollard CL, Younan A, Swegen A, Gibb Z, Grupen CG. Insights into the NAD⁺ biosynthesis pathways involved during meiotic maturation and spindle formation in porcine oocytes. *J Reprod Dev*. 2022; 68 (3): 216-24.
- [5] Deng Y, Hu B, Miao Y, Wang J, Zhang S, Wan H, *et al*. A Nicotinamide Phosphoribosyltransferase Inhibitor, FK866, Suppresses the Growth of Anaplastic Meningiomas and Inhibits Immune Checkpoint Expression by Regulating STAT1. *Front Oncol*. 2022 Apr 20; 12: 836257.

Ciencias **exactas** **y naturales**

Capítulo 6. Estudio de Hidróxidos Dobles Laminares jerarquizados para la fotorreducción catalítica de CO₂

Marta Estrada-Ruiz, Daniel Cosano, José Rafael Ruiz

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. FACULTAD DE CIENCIAS.
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ORGÁNICA, INSTITUTO QUÍMICO PARA LA ENERGÍA Y EL MEDIOAMBIENTE (IQUEMA).
EDIFICIO MARIE CURIE, CAMPUS UNIVERSITARIO DE RABANALES, CÓRDOBA.
q92esrum@uco.es

Resumen

El cambio climático, provocado principalmente por las emisiones de gases efecto invernadero derivadas de actividades humanas tales como la quema de combustibles fósiles, está produciendo efectos importantes como el aumento de la temperatura o el deshielo de los glaciares. Para mitigar estos efectos, se está investigando la fotorreducción del CO₂, un proceso que consiste en su transformación mediante el uso de luz solar en compuestos químicos de alto valor añadido como CO o CH₄, entre otros. Para conseguir dicho objetivo, se han investigado diversos materiales, incluidos semiconductores y nanomateriales.

Entre estos materiales prometedores destacan los Hidróxidos Dobles Laminares (HDL) como fotocatalizadores [1]. Los HDL, también conocidos como hidrotalcitas, son materiales con una estructura similar a la brucita y cuya composición está formada por metales de diferente naturaleza, que proporcionan carga positiva a las láminas y que es compensada por aniones interlaminares. Recientemente, la síntesis de estos materiales se centra en la jerarquización en estructuras tridimensionales con el fin de mejorar sus propiedades física-químicas, favoreciendo sus capacidades fotorreductoras.

En este trabajo, se han sintetizado HDL con diferente composición metálica y morfologías mediante dos metodologías. Los sólidos obtenidos fueron caracterizados y probados en la fotorreducción de CO₂ a diferentes compuestos de interés.

Fundamento y presentación de resultados

La síntesis de estos compuestos fue realizada mediante dos métodos; coprecipitación para obtener materiales con morfología de plaquetas 2D e hidrotérmal con urea con el objetivo de obtener materiales hidrotalcíticos jerarquizados con forma de flor o laminares desordenados. Para el método hidrotérmal se utilizan diferentes sales metálicas divalentes y trivalentes (Co, Fe, Ni, Cr, Al, etc.), junto con NH₄F (dependiendo del caso), que actúa como sustrato para el crecimiento jerarquizado de la estructura, y urea que proporciona el pH básico, garantizando la síntesis del material [2,3].

Una vez obtenidos los LDHs se caracterizaron mediante diferentes técnicas, tales como microscopía electrónica de transmisión (SEM), espectroscopía Raman, difracción de rayos X (XRD) y análisis termogravimétrico (TGA), infrarrojo con la Transformada de Fourier (FTIR) o ultravioleta visible de sólidos, entre otros.

En la **Imagen 1**, se observan las micrográficas obtenidas mediante microscopía SEM. En ella se pueden apreciar en el caso a) y d) la morfología en forma de flor para los HDL de CoAl y NiAl respectivamente, lo cual confirma la correcta jerarquización del material. Las micrográficas b) y e) corresponden al método hidrotérmal sin NH_4F , en el cual se aprecian estructuras laminares desordenadas y finalmente en el caso de c) y f) se observan láminas de menor diámetro en forma de plaqueta que corresponde con el método de coprecipitación [4].

Por otro lado, la **Figura 1** muestra los difractogramas obtenidos de los diferentes materiales. Mediante difracción de rayos podemos confirmar que los sólidos seguían el patrón característico de los Hidróxidos Dobles Laminares y la síntesis fue llevada a cabo correctamente.

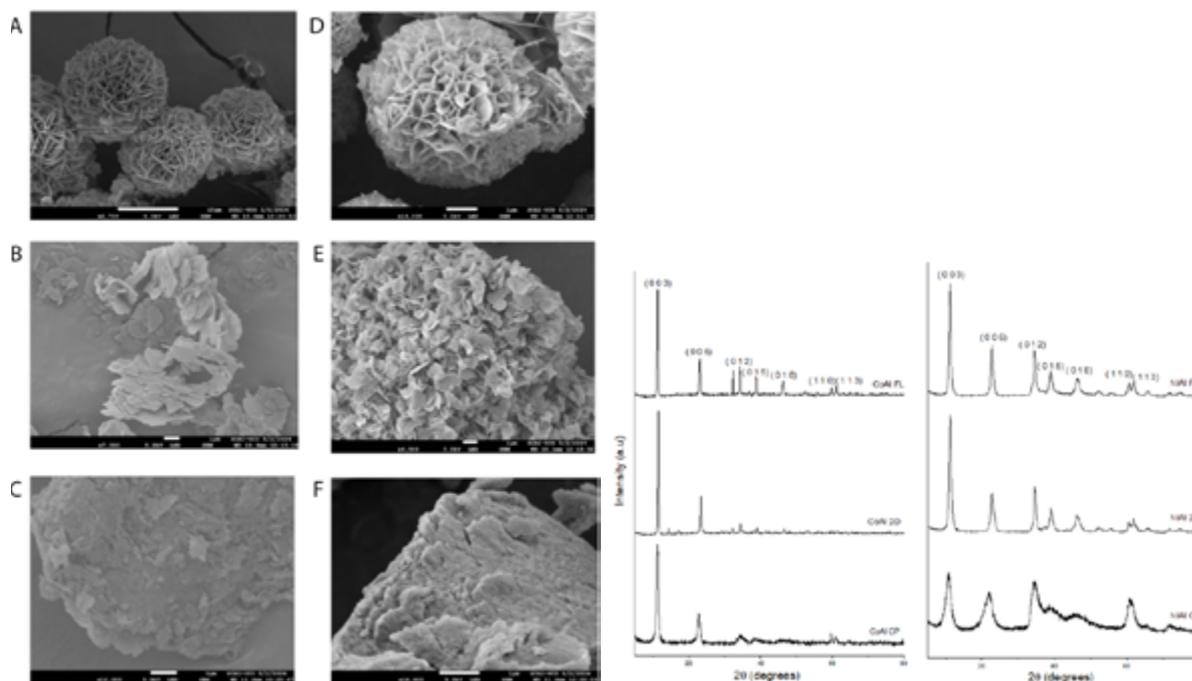


Imagen 1. Microscopía SEM de los LDH Jerarquizados CoAl (izquierda) y NiAl (derecha)

Figura 1. Difractogramas obtenidos de Co/Al (izquierda) y Ni/Al (derecha).

Por último, los LDHs han sido evaluados como fotocatalizadores en la reducción de CO_2 a CO en un sistema en el que se utiliza como fotosensibilizador el $[\text{Ru}(\text{bpy})_3]^{2+}$ y como donador de electrones el TEOA (trietanolamina). La reacción se ha llevado a cabo en un fotorreactor Penn PhD M2 que emite luz a 450 nm. Los productos obtenidos han sido analizados mediante cromatografía de gases empleando un instrumento Shimadzu GC-2010 Plus equipado con un detector de ionización de descarga de barrera (BID) y una columna ShinCarbon ST (2 m x 2 mm i.d.).

En la **Figura 2** se muestran los resultados fotocatalíticos obtenidos para los HDL sintetizados durante diferentes tiempos de reacción. Tal y como se observa en la figura, los materiales compuestos con cobalto presentan una mayor actividad fotocatalítica con respecto a los compuestos por NiAl, los cuales además no presentan ninguna diferencia dependiendo de las distintas morfologías. Sin embargo, la muestra de CoAl sintetizada mediante coprecipitación muestra un incremento significativo de su actividad con respecto a las muestras obtenidas hidrotérmicamente [5, 6].

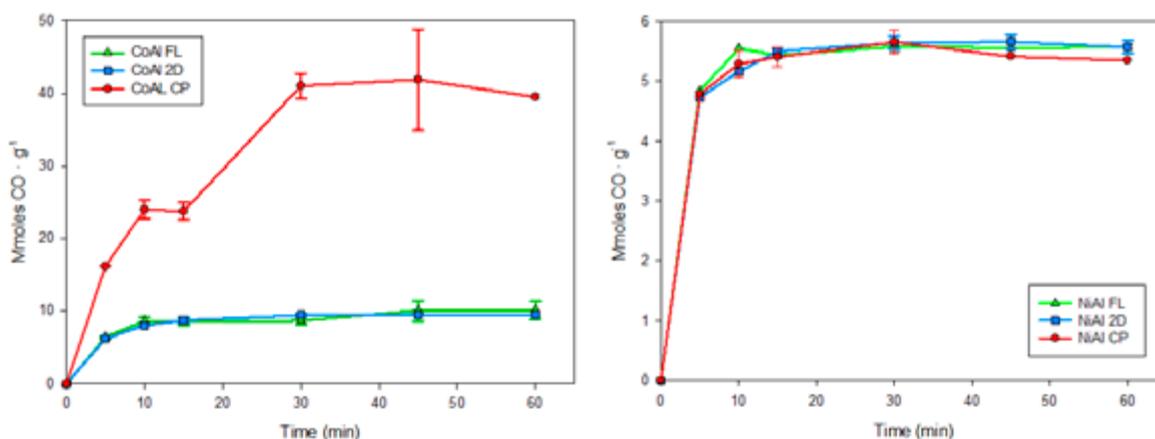


Figura 2. Curvas cinéticas de la actividad fotocatalítica de los LDHs sintetizados.

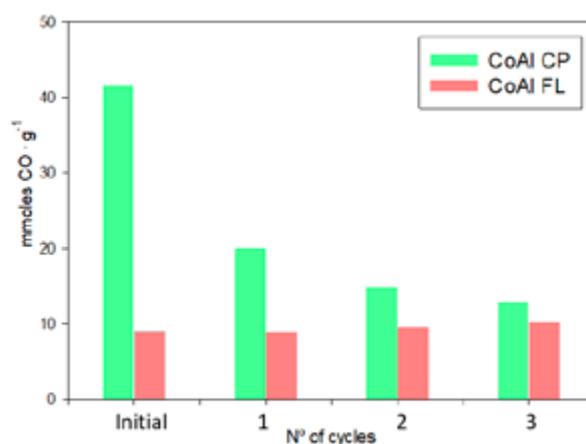


Figura 3. Estudio de reusabilidad de HDL CoAl coprecipitación (verde) y jerarquizada (rosa).

Como conclusión, aquellos materiales jerarquizados a pesar de tener una menor conversión inicial mantuvieron la actividad a lo largo de tres ciclos de reuso. La investigación futura se centrará en estudiar en profundidad las propiedades de las estructuras jerárquicas y en mejorar la reutilización de los catalizadores para mitigar la pérdida de actividad observada en la muestra de mayor rendimiento.

Bibliografía

- [1] Jerome, M. P., Alahmad, F. A., Salem, M. T. & Tahir, M. Layered double hydroxide (LDH) nanomaterials with engineering aspects for photocatalytic CO₂ conversion to energy efficient fuels: Fundamentals, recent advances, and challenges. *J. Environ. Chem. Eng.* 10, 108151 (2022).
- [2] Berber, M. R., Hafez, I. H., Minagawa, K., Katoh, M., Tanaka, M., & Mori, T. Control of nanoparticle size, crystal structure and growth of layered double hydroxide by hydrothermal treatment. *Int. J. Mod. Phys. Conf. Ser.* 06, 133-137 (2012).
- [3] Prinetto, F., Ghiotti, G., Graffin, P. & Tichit, D. Synthesis and characterization of sol-gel Mg/Al and Ni/Al layered double hydroxides and comparison with co-precipitated samples. *Microporous Mesoporous Mater.* 39, 229-247 (2000).

- [4] Faour, A., Prévot, V. & Taviot-Gueho, C. Microstructural study of different LDH morphologies obtained via different synthesis routes. *J. Phys. Chem. Solids* **71**, 487-490 (2010)
- [5] Wang, K., Zhang, L., Su, Y., Shao, D., Zeng, S., & Wang, W. Photoreduction of carbon dioxide of atmospheric concentration to methane with water over CoAl-layered double hydroxide nanosheets. *J. Mater. Chem. A* **6**, 8366-8373 (2018).
- [6] Estrada-Ruiz, M., Cosano, D., Esquivel, D., Romero-Salguero, F. J. & Ruiz, J. R. Synthesis and characterization of cobalt-based layered double hydroxides for light-driven CO₂ reduction. *Catal. Today* **429**, 114504 (2024).

Agradecimientos:

Los autores agradecen al Gobierno de Andalucía por el Proyecto ProyExcel_00492 y al grupo FQM-346 y al ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España por la Beca de Colaboración concedida a Marta Estrada Ruiz y el proyecto PRE2023/PID2022-142657OB-I00).

Capítulo 7. Papel de las islas de patogenicidad 1 y 2 de *Salmonella* en la reprogramación inmunometabólica de células intestinales infectadas

Rafael Garrido Fernández

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. FACULTAD DE CIENCIAS.
DEPARTAMENTO DE GENÉTICA.

EDIFICIO GREGOR MENDEL, CAMPUS UNIVERSITARIO DE RABANALES, CÓRDOBA.

b92gafer@uco.es

Resumen

Las distintas especies del género *Salmonella* son patógenos alimentarios responsables de un gran número de infecciones bacterianas en humanos y animales a nivel mundial. *Salmonella enterica* subespecies *enterica* serovar Typhimurium (*Salmonella* Typhimurium) es particularmente preocupante debido a la creciente aparición de cepas multirresistentes a fármacos (MDR). Recientemente, un proceso metabólico asociado al cáncer, el efecto Warburg, se ha observado en la respuesta inmune frente a patógenos, generando interés en el papel de las islas de patogenicidad de *Salmonella* (SPIs) en la reprogramación inmunometabólica de las células infectadas. Este estudio investiga el impacto de *Salmonella* Typhimurium en células intestinales humanas, centrándose las funciones de SPI-1 y SPI-2. Células de colon humanas HT29-MTX-E12 se emplearon como modelo, infectadas con una cepa de *Salmonella* Typhimurium MDR-GFP, así como dos cepas mutantes carentes de SPI-1 y SPI-2 funcionales. Mediante citometría de flujo, microscopía confocal, RT-qPCR y análisis mediante Seahorse, se confirmó que SPI-1 es crucial para la invasión bacteriana, mientras que SPI-2 es crítica para la replicación intracelular y la reprogramación inmunometabólica de la célula huésped. Estos resultados demuestran la importancia de SPI-1 y SPI-2 y sus interacciones con el metabolismo del huésped, proporcionando nuevas perspectivas sobre los mecanismos de virulencia de este importante patógeno.

Fundamento y presentación de resultados

El objetivo principal de este estudio es investigar el impacto de las islas de patogenicidad SPI-1 y SPI-2 en la reprogramación inmunometabólica de células intestinales humanas HT29-MTX-E12. Para ello, se utilizó un aislado natural de *Salmonella* Typhimurium de origen porcino, altamente virulento [1]. Este enfoque nos ha permitido (1) Evaluar la contribución específica de SPI-1 y SPI-2 en la modulación de la respuesta inmune y metabólica del huésped; (2) Utilizar un modelo celular humano relevante (HT29-MTX-E12) para estudiar las interacciones patógeno-huésped en el contexto intestinal; (3) Emplear una cepa de *Salmonella* Typhimurium de origen porcino y alta virulencia, lo que aumenta la relevancia clínica y zoonótica del estudio; y (4) Profundizar en los mecanismos moleculares subyacentes a la reprogramación inmunometabólica inducida por *Salmonella*, con énfasis en el papel de SPI-1 y SPI-2. Para ello, se crearon variantes específicas de dicha cepa mediante ingeniería genética: Una cepa *wild type* (WT)

modificada para expresar la proteína verde fluorescente (GFP), y dos mutantes deficientes en SPI-1 y SPI-2, respectivamente, creados mediante el método de Datsenko y Wanner de recombinación homóloga por electroporación [2]. Para generar estos mutantes, se eliminaron genes cruciales para el ensamblaje de los sistemas de secreción de tipo III (T3SS) codificados en cada isla de patogenicidad: el gen *prgH* para el mutante Δ SPI-1, y el gen *ssaV* para el mutante Δ SPI-2. La correcta generación de los mutantes se verificó mediante citometría de flujo (Figura 1), infectando las células con las tres variantes de *Salmonella*. Simultáneamente, se evaluó su capacidad de infección y replicación intracelular. Los resultados revelaron que la fluorescencia media intracelular 2 horas post-infección era prácticamente idéntica entre las células control no infectadas y aquellas infectadas con el mutante Δ SPI-1. Esta observación confirma dos aspectos cruciales: que la isla de patogenicidad SPI-1 es esencial para la entrada de la bacteria en la célula huésped, y que el mutante Δ SPI-1 se generó correctamente.

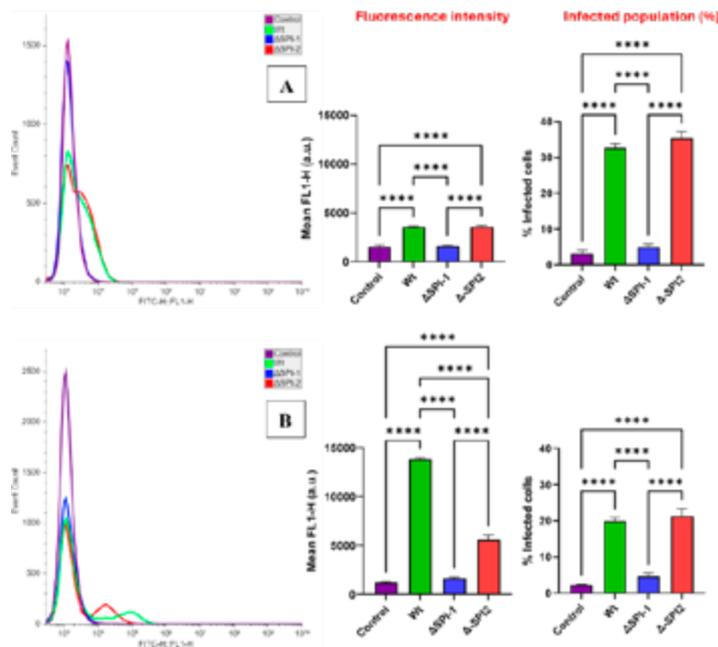


Figura 1: Evaluación de la capacidad de *Salmonella Typhimurium* WT y de los mutantes Δ SPI-1 y Δ SPI-2 para infectar células y replicarse en el entorno intracelular de células epiteliales humanas mediante citometría de flujo. 2h de exposición bacteriana intracelular (A), 24h de exposición bacteriana intracelular (B). Se obtuvieron gráficos que representan la intensidad de fluorescencia (unidades arbitrarias, u.a.) en el canal FITC-H::FL1-H (verde) de cada recuento de eventos. Para cada situación (A y B) se representa la intensidad de fluorescencia media (FL1-H media) en las cuatro condiciones experimentales (Control, WT, Δ SPI-1, Δ SPI-2), así como la población celular infectada (%). Las diferencias estadísticamente significativas se indican a continuación: ****, $p < 0.0001$. Las barras de error designan el error estándar de la media (SEM).

Las células infectadas con WT y Δ SPI-2 presentaban niveles idénticos de fluorescencia a 2h post-infección, sin embargo, tras 24h post-infección, las diferencias eran muy notables, con un nivel de replicación bacteriana intracelular muy superior en células infectadas con WT que con Δ SPI-2, lo que sugiere que la presencia de un SPI-2 funcional es crucial para activar los mecanismos de reprogramación inmunometabólica necesarios para asegurar la supervivencia bacteriana intracelular, pero al menos tras 24h después de la infección. Esto fue comprobado además por microscopía confocal (Figura 2) observando vesículas contenientes de *Salmonella* (SCVs) de un tamaño mucho superior en células infectadas con

WT respecto a Δ SPI-2, cuya morfología más desorganizada en el segundo caso ha sido observada en un estudio reciente en macrófagos [3], asociada a la ausencia de efectores específicos en nuestro mutante. Para estudiar estas diferencias de manera más precisa, se realizaron estudios transcripcionales a 2h y 24h post-infección de células infectadas, estudiando genes relacionados con la inflamación, glucólisis y metabolismo mitocondrial (Figura 3) complementando los dos últimos con un análisis Seahorse tanto para estudio de la capacidad glicolítica como estrés mitocondrial (figuras no incluidas).

Así este trabajo presenta resultados novedosos empleando como modelo células de epitelio intestinal humano infectadas con un aislado natural virulento de *Salmonella* en un contexto en que los estudios previos eran realizados predominantemente sobre macrófagos y empleando bacterias de colección. Esto nos permite concretar de manera preliminar las regiones del genoma de *Salmonella* y los procesos metabólicos asociados en los que la sociedad científica debería centrarse para elaborar estrategias para hacer frente a la infección por *Salmonella* ante el creciente aumento de cepas multirresistentes a antibióticos.

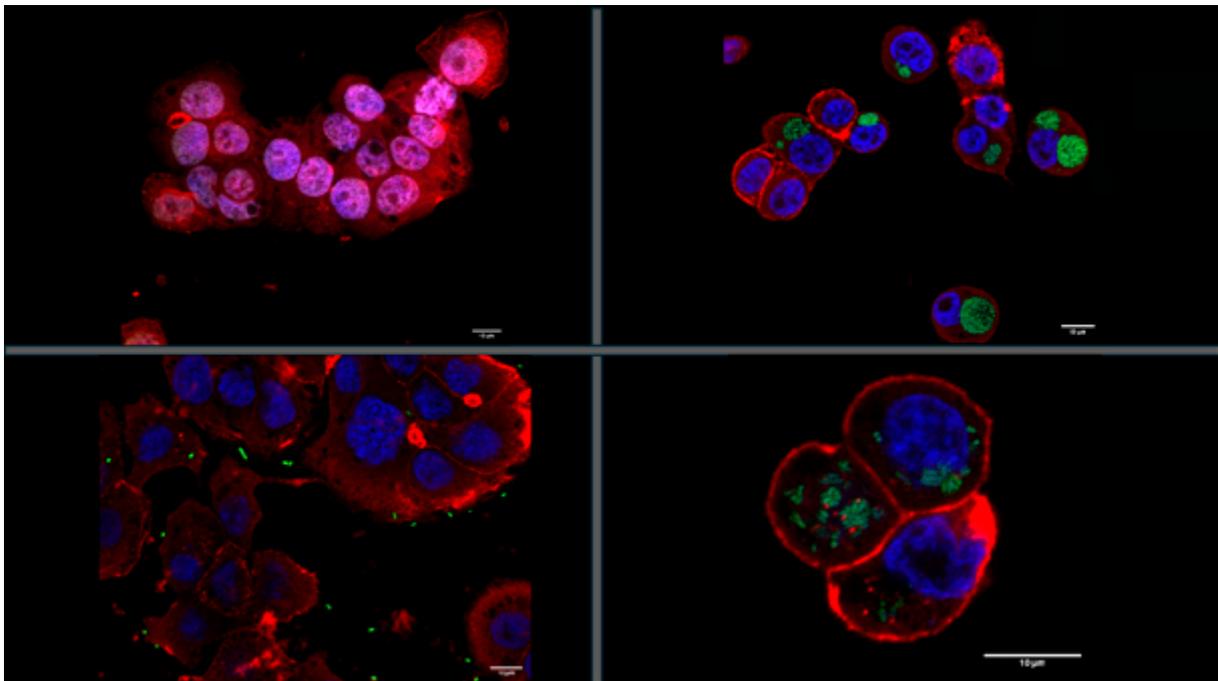


Figura 2: Imágenes representativas de células HT29-MTX-E12 infectadas con los diferentes mutantes de *Salmonella*. Células no infectadas (Control); células infectadas con WT (WT); células infectadas con Δ SPI-1 (Δ SPI-1); células infectadas con Δ SPI-2 (Δ SPI-2). El núcleo se muestra en azul (DAPI), el citoesqueleto de actina en rojo (faloidina) y las bacterias en verde (GFP). Las barras de escala representan 10 μ m.

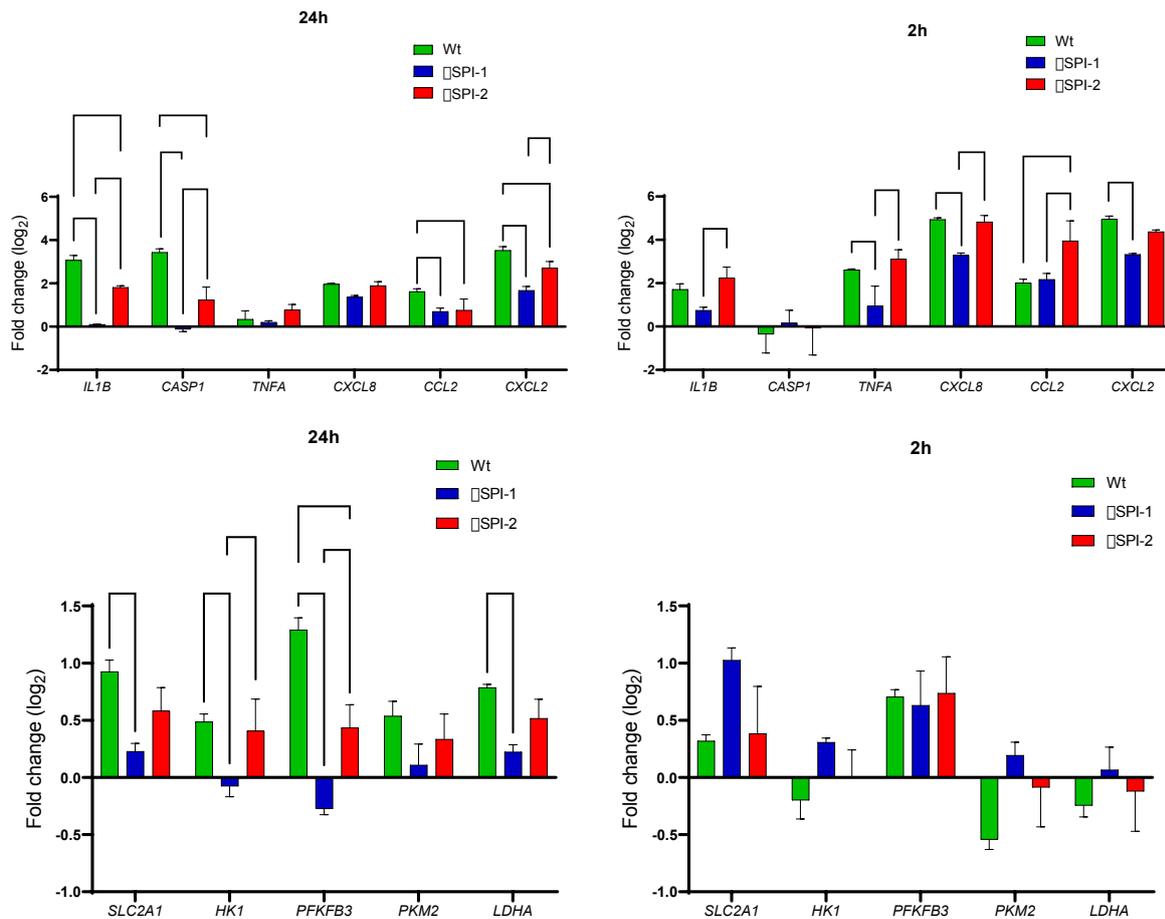


Figura 3: Estudio transcripcional de la expresión génica relacionada con la inflamación (A) y el metabolismo (B) de la célula infectada bajo infección por *Salmonella*. Se muestran los valores de relQs en log₂ calculados mediante el método $2^{-\Delta\Delta Ct}$ utilizando *HPRT* como gen de referencia para células infectadas WT, Δ SPI-1 y Δ SPI-2 a las 2h o 24 post-infección. Los valores de HT29-MTX-E12 no infectadas se utilizaron para la normalización de los datos. Los valores representados corresponden a la media aritmética para los valores relQs de cada gen, cuyo nombre se indica en la esquina superior izquierda en cada gráfico. Las diferencias estadísticamente significativas se indican como sigue: *, $p < 0.05$; **, $p < 0.01$; ***, $p < 0.001$; ****, $p < 0.0001$. Las barras de error designan el error estándar de la media (SEM).

Bibliografía

- [1] García-Feliz, C., Collazos, J. A., Carvajal, A., Vidal, A. B., Aladueña, A., Ramiro, R., de la Fuente, M., Echeita, M. A., & Rubio, P. (2007). *Salmonella enterica* infections in Spanish swine fattening units. *Zoonoses and public health*, 54(8), 294-300.
- [2] Datsenko, K. A., & Wanner, B. L. (2000). One-step inactivation of chromosomal genes in *Escherichia coli* K-12 using PCR products. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97(12), 6640-6645.
- [3] Zhao, S., Xu, Q., Cui, Y., Yao, S., Jin, S., Zhang, Q., Wen, Z., Ruan, H., Liang, X., Chao, Y., Gong, S., Sansonetti, P., Wei, K., Tang, H., & Jiu, Y. (2023). *Salmonella* effector SopB reorganizes cytoskeletal vimentin to maintain replication vacuoles for efficient infection. *Nature communications*, 14(1), 478.

- [4] Gschwandtner, M., Derler, R., & Midwood, K. S. (2019). More Than Just Attractive: How CCL2 Influences Myeloid Cell Behavior Beyond Chemotaxis. *Frontiers in immunology*, *10*, 2759.
- [5] Finucane, O. M., Sugrue, J., Rubio-Araiz, A., Guillot-Sestier, M. V., & Lynch, M. A. (2019). The NLRP3 inflammasome modulates glycolysis by increasing PFKFB3 in an IL-1 β -dependent manner in macrophages. *Scientific reports*, *9*(1), 4034.

Capítulo 8. Caracterización de factores de transcripción implicados en la infección de *Fusarium oxysporum*

Elisa Jiménez Jiménez

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. FACULTAD DE CIENCIAS.
DEPARTAMENTO DE GENÉTICA.

EDIFICIO GREGOR MENDEL, CAMPUS UNIVERSITARIO DE RABANALES, CÓRDOBA.

b92jjjie@uco.es

Resumen

Fusarium oxysporum es un hongo patógeno que causa marchitez vascular en diversas plantas, generando grandes pérdidas económicas a nivel mundial. Durante la infección, *F. oxysporum* emplea múltiples mecanismos de virulencia, incluyendo la secreción de compuestos para colonizar el tejido vascular, un proceso altamente regulado por Factores de Transcripción (TFs). Aunque cruciales, los TFs están poco estudiados en hongos, lo que limita nuestra comprensión de los mecanismos de virulencia. Este estudio se centró en la caracterización funcional de dos TFs codificados por los genes *FOXG_11153* y *FOXG_00543* en la cepa *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, patógeno del tomate, para correlacionar su función con mecanismos de virulencia.

Hemos comprobado que los mutantes nulos en *FOXG_11153* muestran deficiencias en crecimiento frente a agentes como calcoflúor (CFW), rojo congo (CR) y dodecilsulfato sódico (SDS), sugiriendo un papel en la integridad de la membrana. Las cepas complementadas recuperan el fenotipo silvestre, confirmando la importancia de *FOXG_11153*. Los mutantes en *FOXG_00543* exhiben solo resistencia ligera a CR y sensibilidad al estrés térmico. Finalmente, los ensayos de infección en plantas de tomate mostraron un retraso en los síntomas de marchitez y en la mortalidad en ambos mutantes nulos, en comparación con la cepa silvestre.

Fundamento y presentación de resultados

Fusarium es un género de hongos filamentosos ascomicetos en el que se encuentran multitud de especies fitopatógenas, que provocan pérdidas de cultivos de alto valor agronómico con consecuencias económicas graves [1]. Concretamente, *Fusarium oxysporum* es un patógeno del suelo que entra a las plantas a través de la raíz produciendo en ellas una enfermedad conocida como marchitez vascular [2].

El fundamento de este estudio se basa en esclarecer la función que tienen los factores de transcripción *FOXG_11153* y *FOXG_00543* en el organismo *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, patógeno de la planta del tomate. La virulencia en *F. oxysporum* es un rasgo poligénico, por lo que la regulación transcripcional, llevada a cabo por factores de transcripción (TFs) adquiere una gran importancia [3]. En estudios previos, aún sin publicar, se obtuvieron mutantes nulos en ambos genes, *FOXG_11153* y *FOXG_00543* (este último pendiente de caracterización molecular, realizada en este trabajo) y se estudiaron parcialmente.

En el presente trabajo, los ensayos de caracterización se han completado y se han obtenido cepas complementadas para ambos mutantes nulos, necesarias para poder atribuir que los fenotipos observados se deben exclusivamente a la eliminación del gen diana, en cada caso.

La elección de ambos genes radica en un experimento comparativo de ARNseq (Palos-Fernandez et al., sin publicar) en condiciones de cultivo axénico y de infección en raíces de tomate. Sorprendentemente, ambos genes aumentaron considerablemente su expresión en condiciones de infección. Nuestra hipótesis de partida se centra en poder correlacionar la función de estos TFs con mecanismos de virulencia del hongo. Para ello, los estudios funcionales efectuados incluyen caracterización en placa con diversos agentes generadores de distintos tipos de estrés, ensayos de hidrofobicidad o valoración de la infección en plantas de tomate.

La caracterización fenotípica referente a *FOXG_11153* se basó en los hallazgos de su ortólogo en *Metharizium roberstii*, MZB1 [4]. Nuestros mutantes nulos presentaron un crecimiento deficiente en el detergente SDS (Figura 1, izquierda), lo que indica una posible implicación en la integridad de la membrana celular. Además, también presentan sensibilidad a agentes perturbadores de la pared celular como el blanco de calcoflúor y el rojo Congo (Figura 1, derecha), lo que sugiere que este FT regula genes asociados a la estabilidad de la pared celular. Además, los mutantes nulos en dicho gen también presentaban una disminución de la hidrofobicidad superficial de las colonias. En lo referente al ensayo de estrés térmico, sería conveniente repetirlo para obtener resultados concluyentes (no mostrado).

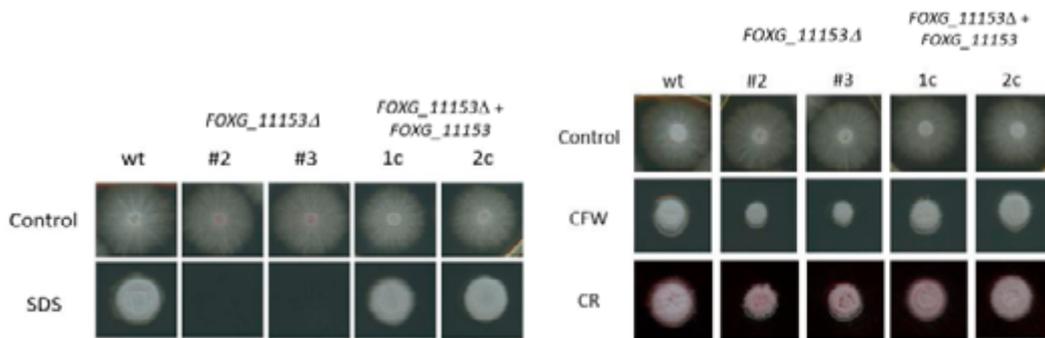


Figura 1. Efecto de SDS, CFW y CR en las distintas cepas de FOXG_11153.

Por otro lado, los mutantes nulos en *FOXG_00543* presentan un crecimiento menos intenso en presencia de SDS (Figura 2, izquierda) que la estirpe silvestre, lo que parece indicar que este FT afecta al estrés de membrana. Sin embargo, no presentan un fenotipo tan drástico en presencia de CFW y CR, aunque parece que en CR hay una ligera resistencia (no mostrado). En cuanto al estrés térmico (Figura 2, derecha), se observa un fenotipo diferencial por parte de los mutantes nulos en comparación con la estirpe silvestre y complementados.

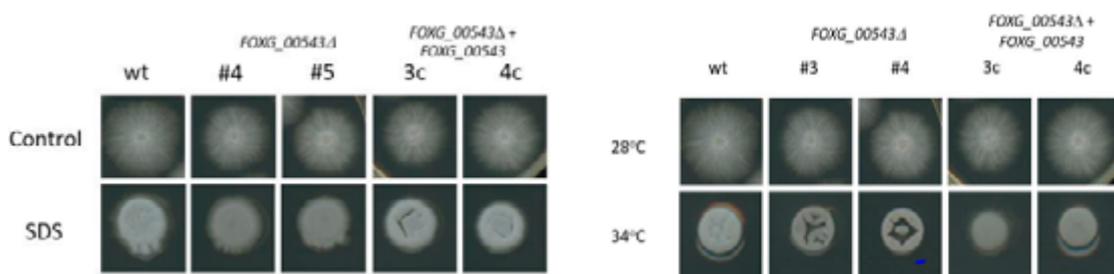


Figura 2. Efecto de SDS y del aumento de temperatura ben las distintas cepas de FOXG_11153.

Finalmente, en el ensayo de infección (Figura 3) de plantas de tomate se observó una disminución en la mortalidad en plantas infectadas con ambos mutantes nulos de ambos genes en comparación con las cepas silvestres. Estos ensayos deben de repetirse varias veces para validar los resultados, además de incluir complementados. De confirmarse, podríamos decir que la inactivación de *FOXG_11153* y *FOXG_00543* disminuye la virulencia de *Fol4287* tal y como habíamos pronosticado por los niveles de expresión de ambos TFs durante la infección de plantas. Todos los resultados obtenidos sugieren la participación de ambos factores de transcripción en mecanismos relacionados con la virulencia de *F. oxysporum*. De ser así, se podrían usar como genes diana para poder controlar el proceso infeccioso de este hongo en las plantas de tomate.

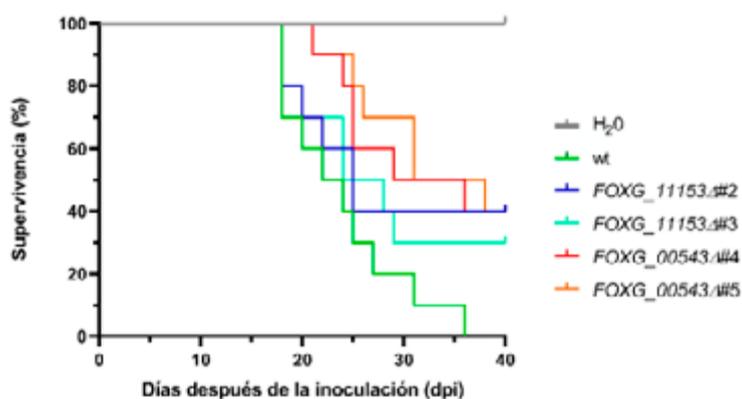


Figura 3. Representación del porcentaje de supervivencia de las plantas de tomate durante 40 días después de la inoculación.

Bibliografía

- [1] L.-J. Ma, D.M. Geiser, R.H. Proctor, A.P. Rooney, K. O'Donnell, F. Trail, *et al.*, *Fusarium Pathogenomics*, *Annu. Rev. Microbiol.* 67 (2013) 399-416.
- [2] M. Ortoneda, J. Guarro, M.P. Madrid, Z. Caracuel, M.I.G. Roncero, E. Mayayo, *et al.*, *Fusarium oxysporum* as a multihost model for the genetic dissection of fungal virulence in plants and mammals, *Infect. Immun.* 72 (2004) 1760-1766.
- [3] A. M. Husaini, A. Sakina, S.R. Cambay, Host-pathogen interaction in *Fusarium oxysporum* infections: where do we stand? *MPMI* 31 (2018) 889-898.
- [4] W. Huang, Y. Shang, P. Chen, K. Cen, C. Wang, Basic leucine zipper (bZIP) domain transcription factor MBZ1 regulates cell wall integrity, spore adherence, and virulence in *Metarhizium robertsii*, *J. Biol. Chem.* 290 (2015) 8218-8231.

Capítulo 9. Identificación de residuos críticos para la catálisis de ARP, la principal AP endonucleasa de *Arabidopsis thaliana* (L.)

Alberto León Vázquez

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. FACULTAD DE CIENCIAS.
DEPARTAMENTO DE GENÉTICA.
EDIFICIO GREGOR MENDEL, CAMPUS UNIVERSITARIO DE RABANALES, CÓRDOBA.
b02levaa@uco.es

Resumen

Los sitios abásicos (apurínicos/apirimidínicos, AP) son una de las lesiones más frecuentes en el ADN y su reparación es iniciada fundamentalmente por AP endonucleasas. Las principales AP endonucleasas humana (APE1) y de *Arabidopsis thaliana* (ARP) poseen además actividad 3'-5' exonucleasa. APE1 posee un bolsillo hidrofóbico, esencial para la catálisis enzimática, con tres residuos clave: F266, W280 y L282. ARP conserva parcialmente dicho bolsillo, reemplazando el residuo de fenilalanina (F266) por una tirosina (Y484). A pesar de la homología estructural y de secuencia entre APE1 y ARP, cada vez más evidencias apuntan a importantes diferencias entre ellas. El conocimiento sobre ARP es todavía muy limitado, por lo que es necesario profundizar en los mecanismos moleculares que expliquen dichas diferencias. En este trabajo, hemos analizado el papel del residuo Y484 de *Arabidopsis thaliana* en su actividad AP endonucleasa y 3'-5' exonucleasa. Los resultados obtenidos sugieren que la identidad del residuo Y484 es clave para las actividades AP endonucleasa y 3'-5' exonucleasa de ARP. La identidad y características del residuo no conservado, junto con otros residuos cercanos al bolsillo, pueden ser esenciales para el correcto funcionamiento de estas enzimas y explicaría, al menos en parte, algunas de las diferencias observadas entre estas dos enzimas.

Fundamento y presentación de resultados

Aunque el ADN es la molécula portadora de la información genética, su integridad está comprometida por factores endógenos y exógenos que pueden producir daños [1]. Una de las lesiones más habituales sufridas por las bases nitrogenadas es la rotura del enlace N-glicosídico que las une al esqueleto azúcar-fosfato generando un sitio abásico (apurínico o apirimidínico, AP). Los sitios abásicos son reparados fundamentalmente mediante la acción de AP endonucleasas durante la ruta de reparación por escisión de bases [2,3]. Las principales AP endonucleasas de humanos, APE1, y *Arabidopsis thaliana*, ARP, son enzimas multifuncionales, que poseen además actividad 3'-5' exonucleasa. Estudios realizados con AP endonucleasas humanas han permitido identificar residuos clave para la catálisis tanto de la actividad AP endonucleasa como exonucleasa, localizados en un bolsillo hidrofóbico, formado por los residuos F266, W280 y L282 en APE1 [4]. Estos residuos se encuentran parcialmente conservados en ARP [5], donde el residuo de fenilalanina ha sido reemplazado por una tirosina (Y484). Para analizar si el residuo

no conservado tiene un papel clave en la catálisis enzimática de ARP y si, además, podría explicar algunas de las diferencias observadas con APE1, se generaron versiones mutantes de ambas enzimas. En las proteínas APE1 F266Y y ARP Y484F, se intercambiaron los residuos de fenilalanina y tirosina, mientras que en la versión mutante ARP Y484C, se sustituyó la tirosina por cisteína. Posteriormente, se analizó el efecto de dichas mutaciones en la actividad AP endonucleasa empleando sustratos de ADN bicatenarios con un sitio abásico. Los resultados obtenidos demuestran que la sustitución del residuo de fenilalanina por tirosina, en APE1, o de tirosina por fenilalanina, en ARP, no tiene efectos significativos en la actividad AP endonucleasa de estas enzimas (Figura 1 A-B). Probablemente, debido a que tanto fenilalanina como tirosina son residuos hidrofóbicos con características parecidas, las propiedades del bolsillo se mantienen y, por tanto, no afecta a la actividad AP endonucleasa. Por el contrario, cuando se realizó la sustitución Y484C en ARP se observó una reducción drástica de la actividad AP endonucleasa (Figura 1B), lo que sugiere que la sustitución de un residuo hidrofóbico por otro polar cambia las características del bolsillo y esto podría dificultar la interacción de la enzima con el sustrato y provocar la disminución de la actividad AP endonucleasa.

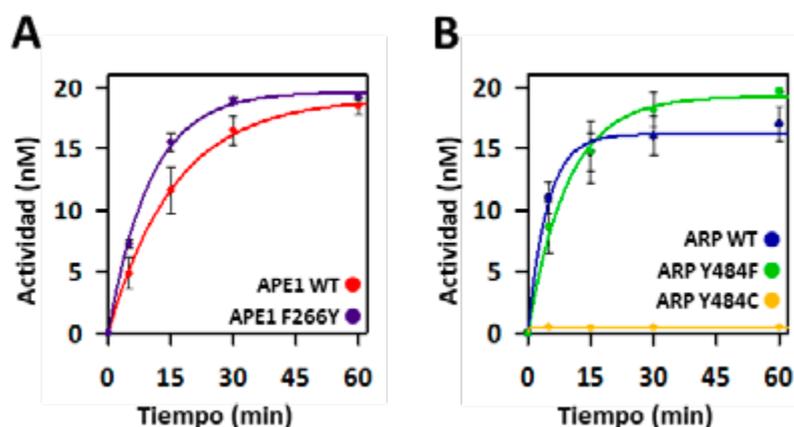


Figura 1. Actividad AP endonucleasa de las versiones silvestres y mutantes de APE1 y ARP. Actividad AP endonucleasa de APE1 WT (0,1 nM) y el mutante APE1F266Y (0,1 nM) (A) y ARP WT (5 nM) y los mutantes ARP Y484C (5 nM) y ARP Y484F (5 nM) (B) utilizando sustratos de ADN bicatenario con un sitio abásico.

Posteriormente, se analizó el efecto de las mutaciones realizadas en la actividad 3'-5' exonucleasa de ARP y APE1, empleando como sustrato un heterodúplex de ADN. Al igual que con la actividad AP endonucleasa, APE1 F266Y no presentó diferencias significativas con respecto a la versión WT, ni en la actividad total (Figura 2A) ni en la velocidad del procesamiento (Figura 2B). Estos resultados sugieren que la conservación de la naturaleza hidrofóbica del residuo mantiene las características del bolsillo y la actividad exonucleasa de APE1. Sin embargo, en el caso de ARP Y484F observamos una reducción de la actividad exonucleasa con respecto a ARP WT (Figura 2C). Cabe destacar que ARP Y484F posee un bolsillo idéntico al de APE1 y el nivel de nucleótidos totales liberados es similar, aunque si analizamos la cantidad del primer nucleótido liberado el procesamiento es muy diferente (Figura 2 B, D). Por lo tanto, aunque el bolsillo de ARP Y484F y de APE1 son idénticos hay diferencias importantes en el resto de la secuencia y que, por tanto, deben estar afectando a la conformación de la proteína, a la interacción con el sustrato y, en consecuencia, a su actividad. En el caso de ARP Y484C, al igual que con la actividad AP endonucleasa, se observa una reducción importante de la actividad exonucleasa (Figura 2C). Este resultado

contrasta con estudios realizados previamente con APE1, en los que la sustitución de la fenilalanina por cisteína producía un aumento de la actividad 3'-5' exonucleasa [4]. Estas diferencias pueden ser explicadas, no solo por diferencias en el resto de la secuencia proteica entre ARP y APE1, sino también por diferencias en los sustratos de ADN empleados en ambos estudios.

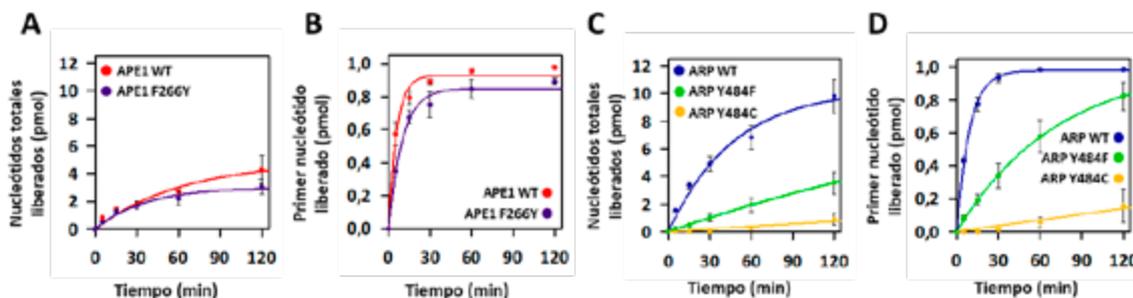


Figura 2. Actividad 3'-5' exonucleasa de las versiones silvestres y mutantes de APE1 y ARP. Nucleótidos totales liberados (pmol) de las distintas versiones de APE1 (A) y ARP (C) y primer nucleótido liberado (pmol) de las distintas versiones de APE1 (B) y ARP (D). Estos ensayos se realizaron empleando como sustrato un heterodúplex de ADN (20 nM) y una concentración de enzima de 40 nM

Bibliografía

- [1] Lindahl, T. (1993). Instability and decay of the primary structure of DNA. *Nature*, 362(6422), 709-715.
- [2] Nakamura, J., & Swenberg, J. A. (1999). Endogenous apurinic/aprimidinic sites in genomic DNA of mammalian tissues. *Cancer Research*, 59(11), 2522-2526.
- [3] David, S. S., & Williams, S. D. (1998). Chemistry of glycosylases and endonucleases involved in Base-Excision Repair. *Chemical Reviews*, 98(3), 1221-1262.
- [4] Hadi, M. Z. *et al.* (2002). Determinants in nuclease specificity of ape1 and ape2, human homologues of Escherichia coli exonuclease III. *Journal of Molecular Biology*, 316(3), 853- 866.
- [5] Guo, W. *et al* (2024). Structural insights into the catalytic mechanism of the AP endonuclease AtARP. *Structure*, 32(6), 780-794.e5.

Capítulo 10. Efecto de la temperatura en la interacción entre *Prochlorococcus* y *Synechococcus*

Claudia Moyano Bellido

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. FACULTAD DE CIENCIAS.
DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR.
EDIFICIO SEVERO OCHOA, CAMPUS UNIVERSITARIO DE RABANALES, CÓRDOBA.
b92mobec@uco.es

Resumen

Los géneros de picocianobacterias marinas *Prochlorococcus* y *Synechococcus* son los productores primarios más importantes de la Tierra [1]. Debido a la gran importancia ecológica de estos microorganismos, así como a la situación de crisis climática actual, el estudio de cómo las variaciones de temperatura afectan a las cianobacterias es de gran relevancia. En este trabajo se han caracterizado las respuestas a variaciones de temperatura e irradiancia por parte de *Synechococcus* sp. WH7803, WH8102, *Prochlorococcus* sp. MIT9313 y co-cultivos de estos dos últimos microorganismos. En el caso de *Synechococcus* sp. WH7803 se evaluaron los efectos de la temperatura analizándose cambios en crecimiento, morfología celular y contenido en biomoléculas (proteínas y ARN total, clorofila, carotenoides y ficoeritrina), mientras que sobre *Synechococcus* sp. WH8102 y *Prochlorococcus* sp. MIT9313 se evaluaron únicamente crecimiento y fluorescencia de pigmentos. Los efectos de la irradiancia sobre los co-cultivos se analizaron observando el crecimiento y la fluorescencia de pigmentos. Se observó que en *Synechococcus* sp. WH7803 un incremento de temperatura fue acompañado de un incremento de carotenoides y ARN, así como de una disminución de proteínas y tamaño celular. En el caso de *Synechococcus* sp. WH8102 hubo un aumento de crecimiento y fluorescencia al reducirse la temperatura, dándose lo contrario en el caso de *Prochlorococcus* sp. MIT9313. Para los co-cultivos se pudo ver que, independientemente del valor de irradiancia utilizado, *Synechococcus* sp. WH8102 presentaba una considerable ventaja frente a *Prochlorococcus* sp. MIT9313 en las condiciones de cultivo empleadas. Como objetivos futuros se plantea caracterizar el efecto de la temperatura en co-cultivos, así como el llevar a cabo estudios transcriptómicos y proteómicos.

Fundamento y presentación de resultados

En este trabajo se planteó como hipótesis inicial que un incremento de temperatura provocaría cambios fisiológicos sobre los géneros *Synechococcus* y *Prochlorococcus*, así como sobre sus interacciones. Para probar la anterior hipótesis, se estableció como objetivo caracterizar el efecto de la temperatura sobre cultivos individuales de *Synechococcus* sp. WH7803, WH8102 y *Prochlorococcus* sp. MIT9313, así como analizar los efectos de la irradiancia sobre co-cultivos de los dos últimos microorganismos. Para los co-cultivos se utilizaron *Synechococcus* sp. WH8102 y *Prochlorococcus* sp. MIT9313 puesto que ambas

son cianobacterias oligotróficas que comparten hábitat en el océano. Las temperaturas seleccionadas para este estudio fueron 24 y 27 °C ya que esta diferencia de 3 °C es un cambio que podría darse en la temperatura de los océanos fruto del cambio climático. En el caso de la irradiancia se eligió como high light (HL) una intensidad lumínica de 11-14 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, mientras que como low light (LL) se tomó una de 7-8 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Estos valores de irradiancia se seleccionaron puesto que son aquellos a los que los cultivos de estudio se encontraban ya previamente adaptados, siendo además la diferencia entre LL y HL suficiente para observar cambios en la fisiología de los microorganismos de estudio.

En los cultivos individuales se analizó la forma en que la temperatura afectaba a la proliferación mediante la elaboración de curvas de crecimiento, tomándose valores de absorbancia en un periodo de 14 días (midiéndose los valores de absorbancia específicos de cada uno de los microorganismos, así como un valor general referido a la turbidez del cultivo). Se realizaron de manera adicional durante este tiempo escaneos de absorbancia, así como medidas de fluorescencia de pigmentos, tanto de clorofila como de ficoeritrina. En el caso particular de *Synechococcus* sp. WH7803 se determinaron además los efectos de la temperatura en el tamaño celular (empleándose para ello microscopía electrónica de transmisión (MET)), el contenido total de ARN y proteínas (llevándose primeramente a cabo extracciones y posteriormente cuantificaciones, en el caso del ARN por absorbancia y en el de las proteínas por el método de Bradford [2]), y finalmente en el contenido total de los pigmentos clorofila, ficoeritrina y carotenoides.

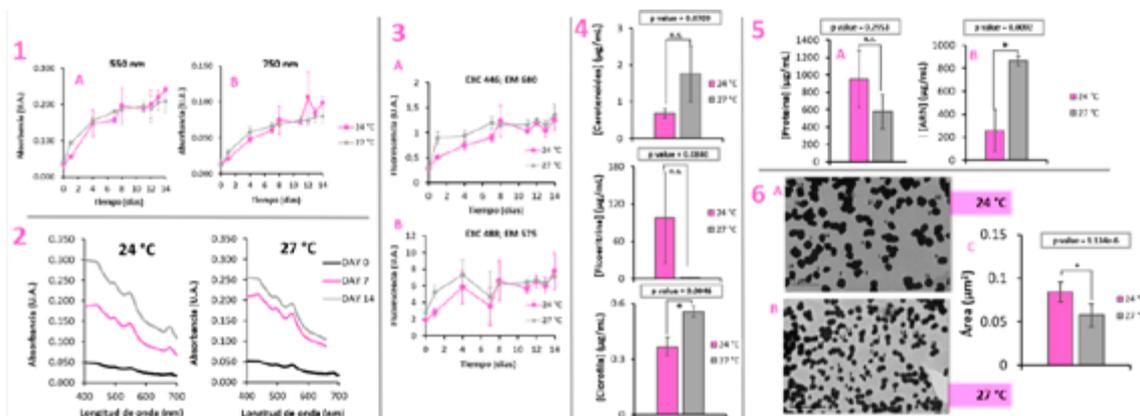


Figura 1. Efectos de las temperaturas 24 y 27 °C sobre *Synechococcus* sp. WH7803. 1: Efecto sobre el crecimiento. Se tomaron valores específicos (A) y generales (B) de absorbancia. 2: Espectro de absorbancia de células a través del tiempo. 3: Efecto sobre la fluorescencia de la clorofila (A) y ficoeritrina (B). 4: Efecto sobre la concentración de diferentes pigmentos. 5: Efecto en las concentraciones de proteína (A) y ARN (B). 6: Efecto en la morfología celular. Se muestran imágenes obtenidas por medio de TEM de células mantenidas a 24 (A) y 27 °C (B), así como el área media de estas células (C). t-test (n.s. = $p > 0,05$, * = $p < 0,05$).

Para los co-cultivos de *Synechococcus* sp. WH8102 y *Prochlorococcus* sp. MIT9313 se determinaron los efectos de la variación de irradiancia mediante la elaboración de curvas de crecimiento, así como un escaneo de absorbancia total de las células y valores de fluorescencia de clorofila y ficoeritrina.

En el caso de *Synechococcus* sp. WH7803 (Figura 1) se determinó que, si bien el intervalo de 3 °C seleccionado no afectó en gran medida al crecimiento, o a la fluorescencia de pigmentos, sí que influyó sobre otros parámetros: un incremento de temperatura fue acompañado de un incremento de carotenoides y ARN, así como de una disminución de proteínas y tamaño celular. De la misma forma, a 27 °C hubo un incremento significativo de clorofila.

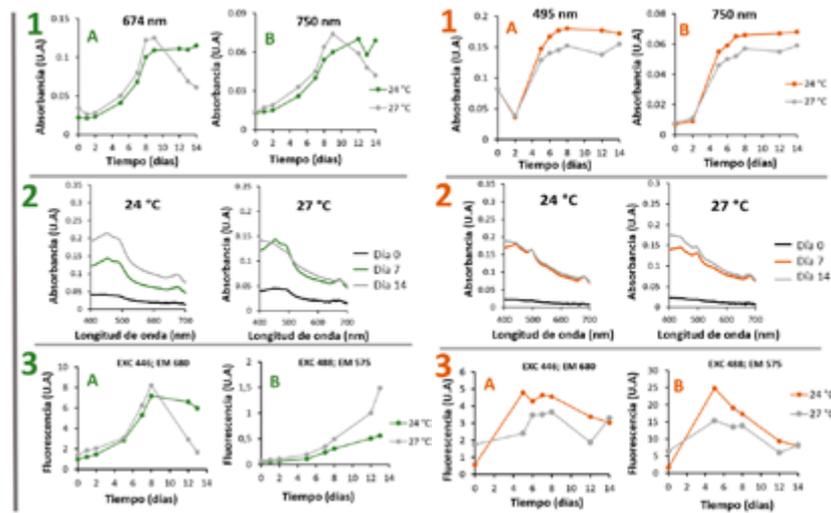


Figura 2. Efectos de las temperaturas 24 y 27 °C sobre *Synechococcus* sp. WH8102 y *Prochlorococcus* sp. MIT9313. 1: Efectos sobre el crecimiento. Se tomaron valores específicos (A) y generales (B) de absorbancia. 2: Espectro de absorbancia de células completas a través del tiempo. 3: Efectos sobre la fluorescencia de la clorofila (A) y ficocitrina (B).

En los cultivos individuales de *Synechococcus* sp. WH8102 y *Prochlorococcus* sp. MIT9313 (Figura 2) se observó que los resultados obtenidos fueron opuestos, ya que en el caso del primer microorganismo el crecimiento y fluorescencia de pigmentos incrementó al disminuir la temperatura, mientras que en el caso del segundo microorganismo estos aumentaron al incrementarse.

Finalmente, en el caso de los co-cultivos (Figura 3) se pudo observar que independientemente de las condiciones de irradiancia en la que se dispusiesen estos, *Synechococcus* sp. WH8102 presentó una significativa ventaja (reflejada en una mayor proliferación) que *Prochlorococcus* sp. MIT9313.

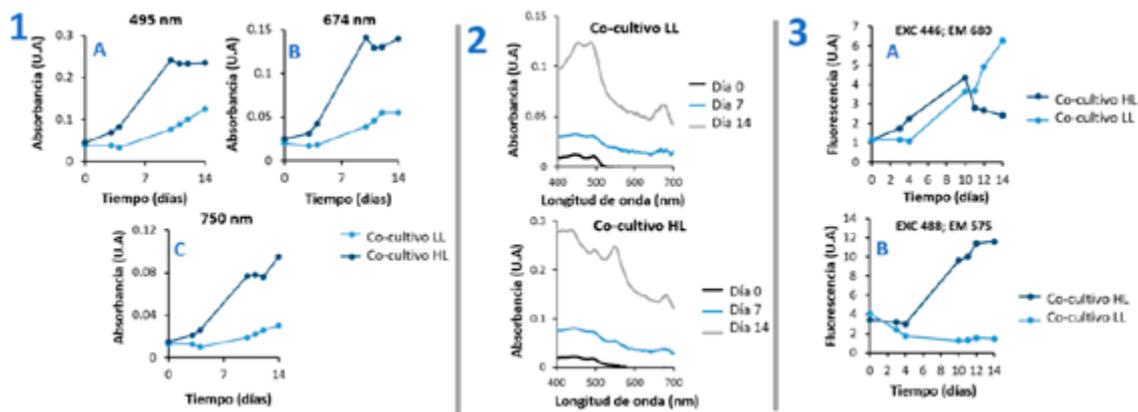


Figura 3. Efectos de la irradiancia en un co-cultivo de *Synechococcus* sp. WH8102 y *Prochlorococcus* sp. MIT9313. 1: Efecto en el crecimiento. Se tomaron valores específicos (A, B) y generales (C) de absorbancia. 2: Efecto en el espectro de absorbancia. 3: Efecto en la fluorescencia de la clorofila (A) y ficocitrina (B).

Debido a la distribución que *Synechococcus* presenta actualmente, y a su conocido grado de adaptabilidad, se ha predicho un incremento en las poblaciones de *Synechococcus* ante el aumento global de las temperaturas [3]. En este trabajo se ha podido comprobar lo dicho anteriormente, tanto en condiciones

de cultivo individual como en condiciones de co-cultivo, viéndose que el género *Synechococcus* presenta una gran capacidad de adaptabilidad ante las variaciones tanto de temperatura, como de irradiancia. A pesar de lo dicho anteriormente referido al género *Synechococcus* se estima también que fruto del aumento de las temperaturas aparecerán otros ecotipos de *Prochlorococcus* en ecosistemas que se tornen más oligotróficos fruto del calentamiento global [4].

En este trabajo se ha observado que pequeñas variaciones en factores abióticos como la temperatura y la irradiancia tienen la capacidad de inducir cambios fisiológicos sobre *Synechococcus* y *Prochlorococcus*. Estas posibles alteraciones fruto del cambio climático podrían afectar al equilibrio existente en los océanos, lo cual resulta alarmante, principalmente por lo que esto podría suponer para los ciclos biogeoquímicos y la integridad de los ecosistemas.

Bibliografía

- [1] Díez, J. *et al.* Regulatory and metabolic adaptations in the nitrogen assimilation of marine picocyanobacteria. *FEMS Microbiol. Rev.* 47, 1-23 (2023).
- [2] Bradford, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72, 248-254 (1976).
- [3] Callieri, C. *Synechococcus* plasticity under environmental changes. *FEMS Microbiology Letters*, 364 (23), 1-8 (2017).
- [4] Babić, I. *et al.* Distribution and diversity of marine picocyanobacteria community: Targeting of *Prochlorococcus* ecotypes in winter conditions (southern Adriatic Sea). *Marine Genomics*, 36, 3-11 (2017).

Capítulo 11. Desregulación del ARN exosoma en la progresión del carcinoma hepatocelular

Rafael Jesús Nieto Santiago

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. FACULTAD DE CIENCIAS.
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA CELULAR, FISIOLOGÍA E INMUNOLOGÍA.
HOSPITAL UNIVERSITARIO REINA SOFÍA, EDIFICIO IMIBIC, AV. MENÉNDEZ PIDAL, CÓRDOBA.
b02nisar@uco.es

Resumen

El carcinoma hepatocelular (CHC) es el cáncer de hígado más común, caracterizado por presentar una alta mortalidad y quimiorresistencia, debido a su detección tardía y complejidad biológica. Algunas maquinarias de maduración del ARN, como el splicing, han sido descritas en el CHC. Sin embargo, otras maquinarias de procesamiento y degradación del ARN, como el ARN exosoma, aún no han sido estudiadas en esta enfermedad.

En este trabajo, se ha estudiado la desregulación del ARN exosoma en la carcinogénesis del CHC, explorando el papel de la proteína ZFC3H1, esencial en dicha maquinaria. Los resultados mostraron que ZFC3H1 está sobreexpresada en diversas cohortes de CHC, asociándose a una peor supervivencia. Además, su sobreexpresión se relacionó al enriquecimiento de diversas funciones celulares como la regulación del ciclo celular, la homeostasis proteica y la reparación del ADN. Por último, el estudio *in vitro* de distintos ensayos funcionales en células Hep3b tras el silenciamiento de ZFC3H1 proporcionaron información valiosa sobre su importancia en el CHC, sugiriendo su potencial en el diagnóstico, pronóstico y tratamiento de esta enfermedad.

Fundamento y presentación de resultados

El hepatocarcinoma o carcinoma hepatocelular (CHC) es el tumor primario de hígado más frecuente, siendo el sexto cáncer más común y el cuarto más mortal en la población global [1]. La principal causa de CHC es la presencia de una patología hepática preexistente, predominantemente cirrosis. Además, se pueden destacar factores de riesgo como la infección por el virus de la hepatitis B (VHB) o C (VHC), el consumo crónico de alcohol o la esteatohepatitis asociada a disfunción metabólica (MASH) [2].

Para realizar la valoración pronóstica de la enfermedad y seleccionar el tratamiento óptimo, se utiliza preferentemente el sistema *Barcelona Clinic Liver Cancer* (BCLC), que clasifica al paciente en cinco estadios (0, A, B, C y D). Los principales tratamientos para el CHC son tratamientos quirúrgicos como la resección o el trasplante hepático, terapias locorregionales como la ablación o la quimioembolización, y tratamientos sistémicos como la quimioterapia [2].

Diversos estudios han destacado ciertos genes que se encuentran frecuentemente mutados en el CHC, como *TERT*, *TP53* o *CTNNB1* [1,2]. Además, maquinarias celulares de procesamiento del ARN

como el splicing se han visto desreguladas en el CHC [3]. Sin embargo, la maquinaria del ARN exosoma, encargada del procesamiento y degradación de la mayor parte de ARN celular, aún no se ha estudiado en esta enfermedad. El ARN exosoma está compuesto por un complejo multiproteico catalítico y un conjunto de cofactores que proporcionan los sustratos de ARN de manera específica al complejo [4]. La proteína ZFC3H1 compone uno de sus cofactores principales, PAXT, que permite el procesamiento de ARN poliadenilados [5]. Sin embargo, también decide el destino de las moléculas de ARN (retención en núcleo o exportación al citoplasma) debido a que compite por la unión a dichas moléculas con los factores de exportación [6].

La hipótesis de partida de este trabajo es que la desregulación del ARN exosoma está involucrada en la carcinogénesis del CHC, por lo que presenta un alto potencial para su diagnóstico, pronóstico y tratamiento. Para contrastar dicha hipótesis, se estableció el objetivo principal de caracterizar el papel que cumple la proteína ZFC3H1 en el CHC, para posteriormente definir los objetivos específicos de analizar su expresión y asociación a parámetros clínicos en cohortes de CHC, identificar su potencial para el pronóstico y diagnóstico y realizar una caracterización funcional de su silenciamiento en líneas celulares de CHC.

Los resultados de este estudio fueron, en primer lugar, un aumento significativo de la expresión de ZFC3H1 en muestras tumorales con respecto a las muestras control en las dos cohortes retrospectivas y en seis de las nueve cohortes de ARN *in silico* analizadas, así como en una cohorte de proteína *in silico* adicional. Además, esta sobreexpresión se asociaba a parámetros como la invasión microvascular, el grado de diferenciación y la supervivencia.

Por otra parte, se realizó un análisis de enriquecimiento usando las bases de datos *Hallmark* y KEGG. Este análisis mostró que diversas rutas involucradas en distintos procesos celulares, como el ciclo celular, la homeostasis proteica, la reparación del ADN y el procesamiento del ARN, estaban enriquecidas a consecuencia de la sobreexpresión de ZFC3H1.

Por último, se realizaron ensayos funcionales de proliferación, formación de colonias y formación de tumorosferas en la línea celular de CHC denominada Hep3b, tras llevar a cabo el *knock-down* de ZFC3H1 mediante ARN de interferencia (siRNA). El ensayo de proliferación no mostró cambios significativos en la capacidad proliferativa de las células silenciadas con respecto a las células control (*Scramble*). En cambio, se produjo una reducción significativa en el número de colonias y en el área media de las tumorosferas en las células silenciadas con respecto a las células *Scramble*. En conjunto, estos resultados parecen sugerir que la proteína ZFC3H1 podría estar involucrada en la actividad *stem cell* de las células tumorales.

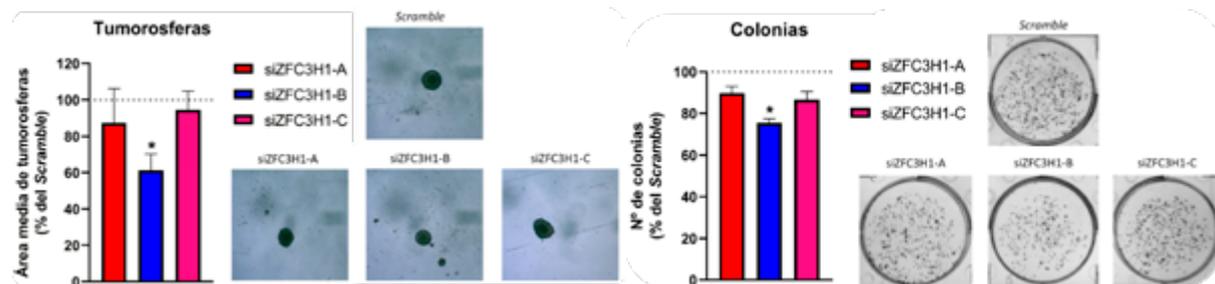


Figura 1: Resultados de los ensayos funcionales con cambios significativos. (A) Ensayo de formación de colonias. p -value < 0,05 (*). (B) Fotografías de las colonias teñidas con cristal violeta al cabo de 8 días de ser sembradas. (C) Ensayo de formación de tumorosferas. p -value < 0,05 (*). (D) Fotografías de las tumorosferas tomadas al microscopio al cabo de 8 días de ser sembradas.

Por lo tanto, los resultados parecen apoyar la hipótesis de partida, ya que existe una consistente sobreexpresión de ZFC3H1 en las distintas cohortes analizadas y se asocia a diversos parámetros clínicos, dicha sobreexpresión promueve la alteración de diversas rutas celulares, y su silenciamiento génico parece reducir las capacidades de supervivencia, autorrenovación y tumorigénesis de las células tumorales.

Bibliografía

- [1] D. Serraino, L. Fratino, P. Piselli, in: G. M. Ettore (Eds.), *Hepatocellular Carcinoma*, Springer, Cham, 2023, p. 3-9.
- [2] J. M. Llovet, R. K. Kelley, A. Villanueva, A. G. Singal, E. Pikarsky, S. Roayaie, R. Lencioni, K. Koike, J. Zucman-Rossi, R. S. Finn, *Hepatocellular Carcinoma*, *Nature Reviews Disease Primers*, 7 (2021).
- [3] N. Hermán, J. L. López-Cánovas, M. del Rio-Morenos, V. Amado, M. de la Mata, M. Rodríguez-Peralvarez, R. M. Luque, M. D. Gahete, *Endocrine Abstracts* (2022).
- [4] M. Schmid, T. H. Jensen, The Nuclear RNA Exosome and Its Cofactors, *Advances in Experimental Medicine and Biology*, Springer, 1203 (2019) 113-132.
- [5] K. Ogami, H. I. Suzuki, Nuclear RNA exosome and pervasive transcription: dual sculptors of genome function, *International Journal of Molecular Sciences*, MDPI, 22 (2021).
- [6] T. Silla, E. Karadoulama, D. Makosa, M. Lubas, T. H. Jensen, The RNA Exosome Adaptor ZFC3H1 Functionally Competes with Nuclear Export Activity to Retain Target Transcripts, *Cell Reports*, 23 (2018) 2199-2210.

Capítulo 12. Síntesis y estudio de materiales basados en estaño para su desempeño en tecnologías de almacenamiento de energía

Omar Saad Molina, Juan Luis Gómez Cámer, Almudena Benítez de la Torre

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. FACULTAD DE CIENCIAS.
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA INORGÁNICO E INGENIERÍA QUÍMICA.
EDIFICIO MARIE CURIE, CAMPUS UNIVERSITARIO DE RABANALES, CÓRDOBA.
q92samoo@uco.es

Resumen

El presente trabajo científico se centra en la síntesis de partículas de fosforo de estaño (Sn_4P_3) recubiertas de carbono como material con propiedades de electrodo negativo en tecnologías tanto de litio-ion como de sodio-ion, debido a su capacidad de reaccionar con una gran cantidad de estos iones alcalinos hasta alcanzar una capacidad teórica de 1230 mAh g^{-1} .

Se han diseñado varias rutas de síntesis de un material intermedio basado en partículas de estaño recubiertas de carbono, de las cuales se tomó el material óptimo para llevar a cabo el posterior paso solvotermal obteniendo así el material objetivo.

La estrategia de síntesis se ha basado en diseñar varias rutas para obtener un producto intermedio de partículas de estaño, y la posterior fosfuración a través de un método solvotermal, alcanzando así el objetivo de este trabajo.

Los materiales preparados fueron caracterizados química y estructuralmente mediante diversas técnicas para examinar las diferencias más relevantes en cuanto a sus propiedades químicas, texturales y morfológicas. En base a los resultados obtenidos se optimizaron los parámetros de síntesis con el fin de cumplir el objetivo de preparar partículas de materiales basados en estaño.

Finalmente se realizaron varios estudios electroquímicos con el fin de observar el comportamiento del material como ánodo en sistemas de almacenamiento de energía como condensadores o baterías de litio-ion o sodio-ion.

Fundamento y presentación de resultados

Debido al aumento poblacional y al consecuente aumento de la demanda energética, se ha alcanzado una situación crítica con respecto a las emisiones de gases de efecto invernadero. Dentro de este marco se ha dado un aumento de las energías de origen renovable, las cuales no presentan emisiones de gases. La principal limitación de estos sistemas de producción energética es la naturaleza intermitente y no controlable de su producción, debido a su dependencia de las condiciones climatológicas, lo que conlleva a la no optimización de estos procesos. Aquí es donde los sistemas avanzados de almacenamiento energético juegan un papel clave.[1]

Dentro de la multitud de estudios en este campo, destacan entre otros los que se centran en el desarrollo de nuevos materiales para sistemas de baterías de litio ion (Li-ion) y de sodio ion (Na-ion) siendo este último el más interesante debido a su mayor abundancia y menor coste.[2] Este trabajo se centra en el estudio y optimización de un material anódico que pueda trabajar en sistemas de Na-ion, debido a que el ánodo típico en los sistemas Li-ion no es compatible con estos. Nos enfocamos en la síntesis y caracterización del fosforo de estaño Sn_4P_3 para su uso en sistemas de Li-ion y Na-ion, el interés de este material nace en su valor de capacidad específica teórica de 1132 mAh g^{-1} en sistemas Na-ion y de 1230 mAh g^{-1} en sistemas Li-ion, siendo entre 3 y 4 veces mayor a la que presenta el ánodo clásico de grafito en sistemas de Li-ion. La principal desventaja que puede presentar este material y todos los de la familia de ánodos de aleación es el cambio volumétrico que sufre al darse la entrada y salida del ion alcalino.[3, 4] Para evitar el estrés que produce este cambio volumétrico y las posibles desconexiones de material se propone diseñar partículas submicrométricas de fosforo de estaño con recubrimiento carbonoso para aliviar los problemas anteriormente mencionados, además de esto el tener partículas de menor tamaño permite el trabajo a mayores valores de corriente, lo que conllevaría la posibilidad de cargar y descargar el sistema a mayor velocidad.[5, 6]

Durante el trabajo se realizaron diferentes síntesis de partículas submicrométricas de estaño con recubrimiento carbonoso, que se usaron como material intermedio, después de la selección del método de síntesis adecuado se realizó el proceso de fosforación produciendo así el material objetivo.

Tras el estudio completo tanto químico, como textural y morfológico, se dedujo que el mejor método de síntesis para el compuesto intermedio era el basado en un proceso hidrotermal. Tras esto se le realizó un proceso solvotermal para adicionar el fósforo y obtener así las partículas de fosforo de estaño con recubrimiento carbonoso.

Finalmente se prepararon electrodos usando el material objetivo como material activo y se estudió su comportamiento electroquímico en sistemas Li-ion tanto a velocidades de carga y descarga típicas de baterías, como típicas de condensadores. Las pruebas electroquímicas realizadas en sistemas de Li-ion presentan altos valores de capacidad específica de 900 mAh g^{-1} en los primeros ciclos a densidades de corriente de $C/10$. El material presenta buen comportamiento a altos valores de corriente como $10C$, velocidades cercanas a sistemas de condensadores híbridos, presentando 200 mAh g^{-1} de capacidad específica. Finalmente se realizó un estudio preliminar en sistemas de Na-ion presentando valores cercanos en los primeros ciclos a los exhibidos en el sistema estudiado de Li-ion.

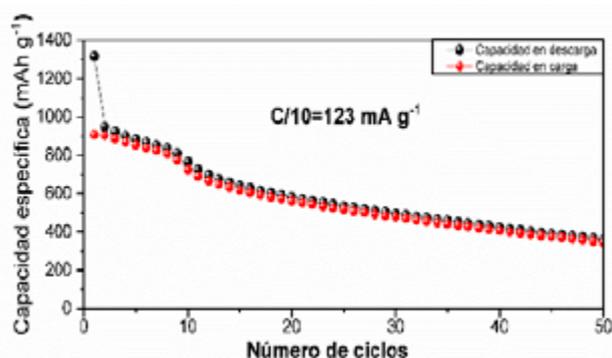


Figura 1: Ciclaje prolongado a corriente típica de baterías

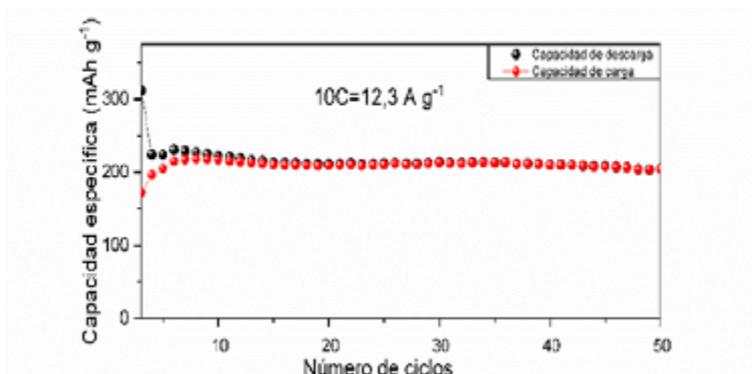


Figura 2: Ciclaje prolongado a corriente típica de condensadores híbridos

Adicionalmente, se llevó a cabo un estudio preliminar en sistemas de Na-ion presentando valores cercanos en los primeros ciclos de carga/descarga a los exhibidos en el sistema de Li-ion estudiado previamente. Aunque el material presenta menor tamaño de partícula que los descritos en literatura su actuación en sistemas metal-ion no presenta la estabilidad esperada.[7] Por lo que para continuar con su estudio se propone enfocarse en la optimización de la estructura y grosor del recubrimiento carbonoso.

Bibliografía

- [1] Yang, Y.; Bremner, S.; Menictas, C.; Kay, M. Battery Energy Storage System Size Determination in Renewable Energy Systems: A Review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2018, 91, 109-125, doi:10.1016/j.rser.2018.03.047.
- [2] Nobuhara, K.; Nakayama, H.; Nose, M.; Nakanishi, S.; Iba, H. First-Principles Study of Alkali Metal-Graphite Intercalation Compounds. *J. Power Sources* 2013, 243, 585-587, doi:10.1016/j.jpowsour.2013.06.057.
- [3] Palacín, M.R. Recent Advances in Rechargeable Battery Materials: A Chemist's Perspective. *Chem. Soc. Rev.* 2009, 38, 2565-2575, doi:10.1039/B820555H.
- [4] Lao, M.; Zhang, Y.; Luo, W.; Yan, Q.; Sun, W.; Dou, S.X. Alloy-Based Anode Materials toward Advanced Sodium-Ion Batteries. *Adv. Mater.* 2017, 29, 1700622, doi:10.1002/adma.201700622.
- [5] Choi, J.; Kim, W.-S.; Kim, K.-H.; Hong, S.-H. Sn₄P₃-C Nanospheres as High Capacitive and Ultra-Stable Anodes for Sodium Ion and Lithium Ion Batteries. *J. Mater. Chem. A* 2018, 6, 17437-17443, doi:10.1039/C8TA05586F.
- [6] Gómez-Cámer, J.L.; Arnaiz, M.; Rojo, T.; Ajuria, J. Novel Lithium-Ion Capacitor Based on Tin Phosphide and Olive Pit Derived Activated Carbon. *J. Power Sources* 2019, 434, 226695, doi:10.1016/j.jpowsour.2019.226695.
- [7] Luis Gómez-Cámer, J.; Larramendi, I.R. de; Enterría, M.; Lozano, I.; Acebedo, B.; Bordeau, D.; Ortiz-Vitoriano, N. Alternative Anodes for Na-O₂ Batteries: The Case of the Sn₄P₃ Alloy. *J. Mater. Chem. A* 2022, 10, 2398-2411, doi:10.1039/D1TA07096G.

Capítulo 13. Una visión geométrica de la teoría gravitatoria de Newton-Cartan

Jose Torrente Teruel

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. FACULTAD DE CIENCIAS.
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS.
EDIFICIO ALBERT EINSTEIN, CAMPUS UNIVERSITARIO DE RABANALES, CÓRDOBA.
jtorrente@uco.es

Resumen

En esta comunicación se estudian los espaciotiempos galileanos como una formulación geométrica de gravedad de Newton-Cartan. Estos constituyen *de facto* la teoría gravitatoria más cercana a nuestra intuición física. Se definen los conceptos básicos de evento, reloj absoluto, espacio absoluto y observador (curva temporal unitaria). Para incluir dinámica a este marco teórico, el principio de inercia se codifica mediante una conexión afín, la conexión galileana. Esta se determina por una fórmula 'à la Koszul' fijado un campo de observadores. A partir de un nuevo modelo cosmológico no-relativista conocido como espaciotiempos galileanos Twisted, se estudia el comportamiento de los observadores en caída libre y se muestran las trayectorias gráficamente. Finalmente, la completitud de estas trayectorias queda asegurada bajo condiciones geométricas.

Fundamento y presentación de resultados

La teoría de la gravedad de Newton fue introducida por E. Cartan a principios del siglo XX [1] y recibió una atención significativa por parte de la comunidad científica en la segunda mitad del siglo, cuando se demostró que la teoría de Newton-Cartan es un límite de la Relatividad General y que las partículas en caída libre se describen mediante curvas geodésicas de ciertas conexiones [2]. Esta formulación covariante muestra que la gravedad newtoniana comparte aspectos fundamentales con la Relatividad General y establece una relación dinámica entre la materia y el espaciotiempo [3]. A finales del siglo XX, surgieron numerosas aplicaciones físicas, como puede ser la Cosmología no relativista [4]. A partir de estas, se desarrollan nuevos modelos geométricos, como los espaciotiempos galileanos de Robertson-Walker generalizados [5] o los espaciotiempos galileanos Twisted [6] (que serán definidos más abajo).

Sea M una variedad diferenciable de dimensión $(n + 1)$. Como es habitual, M se supone conexa, Hausdorff y paracompacta. Un espaciotiempo leibniziano [7] es una tríada (M, Ω, g) , donde

- Ω 1-forma diferenciable que no se anula, $\Omega(p) \neq 0$ para cada $p \in M$, que define una n -distribución $An\Omega := \{v \in TM : \Omega(v) = 0\}$,
- $g : \Gamma(An\Omega) \times \Gamma(An\Omega) \rightarrow \mathbb{R}$ métrica definida positiva sobre las secciones de $An\Omega$, $\Gamma(An\Omega) = \{V \in \Gamma(TM) : \Omega(V(p)) = 0, \forall p \in M\}$.

Dado un espaciotiempo leibniziano (M, Ω, g) , los puntos $p \in M$ se denominan eventos. Si $p \in M$, $\Omega(p)$ se conoce como el reloj absoluto en p y $(An(\Omega p), g_p)$ se denomina el espacio absoluto en p . Un vector tangente $v \in T_p M$ se dice que es espacial (resp. temporal) si $\Omega(v)=0$ (resp. $\Omega(v) \neq 0$). Además, un vector temporal v apunta hacia el futuro (resp. pasado) si $\Omega(v) > 0$ (resp. $\Omega(v) < 0$).

Un observador es una curva diferenciable $\gamma : I \subseteq \mathbb{R} \rightarrow M$, I un intervalo, tal que su velocidad es un vector temporal hacia el futuro unitario. El parámetro $s \in I$ es el tiempo propio del observador γ . Un campo de observadores $Z \in \Gamma(TM)$ es un campo de vectores cuyas curvas integrales son observadores, i.e., $\Omega(Z) = 1$.

Las trayectorias de las partículas (relativistas o no) se consideran geodésicas temporales. Para darle un significado físico completo a un espaciotiempo leibniziano, se debe incluir el principio de inercia a través de una conexión afín ∇ . Esta se asume compatible con el reloj Ω y espacio absolutos $(An\Omega, g)$, es decir, con la estructura leibniziana. Cualquier ∇ de este tipo se llama una conexión galileana y la tupla (M, Ω, g, ∇) se conoce como un espaciotiempo galileano. Desde un punto de vista físico, se suele elegir una conexión simétrica, $Tor(\nabla)=0$, ya que está determinada por las geodésicas asociadas. En tal caso, se tiene $d\Omega=0$.

Por otro lado, dado un espaciotiempo galileano (M, Ω, g, ∇) y un campo de observadores $Z \in \Gamma(TM)$, es conocido que la conexión Galileana ∇ se puede caracterizar mediante el campo Z . El campo gravitatorio inducido por ∇ en Z es $G=\nabla_Z Z$ y, de manera similar, la vorticidad o campo de Coriolis es la 2-forma $\omega=Rot(Z)/2$. Se tiene una biyección $\nabla \rightarrow (G, \omega)$ que se conoce como fórmula 'à la Koszul' (véase [7, Cor. 28]).

En particular, un observador γ está en caída libre cuando es una curva geodésica, lo que equivale a $\nabla_{\dot{\gamma}} \dot{\gamma}=0$. En coordenadas locales $(U, (t, x^i))$, $\gamma = (t, x^i(t))$ está en caída libre si y solo si

$$\begin{aligned} \frac{d^2 x^k}{dt^2} + \frac{1}{2} \sum_{i,j,l=1}^n (g^{kl} \circ \gamma) (\partial_j g_{il} + \partial_i g_{jl} - \partial_l g_{ij}) \circ \gamma \cdot \frac{dx^i}{dt} \frac{dx^j}{dt} \\ = -G^k \circ \gamma - \sum_{i,l=1}^n (g^{kl} \circ \gamma) (\partial_t g_{il} \circ \gamma) \frac{dx^i}{dt} - 2 \sum_{i=1}^n (\omega_i^k \circ \gamma) \frac{dx^i}{dt} \end{aligned}$$

En definitiva, dado un campo de observadores Z , el campo gravitatorio G y la vorticidad ω determinan el movimiento de las partículas (observadores en caída libre).

Definición ([6]). Sea $I \subseteq \mathbb{R}$, $0 \in I$, un intervalo real abierto, (F, h) una variedad riemanniana conexa de dimensión n , y f una función diferenciable positiva. Un espaciotiempo galileano (M, Ω, g, ∇) se llama Twisted si $M = I \times F$, $\Omega = d\pi_t$, g es la restricción al fibrado vectorial $An\Omega$ de $(f \circ \pi_t)^2 * h$, y ∇ es la única conexión galileana simétrica en M tal que $\partial_t = \partial/\partial t$ el campo de vectores global asociado a $t=\pi_t$ está en caída libre y es irrotacional, i.e.,

$$\nabla_{\partial_t} \partial_t = 0 \quad y \quad Rot \partial_t = 0, \tag{1}$$

Los observadores en ∂_t se llaman observadores comóviles.

Sea $\gamma = (\cdot, \sigma(\cdot)) : J \subseteq \mathbb{R} \rightarrow M$ un observador en caída libre en un espaciotiempo galileano Twisted $(I \times F, dt, (f \circ \pi_t)^2 * h, \nabla)$. Considerando $\dot{\gamma}(s) = (\partial_t \circ \gamma)(s) + \sigma'(s)$, los observadores en caída libre se caracterizan por la siguiente ecuación en (F, h) :

$$0 = \frac{D^h \sigma'}{dt} + 2[u_t + d^h u(\sigma')] \sigma' - |\sigma'|_h^2 \text{grad}^h u, \tag{2}$$

donde $u = \log f$. En general, esta es una ecuación diferencial no lineal de segundo orden no autónoma en una variedad riemanniana (F, h) , por lo que no se puede resolver incluso en casos muy simples. Sin embargo, permite obtener

$$\|P^{\partial_t} \gamma'(t)\|_{F_t} = \|P^{\partial_t} \gamma'(0)\|_{F_0} e^{-\int_0^t u_t(\gamma)},$$

donde P^{∂_t} es la proyección espacial respecto de ∂_t y $\|\cdot\|_{F_t}$ es la norma inducida por g en el slice espacial $F_t = \{t\} \times F$, para todo $t \in J$. Mediante la ecuación (3), observamos heurísticamente el comportamiento de los observadores en caída libre en un espaciotiempo Twisted con relación a la función $f(t)$.

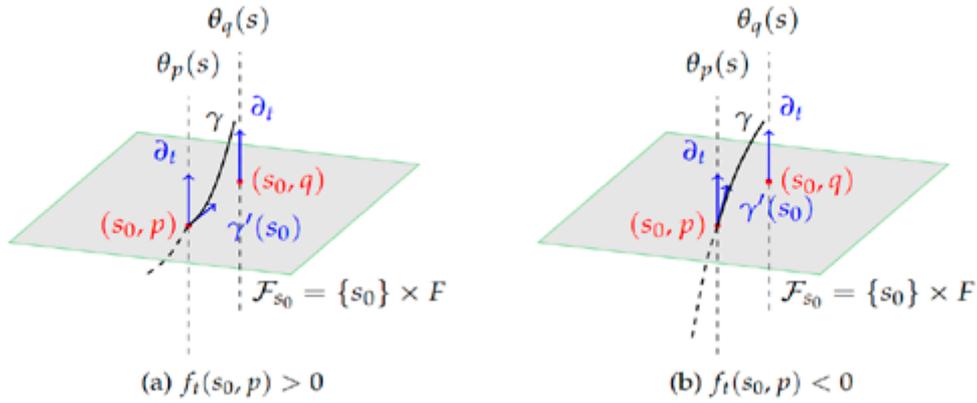


Figura 1: Comportamiento local de observadores en caída libre en espaciotiempos Twisted

Finalmente, esto nos permite probar el siguiente resultado.

Teorema. Sea (F, h) una variedad Riemanniana completa y sea $f \in C^\infty(\mathbb{R} \times F)$ una función positiva. Si f y f_t/f están acotadas inferiormente a lo largo de tiempos finitos, entonces las trayectorias de los observadores en caída libre en el espaciotiempo $(\mathbb{R} \times F, d\pi_{\mathbb{R}}(f \circ \pi_F)^2 * h, \nabla)$ son completas.

Bibliografía

- [1] E. Cartan. Les vari`et`es a connexion affine. *Ann. Ec. Norm. Sup.*, 40:1-25, 1923.
- [2] H. Leihkauf. On Newton-Cartan-theory. *Ann. Physik*, 46:312-314, 1989.
- [3] D. B. Malament. Topic in the Formulations of General Relativity and Newtonian Gravitation Theory. *Chicago lectures in Physics*, University of Chicago Press, University of Chicago Press, 2012.
- [4] U. Brauer, A. Rendall, and O. Reula. The cosmic no hair theorem and the nonlinear stability of homogeneous Newtonian cosmological models. *Classical Quant. Grav.*, 11:2283, 1994.
- [5] D. de la Fuente and R. M. Rubio. Galilean Generalized Robertson-Walker spacetimes: a new family of Galilean geometrical models. *J. Math. Phys.*, 59(2):022903, 2018.
- [6] D. de la Fuente, R. M. Rubio, and J. Torrente Teruel. *On Twisted Spacetimes: a new class of Galilean cosmological models*, 2024.
- [7] A. N. Bernal and M. S´anchez. Leibnizian, Galilean and Newtonian structures of space-time. *J. Math. Phys.*, 32:77-108, 2002.

Capítulo 14. Análisis de expresión de la chalcona sintasa y la subtilisina de *Quercus ilex* en respuesta a estreses asociados al síndrome de la seca

Natalia Trigo Muñoz

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. FACULTAD DE CIENCIAS.
DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR.
EDIFICIO SEVERO OCHOA, CAMPUS UNIVERSITARIO DE RABANALES, CÓRDOBA.
nataliatrigomunoz@gmail.com, b02trmun@uco.es

Resumen

La chalcona sintasa (CHS, EC 2.3.1.74) es la primera enzima específica de la ruta de biosíntesis de flavonoides, desempeñando un papel importante en la respuesta al estrés. Las proteasas tipo subtilisina (SBT, EC 3.4.21.62) están involucradas en diversas funciones biológicas, incluida la respuesta al estrés. Aunque se han propuesto como posibles marcadores para la resistencia a la sequía y a *Phytophthora cinnamomi* en la encina (*Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp.), las familias génicas de la CHS y SBT aún no han sido caracterizadas en esta especie. En este estudio, se han identificado 3 genes *QiCHS* y 79 *QiSBT*, esta última familia clasificada en 7 subfamilias (*SBT1-7*) y 2 genes no agrupados ("*SBT0*"). La expresión génica se evaluó mediante PCR cuantitativa en tiempo real (qRT-PCR) bajo cuatro condiciones diferentes (control, sequía, *P. cinnamomi* y sequía×*P. cinnamomi*) en individuos de las procedencias de Córdoba y Huelva. *QiCHS1* (gene-35048), *QiCHS2* (gene-4771) y *QiSBT4* (gene-24273 y gene-3101) mostraron mayores niveles de expresión en Córdoba. La identificación y caracterización de los genes *QiCHS* y *QiSBT*, así como de sus productos génicos correspondientes (transcritos y proteínas), ayudarán a evaluar su potencial como marcadores de respuesta al síndrome de la seca en programas de mejoramiento basados en la selección de genotipos élite.

Fundamento y presentación de resultados

La encina es la especie más representativa y relevante del bosque mediterráneo y del sistema agrosilvopastoral "dehesa" (España), dando a estos ecosistemas un alto valor medioambiental, económico y social [1]. Hasta la fecha, el número de trabajos científicos centrados en los aspectos moleculares de la encina ha sido limitado. Ello se debe a sus características biológicas (ciclo vital largo, alogamia) y a la recalcitrancia característica de las especies leñosas. En los últimos 50 años se viene observando una creciente y preocupante muerte del arbolado [2], atribuida al denominado síndrome de la Seca. Es un estrés multifactorial en el que intervienen diferentes factores bióticos y abióticos, amén de otros de origen antropogénico, envejecimiento de los individuos y baja regeneración. El oomiceto *P. cinnamomi*, que infecta las raíces a través de zoosporas transmitidas por el suelo, es el principal agente biótico del síndrome, mientras que la sequía es el factor abiótico más relevante en su desarrollo [3]. En el grupo de investigación donde se ha realizado el presente trabajo, AGR-164 "Bioquímica, Proteómica y Biología de Sistemas Vegetal y

Agroforestal”, el efecto y la respuesta de la encina a *P. cinnamomi* y la sequía ha sido evaluado tanto a nivel individual como combinado. A partir de estos trabajos, se han propuesto posibles marcadores moleculares asociados a la resiliencia al síndrome de la seca, marcadores que pueden ser utilizados en programas de mejora basados en la selección de genotipos élitos. Entre ellos, destacan algunas enzimas implicadas en las rutas de biosíntesis de fenilpropanoides y flavonoides, como es la chalcona sintasa (*QiCHS*) [4,5], y algunas proteasas, como la subtilisina (*QiSBT*) [6]. Recientemente, el grupo ha secuenciado el genoma de la encina [7], lo que permite la anotación funcional e identificación de genes de interés relacionados con los estreses asociados a dicho síndrome.

Se han identificado 3 genes que codifican a la *QiCHS*, los cuales fueron designados como *QiCHS1*, *QiCHS2* y *QiCHS3* (*gene-35048*, *gene-4771* y *gene-20556*, respectivamente); y 79 genes *QiSBT* clasificados en 7 subfamilias (*SBT1-7*, y 2 genes no agrupados “*SBT0*”). A partir de datos multiómicos (transcriptómicos y proteómicos), previamente generados en el grupo, se determinó la expresión de los genes *QiCHS* y *QiSBT*, en plántulas de 6 meses de edad sometidas a condiciones de estrés individual (sequía o *P. cinnamomi*) y combinado (sequía y *P. cinnamomi*) en individuos de las procedencias de Córdoba y Huelva. El experimento se realizó en base a un diseño completamente aleatorio con doce réplicas biológicas por tratamiento, siendo en total 48 plántulas (12 plántulas por tratamiento: control, sequía, inoculado y combinado) [4,5]. La expresión de los genes *QiCHS* y *QiSBT* en respuesta a los estreses fue diferente en las dos procedencias. La abundancia de transcritos *QiCHS1* y *QiCHS2* fue mayor en el genotipo de Córdoba que en el de Huelva, observándose un doble efecto, inducción en respuesta al patógeno y represión en sequía. Los valores en el tratamiento de doble estrés fueron similares o inferiores al control en, respectivamente, el genotipo de Córdoba y Huelva (Ilustración 1). Los resultados de la RT-qPCR fueron consistentes con los datos del RNA-seq en respuesta al estrés combinado. En cambio, *QiCHS3* no se detectó en el análisis multiómico. Además, se identificaron tres proteínas CHS, una correspondiente a *QiCHS1* y dos a *QiCHS2*, de las cuales *qilexprot_41518* (*QiCHS2*) fue la forma mayoritaria. La abundancia relativa de las diferentes proteoformas fue mayor en los individuos de Córdoba que en los de Huelva, y en condiciones de estrés más que en las de control. Esto podría estar relacionado con la mayor resiliencia observada en el genotipo de Córdoba frente al de Huelva. Un total de 25 genes *QiSBT* mostraron una expresión diferencial en comparación con el control. *Gene-24273* y *gene-3101* mostraron un aumento significativo en la expresión en Córdoba, pero no estaban presentes en el genotipo de Huelva. En respuesta a la sequía, la proteína más abundante fue *qilexprot_25223* (*gene-27799*, *SBT1*), mientras que *qilexprot_18948* (*gene-3031*, *SBT4*) fue la proteína más abundante en respuesta al estrés combinado en los genotipos estudiados.

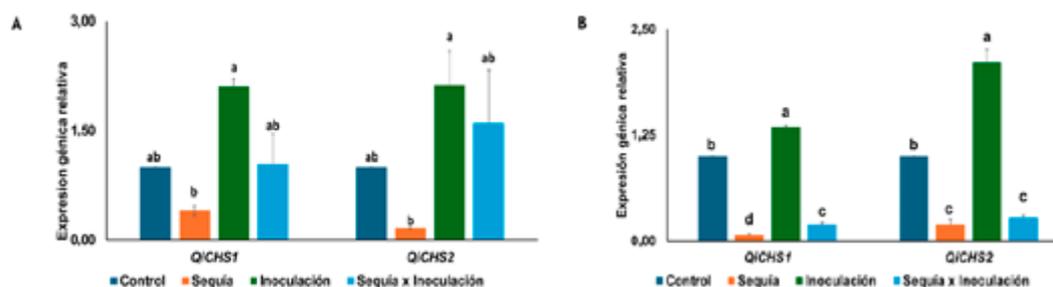


Ilustración 1. Perfiles de expresión de los genes CHS en individuos de Córdoba (A) y Huelva (B) sometidas a condiciones de estrés individual y combinado mediante RT-qPCR. El nivel de expresión génica se indica en valores relativos.

Este estudio muestra la complejidad de los mecanismos de regulación de la expresión génica, y sienta las bases para futuras investigaciones sobre las funciones de los flavonoides y enzimas de la ruta en la respuesta al estrés en *Q. ilex*.

Bibliografía

- [1] D. De Rigo G. Caudullo, *Eur. Atlas For. Tree Species*. (2016) 152-153.
- [2] R. Ogaya, D. Liu, A. Barbeta, J. Peñuelas, *Front. For. Glob. Change*. 2 (2020).
- [3] T. Corcobado, E. Cubera, G. Moreno, A. Solla, *Agric. For. Meteorol.* 169 (2013) 92-99.
- [4] M. Tienda-Parrilla, C. López-Hidalgo, V. M. Guerrero-Sanchez, Á. Infantes-González, R. Valderrama-Fernández, M.-Á. Castillejo, J. V. Jorrín-Novo, M. -D. Rey, *Forests*. 13 (2022) 551.
- [5] T. Hernández-Lao, M. Tienda-Parrilla, M. Labella-Ortega, V. M. Guerrero-Sánchez, M.-D. Rey, J. V. Jorrín-Novo, M. -Á Castillejo-Sánchez, *Biomolecules*. 14 (2024) 160.
- [6] B. San-Eufrasio, M. -Á. Castillejo, M. Labella-Ortega, F. J. Ruiz-Gómez, R. M. Navarro Cerrillo, M. Tienda-Parrilla, *Front. Plant Sci.* 2 (2021).
- [7] M. -D. Rey, M. Labella-Ortega, V. M. Guerrero-Sánchez, R. Carleial, M. -Á Castillejo, V. Ruggieri, *Front. Mol. Biosci.* 10 (2023).

Humanidades

Capítulo 15. Tumba monumental hallada en Córdoba. Estudio y reconstrucción a partir de los materiales del Museo Arqueológico de Córdoba

Álvaro Castillo Arteché

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS.

DEPARTAMENTO DE ARQUEOLOGÍA, MÚSICA Y ARTE.

PLAZA DEL CARDENAL SALAZAR, CÓRDOBA.

alvarocastilloarteché@gmail.com

Resumen

La aplicación de nuevas tecnologías y metodologías en arqueología, como el LiDAR o la fotogrametría, nos permiten revisar y descubrir piezas, ya estudiadas o inéditas, depositadas en nuestros museos y sus fondos. Con el presente estudio planteamos la reconstrucción de un edificio situado a las afueras del actual núcleo urbano de Córdoba, en el Cortijo del Alamillo, y que, a partir de sus cornisas, único vestigio material que ha llegado a nosotros, puede interpretarse como una gran tumba monumental de mediados del s. I d. C. También aspiramos a mostrar cómo, tanto la historia como la arqueología, poseen un gran aliado en la tecnología, siendo un excelente medio para hacer llegar a cada individuo y a cada dispositivo una parte de nuestro patrimonio.

Fundamento y presentación de resultados

El trabajo desarrollado se centró, fundamentalmente, en la documentación, digitalización, análisis y estudio de cuatro cornisas de mármol blanco alojadas en los fondos del Museo Arqueológico de Córdoba. La información de partida fue sumamente escasa, ya que únicamente se conservaban unas breves notas en el diario de campo del arqueólogo que las extrajo, Julio Costa, en la década de los ochenta del siglo pasado.

El primero de nuestros objetivos fue conocer y localizar la procedencia y circunstancias del hallazgo de las piezas que, pudimos situar, a 200 metros del denominado Puente Viejo sobre el río Guadajoz, situado en la actual autovía Córdoba-Sevilla, con coordenadas x: 341601,80 m, y: 4186773,50 m (UTM: ETRS89). El estudio del paisaje y del entorno colindante al lugar del hallazgo se realizó utilizando la tecnología LiDAR, procesando los datos DEM ofrecidos por el Instituto Geográfico Nacional. Debido al alto grado de colmatación de las terrazas del río Guadajoz no se pudo intuir ninguna estructura en el mapa de sombras grises generado gracias al LiDAR [1]. Pese a todo pudimos georreferenciar en un SIG, QGis en nuestro caso, el hallazgo de las piezas.

El segundo objetivo fue la interpretación y reconstrucción del edificio al que pertenecían las cornisas. Para el desarrollo de este trabajo primero realizamos un modelo 3D de cada pieza aplicando la técnica

de la fotogrametría con el programa Aguisoft Metashape, y, en segundo lugar, reconstruimos el edificio completo utilizando la técnica del modelado 3D en el programa Blender.

Previo a la reconstrucción tridimensional del edificio realizamos un vaciado bibliográfico para poder conocer la cronología de las piezas, los edificios que presentaban formas y materiales parecidos y, sobre todo, el conocimiento de las formas constructivas romanas y la simetría de sus proporciones. Concluimos que las piezas se adscribían a un monumento funerario de recinto [3] de mediados del s. I d. C [2], asociado a una villa rural, situándose las cuatro cornisas en la fachada principal del recinto tal como ocurre en la tumba de los Atilios en Sádaba, Zaragoza [4].

Las dimensiones del modelo tridimensional fueron calculadas siguiendo el paralelo de la tumba de los Atilios en Sádaba, y los módulos estimados por Wilson Jones para la arquitectura romana de orden corintio [5], de esta manera, pudimos estimar todas las proporciones a partir de la altura de la cornisa [6]. En resumen, el monumento contaría en su frente con tres nichos decorados con un arco de medio punto, sostenido por dos pilastras, flanqueado por dos columnas sobre las que descansaría el entablamento, todo ello coronado por un tímpano. El último de nuestros objetivos fue la difusión del patrimonio histórico arqueológico alojado en los fondos del Museo Arqueológico de Córdoba, en concreto las cuatro piezas sobre las que ha versado nuestro estudio. Para poder llevar a cabo este tercer objetivo se alojaron los modelos tridimensionales, descargables en la página sketchfab.com, la cual permite la difusión del patrimonio digital, acompañada además de la reconstrucción completa del monumento. Siendo todo lo mencionado anteriormente accesible a cualquier persona interesada en la arqueología, forme o no parte de la comunidad científica.

En conclusión, podemos afirmar que los resultados del trabajo han sido muy gratificantes, cumpliéndose los tres objetivos inicialmente planteados satisfactoriamente. Además, hemos dotado a las cuatro cornisas estudiadas, olvidadas desde los años ochenta en los almacenes del museo, de una historia particular adscribiéndolas y enmarcándolas en una dinámica histórica concreta: la “huida” de las élites de los tradicionales lugares de enterramiento en torno a vías sepulcrales a las entradas de las ciudades [7] hacia sus *fundi* privados [8]. Un fenómeno que, para *Colonia Patricia*, solo estaba documentado a través de la epigrafía y, ahora, podemos comenzar a conocerlo a través de otro tipo de restos materiales, en concreto, gracias a estos vestigios arquitectónicos [9].

Por último, queremos señalar la gran ayuda que ha supuesto en las distintas fases de nuestro trabajo la aplicación de la fotogrametría, el LiDAR y el modelaje 3D a las piezas. Estas nuevas técnicas nos han facilitado la manipulación de las cornisas, más aún en nuestro caso, pues hubiera sido extremadamente complicado tener que acudir de forma recurrente al Museo para tomar medidas y hacer fotografías. Al trabajar en un ambiente digital, todas estas tareas se han podido realizar de forma rápida y eficaz.

A esta obvia agilización en el estudio de los materiales, debemos de añadir el infinito abanico de posibilidades, en cuanto a puesta en valor del patrimonio, que las técnicas de escaneado 3D nos ofrecen. Tanto la reconstrucción como los modelos digitales de las piezas pueden colgarse en la red permitiéndonos introducir información relativa a cualquier aspecto interesante de la pieza (localización, cronología, descripción, etc) que, por último, puede ser descargada y disfrutada por cualquier usuario. Sin duda es un nuevo método no solo para poder difundir el patrimonio, sino para acercar las colecciones y los fondos de los museos a cualquier investigador o persona interesada. Asimismo, la presentación de los restos materiales enmarcados en una posible recreación, permiten al usuario común ser consciente de la magnitud del monumento y de la importancia que las “simples piedras” esconden.

Bibliografía

- [1] U. Wandinger, in C. Weitkamp (Ed.), *Lidar*, Springer Series in Optical Sciences, 2005, p. 1-18.
- [2] C. Márquez Moreno, *La decoración arquitectónica de Colonia Patricia. Una aproximación a la arquitectura y urbanismo de la Córdoba romana* (1998), Universidad de Córdoba y Obra Social y Cultural Cajasur.
- [3] A. B. Ruiz Osuna, *La monumentalización de los espacios funerarios en Colonia Patricia Corduba (Ss. I a. C. - II d. C.)*, (2007), Universidad de Córdoba.
- [4] M. L. Cancela Ramírez de Arellano, M. A. Martín Bueno, in A. Ferdière (Ed.), *Monde des morts, monde des vivants en Gaule rurale*, Actes du Colloque ARCHEA/AGER (Orléans, 7-9 février 1992), Fédération pour l'édition de la Revue archéologique du Centre de la France, 2018, p. 399-409.
- [5] M. Wilson Jones, *Principles of Roman architecture*, (2000), Yale University.
- [6] R. Chitham, *The classical orders of architecture* (2.º edition) (2005), Oxford: Architectural Press.
- [7] H. Von Hesberg, Monumenta. I sepolcri romani e la loro architettura (1994), Longanesi&C.
- [8] E. Melchor Gil, in A. Ruiz (Coord.), *La muerte en Córdoba: creencias, ritos y cementerios (1). De la prehistoria al ocaso de la ciudad romana*, Real Academia de Córdoba, 2020, p. 203- 226.
- [9] E. Melchor Gil, *His ordo decrevit: honores fúnebres en las ciudades de la Bética*. Anales de Arqueología Cordobesa I (17), 2006, p. 115-144.

Capítulo 16. El español como lengua de herencia: hacia una nueva metodología

Carmen María López Herrador

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS.
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL LENGUAJE.
PLAZA DEL CARDENAL SALAZAR, CÓRDOBA.
carmenmarialhe@gmail.com

Resumen

En el presente proyecto, que está vinculado a PRESHCO (Programa de Estudios Hispánicos en Córdoba), se analizarán dificultades lingüísticas a las que se enfrentan los estudiantes de español como lengua de herencia o *eritage learners* (según la terminología anglosajona), en un contexto escrito formal. Partimos de la hipótesis de que la metodología que se emplea con este perfil de estudiantes difiere de la que se utiliza en el aula de español como segunda lengua o lengua extranjera. Mi reciente experiencia como asistente de lengua española en el Departamento de español de Wellesley College (MA) durante el curso académico 2022/23 me ha permitido colaborar en la docencia de la asignatura *Spanish for Heritage Learners* y trabajar con estudiantes que, por primera vez, afrontan el aprendizaje de su lengua materna en un ambiente académico. La instrucción del español como lengua de herencia es esencial para lograr un desarrollo equilibrado de las competencias lingüísticas del hablante. Por ello, si se tienen en cuenta los factores que influyen en el alumnado, se podrán llevar a cabo métodos más efectivos de enseñanza, con opción de implantarse en el currículo del programa PRESHCO, que acoge anualmente estudiantes de español como lengua de herencia procedentes de universidades estadounidenses.

Fundamento y presentación de resultados

Los resultados obtenidos son fruto de una encuesta realizada a 10 estudiantes de español como lengua de herencia, que estudiaron en la Universidad de Córdoba como parte del programa PRESHCO durante el semestre de primavera de 2024. En esta se demuestran que la nomenclatura que este alumnado prefiere para delimitar su perfil lingüístico no es unánime. Tal y como se recoge en la encuesta, hay una predilección por el término «hablante de español como lengua de herencia». Sin embargo, algunos se inclinan por considerarse «hablantes nativos» y otros, «herencia y nativo». Se ha estudiado que una causa influyente de esta disparidad guarda relación con la educación formal que han recibido antes de ir a la universidad. En el caso de alumnos que han asistido a programas escolares bilingües —entre los que destaca el programa de inmersión dual (*Dual-language Immersion*)— el término preferido es hablante nativo.

Indica el perfil que mejor te define:

10 respuestas

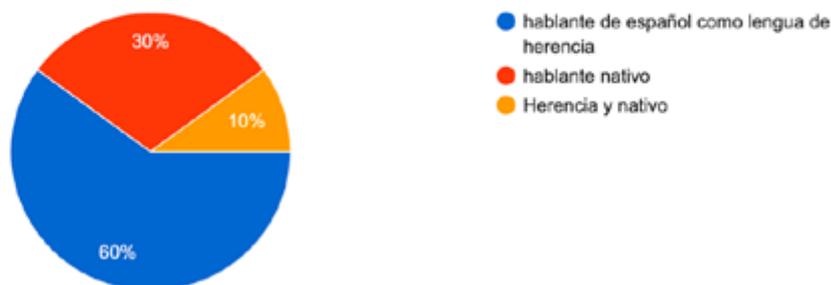


Gráfico 1. Término para definir el perfil lingüístico

Del mismo modo, se ha demostrado que el motivo más popular de este perfil de alumnado para venir a estudiar español a un país hispanohablante es desenvolverse con soltura en un ámbito académico. Sin duda, estos estudiantes de herencia requieren un tratamiento diferente al de otros estudiantes de L2 o LE¹. Mientras que los estudiantes de L2 conocen en profundidad la gramática de la lengua y, por tanto, sus competencias fuertes son la lectura y la escritura; el alumnado de herencia alcanza la fluidez en esta lengua, así que sus competencias más desarrolladas son la producción y la comprensión orales.

Marca los aspectos que deseas mejorar de tu español al acabar tu estancia en Córdoba. Selecciona hasta un total de tres de ellas.

10 respuestas

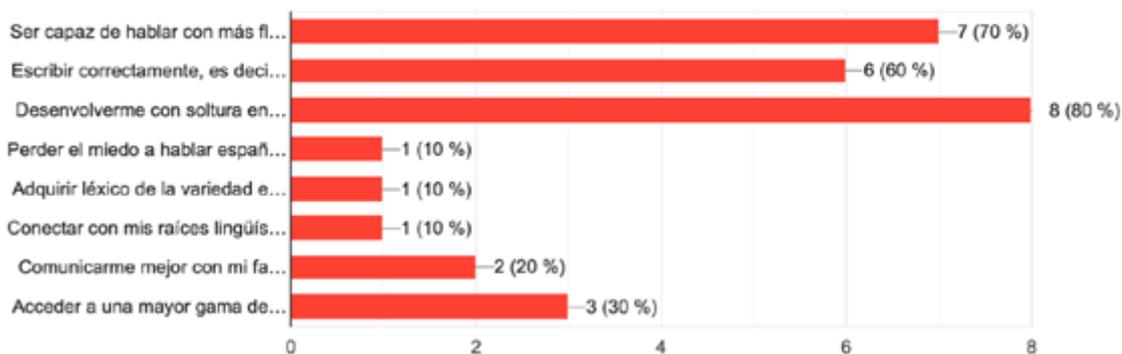


Gráfico 2. Motivos para estudiar en Córdoba (España)

A continuación, se presentan los principales retos a los que se enfrentan los estudiantes de español como lengua de herencia en los textos escritos formales. Estos son los siguientes:

1 L2 y LE equivalen a segunda lengua y lengua extranjera, respectivamente.

Tabla 1. *Dificultades en escrito formales.*

| | |
|---|---|
| La falta de concordancia en el género gramatical de nombre y artículo | Hay una reducción del <i>input</i> de español muy significativo cuando se escolarizan y la lengua dominante en la mayoría de los contextos pasa a ser el inglés, que carece de género gramatical a excepción de los pronombres. Hay una alternancia en la asignación de los géneros para la misma palabra, especialmente cuando no son masculinas o femeninas a través de un morfema marcado. |
| La no concordancia entre el sujeto y verbo | Esto se debe a que distintos pronombres se usan para referirnos a una misma persona, como ocurre con la tercera persona del singular, donde se nos presentan <i>vos, usted y tú</i> o, con el pronombre <i>se</i> , que se puede utilizar para designar varias personas. |
| En el plano morfosintáctico tenemos el no uso de <i>a</i> ante complemento directo de persona | El estudiantado no conoce las normas gramaticales convencionales de la lengua. En el caso de la preposición <i>a</i> , esta carece de significado, ya que es un índice funcional. |
| Las interferencias entre idiomas. | Algunos estudiantes de herencia no están alfabetizadas en esta lengua, por ello es un gran reto para ellos enfrentarse por primera vez a la producción escrita. Su lengua fuerte es el inglés que se diferencia del español por ser una lengua opaca en la escritura, ya que el grafe-ma no se corresponde directamente con el fonema, como sí ocurre en el español. |

En conclusión, la prosperidad y futuro del español se ven muy fuertemente reforzados por los hablantes que se encuentran en América. Según el anuario del Instituto Cervantes de 2022 hay una previsión de que Estados Unidos en 2060 sea el segundo país hispanohablante del mundo después de México. Por este motivo, el programa PRESHCO de la Universidad de Córdoba debe tener en consideración las necesidades de este alumnado.

Bibliografía

- [1] Bloon, E., & Polinsky, M. (2015). Del silencio a la palabra: El empoderamiento de los hablantes de lenguas de herencia en el siglo XXI. *Informes del Observatorio/Observatorio Reports*, 7, 01.
- [2] Lafford, B. A., & Isabelli, C. A. (2018). Programas de estudio en el extranjero:(Study Abroad programs). *The Routledge Handbook of Spanish Language Teaching*, 505-518.
- [3] Piller, I. (2015). Language ideologies. *The international encyclopedia of language and social interaction*, 1-10.
- [4] Pozzi, R., Quan, T., & Escalante, C. (Eds.). (2021). *Heritage speakers of Spanish and study abroad*. Routledge.
- [5] Salgado-Robles, F., & George, A. (2019). The sociolinguistic impact of service-learning on heritage learners sojourning in Spain: Vosotros versus ustedes. *Heritage Language Journal*, 16(1), 71-98.
- [6] Umberto, E. (2006). Cómo se hace una tesis. *Barcelona, Editorial Gedisa*, 5.
- [7] Valdés, G. (2005). Bilingualism, heritage language learners, and SLA research: Opportunities lost or seized. *The modern language journal*, 89(3), 410-426.
- [8] Walker, M. (2000). *Cómo escribir trabajos de investigación* (Vol. 3). Editorial Gedisa.

Capítulo 17. Cercadilla (Córdoba), un patrimonio complejo y excepcional. Una propuesta para su valorización social

Paola María Osuna Lozano

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS.
DEPARTAMENTO DE HISTORIA DEL ARTE, ARQUEOLOGÍA Y MÚSICA.
PLAZA DEL CARDENAL SALAZAR, CÓRDOBA.

l82oslop@uco.es

Resumen

El yacimiento de Cercadilla, ubicado a unos 600 m al noroeste del casco histórico de Córdoba, fue descubierto en 1991 durante las obras de la actual estación de tren. La continuación de la investigación, ininterrumpida desde su hallazgo hasta la actualidad, ha propiciado la publicación de un amplio volumen de trabajos donde ha sido posible documentar una secuencia ocupacional de enorme interés: desde una villa altoimperial a un edificio monumental tardoantiguo, reutilizado en parte en un posterior centro de culto cristiano, al que sucedería una ocupación islámica. Sin embargo, la ausencia de proyectos de valorización y difusión constituye una carencia significativa, puesto que un patrimonio que no es accesible a la ciudadanía es un patrimonio incompleto. Por ello, la relevancia de abordar este proyecto se fundamenta en la necesidad imperativa de plantear propuestas de puesta en valor y divulgación efectivas y acordes a la casuística de Cercadilla que permitan reforzar –o crear– el vínculo entre dicho bien y la ciudadanía, con el objetivo de alcanzar una valoración positiva que asegure su existencia. Para ello, se abordará una propuesta para su mejor difusión social, con base en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs).

Fundamento y presentación de resultados

Primeramente, hemos propuesto una serie de medidas conducentes a la reparación y consolidación del conjunto, pues, para conseguir que el público se sienta atraído por este espacio, es necesario que cuente con unas condiciones mínimas de conservación para que su exposición sea digna. Asimismo, hemos reflexionado sobre la adecuación del recinto y los futuros nuevos espacios valorizados a la visita pública y su integración urbana con el entorno y el resto del patrimonio local. Sin embargo, el yacimiento engloba una serie de problemáticas: la dispersión de los restos, la estación de tren, la urbanización de la zona, la magnitud del complejo y la complicada secuencia estratigráfica que se le superpone [1]. Todo esto, además de por la dificultad que entraña la transmisión de los conocimientos arqueológicos a la sociedad, justifica y obliga a crear un espacio interpretativo que permita paliar los hándicaps que, en parte, lo invalidan como recurso cultural de la ciudad. Nuestra alternativa es plantear la utilización de infraestructuras ya disponibles; en este caso, la adecuación de uno de los locales desocupados de la estación de tren como centro de interpretación, el cual tendrá como propósito constituir un espacio que ofrezca al visitante los

recursos necesarios para un entendimiento profundo del sitio y que esté abierto al público sin necesidad de que lo esté el área arqueológica, aunque sería oportuno que se habilitara la visita pública y que ambos recursos se complementaran.



Figura 1. *Propuesta de diseño del centro de interpretación (alzado exterior)*. Fuente: Osuna Lozano, P. y Lozano Maraver, R.

Respecto a la distribución interna, proponemos una sala dividida en dos áreas, que podrá acoger a unas 20/25 personas, donde se combinarán herramientas de exposición tradicionales y las TICs. El primer espacio estará destinado a generar una idea global de la naturaleza del yacimiento, donde nos decantamos por el uso de cartelería, disponiendo varios paneles informativos colgantes realizados en cartón pluma en tamaño A1. En el primer panel proponemos como introducción una breve contextualización de los orígenes de Córdoba, para dar paso a presentar el yacimiento y su importancia histórica en el reverso. El segundo bloque consistirá en el desarrollo de la historia del yacimiento, haciendo un recorrido breve por sus distintas etapas; se ilustrará con un plano de colores donde se especifiquen las distintas fases, combinando, asimismo, fotografías o recreaciones de los restos más destacados hallados en cada una. En el reverso se presentarán las diferentes hipótesis sobre la identificación del edificio tardorromano que hayan adquirido mayor calado en la comunidad científica. Un tercer bloque estaría destinado a detallar la historia del palacio —teoría de antaño que prevalece científicamente sobre la identificación del conjunto, aunque en la actualidad cada vez coexisten más y variadas interpretaciones—, con recreaciones sobre sus espacios y funcionalidad, destacando su significado cultural y arquitectónico en la ciudad. El último panel versará sobre la historia de las investigaciones, el impacto de la destrucción y la pérdida del patrimonio, ilustrándose con fotografías y titulares de prensa. Este es el bloque más demandado por la ciudadanía, quien considera que “lo más atractivo que se puede hacer del yacimiento es acerca de lo mal que se han hecho las cosas”, así como reclama una “mayor difusión de su historia, lo que pasó en 1992 y que fue una mala praxis” o pide “difusión sobre el estado en que se encuentra”. Esta exposición invitaría a una reflexión sobre la preservación del patrimonio para concienciar al público sobre su papel como agente social activo [2].

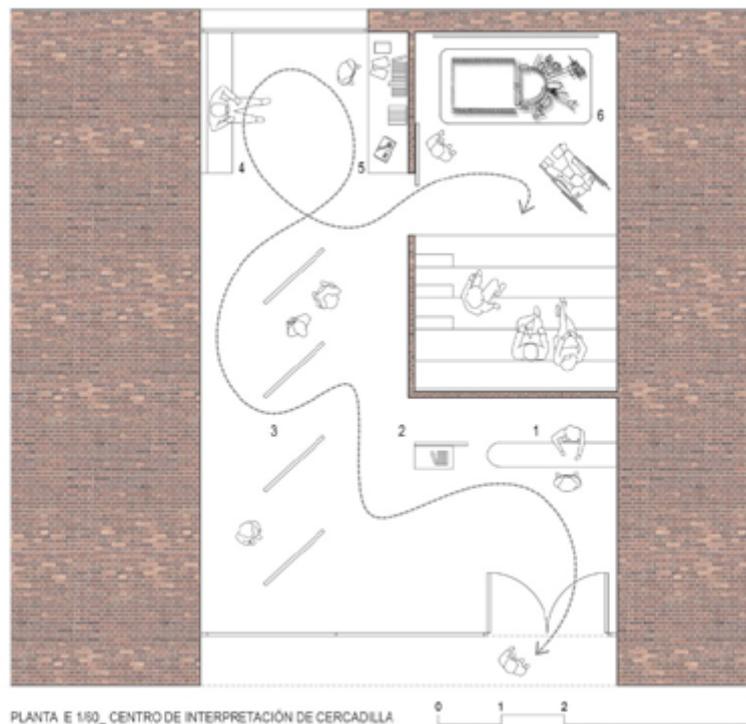


Figura 2. Propuesta de diseño del centro de interpretación (planta interior). Fuente: Osuna Lozano, P. y Lozano Maraver, R.

En la segunda área encontramos la zona de proyección, donde se dispondrán una pantalla, un graderío con espacio para 10/15 personas y una copia a escala 1:240 de la maqueta del yacimiento expuesta en el Museo Diocesano (1:120) pintada de blanco para proyectar sobre ella. El audiovisual recogerá los contenidos previamente expuestos en la cartelería de la sala, pero presentados de forma más dinámica, mediante la realización de reconstrucciones o recreaciones virtuales tridimensionales combinadas con dibujos, planimetría histórica, fotografías antiguas, etc. Para ello, hemos propuesto un posible guion técnico. La maqueta, por su parte, sería utilizada tomando como referencia el proyecto “La Axerquía en el tiempo” [3], situándose debajo y frente a la pantalla principal, donde un segundo proyector iluminará y destacará las partes del palacio romano en el conjunto mientras el primer proyector las reproduce en pantalla, permitiendo una visión contextual del conjunto espacial. Proponemos un presupuesto estimado para los costes iniciales de 36.980 euros.

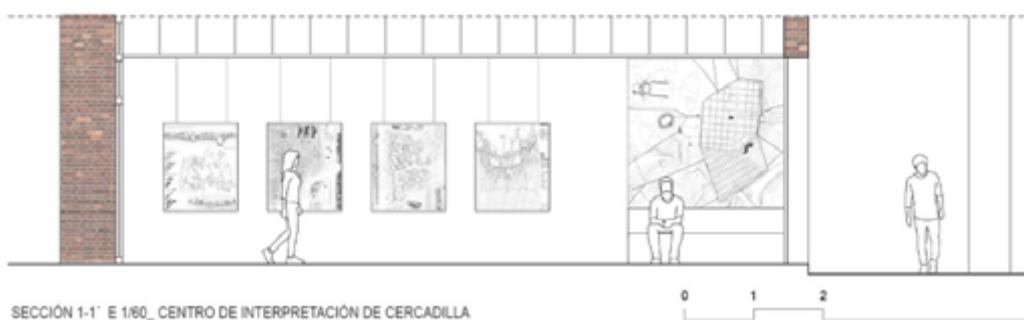


Figura 3. Propuesta de diseño del centro de interpretación (sección 1). Fuente: Osuna Lozano, P. y Lozano Maraver, R.



Figura 4. *Propuesta de diseño del centro de interpretación (sección 2)*. Fuente: Osuna Lozano, P. y Lozano Maraver, R.

Este centro busca dar a conocer el yacimiento, que constituya un punto de información, un primer -y humilde- punto de partida que lleve a dar más pasos hacia adelante. De esta forma, si capta la atención de los visitantes, tendrá más posibilidades de conseguir recursos públicos y plantear en un futuro una estrategia a mayor escala. Respecto a la gestión de financiación del sitio, hemos considerado varias vías. En primer lugar, proponemos que sea el Ayuntamiento —o la GMU—, junto con Adif, quien se encargue de la misma. Por su parte, la gestión cultural y el mantenimiento del centro podrían realizarse a través de una colaboración público-privada, ofreciendo de manera gratuita un espacio atractivo a una empresa turística para que cumpla su labor social y divulgativa con el patrimonio y consiga, a cambio, autopromoción, en una ubicación excelente para el contacto con turistas. Asimismo, esta empresa podría firmar un convenio con el Ayuntamiento para gestionar conjuntamente la apertura de Cercadilla. Contemplamos la posibilidad de que este espacio constituya el nodo central de una amplia red de centros de interpretación tecnológicos distribuidos estratégicamente para extender el conocimiento histórico de Córdoba a otros puntos de la ciudad, valorizando sectores urbanos bien conocidos arqueológicamente, pero de los que apenas suelen quedar visibles vestigios aislados [3].

Con la culminación de este proyecto, podemos afirmar que el yacimiento de Cercadilla reviste una importancia histórica que excede con creces lo local, pues goza de grandes valores patrimoniales, pero para que esto perdure en el tiempo resulta urgente establecer unas pautas enfocadas a su adecuada preservación. Asimismo, hemos podido apreciar que queda mucho trabajo por realizar en el ámbito patrimonial con respecto a su valorización, constituyendo el centro de interpretación una senda con un largo recorrido por delante. Nuestro patrimonio, además de ser seña de identidad de una sociedad y poseer valores que le son propios, está demostrando que su uso, bien gestionado, como recurso cultural y turístico, diversifica y puede estimular la actividad económica de las comarcas en que está inscrito. Contamos con modelos turísticos muy próximos, como es el caso de Mérida, que ha hecho del patrimonio su principal seña de identidad, que cuenta con un Museo Nacional de Arqueología, un centro del CSIC y un consorcio de la ciudad monumental con colaboración de todas las administraciones. Esto podría ser viable para Córdoba. Sin embargo, para que ello sea posible, es necesario que las instituciones conserven, mantengan y pongan en valor su oferta patrimonial. En Córdoba, las instituciones no han apostado frecuentemente por el patrimonio [4], por ello, resulta fundamental replantear la política patrimonial de la ciudad, descentralizar el turismo y que se pueda disfrutar de un mayor número de recursos. Mientras tanto, Cercadilla sigue esperando que la Administración escuche las demandas ciudadanas y lo saque del ostracismo en que se encuentra.

Bibliografía

- [1] M. C. Fuertes Santos y R. Hidalgo Prieto, “El yacimiento de Cercadilla en Córdoba. Un proyecto de conservación complejo”, *III Congreso Internacional sobre musealización de yacimientos arqueológicos* (2005), pp. 31-37.
- [2] L. Lucas Palacios y J. Estepa Giménez, “El patrimonio como instrumento para la formación de la ciudadanía crítica y participativa”, *Investigación en la Escuela*, 89 (2016), pp. 35-48.
- [3] R. Blanco-Guzmán, “La axerquía en el tiempo. Arqueología virtual para la didáctica del patrimonio”, en Delgado Torres, M., Vaquerizo Gil, D. y Ruiz Osuna, A. B. (coords.), *Rescate: del registro estratigráfico a la sociedad del conocimiento: el patrimonio arqueológico como agente de desarrollo sostenible*, 2017, pp. 323-341.
- [4] A. León, y D. Vaquerizo, “Un nuevo modelo de gestión de la arqueología urbana en Córdoba”, en Beltrán Fortes, J. y Rodríguez Gutiérrez, O. *Hispaniae urbes. Investigaciones arqueológicas en ciudades históricas*, Sevilla, 2012, pp. 321-361.

Capítulo 18. Traducción y terminología EN-ES en el sector de la ciberseguridad: Un estudio terminográfico *ad hoc* basado en corpus

Jaime Sánchez Salcedo

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS.
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS SOCIALES, FILOSOFÍA, GEOGRAFÍA Y TRADUCCIÓN E INTERPRETACIÓN.
PLAZA DEL CARDENAL SALAZAR, CÓRDOBA.

l82sasaj@uco.es

Resumen

El siguiente trabajo de fin de máster presenta un análisis *ad hoc* comparado en inglés y español de la terminología utilizada en el campo de la ciberseguridad orientado al ejercicio de la traducción técnica profesional. Este trabajo comprende el estudio de 61 unidades terminológicas extraídas de un corpus comparable EN-ES con las tipologías textuales más representativas de este campo de especialidad, que fueron analizadas a través de un modelo de ficha terminotraductológica bilingüe diseñado de forma expresa para este trabajo. Los objetivos fijados responden a una intención doble que abarca la descripción y la normalización de los términos seleccionados, de forma que, de un lado, se incluye información relativa a las tres dimensiones principales de los términos en ambas lenguas de trabajo, esto es, morfosintáctica, léxico-semántica y pragmático-contextual; y, de otro lado, se lleva a cabo una evaluación crítica de los usos identificados en español y se valora su grado de aceptabilidad a través de recomendaciones aplicables a la escritura científica y a la traducción EN>ES. Como resultados, el presente trabajo aporta dos glosarios bilingües, uno de términos con sus respectivas formas complejas y otro de métodos de abreviación, así como un banco con los recursos documentales, terminológicos y lexicográficos utilizados.

Fundamento y presentación de resultados

El presente trabajo presenta un estudio basado en corpus de la terminología perteneciente al ámbito de la ciberseguridad y orientado a la práctica de la traducción técnica profesional EN>ES. Este estudio se abordó con base en los siguientes objetivos:

- Crear un corpus comparable EN-ES con las tipologías textuales más representativas del campo de la ciberseguridad.
- Extraer las unidades terminológicas más relevantes de este campo y realizar un análisis terminográfico que permita establecer las equivalencias principales de los términos, los patrones y errores de uso más frecuentes y proponer soluciones, y aportar información lingüística que pueda resultar útil o de interés para el traductor profesional.

- Crear dos glosarios: uno EN-ES con los términos analizados y sus correspondientes formas completas y otro de métodos de abreviación.

En lo que respecta a la metodología seguida, se articuló en los dos ejes principales que se describen a continuación:

En primer lugar, se diseñó y compiló un corpus comparable EN-ES. Este proceso se llevó a cabo en cinco fases [1]: 1) delimitación conceptual del dominio de la ciberseguridad a través de la consulta de fuentes documentales; 2) operacionalización del dominio para delimitar el alcance de nuestro corpus con respecto al campo de la ciberseguridad en su totalidad, que se realizó atendiendo a las necesidades del estudio y la calidad y disponibilidad de las fuentes; 3) evaluación del dominio a partir de criterios cualitativos y cuantitativos para determinar si este era representativo del dominio general; 4) planificación de la muestra, donde se planteó un modelo aleatorio prestratificado [2, 3] de textos sincrónicos basado en las tipologías textuales identificadas, las cuales se recopilaban a través de criterios de búsqueda mediante descriptores [4]; y 5) evaluación cuantitativa final del corpus con el algoritmo *NCor* a través del programa *ReCor* [5].

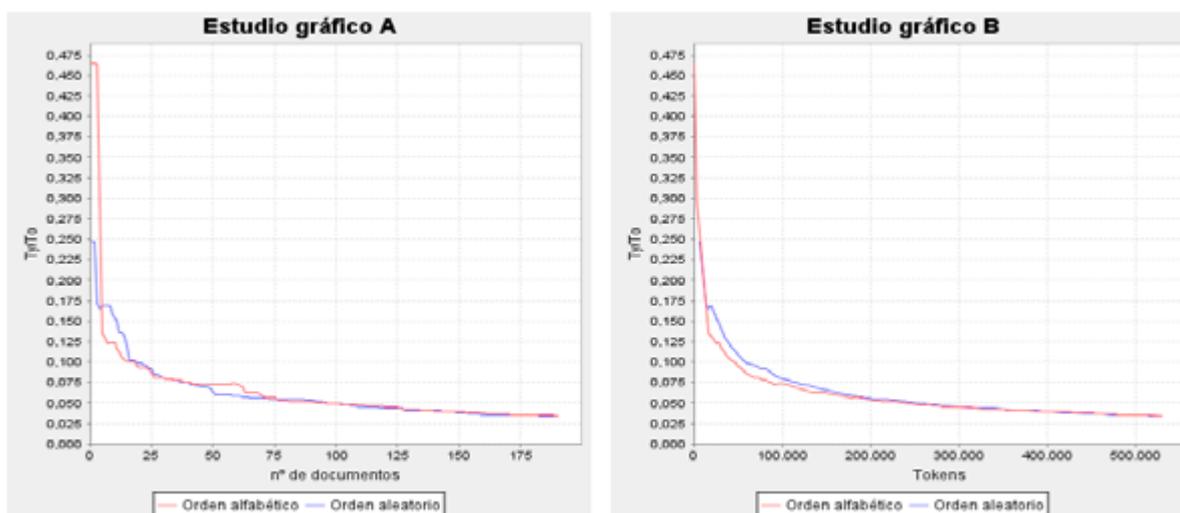


Gráfico 1: Representatividad del subcorpus en inglés

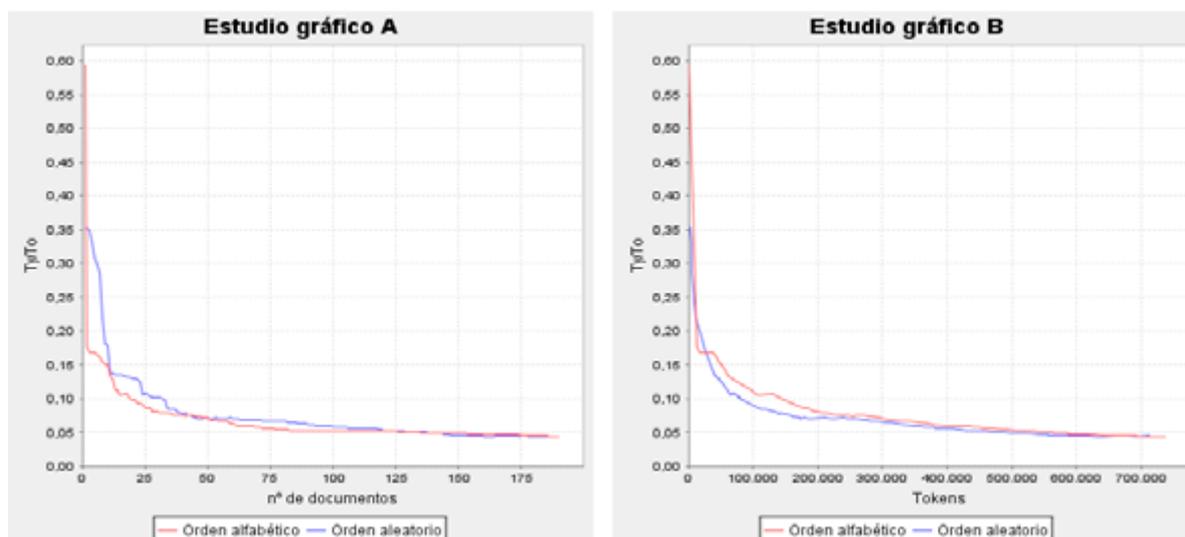


Gráfico 2: Representatividad del subcorpus en español

Tal y como se observa en los gráficos proporcionados por *ReCor*, nuestro subcorpus en inglés comienza a ser representativo aproximadamente a partir de los 90 textos y 260 000 *tokens*, mientras que nuestro subcorpus en español alcanza el umbral de representatividad a partir de los 120 textos y 580 000 *tokens*. En este sentido, el corpus preliminar se consideró representativo en términos cuantitativos. De esta forma, nuestro corpus estuvo formado por un subcorpus en inglés de 190 textos y \approx 530 000 palabras y un subcorpus en español de 190 textos y \approx 740 000 palabras.

En el segundo eje, por otro lado, se explotó el corpus compilado para llevar a cabo el análisis de los términos. Para ello, se extrajeron con el programa *Sketch Engine* las palabras clave de ambos subcorpus y se seleccionaron un total de 61 términos en inglés, los cuales se escogieron por su frecuencia de aparición dentro del corpus y su relevancia dentro del campo de la ciberseguridad. Posteriormente, se trasvasaron a un modelo de ficha de vaciado [6] en formato .xlsx para su consignación. Por último, se diseñó un modelo de ficha terminotraductológica bilingüe propio para llevar a cabo en análisis tomando como referencia la propuesta de [7]. Esta ficha incluyó los siguientes apartados: 1) título, 2) identificador, 3) entrada, 4) abreviaturas, 5) otras equivalencias, 6) formas complejas, 7) formas no recomendadas, 8) definición canónica, 9) contexto de uso 1, 10) contexto de uso 2, 11) usos no canónicos, 12) información traductológica, 13) imagen o vídeo descriptivo, 14) familia léxica, 15) bibliografía recomendada y 16) información de gestión.

En lo que respecta a los resultados de nuestro estudio, se obtuvieron los datos que se resumen a continuación:

- Presencia de movimientos metonímicos no censurables en la dimensión conceptual de 9 términos, lo que supone alrededor del 15 % del total de términos analizados. Este movimiento es generalmente único y afecta en un 66,7 %, a sustantivos deverbales. Del total de 10 movimientos identificados, solo cuatro se encuentran recogidos en las fuentes lexicográficas consultadas.
- Ambigüedad semántica en un total de 23 términos —i. e., el 37,7 %—, lo que se traduce en más de un tercio de términos con límites definitorios difusos que se emplean con un significado propio de otro término y que generan problemas de tipo semántico en su uso y traducción al español.

- Métodos de abreviación, estando presentes en 16 de los 61 términos analizados —i. e., el 26 %—, apuntando un total de 19 en total, 16 en inglés y 3 en español. Cerca del 70 % de estas abreviaturas pertenecen a locuciones nominales de más de dos elementos.
- Perpetración significativa de calcos de traducción en el subcorpus en español, afectando a 14 de los 61 términos analizados —i. e., el ≈23 %—, ya sea al utilizar el término como unidad o como parte de un compuesto más complejo. La razón principal identificada es la traducción literal del significante, de la sintaxis interna del propio término o de ambas. Destacan en este grupo las traducciones acrílicas de elementos en posición antonominal como sintagmas preposicionales introducidos por la preposición *de*, lo que supone una falta de comprensión de las relaciones semánticas entre los elementos del compuesto.
- Uso efusivo en español del extranjerismo inglés frente a su equivalente natural, fenómeno que afecta a un 29 de los 61 términos analizados —i. e., el 48 %—. La distribución en cuanto al tipo de anglicismo es bastante homogénea, con 14 casos que utilizan la forma desarrollada del término y 13 su método de abreviación, identificándose solo dos casos donde ambas situaciones se den a la vez.

Además de los datos obtenidos de la evaluación estadística de los resultados, el presente estudio también ha dado como fruto la creación de tres herramientas de trabajo orientadas a la labor profesional de la traducción: un glosario bilingüe EN>ES con los 61 términos analizados en el estudio que incluye, además, más de 700 formas complejas; un glosario bilingüe EN>ES con 19 métodos de abreviación; y un repositorio de fuentes bibliográficas y lexicográficas relacionadas con el ámbito de la ciberseguridad que se corresponden con aquellas que han resultado más útiles para llevar a cabo nuestro estudio.

Bibliografía

- [1] J. Egbert, D. Biber, B. Gray, *Designing and Evaluating Language Corpora: A Practical Framework for Corpus*, Cambridge University Press, Cambridge, 2022.
- [2] J. C. Phillips, J. Egbert, *Advancing Law and Corpus Linguistics: Importing Principles and Practices from Survey and Content-Analysis Methodologies to Improve Corpus Design and Analysis*, *Brigham Young University Law Review*, 16 (2017) 1589-1619.
- [3] V. Brezina, A. Hawtin, T. McEnery, (2021). The Written British National Corpus 2014 – design and comparability, *Text & Talk*, 41:5-6 (2021) 595-615.
- [4] M. Seghiri Domínguez, Metodología protocolizada de compilación de un corpus de seguros de viajes: Aspectos de diseño y representatividad, *RLA. Revista de lingüística teórica y aplicada*, 49:2 (2011) 13-30.
- [5] G. Corpas Pastor, M. Seghiri Domínguez, Determinación del umbral de representatividad de un corpus mediante el algoritmo N-Cor, *Procesamiento del Lenguaje Natural*, 39 (2007) 165172.
- [6] M. T. Cabré Castellví, *La terminología: Teoría, metodología, aplicaciones*, Editorial Empuries, Barcelona, 1993.
- [7] M. Casas Gómez, DOCUTERM: modelo de documentación de usos terminológicos, *Revista de Lingüística y Lenguas Aplicadas*, 17 (2022) 11-27.

Capítulo 19. Los triunfos de San Rafael de la ciudad de Córdoba: arte, urbanismo y devoción

Pablo J. Segorbe Reyes

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS.
DEPARTAMENTO DE HISTORIA DEL ARTE, ARQUEOLOGÍA Y MÚSICA.
PLAZA DEL CARDENAL SALAZAR, CÓRDOBA.

l82serep@uco.es

Resumen

El presente proyecto aborda desde un punto de vista social y cultural la importancia de los triunfos de San Rafael en la ciudad de Córdoba, testigos de la promoción del culto al arcángel e integrantes de un paisaje urbano singularizado por la idea representativa de la configuración de la ciudad como conjunto teatral de carácter devocional. Hasta la fecha, la mayoría de las publicaciones concernientes a la presente temática se han centrado únicamente en análisis descriptivos formalistas o en estudios iconográficos. En consecuencia, a través del uso de fuentes tanto primarias como secundarias, el estudio de las circunstancias sociales y la comparativa con otras tipologías urbanísticas análogas se pretende profundizar en este fenómeno más allá de lo aportado hasta la actualidad, destacando el valor artístico de las representaciones monumentales, su papel en la difusión del culto a San Rafael, y su significación en la conformación del urbanismo cordobés desde el siglo XVII hasta la actualidad.

Fundamento y presentación de resultados

La figura de San Rafael constituyó a lo largo de los siglos XVII y XVIII uno de los paradigmas devocionales con mayor repercusión desde el punto de vista artístico, social y cultural en Córdoba. Si bien determinadas figuras del imaginario católico atesoraron un protagonismo más global, no incidieron en una ciudad concreta del mismo modo y con la misma severidad que la devoción a San Rafael en Córdoba. Esta determinó la creación de una conciencia colectiva que se afianzó de manera progresiva en la sociedad gracias, indudablemente, a sus distintas representaciones artísticas. En este sentido, la más identificativa es la desarrollada en el ámbito urbanístico, a través de los conocidos como “triunfos”, monumentos ascensionales mediante los que se pretendían materializar las ideas sobre las que se configuró el culto al arcángel. Su construcción conllevó la configuración de un verdadero escenario devocional sin parangón en Europa que se entiende a través de la retórica visual del barroco, durante un período en el cual se concibió la urbe como un conjunto escenográfico representativo de la devoción popular y el poder institucional.

La construcción iconográfica de la imagen de San Rafael, así como su impacto en el ámbito urbanístico y monumental, no es sino resultado de una sucesión de acontecimientos que han vinculado históricamente al arcángel con la ciudad de Córdoba, destacando las apariciones a fray Simón de Sousa

y las revelaciones al Padre Roelas. Ambos episodios aparecieron recogidos de forma conjunta en la obra de Pedro Díaz de Ribas *El Archangel S. Rafael particular custodio, y amparo de la ciudad de Córdoba*, cuya publicación en el año 1650 constituyó un acontecimiento clave en todo este proceso, pues supuso la elaboración de un pasado “ad divinum” que justificaba históricamente el carácter curativo y protector de San Rafael sobre la población cordobesa [1]. A partir de la publicación de la obra de Díaz de Ribas, la devoción a San Rafael debía difundirse y consolidarse en el imaginario colectivo. Para ello, las manifestaciones artísticas gozaron de una gran importancia, debido, entre otros factores, al potencial comunicativo que adquirieron las imágenes tras la Reforma Católica. En este proceso, tuvieron una importancia fundamental las fiestas públicas celebradas en honor al arcángel en el año 1651, pues durante los días de celebración, las ideas que sostenían la devoción al arcángel y que habían sido expuestas en la obra de Díaz de Ribas, fueron por primera vez plasmadas en la iconografía urbana de los altares efímeros para que se difundieran y consolidasen en el imaginario cultural de la sociedad [2]. Además, las fiestas culminaron con la colocación en el Puente Romano de la imagen de San Rafael, el 2 de septiembre de 1651. La efigie supuso el punto de partida para el programa escenográfico que se desarrollará durante el siglo XVIII a través de los triunfos, pues su ubicación en el principal punto de entrada y salida de la ciudad vinculó el significado de la imagen con su protagonismo en el plano urbano [3].

Esta idea se desarrolló con mayor trascendencia a partir del siglo XVIII, cuando la vinculación entre imagen y devoción permitió la configuración de un excepcional paisaje urbano, reflejó la introducción de nuevas ideas estéticas y consolidó la figura del arcángel como protector y custodio de la ciudad. Esto fue llevado a cabo mediante la erección de una serie de monumentos conocidos como triunfos, los cuales siguen tipológicamente los modelos formales y simbólicos de las columnas votivas y honoríficas levantadas en el resto de Europa a partir de finales del siglo XVI [4]. En Córdoba, la colocación de la imagen del arcángel en la torre de la Catedral en 1664 sugirió la vinculación del elemento ascensional con las ideas mencionadas anteriormente; sin embargo, será a partir de la nueva centuria cuando esta correlación alcance su mayor exponente, convirtiéndose la ciudad en un verdadero escenario devocional en torno a San Rafael.

Los dos primeros triunfos erigidos fueron el de la Plaza de la Compañía, en 1736, y el del Patio de la cárcel del Tribunal del Santo Oficio, que por entonces se situaba en el Alcázar de los Reyes Cristianos, en 1743. Este último fue trasladado en el año 1953 a su emplazamiento actual, frente a la antigua estación de ferrocarril de la ciudad. De esta forma, el monumento recuperó el sentido escenográfico que se le pretendió dar a las imágenes de San Rafael desde un primer momento, recibiendo a los numerosos viajeros que llegaban a la ciudad e informándoles de su condición de protector de la misma. En cuanto al primero, cabe destacar que fue financiado por un jesuita afincado en el Colegio de Santa Catalina de la Compañía de Jesús, al que todos los documentos se refieren como el Venerable Padre Santiago. Dicha fama y reverencia sin duda se deben a su devoción a San Rafael y la manifestación pública que hizo de ella a lo largo de su vida, constituyendo un nuevo paradigma de la instrumentalización de la devoción de San Rafael como estrategia de ascenso social a través del plano artístico.

La cuestión sociopolítica es importante a la hora de entender la configuración del escenario urbano desarrollado en torno a la imagen del arcángel. A lo largo del siglo XVII la figura de San Rafael se constituyó como un importante elemento que enriquecía el capital simbólico de determinados individuos de la sociedad cordobesa [5]. Esta idea siguió presente durante la nueva centuria a través de la erección de nuevos monumentos como el del Campo de San Antón, en el que vemos implicado al caballero veinticuatro Martín González de Guiral, o el de la Plaza de los Aguayos, costado por Rosario de Hoces y Venegas, condesa de Hornachuelos, tratándose, por tanto, del primer ejemplo de promoción de la devoción del arcángel por parte de la nobleza [6]. El mencionado Martín González de Guiral financió igualmente la construcción de un triunfo en la Plaza de San Basilio. Este, al igual que el existente en la plaza de la

Fuenseca, fue derribado por un fuerte temporal; no obstante, las fuentes de la época nos informan de que ambas imágenes se conservaron en sus espacios [7].

Del mismo modo, resulta interesante mencionar el triunfo erigido en 1768 en la Plaza de San Hipólito, obra del artista francés afincado en Córdoba Miguel Verdiguier. Además de destacar su singularidad estética, la consulta de distintos documentos procedentes del Archivo Municipal ha permitido conocer un dato que hasta ahora era objeto de debate como es el promotor de su construcción. Se ha podido resolver esta cuestión y afirmar que fue el cabildo de la Real Colegiata de San Hipólito el que, en un intento de anexionar su institución a la identidad colectiva generada en torno a San Rafael, erigió un monumento en su honor gracias a la iniciativa de su prior. Además, esta no fue la única comunidad religiosa que adoptó esta práctica, sino que, en 1770, los Carmelitas Descalzos se ocuparon de erigir un nuevo triunfo de San Rafael en la cuesta de acceso al templo de San Cayetano. Este monumento, hoy desaparecido también por un fuerte temporal que asoló Córdoba a finales del siglo XIX, de nuevo fue obra de Alonso Gómez de Sandoval, por lo que no debió distar mucho estilísticamente del levantado en la Plaza de Aguayos años antes.

Esta imagen colectiva generada en torno a San Rafael también fue trascendental pues, de igual modo, incitó al Cabildo Catedralicio a manifestar su devoción al arcángel mediante la erección de un nuevo triunfo, el cual, al ser concluido, se convertiría en el de mayor monumentalidad y relevancia artística de la ciudad. Se trata del Triunfo de la Puerta del Puente que, tras sucesivos proyectos, sería concluido finalmente en 1781 de la mano de Miguel Verdiguier. Sin embargo, desde el punto de vista formal presenta varias diferencias con el inaugurado años antes en la Plaza de San Hipólito, lo que permite deducir que, realmente, el artista francés retomó el primer proyecto presentado en 1736 y que fue desechado al considerarse inabarcable. Y es que, entre otras cuestiones, concebía el monumento como una fuente “según diseño en imitación de la de Plaza Navona” [8]. En cualquier caso, podemos afirmar cómo el triunfo de la Puerta del Puente goza de una importancia fundamental en la conformación del paisaje urbano cordobés tal y como lo concebimos hoy en día. Su relevancia artística, además, se une a la sacralización que ejerce sobre el espacio colectivo para culminar el aparato escenográfico desarrollado en torno a San Rafael y consolidar, de manera definitiva, los argumentos de su devoción en el imaginario colectivo. Además, su edificación significó el sustento y patrocinio total del poder eclesiástico hacia una devoción que había nacido en el seno de la religiosidad popular pero que adquirió pleno sentido a través de su integración en el ámbito oficial, tanto civil como religioso, para conferir un sentido y una identidad a una comunidad concreta [9].

En definitiva, la construcción de los triunfos de San Rafael conllevó la configuración de un verdadero escenario devocional único en Europa que se entiende en un contexto cultural determinado, donde la ciudad es concebida como un espacio de experimentación lingüística en el que la imagen visual y el lenguaje arquitectónico fueron esenciales en la plasmación de un significado histórico o, incluso, en el fortalecimiento de las relaciones sociales existentes [10]. Además de su trascendencia en el plano sociológico y cultural, los monumentos erigidos en honor del arcángel representan el importante vínculo que se forjó entre la imagen y la devoción del arcángel, pues su construcción pretendió transmitir la idea de salvaguarda y, de este modo, asegurar la protección de la ciudad mediante la presencia de la imagen de su custodio. Por tanto, elementos como la ubicación de los triunfos, sus promotores o las iconografías plasmadas poseen una gran importancia a la hora de comprender el verdadero significado de dichos monumentos, así como el urbanismo cordobés de este período.

Bibliografía

- [1] P. Díaz de Ribas, *El Archangel S. Rafael particular custodio, y amparo de la ciudad de Córdoba*, Córdoba, 1650.
- [2] M.^a J. Cuesta, “Córdoba Contrarreformista. Elaboración de la iconografía de la historia de San Rafael y los Santos Mártires en arquitecturas efímeras y textos”, en Bando, S. e Insúa, M. (eds.), *Actas del II Congreso Ibero-asiático de Hispanistas*, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Navarra, Navarra, 2013, pp. 117-134.
- [3] P. Mesía de la Cerda, *Relación de las fiestas eclesiásticas y seculares, Córdoba*, 1653.
- [4] J. M. Gómez-Moreno, “Columnas triunfales y honoríficas en el barroco europeo: tipologías y variedad temática”, en Rodríguez Miranda, M.^a (coord.), *Revisiones y actualizaciones al Barroco como Universo de Experiencias*, Asociación Hurtado Izquierdo, Córdoba, 2018, pp. 7-66.
- [5] C. Sánchez Merino y M. Lozano Pérez, “San Rafael en Córdoba: devoción y promoción política”, en Mocholí Martínez, M.^o E. y García Mahiques, R. (eds.) *Imágenes. Encrucijadas interdisciplinarias*, Publicacions de la Universitat de Valencia, Valencia, 2023, pp. 163-174.
- [6] J. M.^a Palencia Cerezo, “Un manuscrito de Moreno Arias: Triunfo de San Rafael de la plaza de Aguayos y Alonso Gómez de Sandoval”, *Crónica de Córdoba y sus pueblos*, 19 (2022), pp. 185-199.
- [7] T. Ramírez de Arellano, *Paseos por Córdoba*, Córdoba, 1873-1877.
- [8] G. Pérez, *Descripción histórica del triunfo que erigió a San Rafael, custodio de Córdoba, el Ilmo. Sr. D. Martín de Barcia, su obispo, a las puertas de su palacio*; concluido por el Ilmo. Sr. D. Baltasar de Yusta Navarro, su actual dignísimo obispo, Córdoba. 1782.
- [9] E. Redel, *San Rafael en Córdoba*, Córdoba, 1899.
- [10] D. Rodríguez Ruiz, “Experimentalismo urbano en la época del barroco”, *Boletín de Arte*, 2 (1981), pp. 87-114.

Ciencias **Sociales,** **Económicas y Jurídicas**

Capítulo 20. Proyecto (PID2022-136372NB-100): Liderazgo Institucional para la Evaluación de las Competencias de los Estudiantes y el Desarrollo del Engagement Universitario (LIECEDEU)

Manuel Acosta Ariza

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. FACULTAD DE EDUCACIÓN Y PSICOLOGÍA.
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN.
CALE SAN ALBERTO MAGNO, CÓRDOBA.
manuacosta95@gmail.com

Resumen

El trabajo se ha centrado en colaborar con el proyecto de investigación “Liderazgo Institucional para la Evaluación de las Competencias de los Estudiantes y el Desarrollo del Engagement Universitario (LIECEDEU)”, subvencionado en la convocatoria competitiva de Proyectos de Generación de Conocimiento 2022. Participan en el mismo investigadores e investigadoras de tres universidades españolas: la Universidad de Córdoba (UCO), la Universidad de Murcia (UMU) y la Universidad de Santiago de Compostela (USC). Las tareas desarrolladas han permitido la organización y presentación de hallazgos para la transferencia del conocimiento, dando lugar a la organización de un Simposio en el XIII Congreso Ibero-americano de Docência Universitária- CIDU 2024. Las evidencias que avalan este proyecto se encuentran en los estudios realizados por Bolívar, (2020), Escudero y Martínez, (2020) Escudero y Trillo, (2015) Giroux, (2019) Michavila, (2017) Sanjurjo (2017) y Zabalza, (2022), dando lugar a la aportación que responde a la pregunta ¿en qué medida está incorporado y reflejado el modelo de enseñanza y evaluación por competencias en la Universidad de Córdoba? El análisis de la normativa busca extraer conclusiones significativas tras 25 años de la implementación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). El enfoque de investigación en este estudio ha sido la revisión y el análisis documental de las normativas y las regulaciones aprobadas en la Universidad de Córdoba (UCO) –como institución– junto con las de sus facultades y centros. Como principal conclusión, se puede afirmar que la Universidad de Córdoba ha adaptado su normativa a las indicaciones y directrices establecidas por la visión pedagógica inherente al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

Fundamento y presentación de resultados

El trabajo realizado como becario de investigación se ha centrado en colaborar con el proyecto de investigación actual “Liderazgo Institucional para la Evaluación de las Competencias de los Estudiantes y el Desarrollo del Engagement Universitario (LIECEDEU)”, aprobado y subvencionado en la convocatoria competitiva de Proyectos de Generación de Conocimiento 2022, convocado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, la Agencia Estatal de Investigación y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional e investigación. En este proyecto participan investigadores e investigadoras de tres universidades españolas:

la Universidad de Córdoba (UCO), la Universidad de Murcia (UMU) y la Universidad de Santiago de Compostela (USC).

Las tareas desarrolladas (participación en reuniones de investigación, revisión bibliográfica, participación en el estudio de campo con la recopilación y análisis de datos) han permitido la organización y presentación efectiva de datos y hallazgos para la transferencia del conocimiento.

Los primeros hallazgos de este proyecto han dado lugar a la organización de un Simposio en el marco del XIII Congreso Ibero-americano de Docência Universitária- CIDU 2024. El equipo de investigación, coordinado por Mónica Porto Currás de la Universidad de Murcia y Felipe Trillo Alonso de la Universidad de Santiago de Compostela (ambos IPs del proyecto) analiza de qué modo y hasta qué punto las prácticas de evaluación son condicionadas por las dinámicas institucionales y condicionan, a su vez, el aprendizaje y bienestar de los estudiantes. Concretando como título del Simposio “Políticas Universitarias para la Evaluación de las competencias de los estudiantes: ¿liderazgo institucional?”, esta comunicación fue presentada por Mónica Vallejo Ruiz (Universidad de Murcia); Carmen Corpas Reina (Universidad de Córdoba); Manuel Acosta Ariza (Universidad de Córdoba); Manuel Torralbo Rodríguez (Universidad de Córdoba).

Las evidencias que avalan este proyecto se encuentran en los estudios realizados por Ball (2010), Bolívar (2020), Escudero y Martínez (2020), Escudero y Trillo (2015), Gentil (2012), Giroux (2019), Michavila (2017), Sanjurjo (2017) y Zabalza (2022), dando lugar a las siguientes preguntas de investigación: ¿la evaluación de los estudiantes depende exclusivamente de que los docentes individualmente quieran o sepan hacerlo, sin que se asuma al respecto ninguna responsabilidad a nivel de política académica por parte de los directivos universitarios? ¿A nivel universitario se mantiene una gobernanza más preocupada por las disposiciones reglamentarias que por las dinámicas organizativas que hacen posible una innovación educativa en materia de evaluación de los estudiantes y, específicamente, de evaluación de las competencias?

Para responder a esas preguntas, el primer foco de atención del estudio se centra en identificar y analizar cuáles y cómo son las iniciativas institucionales para regular y orientar la evaluación de las competencias de los estudiantes a través de las normativas que se publican y que regulan el quehacer universitario.

En este sentido, se presentan cuatro aportaciones constituyentes del simposio. En la primera se sintetiza la fundamentación teórica del proyecto de investigación LIECEDEU y en las tres siguientes se identifican, analizan e interpretan los reglamentos y normativas institucionales de las tres universidades españolas antes mencionadas que participan en el proyecto. La aportación al Congreso “La influencia de las políticas universitarias de calidad en el aprendizaje: análisis del caso de la Universidad de Córdoba” es en la que he desarrollado mis actuaciones de manera más específica.

El análisis de estas normativas se ha llevado a cabo con el objetivo de responder a la siguiente pregunta fundamental: ¿en qué medida está incorporado y reflejado el modelo de enseñanza y evaluación por competencias en la Universidad de Córdoba? Además, se busca extraer conclusiones significativas tras 25 años de la implementación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). El enfoque de investigación utilizado para el desarrollo de este estudio ha sido la revisión y el análisis documental de las normativas y las regulaciones aprobadas en la Universidad de Córdoba (UCO) –como institución– junto con las de sus facultades y centros. Concretamente, se han analizado 7 documentos relativos a reglamentos generales de la universidad y 10 documentos sobre reglamentos orgánicas de facultades y/o centros universitarios.

Como principal conclusión, se puede afirmar que la Universidad de Córdoba ha adaptado su normativa a las indicaciones y directrices establecidas por la visión pedagógica inherente al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). La normativa reguladora analizada establece consideraciones generales sobre las propuestas pedagógicas tanto en el modelo de enseñanza como en el de evaluación otorgando la flexibilidad y autonomía necesarias para que cada centro y docente pueda realizar las adaptaciones pertinentes según sus necesidades. Sería pertinente continuar con un análisis detallado de las guías docentes,

esto permitiría comprender mejor cómo se concretan los modelos de enseñanza y evaluación por competencias en la práctica. Este estudio ayudaría a evidenciar las perspectivas desde las cuales se diseñan e implementan las estrategias pedagógicas basadas en competencias.

Bibliografía

- [1] S. Ball, “Performatividad y fabricaciones en la economía educacional: en pos de la sociedad performativa,” *Educação & Realidade*, vol. 35, no. 2, pp. 37-55, 2010.
- [2] A. Bolívar, “La enseñanza universitaria y nuevas identidades académicas,” in *Repensando la educación superior*, F. Trillo, Ed., Narcea, 2020, pp. 87-107.
- [3] J. M. Escudero and B. Martínez, “Innovación educativa y Espacio Europeo de Educación Superior,” in *Repensando la educación superior. Miradas expertas para promover el debate*, F. Trillo, Ed., Narcea, 2020, pp. 15-38.
- [4] J. M. Escudero and F. Trillo, “Un análisis crítico del Espacio Europeo de Educación Superior como reforma de la enseñanza universitaria: los programas Verifica y Docentia en el contexto español,” *Educar em Revista*, no. 57, pp. 81-97, 2015.
- [5] C. Gentil, “Gobernar la universidad desde la autonomía,” *Revista de educación y derecho*, no. 7, 2012.
- [6] H. A. Giroux, *La guerra del neoliberalismo contra la educación superior*, Herder, 2019.
- [7] F. Michavila, “El proceso de Bolonia y la transformación de la educación superior en Europa,” in *La Universidad en cambio*, J. M. Escudero Muñoz and M. Vallejo Ruíz, Eds., Edit.um, 2017, pp. 19-42.
- [8] L. Sanjurjo, “El gobierno de la universidad: entre la autonomía y el compromiso,” in *La Universidad en cambio*, J. M. Escudero Muñoz and M. Vallejo Ruíz, Eds., Edit.um, 2017, pp. 57-84.
- [9] M. A. Zabalza, *Coreografías didácticas en Educación Superior*, Narcea, 2022.

Anexo 1

Certificado de participación en el Congreso CIDU 2024 - XIII Congresso Ibero- americano de Docência Universitária. Lisboa, Portugal, 10-12 julio, 2024.



Certificado

Certifica-se que o trabalho intitulado:
LA INFLUENCIA DE LAS POLÍTICAS UNIVERSITARIAS EN LA CALIDAD DEL APRENDIZAJE: ANÁLISIS DEL CASO DE LA UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

Foi apresentado por
Mónica Vallejo Ruiz, Carmen Corpus Reina, Manuel Acosta Ariza y Manuel Torralbo Rodríguez

no XIII Congresso Iberoamericano de Docência Universitária realizado no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, nos dias 10, 11 e 12 de julho de 2024.

Pela Comissão Organizadora,


Prof. Dr. Jorge Ramos do O



Capítulo 21. “Desafiando las fronteras invisibles”. La realidad sociolaboral de las mujeres migrantes sin hogar

Claudia Alonso García

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. FACULTAD DE EDUCACIÓN Y PSICOLOGÍA.
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN.
CALE SAN ALBERTO MAGNO, CÓRDOBA.
m02algac@uco.es

Resumen

Las mujeres migrantes sin hogar suelen estar en una situación de extrema vulnerabilidad, enfrentando desafíos únicos. En el ámbito laboral, enfrentan barreras como la discriminación, la falta de oportunidades y serias dificultades para acceder y mantener una vivienda.

Esta situación supone el punto de partida de este trabajo de iniciación a la investigación socioeducativa que se plantea los siguientes objetivos: a) describir las características que definen al colectivo de mujeres migrantes sin hogar; b) identificar las principales causas que llevan a las mujeres migrantes a encontrarse en situación de sinhogarismo; c) analizar y describir las barreras y dificultades que encuentran las migrantes sin hogar en el acceso y mantenimiento del empleo y d) conocer y describir los servicios, programas y recursos implicados en los procesos de inclusión laboral de este colectivo en la Asociación Adoratrices Fuente de Vida en Córdoba.

El enfoque cualitativo del estudio se basa en entrevistas semiestructuradas, dirigidas tanto a las mujeres migrantes como a las profesionales de la asociación. El análisis de los datos permite obtener información clave sobre el perfil de estas mujeres, principalmente de origen africano y latinoamericano, las causas de su situación de sinhogarismo, las dificultades para acceder al empleo y los programas disponibles. Los resultados se orientan a la mejora de la intervención en la inclusión laboral de migrantes sin hogar y desarrollar nuevas líneas de acción en el futuro.

Fundamento

En las últimas décadas, el fenómeno de la migración ha trascendido fronteras para convertirse en un tema de interés global [2]. Gobiernos, organizaciones internacionales, académicos y la sociedad en general han dirigido su atención hacia este fenómeno, reconociendo su impacto multidimensional. Sin embargo, en medio de este complejo panorama migratorio, un grupo específico ha permanecido invisible: las mujeres migrantes sin hogar.

Un hecho innegable es la progresiva incorporación de las mujeres a los movimientos migratorios a nivel mundial. En Europa, las mujeres representan el 51.6% de todos los migrantes internacionales [3].

Además, las mujeres migrantes sin hogar enfrentan una serie de desafíos únicos que las colocan en una posición de extrema vulnerabilidad en las sociedades receptoras. A menudo, estas mujeres experimentan

una combinación de discriminación de género, racismo y escasez de oportunidades laborales. La falta de un hogar estable y seguro agrava aún más su situación, dejándolas en una posición de marginalidad y riesgo [4]. El sinhogarismo femenino migrante ocurre en contextos distintos a los típicamente vinculados con los hombres sin hogar, como la vida en la calle o en refugios. En el caso de las mujeres la situación de sinhogarismo suele estar relacionada con vivienda insegura, la precariedad habitacional, la ocupación por necesidad o la vida en asentamientos informales. Esto significa que debemos ampliar nuestra comprensión del sinhogarismo para abordar los lugares donde las mujeres, especialmente las migrantes, están más presentes pero que han sido ignoradas históricamente [4].

El Instituto Nacional de Estadística [1] muestra que la tasa de paro de las mujeres en España en el cuarto trimestre de 2023 ha sido del 13,36%, siendo un 20,22% en personas procedentes del extranjero. Se tiene en cuenta, entonces, que ser mujer y migrante es un factor condicionante en el acceso al empleo. Las barreras lingüísticas, las dificultades en el reconocimiento y homologación de cualificaciones, la precariedad laboral, la discriminación y riesgo de rechazo en los procesos de contratación -basados en la nacionalidad, origen étnico o situación migratoria- representan algunos de los obstáculos claves en los procesos de inclusión sociolaboral de estas mujeres.

Presentación de resultados

Respecto a los resultados obtenidos en esta investigación podemos destacar los siguientes:

Objetivo específico 1: Describir las características que definen al colectivo de mujeres migrantes sin hogar de la Asociación Adoratrices Fuente de Vida en Córdoba. En este caso, y a partir de la información extraída de las entrevistas realizadas, se definen las principales características, cualidades y trayectorias de las mujeres migrantes sin hogar usuarias de esta asociación. Los primeros resultados dibujan un perfil de mujeres de origen africano y de América del Sur, con edades comprendidas entre los 18 y los 30 años y con escasa formación.

Objetivo específico 2: Identificar las principales causas que llevan a las mujeres migrantes a encontrarse en situación de sinhogarismo en la provincia de Córdoba. A partir de los primeros datos obtenidos, podemos afirmar que las causas principales que han conducido a estas mujeres a una situación de sinhogarismo son la doble discriminación por ser mujeres y migrantes, la dificultad de encontrar y mantener el empleo y la carga familiar.

Objetivo específico 3: Analizar y describir las barreras y dificultades que encuentran las migrantes sin hogar de la Asociación Adoratrices Fuente de Vida en Córdoba en el acceso y mantenimiento del empleo. Según la información obtenida a través de las entrevistas, se muestra que las principales barreras y dificultades que enfrenta este colectivo incluyen empleos temporales, trabajos precarios y dificultades con el aprendizaje del idioma del país de acogida, lo que dificulta tanto su acceso al mercado laboral como la permanencia en el empleo.

Objetivo específico 4: Conocer y describir los servicios, programas y recursos implicados en los procesos de inclusión laboral de migrantes sin hogar de la Asociación Adoratrices Fuente de Vida en Córdoba. Los datos recabados en este estudio han permitido la elaboración de un listado exhaustivo y detallado de todos los servicios y programas ofrecidos por la asociación destinados a la inclusión laboral de migrantes sin hogar. Además de ello, hemos podido conocer el mapa de colaboraciones y redes de apoyo establecidas por la asociación con otras entidades, tanto públicas como privadas, tales como son el Servicio Andaluz de Empleo, la Fundación Don Bosco, la organización CIC_Batá, Acción laboral y Crea Empleo, que contribuyen a los procesos de inclusión laboral.

Bibliografía:

- [1] Instituto Nacional de Estadística (2024). *Principales indicadores estadísticos igualdad*. <https://www.inmujeres.gob.es/MujerCifras/Informes/Docs/PrincipalesIndicadores2024.pdf>
- [2] Organización Internacional para las migraciones (2021). Informe sobre las Migraciones en el Mundo 2022. <https://publications.iom.int/books/informe-sobre-las-migraciones-en-el-mundo-2022>
- [3] United Nations (2020). International Migrant Stock. <https://www.un.org/development/desa/pd/content/international-migrant-stock>
- [4] Villa-Rodríguez, K. G., de la Fuente-Roldán, I. N., & Sánchez-Moreno, E. (2023). Una aproximación a la exclusión residencial que afecta a las mujeres migrantes: el sinhogarismo oculto. *OBETS. Revista de Ciencias Sociales*, 18(2), 397-418.

Capítulo 22. Reflejos de vida: Mujeres migrantes sin hogar a través de narrativas *fotovoiztaicas*

Carolina Fadrique Caballero

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. FACULTAD DE EDUCACIÓN Y PSICOLOGÍA.
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN.
CALE SAN ALBERTO MAGNO, CÓRDOBA.
atlantesgym@hotmail.com

Resumen

En la ciudad de Córdoba, el sinhogarismo constituye una realidad palpable que afecta a un amplio número de personas, entre ellas, mujeres migrantes. Detrás de las estadísticas y los informes se encuentran historias de vida complejas y conmovedoras que deben ser escuchadas y comprendidas ya que pueden proporcionar una visión más amplia de sus vivencias, tanto de su proceso migratorio, como de su proceso de inclusión social. Este trabajo de iniciación a la investigación explora esas historias desde una perspectiva cualitativa, íntima y participativa, combinando el poder de las narrativas personales, mediante las historias de vida, con la expresión visual de la *fotovoiz*. Al utilizar Narrativas *fotovoiztaicas* en el título de este trabajo, se establece una conexión con la energía fotovoltaica y su vinculación con la perspectiva feminista. La parte empírica de este trabajo corresponde al estudio cualitativo realizado mediante relatos de vida a dos mujeres en situación de sin hogar procedentes de dos países de África que actualmente se encuentran en Córdoba. A través de sus propias narrativas e imágenes se exploran aspectos relevantes de sus vivencias, acaecidas durante su proceso migratorio, así como la adaptación de cada una a la nueva cultura y vida. Los resultados de la investigación apuntan a factores complejos y multifacéticos que abarcan cuestiones estructurales, institucionales, relacionales, personales, así como aspectos discriminatorios o legales, que contribuyen a que estas mujeres se encuentren en situación de vulnerabilidad social y en concreto, en situación de sin hogar. En la conclusión se destaca la necesidad de implementar políticas públicas que garanticen la inclusión y el bienestar de estas mujeres, así como la importancia de promover la reflexión y la acción desde la Educación Social, para avanzar hacia una sociedad más inclusiva y equitativa.

Fundamento y presentación de resultados

La globalización ha provocado un aumento del número de migraciones llevadas a cabo por mujeres [1]. Las mujeres suponen un 47,9% de la población de migrantes internacionales [3]. La feminización del sinhogarismo es un fenómeno complejo y multifacético [2] que requiere ser analizado, ya que va a proporcionar una comprensión profunda y realista de las decisiones que impulsaron a estas mujeres a iniciar el proceso migratorio, los desafíos y riesgos enfrentados en el camino, la adaptación a la vida en el país de destino, así como las esperanzas y aspiraciones que tienen estas mujeres para su futuro, junto a

la resiliencia y su determinación para superar las dificultades. Esta investigación se centra en describir el proceso de inclusión social de las mujeres migrantes en situación de sin hogar de la ciudad de Córdoba. Los resultados esperados han sido obtenidos a través de las técnicas utilizadas: historias de vida y fotovoz y se encuentran relacionados directamente con el objetivo general y específicos. Estos son:

OE1: Detallar el proceso migratorio de estas mujeres identificando causas y consecuencias. Podemos constatar un elemento en común entre las participantes, se trata de encontrarse con una situación de extrema vulnerabilidad, en concreto, enfrentarse a un matrimonio forzado. A continuación, se citan textualmente las palabras de estas mujeres con respecto a esta cuestión: “Mi padre me quiso forzar un matrimonio con una persona mayor y yo no quería, por eso yo me fui de mi país” (Oumou). Junto a este testimonio se aporta la imagen con la que Oumou ha querido representar a las jóvenes que son obligadas a un matrimonio forzado, que suelen ir con la cara tapada y mirando al suelo en señal de sumisión y muy tristes siempre, que ella ha llamado “Novia triste”.



Por otra parte, Samia dice: “Mi familia me obligó a casarme y yo no quería casarme y por eso me escapé con 13 años, me fui a otra ciudad, a Tánger y empecé a vivir en la calle”. Mediante su fotografía llamada “bodas manchadas”, Samia ha querido representar la henna en las manos que se utiliza en las bodas marroquíes, pero no de la forma bonita que todos conocemos ni en el lugar donde suele hacerse; lo ha hecho en el lado opuesto y de forma fea para representar el horror de las bodas impuestas



OE2: Identificar los factores que llevan a las mujeres migrantes a encontrarse en situación de sinhogarismo en la ciudad de Córdoba. En relación con este objetivo podemos señalar que, al igual que en muchas otras ciudades, en Córdoba existen diversos factores que contribuyen a que las mujeres migrantes se encuentren en situación de sinhogarismo. Estos factores suelen ser complejos y multifacéticos, abarcando cuestiones estructurales, institucionales, relacionales, personales, así como prácticas discriminatorias o aspectos legales. Todos estos factores obligan a nuestras protagonistas a vivir en la calle.

Omou es arrastrada por una conocida a vivir con ella y posteriormente es abandonada por esta y tiene que vivir en la calle. Con la imagen llamada “Sin rumbo”, Oumou dice que es como el pañuelo, llevada por el viento, sin rumbo, invisible.

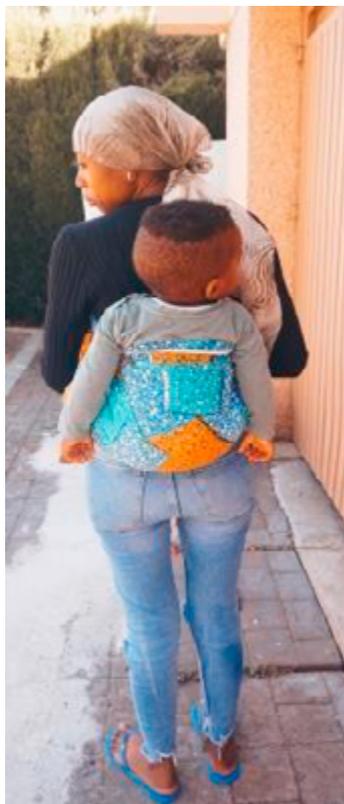


“Estuve en la calle, durmiendo en la calle y cada día a la casa de un tío”, con la fotografía llamada “Soledad” Samia ha querido representar lo sola y desorientada que se sentía en esos momentos.



OE3: Explorar las experiencias individuales de las mujeres migrantes en situación de sin hogar en cuanto a su acceso a los servicios públicos en la ciudad de Córdoba: Podemos afirmar que en los casos de Oumou y Samia todos los factores mencionados con anterioridad las han convertido en mujeres en situación de vulnerabilidad y que barreras documentales, idiomáticas y de discriminación afectan su acceso a los servicios públicos. Además, las protagonistas tienen otro punto en común, y es el hecho de que se quedan embarazadas y sin recursos ni apoyos, lo que hace que terminen viviendo bajo el amparo de una entidad social. A pesar de todas las dificultades descritas, estas mujeres coinciden en que lucharán por darle un futuro mejor a sus hijos.

En la foto llamada “Portando Amor” Oumou porta orgullosa a su hijo, por el que no se rinde y que dice es su fuerza.



Samia en la imagen llamada “Cobijo” muestra cómo protege a su hija y la cuida con amor.



Bibliografía

- [1] Martín, E. (2017). Prólogo: Género y movilidad en las sociedades de la globalización. *Comparative Cultural Studies-European and Latin American Perspectives*, 2 (3), 9-13.
- [2] Sikich, K.W. (2008). Global Female Homelessness: A Multi-Faceted Problem. *Gender*, 25 (3), 147- 156.
- [3] Organización Internacional para las Migraciones. (2021). *World Migration Report 2022*. IOM UN MIGRATION.

Capítulo 23. El control judicial de la potestad sancionadora de la Administración: los poderes de sustitución del Juez

Marina Luna Pineda

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES.
DEPARTAMENTO DE DERECHO PÚBLICO Y ECONÓMICO.
PLAZA DE PUERTA NUEVA, CÓRDOBA.
d92lupim@uco.es

Resumen

Este proyecto estudia el sistema de control judicial de las sanciones administrativas en España a través del análisis normativo, doctrinal y jurisprudencial del control de legalidad que realizan los jueces y profundizando en los poderes de sustitución de los jueces del contencioso-administrativo. La revisión judicial de sanciones impuestas por la Administración plantea si los tribunales pueden modificar el tipo infractor aplicado. Existen cuatro posturas en la jurisprudencia. La primera niega esta posibilidad, defendiendo la anulación de la sanción si existe un error en la norma aplicada, ya que cambiarla vulneraría el principio de tipicidad y el derecho de defensa. La segunda permite el cambio del tipo infractor. Una tercera postura, de jurisprudencia intermedia, admite la sustitución bajo condiciones específicas, como la homogeneidad del bien jurídico protegido y la prueba suficiente en el expediente administrativo. Finalmente, el Tribunal Constitucional sostiene que los tribunales deben limitarse a revisar la legalidad sin ejercer una función sancionadora, priorizando la tutela judicial efectiva y la legalidad constitucional.

En conclusión, el Tribunal Constitucional refuerza que la jurisdicción contencioso-administrativa debe mantenerse revisora, limitando su intervención en las sanciones impuestas para evitar vulneraciones a principios como el de legalidad y defensa.

Fundamento y presentación de resultados

¿Hasta qué punto puede verse alterada una sanción impuesta por la Administración pública cuando es recurrida por el sancionado?

Queda claro, por lo pronto, que la jurisdicción contencioso-administrativa posee una naturaleza revisora, esto es, el juez o tribunal correspondiente se encarga de controlar si las normas utilizadas para la imposición de la sanción son verdaderamente aplicables al supuesto concreto. El problema se plantea cuando el tribunal considera que los hechos sancionados sí son constitutivos de infracción, pero no de la apreciada por la Administración, sino de la prevista en otro tipo infractor. Ante lo expuesto, es crucial determinar si los tribunales poseen la potestad para sustituir el tipo de infracción aplicada al caso correspondiente [1].

La posición de la jurisprudencia no es unánime, lo que en definitiva se condensa en cuatro posturas. En primer lugar, las sentencias contrarias a la sustitución del tipo infractor, derivando así en la anulación

de la sanción. En segundo lugar, aquellas sentencias posicionadas a favor del cambio del tipo. En tercer lugar, el posicionamiento por el que ha optado el Tribunal Constitucional. Y, en último lugar, pero no menos relevante, la jurisprudencia intermedia [5].

No pocas son las sentencias que respaldan la primera de las posiciones, cuyo fundamento es la imposibilidad de que los tribunales cambien la norma tipificadora como consecuencia del error cometido por parte de la Administración en la determinación de la norma infractora aplicable al caso. Otros de los motivos frecuentes alegados para la negación de la sustitución de la norma sancionadora es el principio de tipicidad, pues si los hechos sancionados por la Administración no son los tipificados en la norma esgrimida, la aplicación de otra diferente vulneraría ese principio constitucional. En ese caso, el tribunal únicamente podría anular la resolución sancionadora [6].

Pero, a pesar de la negativa de una línea jurisprudencial, otra ha entendido que los tribunales sí pueden sustituir el tipo infractor alegado por la Administración en la resolución sancionadora por otro tipo distinto. Esto lo refleja la STSJ de Galicia, de 18 de junio de 2021 (rec. 3833/2020). La cuestión suscitada es el cambio de la ley aplicable ante la derogación de la ley aplicada para la imposición de la sanción, consistente en una multa que ascendía a los 50.000 euros a la farmacéutica Amelia por la infracción grave del artículo 56.b).5 de la Ley gallega 5/1999, de 21 de mayo, de ordenación farmacéutica, que fue derogada por la Ley gallega 3/2019, de 2 de julio, de ordenación farmacéutica de Galicia, que no prevé en su articulado la infracción por la que fue sancionada la farmacéutica. La sentencia entiende que los hechos sancionados por aquella infracción podían encajar en la del artículo 77.4.f) de la nueva Ley [8].

Aunque no existe una dirección común seguida por los tribunales, sí podemos apreciar una tercera línea jurisprudencial que intenta armonizar las dos direcciones anteriores (jurisprudencia intermedia). El fundamento es la aceptación del tipo infractor siempre y cuando se cumplan las condiciones establecidas en la STS de 23 de abril de 2007 (rec. 4/2007). En primer lugar, es necesario la existencia de homogeneidad entre la nueva falta valorada por el juez y la anterior con relación al bien jurídico que se pretende proteger. En segundo lugar, es necesario que los hechos concretos constitutivos de la nueva infracción estén recogidos y probados en el expediente administrativo sancionador. En tercer lugar, es imprescindible la celebración de un debate previo con el fin de evitar la indefensión del recurrente. Y, en último lugar, es necesaria la admisión por parte del letrado de la parte recurrente de la realización de la falta de gravedad menor a la inferior [4].

El Tribunal Constitucional opta por la primera de las posturas expuestas, es decir, por la incapacidad de los tribunales para sustituir la norma tipificadora de la infracción por otro tipo infractor en el que encajen mejor los hechos objeto de sanción. Entre los argumentos que esgrime está el principio de legalidad garantizado en el art. 25.1 CE y, en especial, la tipicidad, y el derecho a la tutela judicial efectiva recogida en el art. 24.1 CE.

En cualquier caso, debido a los riesgos que comporta el cambio de normativa o de precepto, recalcamos la posición defendida por el Tribunal Constitucional y su negativa a que los tribunales ejerzan una función constructiva y no meramente revisora de la legalidad de la sanción impuesta. Cabe plantearse si en los supuestos en los que los jueces buscan otro precepto aplicable al caso están ejerciendo una verdadera potestad sancionadora y no el carácter revisor que es el que se les atribuye.

En definitiva, los tribunales han de ceñirse a las funciones que le son encomendadas, es decir, revisar la legalidad del precepto esgrimido en la resolución y no realizar una función de búsqueda en el ordenamiento de algún otro precepto que pueda resultar aplicable al caso. De ahí que la posición más adecuada conforme al principio acusatorio sea la defendida por el Tribunal Constitucional. Pero esta posición no implica un rechazo total a la línea jurisprudencial que intenta armonizar las otras dos antagónicas y que se basa en la homogeneidad del bien jurídico protegido en ambos tipos. Esto puede aceptarse siempre

que se verifique el cumplimiento de los requisitos previstos en esa jurisprudencia de los que hemos dado cuenta anteriormente [3].

De igual modo, puede suceder que el cambio operado ya no se refiera a un precepto de una ley por otro precepto distinto, sino a un cambio de la ley aplicable. Por ejemplo, se sustituye una norma estatal por otra autonómica, o al revés. Estos cambios pueden vulnerar igualmente el derecho de defensa del sancionado, el derecho a la tutela judicial efectiva, el principio acusatorio y el principio de tipicidad [2].

En contrapartida, especial mención merecen los casos donde los tribunales anulan la sanción y proceden a sustituirla por otra. Esta cuestión plantea dos controversias. La primera de ellas la jurisdicción contencioso-administrativa tiene naturaleza revisora, lo que implica que únicamente puede revisar la actuación de la Administración sin llegar a ejercer la potestad sancionadora que corresponde a la Administración. La segunda de las cuestiones es la posibilidad de que el recurrente/sancionador pueda interponer un recurso o una reclamación posterior [7].

Al segundo de los interrogantes responde la STS 949/2020, de 8 de julio (rec. 3181/2017), en ella la parte recurrente alega que el tribunal ha impuesto una nueva sanción, mientras que la respuesta del Tribunal Supremo afirma que “la sanción ahora impugnada que se dicta en ejecución de la resolución administrativa del TEAR es distinta de la que en su día fue anulada”. Por lo tanto, lo que verdaderamente se impugna no es la nueva sanción, sino la inaplicación de la reducción del 25% de la sanción por abonarla en un cierto plazo estipulado [9].

En conclusión, la sustitución de la sanción inicial por nueva modificando únicamente la cuantía de la misma encajaría dentro del supuesto de una anulación parcial, por lo que no supone la anulación de la sanción de la que deriva (STSJ de Madrid de 22 de noviembre de 2023) [8].

Bibliografía

- [1] F. J. Fuertes López, Naturaleza revisora de la jurisdicción contencioso-administrativa y tutela judicial efectiva (A propósito de la Sentencia 23/2018, de 5 de marzo del Tribunal Constitucional, *Revista Aranzadi Doctrinal*, n.º 6, 2018, p. 2.
- [2] I. Guerrero Sánchez de Puerta, Sanciones administrativas. Retroacción de la ley más favorable. Modificación de los márgenes de la sanción y mantenimiento del principio de proporcionalidad. A propósito de la sentencia 457/2021, de 29 de marzo del Tribunal Supremo, REDA. *Crónicas de jurisprudencia*, n.º 216, 2021, p. 193-200.
- [3] J. Garberí Llobregat, Guadalupe Buitrón Ramírez, *El procedimiento administrativo sancionador (comentarios, jurisprudencia, formularios y legislación)*, 4.ª ed., Tirant lo Blanch, 2021, p. 69.
- [4] M. Rebollo Puig y otros, Derecho administrativo sancionador, REDA. *Crónicas de jurisprudencia*, n.º 176, 2016, p. 171-196.
- [5] M. Rebollo Puig, Capítulo XXIV. El control contencioso-administrativo de la potestad sancionadora, Derecho administrativo sancionador, *Lex Nova*, 2010, p.950- 957.
- [6] M. Rebollo Puig, M. Izquierdo Carrasco, *Lección 7. Derecho administrativo sancionador: caracteres generales y garantías materiales*, Derecho Administrativo, Tomo II, Régimen jurídico básico de la Administración, Tecnos, 4.ª ed., 2021, p. 211-212.
- [7] M. Rebollo Puig, Sucesión de normas administrativas sancionadoras: irretroactividad y excepciones, *Revista de Estudios de la Administración Local y Autonómica*, n.º 16, 2021, p. 6-7.
- [8] T. Acosta Penco y otros, Derecho administrativo sancionador, REDA. *Crónicas de jurisprudencia*, n.º 234, 2024, p. 147-185.
- [9] T. Acosta Penco y otros, Derecho administrativo sancionador, REDA. *Crónicas de jurisprudencia*, n.º 227, 2023, p. 143-172.

Capítulo 24. Exposición al ciberodio y agresión en *bullying*: el papel mediador de la desconexión moral

María Dolores Pacheco Romero, Izabela Zych

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN Y PSICOLOGÍA.
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGÍA.
CALLE SAN ALBERTO MAGNO, CÓRDOBA.
z22parom@uco.es

Resumen

Internet y las redes sociales son una parte fundamental en la vida de los adolescentes. Pese a que son herramientas útiles para acceder a la información y comunicarse, también plantean riesgos, como la exposición al ciberodio. Aunque este fenómeno está siendo ampliamente estudiado, todavía no hay suficientes estudios longitudinales que examinen la asociación entre la exposición al ciberodio y formas específicas de agresión *offline* como el *bullying*. Por esta razón, el objetivo de este estudio es llenar este vacío en la literatura, analizando si la relación longitudinal entre la exposición al ciberodio (T1) y la agresión en *bullying* (T2) está mediada por la desconexión moral (T2). La muestra se compuso por un total de 1498 estudiantes (51% chicas, 49% chicos) de 21 centros escolares en Andalucía (España) y con edades comprendidas entre los 11 y los 17 años. Los resultados revelaron que la relación longitudinal entre la exposición al ciberodio y la agresión en *bullying* está mediada por la desconexión moral. Estos hallazgos ponen de manifiesto la importancia de considerar el contexto violento online como un factor de riesgo para los comportamientos violentos *offline*.

Fundamento y presentación de resultados

Fundamentación teórica

La exposición al ciberodio es un fenómeno que se ha relacionado con múltiples consecuencias negativas a las que los adolescentes son especialmente vulnerables. Entre estas se incluyen la presencia de síntomas depresivos, la reducción de la confianza social o la activación de mecanismos de desconexión moral, entre otras. Sobre la última, se ha demostrado que el contexto online posee ciertas características (como la velocidad, el anonimato o el hecho de que la reacción de las víctimas puede no ser observada) que podrían facilitar la activación de mecanismos de desconexión moral [1]. La exposición al ciberodio también se ha asociado con otras conductas violentas, como la perpetración del mismo fenómeno [2]. Pese a que la información disponible sobre su relación con fenómenos de violencia *online* está creciendo, la evidencia sobre su relación longitudinal con conductas violentas *offline* sigue siendo escasa. Solo algunos estudios recientes encontraron relaciones moderadas entre el discurso de odio *online* y la perpetración de *bullying* [3].

Si la relación entre la exposición al ciberodio y la agresión en *bullying* no ha sido suficientemente estudiada todavía, la evidencia sobre posibles factores intervinientes en la misma es aún más escasa. Un proceso que podría intervenir es la desconexión moral, pues se ha asociado a una gran variedad de comportamientos violentos *online* y *offline* en adolescentes, como el *bullying* [4]. En esta línea, se ha demostrado que la relación entre la exposición y la perpetración del ciberodio estaba moderada por la desconexión moral [5].

Teniendo en cuenta todo lo mencionado, se podría entender que la desconexión moral pueda mediar en la relación longitudinal entre la exposición al ciberodio y la perpetración de *bullying*. Sin embargo, aún no existen estudios que hayan probado tal relación.

Metodología

Se llevó a cabo un estudio descriptivo longitudinal *ex post facto* con una muestra representativa de adolescentes de Educación Secundaria Obligatoria de Andalucía (España). Un autoinforme fue completado por un total de 1498 estudiantes (51.3% chicas, $M=13,58$, $SD=1,33$) de 21 centros educativos, de los cuales 1195 (53% chicas) pudieron seguirse a final del curso académico. Se obtuvo el consentimiento de los padres de los participantes. Los estudiantes fueron informados de que su participación era voluntaria, anónima y confidencial, y que podrían abandonarla en cualquier momento. El estudio cumplió todos los estándares éticos y legales y fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Córdoba. La exposición al ciberodio se midió con el Córdoba Cyberhate Questionnaire [6]. La desconexión moral se midió con el Cuestionario de Desconexión Moral a través de las tecnologías [7]. Se empleó el European Bullying Intervention Project Questionnaire (EBIPQ) para medir la agresión en *bullying* [8].

Presentación de resultados y discusión

El modelo de mediación mostró un buen ajuste a los datos ($\chi^2(55) = 5.7443$, $p < .001$, $CFI = .931$, $RMSEA = .039$). Tal y como puede observarse en la **Figura 1**, el efecto indirecto de la exposición al ciberodio sobre la agresión en *bullying* a través de la desconexión moral fue estadísticamente significativo. Los resultados revelaron que la relación longitudinal entre la exposición al ciberodio y la agresión en *bullying* está mediada por la desconexión moral. Estos son coherentes con las investigaciones existentes hasta el momento [3,4,5]. Los hallazgos señalan la importancia de considerar el contexto violento *online* como un factor de riesgo para comportamientos violentos *offline*. Además, subrayan la urgente necesidad de que los adolescentes, los padres, las escuelas y las comunidades trabajen juntos para promover el uso seguro de Internet y las redes sociales. También es necesario que los programas de prevención de la violencia *offline* ayuden a que los adolescentes se conciencien de los riesgos que supone para su vida *offline* la exposición a un contexto violento *online*. Por último, estos hallazgos pueden proporcionar una base para futuras investigaciones sobre el impacto de los comportamientos violentos *online* y los procesos psicológicos implicados, como la desconexión moral, en los fenómenos de violencia *offline*.

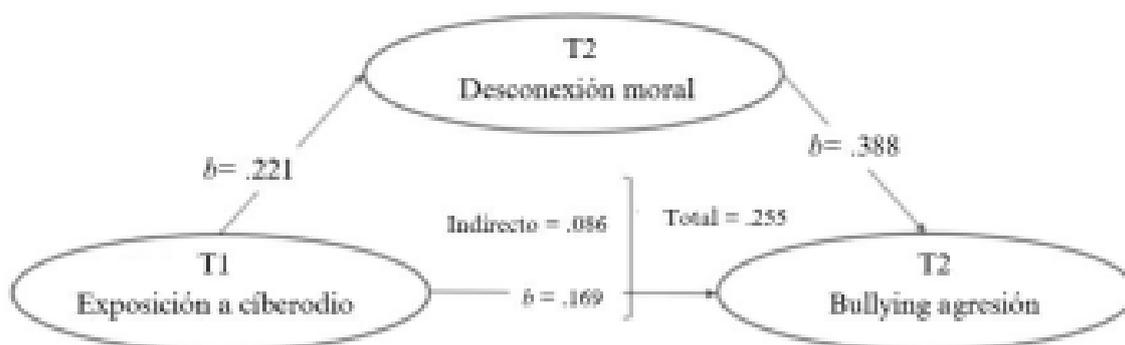


Figura 1. Resultados del análisis de mediación.

Bibliografía

- [1] Z. Teng, Q. Guo, y Y. Liu, Violent video game exposure and moral disengagement in early adolescence: The moderating effect of moral identity, *Computers in Human Behaviour*, 2017, vol. no.77, p. 54-62.
- [2] S. Wachs, M.F. Wright, R. Sittichai, R. Sing, R. Biswal, E.M. Kim, S. Yang, M. Gámez Guadix, C. Almandros, K. Flora, V. Daskalou y E. Maziridou. Associations between witnessing and perpetrating online hate in eight countries: The buffering effects of problem focused coping. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2019, no.16, p. 3992
- [3] C. Blaya, C. Audrin y G. Skrzypiec. School bullying, perpetration, and cyberhate: Overlapping issues. *Contemporary School Psychology*, 2022, no. 26, p. 341-349.
- [4] A. Luo y K. Bussey. Moral disengagement in youth: A meta-analytic review. *Developmental Review*, 2023, no. 70. p. 1-31.
- [5] S. Wachs, M. Gámez-Guadix y M.F. Wright. Online hate speech victimization and depressive symptoms among adolescents: The protective role of resilience. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 2022, no. 25, p. 416-423.
- [6] I. Zych, R. Espejo-Siles, J. Rodríguez-Ruiz, I. Marín-López, V.J. Llorent y A. Oksanen. The Cordoba Cyberhate Questionnaire: A validation study with a representative sample of Spanish adolescents. *In Press*, 2021.
- [7] I. Marín-López, R. Ortega-Ruiz, I. Zych y C. Monks. Validación y propiedades psicométricas del Cuestionario de Empatía Online y el Cuestionario de Desconexión Moral a través de las Tecnologías en A.F. Chica Pérez y J. Mérida García (Eds.), *Creando Redes Doctorales Vol. VII "Investiga y Comunica"*. UCO-Press, 2019, pp. 525-528.
- [8] R. Ortega-Ruiz, R. Del Rey, y J.A. Casas. *Evaluar el acoso y el ciberacoso. Validación española del EBIP-Q y del ECIP-Q. Psicología Educativa*, 2016, no. 22, p. 71-79.

Dividido en cuatro grandes áreas, el libro recoge 24 estudios realizados por jóvenes investigadores de la Universidad de Córdoba que están iniciando su carrera académica y que presentaron en el IX Congreso Científico de Investigadores Noveles, un evento organizado por la Unidad de Cultura Científica y de la Innovación de la UCO.

Baterías más funcionales, soluciones para mejorar la salud de las encinas, el yacimiento arqueológico cordobés de Cercadilla o el bullying son algunos de los trabajos del libro, que busca impulsar la trayectoria curricular de las personas participantes.



UCOPress
Editorial Universidad
de Córdoba