



UCOPress  
Editorial Universidad de Córdoba

María José Polo Gómez, Feliciano Priego Capote,  
José Luis Quero Pérez, Pablo Hinojosa Luque  
y David Sánchez Cruz (eds.)

---

# Actas

---

VIII Congreso Científico  
de Investigadores Noveles



# Actas del VIII Congreso Científico de Investigadores Noveles

---

Edición a cargo de

María José Polo Gómez, Feliciano Priego Capote, José Luis Quero Pérez,  
Pablo Hinojosa Luque y David Sánchez Cruz

*Actas del VIII Congreso Científico de Investigadores Noveles* – Córdoba: UCOPress. Editorial Universidad de Córdoba, 2024.

75 pp. 21 x 29,7 cm, il. color

Thema: GP

María José Polo Gómez, Feliciano Priego Capote, José Luis Quero Pérez,  
Pablo Hinojosa Luque y David Sánchez Cruz (eds.)

© De los textos: sus autores

© Los editores

© Edita: UCOPress. Editorial Universidad de Córdoba, 2024

Campus Universitario de Rabanales

Ctra. Nacional IV, Km 396

14071 – Córdoba (España)

<https://ucopress.uco.es>

[ucopress@uco.es](mailto:ucopress@uco.es)

Con la colaboración de la Unidad de Cultura Científica e Innovación

Comité editorial UCC+i: José Vicente Die Ramón, Pablo Hinojosa Luque, Elena Lázaro Real, María José Polo Gómez, Feliciano Priego Capote, José Luis Quero Pérez y David Sánchez Cruz

eISBN: 978-84-9927-834-6



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

Los trabajos se publican bajo los términos estipulados en la Licencia de Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional Creative Commons (CC BY-NC-SA 4.0).

## Tabla de contenidos

### Ciencias de la salud

---

- Capítulo 1. Relevancia de las maquinarias de control de la expresión génica del nonsense-mediated decay y del ARN-exosoma en craneofaringiomas 6
- Capítulo 2. Evaluación de la respuesta inmunitaria pulmonar inducida por una vacuna basada en *Mycobacterium bovis* inactivada por calor frente a la tuberculosis caprina 10
- Capítulo 3. Estudio de mutaciones en snRNAs en neoplasias 14

### Ciencias exactas y naturales

---

- Capítulo 4. Obtención de líneas celulares *knock-down* en PNKP 19
- Capítulo 5. Cátodos de alto rendimiento basados en materiales grafénicos funcionalizados con nitrógeno para baterías Metal-Azufre 22
- Capítulo 6. Fosfatasas HAD durante la germinación de judía (*Phaseolus vulgaris*) 25

### Humanidades

---

- Capítulo 7. En busca de María de Zayas: reflexiones para un estudio de la recepción de los autores de los siglos de oro en la prensa periódica española del XIX (1801-1868) 29
- Capítulo 8. Los monasterios periurbanos de la Córdoba tardoantigua. Bases para el estudio sistemático del *suburbium* cordobés 33
- Capítulo 9. Uso de la inteligencia artificial para la enseñanza y el aprendizaje de inglés como lengua extranjera en Educación Primaria 37
- Capítulo 10. Reescrituras, retellings e intertextualidad: un fenómeno literario y editorial 42
- Capítulo 11. Aproximación a la interpretación consecutiva aplicada al ámbito económico desde las teorías de la semántica de marcos 47

### Ingeniería y tecnología

---

- Capítulo 12. Diseño e Implementación de un Framework de Redes Neuronales Artificiales en C++ 53
- Capítulo 13. Estudio empírico de modelos basados en atención para la clasificación automática de imágenes endoscópicas 56
- Capítulo 14. Recomendación de librerías *Python* con minería de repositorios software y aprendizaje no supervisado 60
- Capítulo 15. Valorización de residuos y subproductos agroindustriales como fertilizantes de base orgánica en la agricultura 64
- Capítulo 16. Diseño y prototipo hardware de lámparas led 68
- Capítulo 17. Etiquetado de patrones en series temporales 71

# Ciencias de la salud

---

## Capítulo 1. Relevancia de las maquinarias de control de la expresión génica del nonsense-mediated decay y del ARN-exosoma en craneofaringiomas

José Hernández Hernández

*Universidad de Córdoba. Facultad de Ciencias.  
Departamento de Biología Celular, Fisiología e Inmunología.*

*Hospital Universitario Reina Sofía, Edificio IMIBIC, Av. Menéndez Pidal, s/n, 14004 Córdoba.  
josezhz10@gmail.com*

### Resumen

Los craneofaringiomas (CPs) son tumores generalmente benignos asociados a síntomas neuro-psiquiátricos, visuales y endocrinos graves debido a su localización intracraneal. Los métodos de diagnóstico y tratamientos actuales son limitados, siendo necesario identificar nuevos biomarcadores de diagnóstico/pronóstico y estrategias terapéuticas. Así, la regulación del metabolismo del ARN resulta crucial en la fisiopatología de múltiples patologías tumorales. Nuestro objetivo fue determinar la relevancia en CPs de 2 maquinarias que controlan la expresión génica: el NonSense-Mediated Decay (NSMD) y el ARN-exosoma. Para ello, se analizó la expresión génica de componentes de ambas maquinarias en muestras de CPs (n=7), empleando análisis bioinformáticos, y una aproximación in vitro tras la inhibición farmacológica de ambas maquinarias en células de CPs. Ambas maquinarias se encontraron desreguladas en CPs, destacando los genes SEC13 y PABPC1 (NSMD), y EXOSC5 (ARN-Exosoma) por su potencial fisiopatológico. Asimismo, PABPC1 se observó sobreexpresado en los fenotipos más senescentes y los ensayos de enriquecimiento funcional revelaron la importancia de estos factores en procesos como el ciclo celular o la señalización Wnt/ $\beta$ -catenina. Finalmente, la inhibición farmacológica del NSMD parece reducir la proliferación de células primarias de CPs. En conjunto, algunos componentes del NSMD y del ARN-Exosoma podrían servir como potenciales biomarcadores y/o dianas terapéuticas en CPs.

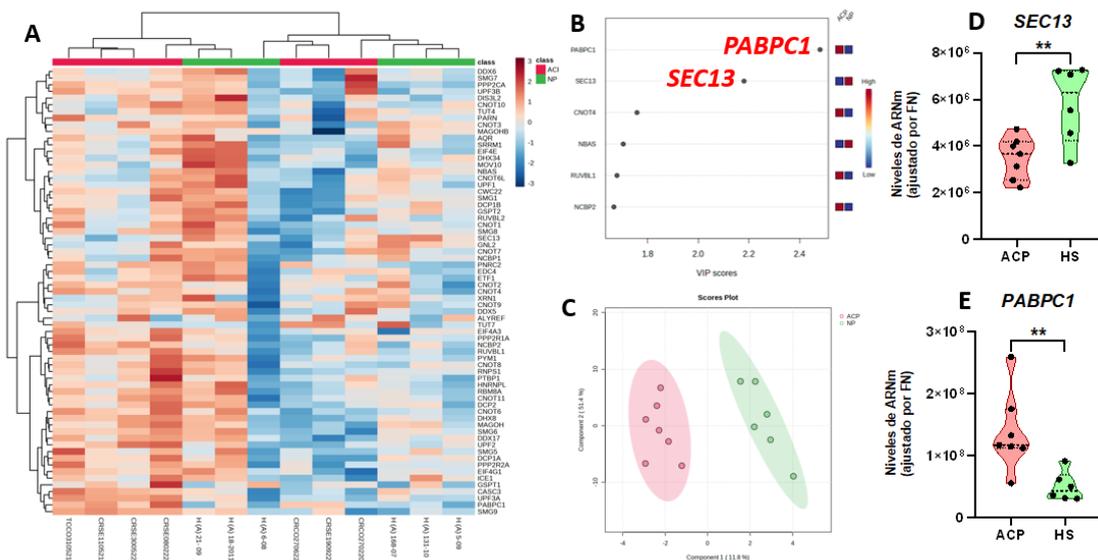
### Fundamento y presentación de resultados

Debido a las limitaciones en el manejo clínico de los craneofaringiomas [1] y tras los resultados previos observados en el grupo de investigación de la relevancia de la maquinaria del espliceosoma en la fisiopatología del glioblastoma [2], se decidió explorar las maquinarias del NSMD [3] y del ARN-exosoma [4], ambas involucradas en el control de calidad del ARN y de la expresión génica. El **principal objetivo** fue encontrar nuevos biomarcadores que puedan emplearse como marcadores diagnósticos/pronósticos o como nuevas dianas terapéuticas. Para ello, se empleó una cohorte interna de pacientes constituida por muestras tumorales de ACPs (n=7) e hipófisis control (n=6), y una segunda cohorte interna de ACPs embebidas en parafina (n=42); se emplearon dos cohortes externas obtenidas en el portal NCBI-GEO para la validación de resultados: RNA-seq (tumoral n=18; hipófisis control n=3) GSE94349, 2) y

Microarray (tumoral n=27; hipófisis control n=23) GSE94349. Se llevó a cabo una cuantificación de la expresión génica de los componentes del NSMD (67 genes) y del ARN-exosoma (27 genes) y un ensayo de proliferación con resazurina en cultivos primarios de CPs obtenidos por dispersión de muestras tumorales frescas tras la inhibición farmacológica de ambas maquinarias.

Los principales resultados se muestran en las **Figuras 1-4**, a través de las cuales se puede concluir que:

1. Las maquinarias del NSMD (Figura 1) y del ARN-exosoma (Figura 2) se encuentran desreguladas en ACPs, siendo los genes PABPC1, SEC13 y EXOSC5 los que mayor capacidad de discriminación poseen (valores VIP score >1.3).
2. Siendo la senescencia una característica de los CPs [5], el factor PABPC1 se encuentra sobreexpresado en las subpoblaciones de ACPs con un perfil más senescente (Figura 3A-B), además de asociarse con rutas clásicas de cáncer (Figura 3C) como el ciclo celular o la ruta Wnt/ $\beta$ -catenina.
3. La inhibición farmacológica del NSMD con NMDi (Figura 4A) pero no del ARN-exosoma con isoginkgetina (Figura 4B) reduce de manera no significativa la proliferación de células de CPs, lo que debe explorarse en mayor profundidad por ser una potencial diana farmacológica.



**Figura 1. Caracterización de la maquinaria Nonsense-mediated decay (NMD) en la cohorte interna de craneofaringiomas adamantinomatosos (ACPs) vs. hipófisis sanas (HSs).** A) Heatmap de expresión génica en ACPs para los genes que componen la maquinaria NMD. B) Análisis PLS-DA (VIP scores). C) Análisis PLS-DA (2D-plot). D) Niveles de ARNm normalizados por factor de normalización (FN) para el gen SEC13 en ACPs vs. HSs. E) Niveles de ARNm normalizados por FN para el gen PABPC1 en ACPs vs. HSs. \*\*  $P < 0.01$  como significancia estadística para ACPs vs. HS

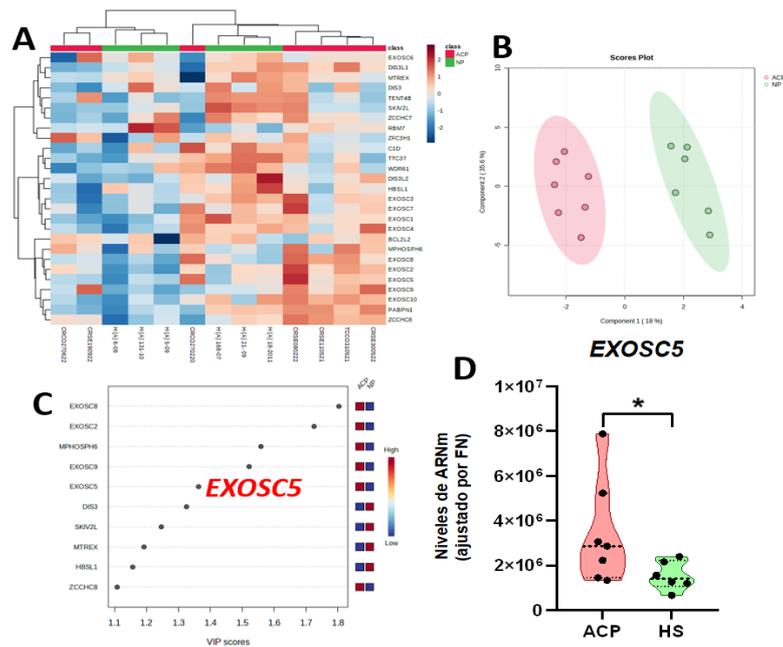


Figura 2. Caracterización de la maquinaria ARN-exosoma en la cohorte interna de craneofaringiomas adamantinomatosos (ACPs) vs. hipófisis sanas (HSs). A) Heatmap de expresión génica en ACPs para los genes que componen la maquinaria ARN-exosoma. B) Análisis PLS-DA (2D-plot). C) Análisis PLS-DA (VIP scores). E) Análisis PCA. D) Niveles de ARNm normalizados por factor de normalización (FN) para el gen EXOSC5 en ACPs vs. HSs. \*  $P < 0.05$  como significancia estadística para ACPs vs. HSs

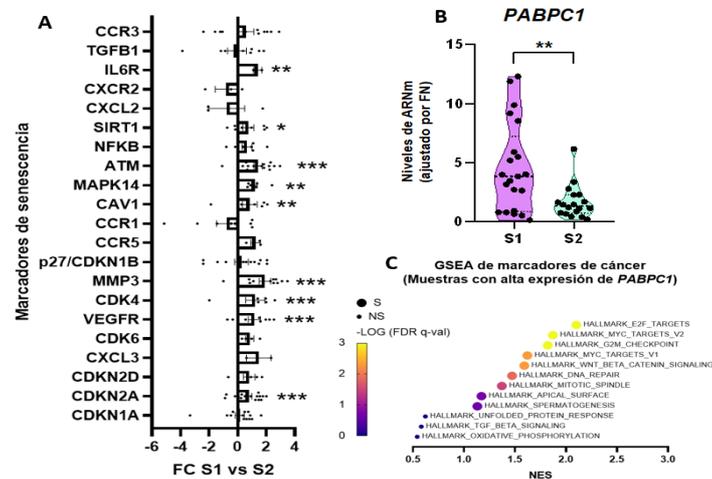


Figura 3. Relevancia del factor PABPC1 en la subpoblación de ACPs con perfil senescente y su asociación a rutas clásicas de cáncer A) Expresión de marcadores de senescencia como fold-change (FC) entre subpoblaciones S1 y S2. B) Niveles de expresión de PABPC1 (ARNm) ajustados por factor de normalización (FN). C) Enriquecimiento funcional (plataforma GSEA) de alta expresión de PABPC1 para marcadores de cáncer. S1: Subpoblación muestral senescente (genes indicadores de senescencia sobreexpresados), y S2: Subpoblación muestras no senescente (genes indicadores de senescencia no sobreexpresados). \*\*  $P < 0.01$ , como significancia estadística para S1 vs. S2. S: significativo, NS: no significativo, para el GSEA.

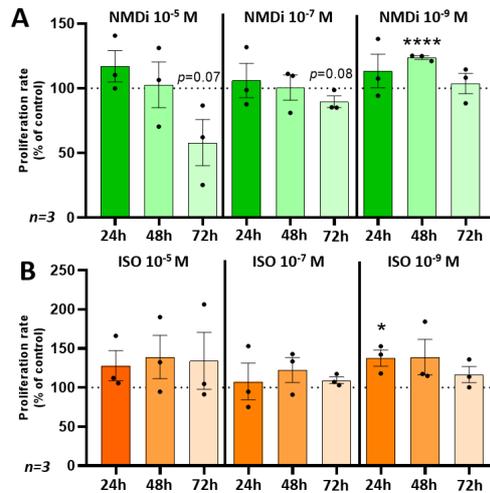


Figura 4. Tasa de proliferación de células primarias de craneofaringiomas adamantinomatosos en respuesta a tratamientos con inhibidores (dosis 10-5M, 10-7M y 10-9M) vs. control. A) Tratamiento con inhibidor del NMD (NMDi). B) Tratamiento con inhibidor de la maquinaria ARN-exosoma (isoginkgetina, ISO). Incubación de 24, 48 y 72 h. \*\*\*\* P<0.0001, \* P<0.05 como significancias estadísticas del tratamiento vs. control sin tratar.

## Bibliografía

- [1] Diaz, M. J., Kwak, S. H., Root, K. T., Fadil, A., Nguyen, A., Ladehoff, L., Batchu, S., & Lucke-Wold, B. (2022). Current Approaches to Craniopharyngioma Management. *Frontiers in Bioscience-Landmark*, 27(12), 328. <https://doi.org/10.31083/j.fbl2712328>
- [2] Fuentes-Fayos, A. C., Vázquez-Borrego, M. C., Jiménez-Vacas, J. M., Bejarano, L., Pedraza-Arévalo, S., L.-López, F., Blanco-Acevedo, C., Sánchez Sánchez, R., Reyes, O., Ventura, S., Solivera, J., Breunig, J. J., Blasco, M. A., Gahete, M. D., Castaño, J. P., & Luque, R. M. (2020). Splicing machinery dysregulation drives glioblastoma development/aggressiveness: oncogenic role of SRSF3. *Brain*, 143(11), 3273–3293. <https://doi.org/10.1093/brain/awaa273>
- [3] Lejeune, F. (2022). Nonsense-Mediated mRNA Decay, a Finely Regulated Mechanism. *Biomedicines*, 10(1), 141. <https://doi.org/10.3390/biomedicines10010141>
- [4] Ogami, K., & Suzuki, H. I. (2021). Nuclear RNA Exosome and Pervasive Transcription: Dual Sculptors of Genome Function. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(24), 13401. <https://doi.org/10.3390/ijms22241340>
- [5] Gonzalez-Meljem, J. M., & Martinez-Barbera, J. P. (2021). Adamantinomatous craniopharyngioma as a model to understand paracrine and senescence induced tumorigenesis. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 78(10), 4521–4544. <https://doi.org/10.1007/s00018-021-03798-7>

## **Capítulo 2. Evaluación de la respuesta inmunitaria pulmonar inducida por una vacuna basada en *Mycobacterium bovis* inactivada por calor frente a la tuberculosis caprina**

**Muñoz-Fernández L<sup>1</sup>, Agulló-Ros I<sup>1</sup>, Roy Á<sup>2</sup>, Bezos J<sup>2</sup>, Moreno I<sup>3</sup>, Sevilla I<sup>4</sup>, Rodríguez-Bertos A<sup>2</sup>, Gómez-Villamandos JC<sup>1</sup>, Domínguez M<sup>3</sup>, Domínguez L<sup>2</sup>, Gortázar C<sup>5</sup>, Risalde MA<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Departamento de Anatomía y Anatomía Patológica Comparadas y Toxicología, Grupo de Investigación en Sanidad Animal y Zoonosis (GISAZ), UIC Zoonosis y Enfermedades Emergentes ENZOEM, Universidad de Córdoba, Córdoba, España.*

<sup>2</sup>*VISAVET Health Surveillance Center. Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.*

<sup>3</sup>*Unidad de Inmunología Microbiana, Centro Nacional de Microbiología, Instituto de Investigación Carlos III, Majadahonda, Madrid, España.*

<sup>4</sup>*Animal Health Department, NEIKER-Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario, Derio, Bizkaia, España.*

<sup>5</sup>*SaBio (Health and Biotechnology), Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos IREC (UCLM-CSIC). Ciudad Real, España.*

*Luis Ponce de León 7 Córdoba (España)  
v72mufel@uco.es*

### **Resumen**

La tuberculosis (TB) animal es una zoonosis de declaración obligatoria producida por bacterias del complejo *Mycobacterium tuberculosis* (CMT). El ganado caprino, a pesar de ser considerado un importante reservorio del CMT, no está sujeto a campañas oficiales de erradicación sistemáticas. La vacunación de esta especie frente a la TB podría ser una medida de lucha complementaria y eficaz para su control. El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia protectora y la respuesta inmune asociada a un inmunoestimulante basado en *Mycobacterium bovis* inactivado por calor (HIMB) frente a la TB pulmonar caprina. Para ello, 20 chivas fueron divididas en dos grupos: vacunado (n=10) y no vacunado (n=10), ambos expuestos a cabras infectadas con *Mycobacterium caprae* durante 10 meses. Tras el sacrificio, se evaluaron las lesiones pulmonares compatibles con TB (LTB), así como la respuesta inmunitaria local mediante el estudio de diferentes mediadores inmunológicos por técnicas inmunohistoquímicas. Los animales vacunados mostraron una reducción del 78,05% en la severidad de las LTB con respecto al grupo no vacunado. Además, los animales vacunados mostraron una mayor expresión de iNOS TNF- $\alpha$  e IFN- $\gamma$ , claves en la activación de una inmunidad celular de tipo Th1 efectiva frente a las micobacterias. En contraste, la expresión de TGF- $\beta$  e IL-4 fue escasa en ambos grupos. Estos resultados sugieren que la inmunización con HIMB

podría potenciar la producción de mediadores inmunológicos que aumentan las funciones bactericidas, reduciendo así el número y la severidad de las LTB y, con ello, la excreción y diseminación de micobacterias al medio.

### **Fundamento y presentación de resultados**

La TB es una enfermedad multihospedador en la que una gran variedad de animales domésticos y silvestres pueden actuar como reservorios [4]. Diversos estudios han demostrado la susceptibilidad del caprino a la TB, destacando su papel como reservorio doméstico y su posible participación en la transmisión del CMT a otras especies domésticas e incluso a humanos [5]. En España, el ganado bovino está sometido a un Plan Nacional de Control y Erradicación, basado en el test y posterior sacrificio de los animales infectados. Sin embargo, el ganado caprino no está sujeto a campañas oficiales de erradicación sistemáticas en todo el territorio nacional, a pesar de que España ocupa la segunda posición en censo caprino a nivel europeo [2].

La vacunación es una de las estrategias de control de la TB animal que más esfuerzos está focalizando en investigación en los últimos años. Actualmente, la única vacuna con licencia comercial frente a la TB es el bacilo de Calmette-Guerin (BCG), ampliamente utilizado en humanos, así como en ensayos clínicos de ganado doméstico y fauna silvestre [1]. Numerosos estudios han demostrado su eficacia en animales y humanos, en términos de reducción de la cantidad y severidad de las lesiones compatibles con TB (LTB), así como de la carga bacteriana [1]. Sin embargo, el uso de la BCG presenta una serie de limitaciones de seguridad asociadas a que es una vacuna viva.

Para solventar estas limitaciones, Garrido et al. (2011) desarrollaron una vacuna basada en una cepa de campo de *M. bovis* inactivada por calor (HIMB, por sus siglas en inglés), la cual ha aportado resultados prometedores al reducir la severidad de las LTB y, en algunos casos, disminuir la carga micobacteriana en animales domésticos y silvestres. Sin embargo, los mecanismos inmunológicos involucrados en la eficacia de este inmunoestimulante frente a esta zoonosis no han sido dilucidados.

Por ello, el objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia protectora y la respuesta inmune asociada a un inmunoestimulante basado en *Mycobacterium bovis* (*M. bovis*) inactivado por calor (HIMB) frente a la TB pulmonar caprina.

Para ello se seleccionaron veinte chivas de una granja sin antecedentes de TB. Los animales fueron confirmados como libres de TB en el lugar de origen mediante el test de IFN- $\gamma$ , en respuesta a antígenos CMT específicos y ELISA indirecto. Posteriormente, los cabritos se distribuyeron aleatoriamente en dos grupos: grupo vacunado ( $n = 10$ ) y grupo control o no vacunado ( $n = 10$ ). Los animales vacunados recibieron dos dosis intramusculares (IM) de vacuna con un intervalo de 4 semanas. Tres meses después de la primovacunación, todos los cabritos se pusieron en contacto durante 10 meses con cabras adultas infectadas donadoras. Además, la confirmación de la enfermedad a lo largo del estudio se llevó a cabo por medio de diferentes pruebas de diagnóstico. 10 meses después de la puesta en contacto con las cabras donadoras, todas las chivitas fueron sacrificadas, siendo positivas a TB en alguna de las técnicas previamente mencionadas. Posteriormente, a todos los animales se les realizó una necropsia reglada

y sistémica donde se evaluaron de forma pormenorizada las lesiones compatibles con TB (LTB) macroscópicas en pulmón y se tomaron muestras que fueron fijadas en formol y bouin.

Durante la necropsia se valoró la presencia, el número y el tamaño de las LTB macroscópicas en pulmón aplicando el sistema de puntuación (*score*) descrito por Vordermeier et al. (2002). Además, según la extensión de las lesiones del lóbulo pulmonar afectado, se añadió una puntuación adicional. Dichas lesiones macroscópicas observadas a nivel pulmonar se confirmaron histopatológicamente y se diferenciaron en base a la clasificación de Wangoo et al. (2005), distinguiendo entre granulomas en inmaduros (tipo I y II), o maduros (tipo III y IV), con. Posteriormente, a los granulomas tuberculosos valorados al microscopio se les otorgó una puntuación numérica adicional basada en su estado de desarrollo. Así mismo, sobre cortes histológicos se evaluó y cuantificó mediante inmunohistoquímica (IHQ) la tinción de células inmunitarias frente a los siguientes marcadores inmunológicos: mediadores inmunológicos: TNF- $\alpha$ , IL-6, iNOS, IFN- $\gamma$ , TGF- $\beta$  e IL-4, del lóbulo craneal izquierdo y lóbulo caudal derecho del pulmón.

Tras la exposición de cabras vacunadas y no vacunadas con HIMB a cabras donadoras de *M. caprae* durante 10 meses el 40% del grupo vacunado presentaron LTB macroscópicas, mientras que en el grupo no vacunado el 60% presentaron LTB en todos los lóbulos pulmonares. Microscópicamente, los animales vacunados con HIMB mostraron LTB a nivel de los lóbulos caudales derecho e izquierdo, predominando la presencia de granulomas inmaduros no necróticos. Por el contrario, en el grupo no vacunado estas lesiones granulomatosas se reportaron en todos los lóbulos pulmonares. Así pues, la evaluación global de las LTB pulmonares evidenció que los animales vacunados mostraron una reducción del 78,33% en la severidad de estas lesiones con respecto al grupo no vacunado ( $p=0,03$ ) (Figura 1A).

Con respecto a los marcadores inmunológicos, los animales inmunizados mostraron tanto en la periferia de los granulomas necróticos maduros como en el infiltrado inflamatorio difuso del parénquima pulmonar una mayor cantidad de MΦs M1 ( $p=0,03$ ), productores de iNOS, enzima esencial para la producción de óxido nítrico con funciones antimicrobianas frente a micobacterias. Con relación a las citoquinas pro-inflamatorias, la expresión de TNF- $\alpha$  en pulmón, estuvo asociada a MΦs intersticiales y neutrófilos, distribuidos aleatoriamente por el parénquima pulmonar y, en menor medida, en granulomas maduros necróticos. El IFN- $\gamma$ , citoquina inductora de la respuesta Th1, se caracterizó por presentar una tinción intracitoplasmática en linfocitos del infiltrado inflamatorio pulmonar y en granulomas maduros en el grupo vacunado. Tras la evaluación de las células positivas a estos mediadores inmunológicos, observamos un aumento significativo en la expresión de TNF- $\alpha$  ( $p=0,04$ ) e IFN- $\gamma$  ( $p=0,03$ ) en los animales vacunados con respecto a los no vacunados (Figura 1B).

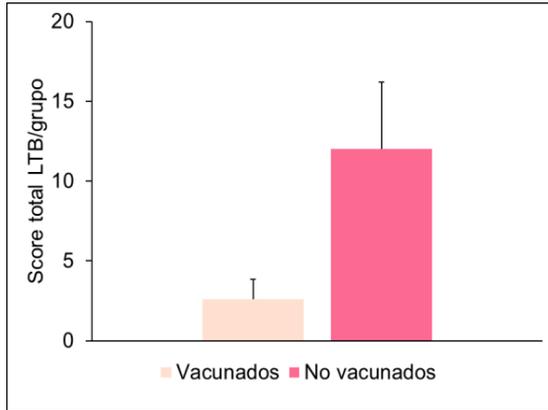


Figura 1A. Media  $\pm$  error estándar de la valoración de las LTB totales (macroscópicas y microscópicas) a nivel pulmonar en animales vacunados y no vacunados con HIMB, ambos expuestos naturalmente a *M. caprae*. \*Diferencias significativas entre grupos (Test U de Mann-Whitney;  $p \leq 0,05$ ).

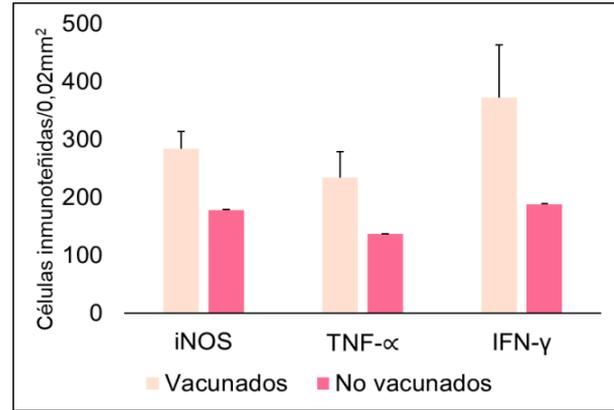


Figura 1B. Células inmunitarias (media  $\pm$  error estándar) positivas a iNOS, TNF- $\alpha$  e IFN- $\gamma$ , en el pulmón de cabras vacunadas con HIMB y no vacunadas, expuestas de forma natural a *M. caprae*. \*Diferencias significativas entre grupos (Test U de Mann-Whitney;  $p \leq 0,05$ ).

## Bibliografía

- [1] Balseiro et al. (2020). Development and challenges in animal tuberculosis vaccination. *Pathogens*, 9(6), 472.
- [2] European Statistical System (EUROSTAT) (2021); [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/apro\\_mt\\_lsgoat/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/apro_mt_lsgoat/default/table?lang=en).
- [3] Garrido et al. (2011). Protection against tuberculosis in Eurasian wild boar vaccinated with heat-inactivated *Mycobacterium bovis*. *PloS one*, 6(9), e24905.
- [4] Gortázar et al. (2015). Open questions and recent advances in the control of a multi-host infectious disease: Animal tuberculosis. *Mamm Rev.*, 45(3), 160-175.
- [5] Nebreda-Mayoral et al. (2019). Human *Mycobacterium bovis* infection in Castile and León (Spain), 2006–2015. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica (English ed.)*, 37(1), 19-24
- [6] Vordermeier et al. (2002). Correlation of ESAT-6-specific gamma interferon production with pathology in cattle following *Mycobacterium bovis* BCG vaccination against experimental bovine tuberculosis. *Infect. Immun.*, 70(6), 3026-3032.
- [7] Wangoo et al. (2005). Advanced granulomatous lesions in *Mycobacterium bovis*-infected cattle are associated with increased expression of type I procollagen,  $\gamma\delta$  (WC1+) T cells and CD 68+ cells. *J. Comp. Pathol.*, 133(4): 223-234.

## Capítulo 3. Estudio de mutaciones en snRNAs en neoplasias

Ángela María Suárez

*Universidad de Córdoba. Facultad de Ciencias.*

*Departamento de Biología Celular, Fisiología e Inmunología*

*Edificio Severo Ochoa, 3ª planta. Campus de Rabanales (Córdoba).*

*b92masua@uco.es*

### Resumen

Las ribonucleoproteínas pequeñas nucleares (snRNPs) son complejos macromoleculares formados por pequeñas moléculas de ARN (snRNA) unidas a proteínas, que se encuentran en las células eucariotas. Estas moléculas llevan a cabo diversas funciones, como la regulación de interacciones intermoleculares ARN-ARN o el procesamiento de los ARNs, particularmente en el splicing.

El splicing alternativo es un proceso que permite a las células eucariotas generar diversos ARNs maduros a partir de un mismo gen mediante un complejo denominado espliceosoma, compuesto por diversos snRNPs. Este mecanismo se ha encontrado desregulado en cáncer, debido en parte a la presencia de mutaciones en los genes de su maquinaria.

Las técnicas actuales se han centrado en el análisis de este tipo de mutaciones en distintos tipos de cáncer. De hecho, en dos publicaciones recientes se identificaron mutaciones en uno de los snRNAs responsables de la formación del espliceosoma en ciertos tipos de cáncer. De esta manera, el presente estudio tiene como objetivo la identificación de este tipo de mutaciones en snRNAs en cáncer pancreático (concretamente en adenocarcinoma ductal pancreático (PDAC) y tumores neuroendocrinos de páncreas (PanNET)) mediante estudios genómicos y distintas técnicas bioinformáticas.

### Fundamento y presentación de resultados

Los tumores pancreáticos representan un desafío por su detección tardía, agresividad y baja tasa de supervivencia. El tipo más común es el adenocarcinoma pancreático (PDAC), el cual posee una elevada mortalidad y generalmente se diagnostica en etapas avanzadas, dificultando su tratamiento. Por otro lado, los tumores neuroendocrinos pancreáticos (PanNETs) se originan en la porción endocrina pancreática y suelen tener mejor pronóstico.

El estudio bibliográfico previo a la realización de experimentos fue crucial, de manera que se llevó a cabo una lectura previa de distintos artículos científicos relacionados con el tema. Con ello, se ha intentado relacionar la importancia del proceso

de splicing para la fisiología de la célula y su papel como nuevo *hallmark* o característica oncogénica [1-3].

Además, se ha visto que la desregulación del proceso de splicing participa activamente en el desarrollo y progresión de los tumores pancreáticos, de manera que las mutaciones o alteraciones en genes codificantes de factores de splicing pueden dar lugar a un fenotipo tumoral u otro [2,4].

Sin embargo, no se conocen exactamente todas las causas y tipos de alteraciones en el mecanismo de splicing en cáncer de páncreas (PDAC y PanNETs), lo que pone de manifiesto la posibilidad de que puedan existir otras alteraciones no documentadas sobre los componentes de dicha maquinaria o de los factores reguladores que intervienen.

Para llevar a cabo la identificación de alteraciones en las secuencias genómicas que codifican ARNs estructurales que componen el espliceosoma en los tipos de neoplasias mencionadas se realizó un análisis genómico especialmente dirigido a dichos genes (denominados en su conjunto como RNUs) en tumores pancreáticos.

En el presente estudio, se emplearon muestras de pacientes con cáncer de páncreas. Concretamente, se utilizó tanto tejido tumoral como células mononucleares de sangre periférica (PBMCs) del mismo paciente, siendo estas últimas utilizadas como tejido control no tumoral. De la misma forma, las muestras procedieron tanto de pacientes con PanNETs como con PDAC, constituyendo de esta manera las dos cohortes de estudio. El ADN de dichas muestras se extrajo mediante un kit de columnas, lo que permitió, a su vez, la conservación del ARN y las proteínas procedentes de estas muestras, por si fuera necesario en ensayos posteriores.

Al finalizar el tratamiento de las muestras, se llevó a cabo una cuantificación de ácidos nucleicos mediante el equipo NanoDrop™ One, y se empleó un protocolo de concentración sobre algunas de las muestras que mostraron baja concentración de ácido nucleico.

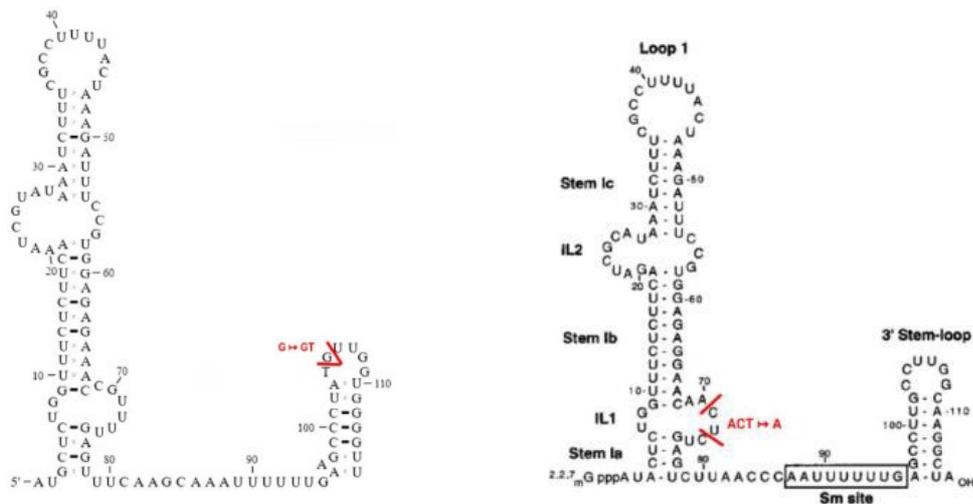
Seguidamente, se realizaron distintos protocolos de PCR para la amplificación de los genes codificantes para la maquinaria de splicing, denominados RNUs. Para ello, se utilizaron 21 pares de cebadores o primers diseñados anteriormente por el presente grupo de investigación.

El conjunto de PCRs realizadas se llevó a cabo de acuerdo con el protocolo realizado por De la Rica et al. [5], consistente en la unión de adaptadores a cada una de las secuencias de interés mediante un primer protocolo de PCR (PCR1) y en la inserción de *barcodes* genómicos, que permiten el etiquetado de los ácidos nucleicos ensayados, mediante un segundo protocolo de PCR (PCR2).

De esta forma, al final del protocolo, se obtuvo un único tubo que contuvo una mezcla de todas las muestras de ADN molde que, tras su secuenciación, pueden ser identificadas fácilmente.

Los resultados de la secuenciación fueron analizados por distintos programas bioinformáticos. En primer lugar, se realizó un análisis de calidad de las lecturas obtenidas mediante FastQC y se recortaron las lecturas que mostraban baja calidad con el programa TrimGalore. Tras ello, se procedió a realizar un alineamiento de las lecturas con respecto a su genoma de referencia (Human (GRCh38/hg38)), así como a la secuencia del tejido sano correspondiente (PBMCs) mediante los programas Bowtie2 e IGV.

Finalmente, gracias a la utilización de Mutect2 y GATK para el análisis de mutaciones específicas de tumor con respecto a las presentes en los tejidos sanos se descubrieron dos mutaciones atribuidas a regiones exónicas, especialmente en muestras pertenecientes a pacientes con PDAC.



Figuras 1 (izda.) y 2 (dcha). Variantes sobre la estructura secundaria de los RNUs afectados. En ambas figuras se observa que las variantes se encuentran en bucles de la estructura secundaria originada a raíz de la secuencia de los RNUs de interés, pudiendo afectar a las interacciones con otras proteínas o factores spliceosómicos.

Estas dos mutaciones aparecieron en regiones de formación de snRNPs y, por tanto, de regulación directa del mecanismo de splicing. Este descubrimiento concuerda con los obtenidos en otras investigaciones científicas orientadas al estudio de la maquinaria de splicing, de manera que serán necesarios diversos estudios adicionales para comprender las consecuencias que tienen dichas mutaciones en el proceso de splicing [6].

### Bibliografía

- [1] Pedraza-Arévalo, S., Gahete, M. D., et al. Multilayered heterogeneity as an intrinsic hallmark of neuroendocrine tumors. *Rev. Endocr. Metab. Disord.* 19, 179–192 (2018).
- [2] Wang, E. & Aifantis, I. RNA Splicing and Cancer. *Trends Cancer* 6, 631–644 (2020).
- [3] Bradley, R. K. & Anczuków, O. RNA splicing dysregulation and the hallmarks of cancer. *Nat. Rev. Cancer* 23, 135–155 (2023).
- [4] Alors-Perez, E. et al. Dysregulated splicing factor SF3B1 unveils a dual therapeutic vulnerability to target pancreatic cancer cells and cancer stem cells with an anti-splicing drug. *J. Exp. Clin. Cancer Res.* 40, 382 (2021).

- [5] De La Rica, L., Stanley, J. S. & Branco, M. R. Profiling DNA Methylation and Hydroxymethylation at Retrotransposable Elements. in *Transposons and Retrotransposons*. 1400, 387–401 (2016).
- [6] Martínez-Montiel, N., Rosas-Murrieta, N. & Martínez-Contreras, R. Regulación del splicing alternativo: Implicaciones en el diagnóstico y tratamiento del cáncer. *Med.Clínica* 144, 317–323 (2015). [7] Ruiz-Ojeda, F. J., Méndez-Gutiérrez, A., Aguilera, C. M., & Plaza-Díaz, J. *International Journal of Molecular Sciences*, 20 (2019).

# **Ciencias exactas y naturales**

---

## Capítulo 4. Obtención de líneas celulares *knock-down* en PNKP

Carmen María Ayala-Roldán<sup>1,2,3</sup>, Teresa Morales-Ruiz<sup>1,2,3</sup>, Ariadna Muñoz-Fernández<sup>1,2,3</sup>, Inés Grávalos-Cano<sup>1,2,3</sup>, M<sup>a</sup> Isabel Martínez-Macías<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Córdoba. Facultad Ciencias. Departamento de Genética. España;

<sup>2</sup> Instituto Maimónides de Investigación Biomédica de Córdoba (IMIBIC), Córdoba, España;

<sup>3</sup> Hospital Universitario Reina Sofía, Córdoba, España.

Avda. Menéndez Pidal, s/n, 14004, Córdoba.

b28ayroc@uco.es

### Resumen

La resistencia a temozolomida (TMZ) es una de las principales causas de la baja supervivencia de pacientes con glioblastoma (GBM). Gran parte de dicha resistencia se ha atribuido a la activación de mecanismos de reparación del ADN, que eliminan los daños alquilantes generados por la TMZ. Por ello, comprender cómo las células reparan estos daños es esencial para aumentar la eficacia del tratamiento. Concretamente, a partir de la lesión predominante N7-metil-Guanina, se generan espontáneamente sitios abásicos (AP), altamente citotóxicos y mutagénicos. En *Arabidopsis thaliana* la reparación de estos sitios AP ocurre a través de una ruta mediada por la AP liasa FPG y la fosfatasa ZDP. En humanos, la ruta mediada por NEIL/PNKP es homóloga a ésta, pero se desconoce si está implicada en la reparación de sitios AP surgidos tras tratamiento con TMZ. Para estudiar esta posible implicación, se ha llevado a cabo el silenciamiento de PNKP en líneas celulares humanas de GBM y se ha evaluado la sensibilidad de estas células al tratamiento con TMZ mediante ensayos MTT. Los resultados obtenidos no muestran cambios en la sensibilidad a TMZ en células *knock-down* en PNKP en las condiciones ensayadas. Se proponen estrategias alternativas para estudios futuros.

### Fundamento y presentación de resultados

El glioblastoma (GBM) es un tumor cerebral muy agresivo con bajo índice de supervivencia debido, en gran parte, a la resistencia a temozolomida (TMZ), un agente alquilante del ADN utilizado como agente quimioterapéutico en el tratamiento del GBM [1]. Gran parte de dicha resistencia se ha relacionado con la activación de rutas de reparación del ADN [2], por lo que la inhibición de componentes claves de estas vías de reparación podría aumentar la eficacia del tratamiento. La lesión mayoritaria producida por la TMZ es la N7-metil-Guanina (N7-meG), una lesión inocua por sí misma, pero muy propensa a sufrir depurinación espontánea dando lugar a la formación de sitios abásicos (AP) altamente citotóxicos y mutagénicos [3]. Recientemente, en *Arabidopsis thaliana* se ha descubierto que la reparación de sitios AP surgidos de forma espontánea a partir de N7-meG es llevada a cabo por la vía FPG/ZDP [4]. En humanos, existe una ruta

homóloga mediada por NEIL/PNKP [5], pero se desconoce si se encuentra implicada en la reparación de los sitios AP surgidos por tratamiento con TMZ.

Para estudiar esta posible implicación se han generado células *knock-down* en PNKP de dos líneas celulares de GBM: A172, sensible a TMZ, y T98G, resistente a TMZ. No obstante, para la optimización del silenciamiento de PNKP se utilizó la línea A172. Para ello, se adquirieron siRNAs específicos del ARNm codificante de PNKP (siRNAs PNKP, Horizon) y siRNAs no dirigidos al ARNm de PNKP (siRNAs no targeting, siRNAs NT, Horizon) como control negativo del silenciamiento. Tras la transfección celular, se estudió la expresión de PNKP a nivel transcripcional (qRT-PCR) y traduccional (Western Blot). Además, para analizar la evolución de la expresión de PNKP en el tiempo, se estudió sus niveles de expresión mediante qRT-PCR al cabo de varios tiempos tras la transfección (2, 4 y 8 días). La menor expresión de PNKP (Figura 1A y 1B) en la línea A172 transfectada con los siRNA PNKP respecto a las transfectadas con los siRNA NT confirmaron que la metodología seguida para la realización del silenciamiento era adecuada. Además, los niveles de expresión de PNKP se mantenían atenuados, al menos, durante 8 días tras el silenciamiento (Figura 1C).

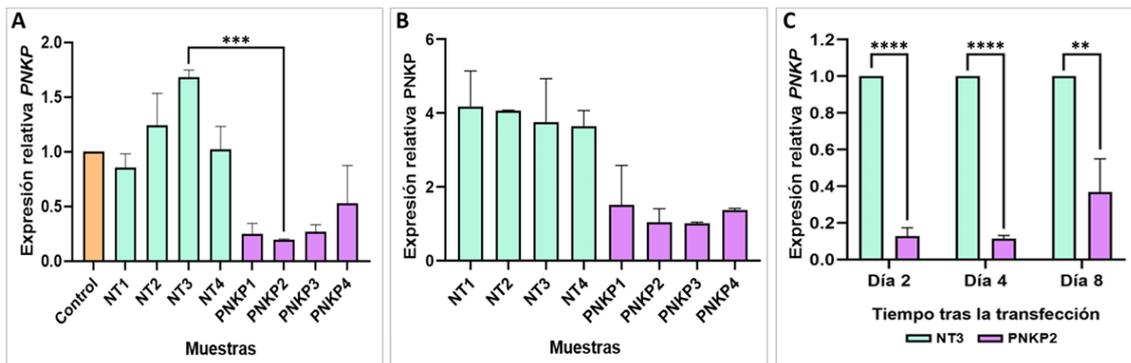


Figura 1. Análisis de la expresión de PNKP en la línea celular A172. Los niveles de expresión de PNKP se analizaron mediante qRT-PCR (A) y Western Blot (B) a partir de las células transfectadas con los siRNAs no dirigidos (NT1, 2, 3 y 4) o dirigidos (PNKP1, 2, 3 y 4) de forma específica a PNKP. (C) Evolución de la expresión transcripcional de PNKP en las células transfectadas con siRNAs NT3 y PNKP2. Los asteriscos indican diferencias significativas aplicando t-test (\*\*:<0,01; \*\*\*:<0,001; \*\*\*\*:<0,0001)

Seguidamente, con el fin de determinar si el silenciamiento de PNKP sensibiliza a las células al tratamiento con TMZ, se realizaron ensayos de viabilidad MTT. Para ello, se ensayaron concentraciones crecientes de TMZ en ambas líneas celulares transfectadas con el siRNA 2 dirigido a *PNKP* (PNKP2) y, como control, con el siRNA 3 no dirigido (NT3). Los resultados obtenidos no mostraron cambios significativos en la sensibilidad de ambas líneas celulares transfectadas con el siRNA PNKP2 respecto a las transfectadas con el siRNA NT3 ante concentraciones crecientes de TMZ en las condiciones ensayadas (Figura 2). Esto podría explicarse debido (1) a la existencia de células que no hayan internalizado el siRNA dirigido y expresen *PNKP* en su totalidad, o (2) a que la disminución de la expresión de *PNKP* tras la transfección con siRNAs dirigidos no es completa. En conclusión, los ensayos realizados no permiten asociar bajos niveles de *PNKP* producidos de forma transitorias, usando la metodología de siRNA, con un

aumento de sensibilidad a TMZ por lo que la generación de células *knock-out* en *PNKP* se plantea como ensayo alternativo para futuros estudios.

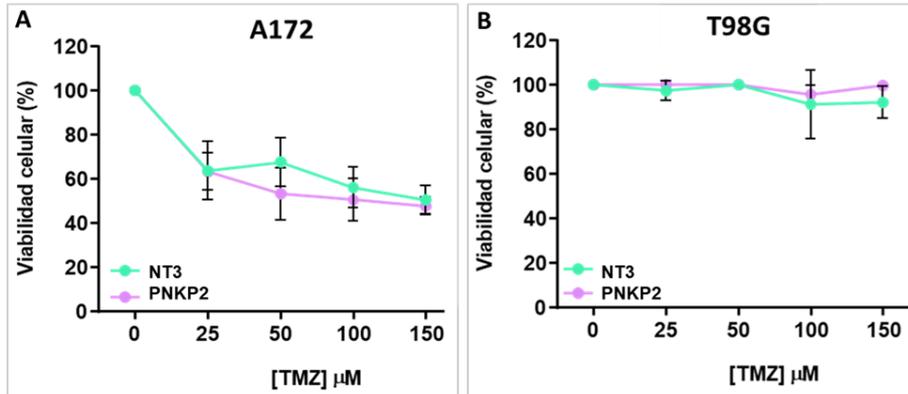


Figura2. Ensayo de viabilidad MTT en células de GBM con concentraciones crecientes de TMZ. Se representa el porcentaje de viabilidad de la línea A172 (A) y T98G (B) transfectadas con el siRNA 3 no dirigido (NT3) o con el siRNA 2 dirigido a PNKP (PNKP2)

### Bibliografía

- [1] Lee, S. Y. Temozolomide resistance in glioblastoma multiforme. *Genes and Diseases*, 3, (2016), p. 198–210.
- [2] Ferri, A., Stagni, V., & Barilà, D. Targeting the DNA damage response to overcome cancer drug resistance in glioblastoma. *International Journal of Molecular Sciences*, 21, (2020), p. 1–19.
- [3] Bobola, M. S., Kolstoe, D. D., Blank, A., Chamberlain, M. C., & Silber, J. R. Repair of 3-methyladenine and abasic sites by base excision repair mediates glioblastoma resistance to temozolomide. *Frontiers in Oncology*, 2, (2012), p. 1-9.
- [4] Barbado, C., Córdoba-cañero, D., Ariza, R. R., & Roldán-arjona, T. Nonenzymatic release of N7-methylguanine channels repair of abasic sites into an AP endonuclease-independent pathway in Arabidopsis. *National Academy of Sciences*, 115, (2018), p. E916–E924.
- [5] Wiederhold, L., Leppard, J. B., Kedar, P., Karimi-Busheri, F., Rasouli-Nia, A., Weinfeld, M., Tomkinson, A. E., Izumi, T., Prasad, R., Wilson, S. H., Mitra, S., & Hazra, T. K. AP endonuclease-independent DNA base excision repair in human cells. *Molecular Cell*, 15, (2004), p. 209–220.

## Capítulo 5. Cátodos de alto rendimiento basados en materiales grafénicos funcionalizados con nitrógeno para baterías Metal-Azufre

Adrián Licari, Almudena Benítez, Álvaro Caballero

*Universidad de Córdoba. Escuela de Estudios de Posgrado.  
Departamento de Química Inorgánica e Ingeniería Química.*

*1ª planta, Edif. Marie Curie, Campus de Rabanales.  
q82lipea@uco.es*

### Resumen

Las baterías de Metal-Azufre son excelentes candidatas para la próxima generación de sistemas de almacenamiento de energía, gracias a su elevada densidad energética, coste reducido y respeto por el medioambiente. No obstante, persisten desafíos por superar en este ámbito. Una alternativa prometedora es el empleo de grafeno como matriz para el azufre, gracias a sus propiedades eléctricas y texturales. Además, la funcionalización con nitrógeno contribuye a mitigar el efecto *shuttle* y la pérdida de capacidad durante los ciclos, mejorando el rendimiento y la estabilidad de las baterías.

Este estudio detalla el proceso de síntesis de materiales grafénicos funcionalizados con nitrógeno mediante la reducción hidrotermal del óxido grafitico (GO), utilizando etilendiamina (en) o amoníaco (NH<sub>3</sub>) como agentes funcionalizantes. Se ha llevado a cabo una caracterización exhaustiva de los materiales (en-rGO y NH<sub>3</sub>-rGO) para evaluar sus propiedades estructurales, morfológicas, texturales y químicas. Posteriormente, se prepararon composites con azufre utilizando estos materiales grafénicos para investigar su comportamiento electroquímico como cátodos en baterías de metal-azufre. Los resultados obtenidos respaldan la idea de que los materiales basados en grafeno funcionalizados con nitrógeno pueden significativamente mejorar la eficiencia y la vida útil de las baterías de metal-azufre, consolidándolos como candidatos idóneos para esta tecnología.

### Fundamento y presentación de resultados

Actualmente existe un problema derivado de la creciente demanda energética debido principalmente al aumento en la fabricación de nuevos dispositivos eléctricos y el intento de las organizaciones internacionales de virar hacia el uso energía proveniente de fuentes renovables y limpias, por lo tanto, se necesita de nuevos sistemas de almacenamiento energético con mayor capacidad de almacenamiento. La propuesta de este trabajo es el desarrollo de la tecnología Metal-Azufre, la cual sustituye los metales tóxicos, pesados y poco abundantes que se encuentran en los cátodos de baterías comerciales como las NMC (Li-Ion) por azufre el cual tiene menor coste, mayor abundancia y ligereza, y menor impacto ambiental, además, de una mayor densidad específica (2600 Wh kg<sup>-1</sup>). La tecnología Litio-Azufre (Li-S) presenta muchas ventajas en

comparación con las que hoy en día copan el mercado, pero también existen retos que hay que superar para que esta tecnología supere cierto grado de madurez, como es: i) la baja conductividad del azufre, ii) la pérdida de capacidad que se produce a lo largo del ciclado (efecto *shuttle*) y iii) el bajo tiempo de vida útil [1]. En este trabajo se plantea como desafío para eliminar o mitigar estos problemas, usar grafeno funcionalizado con nitrógeno como matriz para alojar azufre en el cátodo, ya que aportaría conductividad al cátodo y, además, la funcionalización con un heteroátomo le aporta distintas características beneficiosas para el rendimiento electroquímico.

En este trabajo se ha usado de grafito como material de partida, el cual se ha oxidado a óxido grafítico (GO) mediante el método de Hummers modificado y, posteriormente se ha reducido el GO a óxido grafítico reducido (rGO) por medio de una reducción hidrotermal en autoclave. Además, el rGO se ha funcionalizado con nitrógeno usando dos agentes diferentes: etilendiamina (en) y amoníaco (NH<sub>3</sub>). Incorporando el nitrógeno desde diferentes fuentes obtenemos propiedades distintas en los grafenos, lo cual se ha comprobado tras la caracterización. Gracias a otros autores, se ha confirmado que el nitrógeno se puede encontrar de diferentes formas en la matriz grafénica, como N piridínico, pirrólico y grafítico. Según la bibliografía, el N piridínico permite la adsorción de los polisulfuros de litio en la superficie del cátodo; el N pirrólico, tiene un efecto electrocatalizador de la reacción de formación de los polisulfuros; y el N grafítico es responsable de proporcionar conductividad a la matriz grafénica [2-4].

En la caracterización estructural mediante difracción de rayos X (DRX) se confirma la obtención grafenos con baja cristalinidad, ratificándose mediante espectroscopía Raman, donde también se aprecia un alto grado de desorden en las muestras grafénicas. La morfología de los grafenos se evaluó a través de microscopía electrónica de transmisión (TEM), observándose que en la muestra de GO se produce un apilamiento de láminas lisas, dando lugar a una estructura laminar; mientras que en las muestras de rGOs se produce una exfoliación de las láminas dando lugar a pliegues arrugados y una configuración tridimensional. Además, hay que remarcar que la morfología de los rGOs con presencia de nitrógeno es similar, por lo que la funcionalización no produce cambios en la morfología de las muestras. La caracterización textural realizada a través de isothermas de adsorción y desorción de nitrógeno indicó que todas las muestras grafénicas presentaban isothermas de tipo IV, propias de materiales mesoporosos. Además, no se apreciaron diferencias significativas en el área superficial de las muestras grafénicas, siendo ligeramente superior en la muestra funcionalizada vía amoníaco. Además, la composición de las muestras funcionalizadas se analizó mediante espectroscopía fotoelectrónica de rayos X (XPS), detectándose la señal propia del nitrógeno, pero un entorno químico para el nitrógeno diferente entre ambas muestras. A través de microanálisis elemental (CN) se cuantificó un porcentaje de nitrógeno cercano al 9%. Por último, también se realizaron medidas de análisis termogravimétrico (ATG), donde se obtuvo un porcentaje de carbono muy similar en las muestras reducidas ( $\approx 76\%$  C).

Tras la caracterización de los materiales grafénicos, se realizó la síntesis de las mezclas de las muestras grafénicas con un 70% en peso de azufre mediante el método "*melt-diffusion*" [5]. Nuevamente, se requirieron medidas de DRX y espectroscopía

Raman para confirmar la presencia de azufre infiltrado en las muestras grafénicas. El ATG verificó que se obtiene un porcentaje real de 70% de azufre en los composites. Seguidamente se procedió a la elaboración de los electrodos y ensamblaje de las celdas Li-S, donde los electrodos NH<sub>3</sub>-rGO y en-rGO se prepararon de la manera habitual descrita en bibliografía. Finalmente, celdas tipo botón (modelo CR2032) fueron seleccionadas para realizar el estudio electroquímico, usando litio metal como ánodo, un separador de polietileno (Celgard 2400) que se impregna con un electrolito compuesto por 1M LiTFSI, 0,4 M LiNO<sub>3</sub> en DOL:DME (1:1, v:v), y los electrodos preparados previamente con las mezclas composite depositadas sobre un sustrato de tela de carbón (Gas Diffusion Layer - GDL) como cátodos [5].

Una vez fabricadas las celdas Li-S se realizó un estudio electroquímico completo mediante técnicas de voltamperometría cíclica (CV), espectroscopía de impedancia electroquímica (EIS) y cronopotenciometrías a diferentes velocidades de ciclado. Con las CV se comprobó la reversibilidad de las reacciones redox y se calculó el coeficiente de difusión a través del método Randles-Sevcik. Gracias a la EIS se pudieron determinar también los coeficientes de difusión de los distintos electrodos. Por último, las pruebas galvanostáticas permitieron evaluar el comportamiento electroquímico de las celdas Li-S frente a diferentes velocidades de ciclado (C/10 y C/5; siendo 1C=1675 mA g<sup>-1</sup>). Las celdas con electrodos basados en NH<sub>3</sub>-rGO llegaron a estabilizarse en torno a 1200 y 1100 mAh g<sup>-1</sup> a velocidades de C/10 y C/5, respectivamente, presentando mayor capacidad inicial que el electrodo basado en en-rGO. Sin embargo, conforme avanza el número de ciclos, la cronopotenciometría sufre una menor caída de la capacidad en las celdas con en-rGO. Por tanto, se pudo confirmar que la funcionalización con nitrógeno como heteroátomo permite dos mejoras relevantes en el rendimiento de los cátodos basados en rGO para baterías Li-S: (i) cuando el electrodo está enriquecido con nitrógeno pirrólico, se genera una mejora sustancial en la eficiencia, funcionando como electrocatalizador de las reacciones de conversión de los polisulfuros; y (ii) cuando el electrodo presenta una alta proporción de nitrógeno tipo piridínico, se favorece una adsorción de estos polisulfuros de litio, conllevando una menor pérdida de capacidad por ciclo e incrementando la estabilidad de la batería. Todo ello demuestra la idoneidad de este tipo de materiales en el desarrollo de las baterías metal-azufre y poder utilizarlas en aplicaciones novedosas y avanzadas.

### **Bibliografía**

- [1] R. Fang, S. Zhao, Z. Sun, D.-W. Wang, H.-M. Cheng, and F. Li, *Advanced Materials*, 29 48 (2017) 1606823.
- [2] L.-C. Yin, J. Liang, G.-M. Zhou, F. Li, R. Saito, H.-M. Cheng, *Nano Energy*, 25 (2016) 203–210.
- [3] Y. Zhou, H. Gao, S. Ning, J. Lin, J. Wen, X. Kang, *ChemElectroChem*, 8 10 (2021) 1798–1806.
- [4] N. Shyaga, R. Sharma, N. Hassan, M. B. Alam, A. S. Parmar, J. Lahiri, *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 33 24 (2022) 19361–19375.
- [5] F. J. Soler-Piña, J. Morales, Á. Caballero, *J Colloid Interface Sci*, (2023) 640 990–1004.

## Capítulo 6. Fosfatasa HAD durante la germinación de judía (*Phaseolus vulgaris*)

Lucía Ordóñez Pareja, Mercedes Díaz Baena, Gregorio Gálvez Valdivieso, Pedro Piedras  
Montilla

Universidad de Córdoba. Facultad de Ciencias. Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología  
Vegetal.

Grupo de Fisiología Molecular y Biotecnología de Plantas. Campus de Rabanales, Edif. Severo Ochoa,  
1ª planta, 14071, Córdoba.  
b82orpal@uco.es

### Resumen

Los nucleótidos, además de constituir los elementos que forman los ácidos nucleicos, participan en multitud de procesos biológicos. Contienen nitrógeno y fósforo y, por tanto, podrían actuar como reservorios de estos componentes en situaciones de movilidad de nutrientes. Unas de las enzimas que participan en el metabolismo nucleotídico son las 5'-nucleotidasas, que eliminan el grupo 5'-fosfato de los nucleótidos originando nucleósidos. En judía se han identificado 11 genes pertenecientes a la familia de las fosfatasa HAD y que podrían codificar nucleotidasas. En este trabajo, se ha analizado la expresión de estos genes durante la germinación en plántulas de judía y se ha observado la fuerte inducción de varios genes en las distintas partes de la plántula tras la emergencia radicular. Este aumento en los niveles de expresión génica se correlacionó con la actividad fosfatasa de las diferentes partes de la plántula. Uno de los genes que experimentó una mayor inducción, *PvNTD9*, se ha clonado y sobreexpresado de forma heteróloga en *Nicotiana benthamiana*. *PvNTD9* posee un aspartato que se considera esencial para la actividad de estas enzimas. Sin embargo, ensayos enzimáticos no mostraron actividad catalítica de *PvNTD9*, por lo que quizá actúe como una proteína de reserva.

### Fundamento y presentación de resultados

Las semillas de judía (*Phaseolus vulgaris* L.) poseen un alto contenido proteico además ser ricas en vitaminas, antioxidantes y minerales como fósforo, calcio, potasio, hierro, magnesio y zinc [1]. Estas propiedades nutricionales otorgan a la judía un papel relevante en la alimentación humana [2]. De hecho, la judía es la leguminosa más cultivada para consumo humano. Al igual que otras leguminosas, la judía puede establecer asociaciones simbióticas con bacterias del género *Rhizobium*, lo que le permite utilizar el nitrógeno atmosférico fijado por estos microorganismos. Esto resulta llamativo desde el punto de vista económico y ecológico ya que posibilita reducir la cantidad de fertilizantes sintéticos que se aplican en los campos de cultivo y la liberación de gases como el N<sub>2</sub>O que se deriva del uso de estos productos y que constituye uno de los gases de efecto invernadero [2]. En el caso de las leguminosas tropicales, entre las que se encuentra la judía, el nitrógeno fijado en los nódulos se transporta en forma de ureidos, como la alantoína y el alantoato [3], que presentan una proporción N:C de 1:1. Junto con su papel como transportadores de nitrógeno, parece que los

ureidos ayudan a solventar diversos tipos de estreses gracias a sus propiedades antioxidantes [4]. Los ureidos se sintetizan a partir de los nucleótidos purínicos [3], lo que aumenta el interés por conocer los mecanismos que rigen el metabolismo nucleotídico.

Los nucleótidos constituyen los elementos que forman los ácidos nucleicos además de participar en numerosos procesos celulares entre los que destaca su importancia el metabolismo energético (ATP), como parte de algunas coenzimas (NAD, FAD, SAM) o precursores de la síntesis de citoquinas y vitaminas de la clase B. Los nucleótidos pueden sintetizarse de *novoo* a partir de ribosa activada o aminoácidos, aunque también se pueden sintetizar mediante el reciclaje de sus componentes, como nucleósidos y bases nitrogenadas libres, siendo esta ruta menos costosa energéticamente [3, 5]. El primer paso de la ruta catabólica de los nucleótidos lo realizan las 5'-nucleotidasas, que catalizan la escisión del grupo 5'-fosfato de los nucleótidos generando nucleósidos [5].

Las nucleotidasas pertenecen a la familia de las fosfatasa HAD, que se caracterizan por la presencia de 4 dominios conservados. El dominio I posee la secuencia DxD. El dominio II suele contener una treonina o una serina. Por su parte, el dominio III mantiene una lisina. Finalmente, en el dominio IV aparece la secuencia GD<sub>X3-4</sub>D o la secuencia DD. El dominio I y el dominio IV interactúan con el Mg<sup>2+</sup>, que puede actuar como cofactor, mientras que los dominios II y III contribuyen a estabilizar la reacción. Para la actividad de las fosfatasa HAD resulta esencial la presencia del primer aspartato del dominio I ya que efectúa el ataque nucleofílico [6]. En nuestro grupo se han identificado 11 genes pertenecientes a la familia de las fosfatasa HAD en judía, nombrados de *PvNTD1* a *PvNTD11* [7]. De ellos, se han caracterizado el *PvNTD1*, que codifica una nucleotidasa purificada a partir de ejes en desarrollo de judía [8, 9], y el *PvNTD2*, que codifica una proteína con actividad nucleotidasa con alta expresión en nódulos [10]. También se ha observado que la expresión de *PvNTD9*, *PvNTD10* y *PvNTD11* se incrementó en radículas de plántulas de judía tratadas con metil jasmonato [7].

En este trabajo se ha analizado la expresión de los 11 genes que componen la familia de las fosfatasa HAD en judía durante la germinación y el desarrollo postgerminativo, etapas en las que se produce una gran movilización de nutrientes y en las que participan las vías de reciclaje en la obtención de nucleótidos [5]. Los análisis de expresión se realizaron mediante qRT-PCR en plántulas separadas en cotiledones, ejes embrionarios y testas en los días 1 y 3 después de la imbibición. En el día 1 desde el inicio de la imbibición aún no ha emergido la radícula mientras que en el día 3 ya se ha producido la protrusión del embrión, momento en el que se inicia el desarrollo postgerminativo. En las tres partes de la plántula se obtuvo un patrón de expresión similar. En el día 1 tras el inicio de la imbibición los niveles de expresión de la mayoría de los genes eran muy bajos mientras en el día 3 se observó la inducción principalmente de *PvNTD1*, *PvNTD9* y *PvNTD10*. La expresión de estos genes era más alta en testas. Los niveles de expresión anteriores se correlacionaron con la actividad fosfatasa registrada en plántulas de judía a los 3 días desde el inicio de la imbibición, donde se detectó una mayor actividad en testas, seguida de ejes y cotiledones. La inducción de ciertos genes en testas junto con la detección de actividad fosfatasa sugieren que la testa no es un tejido completamente inerte cuya función sea la mera protección del embrión, sino que juega un papel activo en el establecimiento de la futura planta.

PvNTD10 carece del primer aspartato del dominio I [7], lo que sugiere que no posee actividad enzimática. Esto motivó la elección de *PvNTD9* para su clonación y sobreexpresión heteróloga en *N. benthamiana*. *PvNTD9* posee los 4 dominios característicos de las fosfatasa HAD, incluyendo los dos aspartatos del dominio I. Además, contiene un péptido señal que según predicciones bioinformáticas dirige la proteína al espacio extracelular [7]. La proteína recombinante se purificó por cromatografía de afinidad y se ensayó la actividad fosfatasa con la proteína purificada. En ninguno de los ensayos (con distintos sustratos, a diferentes valores de pH y en presencia de varios cationes) se detectó actividad fosfatasa.

Para descartar la posible pérdida de actividad de la proteína durante el proceso de purificación, se realizaron ensayos enzimáticos con extractos crudos de *N. benthamiana* que sobreexpresan o no *PvNTD9*. En este caso, no se obtuvieron diferencias en los niveles de actividad de los extractos crudos procedentes de plantas infiltradas con *PvNTD9* y de plantas infiltradas con el vector de expresión vacío o plantas sin infiltrar, lo que indica que la actividad fosfatasa correspondía a la intrínseca de *Nicotiana*, no a la acción de *PvNTD9*. Estos resultados sugieren que *PvNTD9* puede ser una proteína de reserva sin actividad enzimática y cuya función sea actuar como un reservorio de N en momentos clave como la germinación y el desarrollo postgerminativo.

### **Bibliografía**

- [1] M. Farooq, M. Hussain, M. Usman, S. Farooq, S. S. Alghamdi, K. H. M. Siddique. *J. Agric. Food Chem.* 66 (2018) 8887-8897.
- [2] N. A. Castro-Guerrero, M. C. Isidra-Arellano, D. G. Mendoza-Cozatl, O. Valdés-López, *Front. Plant Sci.* 7 (2016) 600.
- [3] C. P. Witte, M. Herde. *Plant Physiol.* 182 (2020) 63-78.
- [4] A. Soltabayeva, A. Bekturova, A. Kurmanbayeva, D. Oshanova, Z. Nurbekova, S. Srivastava, D. Standing, M. Sagi. *J. Exp. Bot.* 73 (2022) 1016-1032.
- [5] R. Zrenner, M. Stitt, U. Sonnewald, R. Boldt. *Annu. Rev. Plant Biol.* 57 (2006) 805-36.
- [6] A. M. Burroughs, K. N. Allen, D. Dunaway-Mariano, L. Aravind. *J. Mol. Biol.* 361 (2006) 1003-1034.
- [7] G. Gálvez-Valdivieso, M. Garmendia-Calvo, M. Pineda, P. Piedras. *Biol. Plant.* 65 (2021) 246-254.
- [8] J. M. Cabello-Díaz, F. A. Quiles, R. Lambert, M. Pineda, P. Piedras. *Plant Physiol. Biochem.* 53 (2012) 54-60.
- [9] J. M. Cabello-Díaz, G. Gálvez-Valdivieso, C. Caballo, R. Lambert, F. A. Quiles, M. Pineda, P. Piedras. *J. Plant Physiol.* 185 (2015) 44-51.
- [10] G. Gálvez-Valdivieso, E. Delgado-García, M. Díaz-Baena, O. Montaña, F. A. Quiles, M. Pineda, P. Piedras. *Plants* 9 (2020) 171.

# Humanidades

---

## **Capítulo 7. En busca de María de Zayas: reflexiones para un estudio de la recepción de los autores de los siglos de oro en la prensa periódica española del XIX (1801-1868)**

**Ignacio Alba Degayón**

*Universidad de Córdoba. Facultad de Filosofía y Letras.  
Departamento de Estudios Filológicos y Literarios.*

*Plaza del Cardenal Salazar, 14003, Córdoba.  
l82aldei@uco.es*

### **Resumen**

Con la presente comunicación pretendemos reseñar las principales tendencias observadas en la recepción de la obra de María de Zayas y Sotomayor a través de la prensa periódica española del XIX, concretamente, sobre la base de un corpus que comprende publicaciones aparecidas entre 1801 y 1868, para, a la luz de los resultados, reflexionar brevemente sobre los posibles modos de afrontar la ingente tarea de estudiar la recepción de los diferentes autores de los siglos de oro hispánicos, en las coordenadas materiales e históricas propuestas. Mostraremos cómo los textos, sin excepción, orillan en mayor o menor medida la inmanencia de las obras literarias, puestas al servicio del argumentario particular de las cabeceras y los agentes implicados, sin perjuicio, no obstante, de su efectivo tratamiento, coexistencia de inmanencia literaria y pragmática institucional que hace atendible el postulado de cierta crítica «catártica» que distinga sin separar del todo las ideas genuinas de la autora «que se busca» de aquellas tesis e intenciones que remiten al contexto extraliterario de su recepción.

### **Fundamento y presentación de resultados**

En nuestro análisis de los actos de recepción de la literatura de María de Zayas y Sotomayor en la prensa española decimonónica, resultado de la crítica de una muestra representativa de veintiséis textos periodísticos recuperados íntegramente de la Hemeroteca Digital de la Biblioteca Nacional de España, no ha sido posible encontrar ni un solo caso donde, en pureza, la referencia a la obra de la escritora madrileña se circunscribiera exclusivamente al contenido o la técnica literaria de los textos. Muy al contrario, estos son traídos y llevados accidentalmente a propósito de contextos que, con frecuencia, van más allá del campo de los fenómenos literarios. Por consiguiente, los estudios realizados hasta ahora, que pretendemos extender en el futuro a la recepción de otros autores de los siglos de oro hispánicos, han procurado en todo momento, *grosso modo*, señalar el lugar que la obra de Zayas ocupa en las coordenadas socio literarias que la involucran, extrayéndose en el proceso conclusiones que afectan recíprocamente, de un lado, a la recepción literaria como tal y, del otro, a los contextos históricos y políticos a los que aquella se refiere.

A estas alturas de las investigaciones, la presente comunicación quiere servir de recapitulación o reexposición de los análisis cuyo principal desarrollo hasta la fecha verá la luz próximamente en un capítulo del libro coordinado por Ignacio García Aguilar *Vidas para contar. Presencias, imágenes, proyecciones y configuraciones del sujeto literario* [1]. Tanto ese trabajo como esta comunicación abordan fenómenos comprendidos en el periodo entre 1801 y 1868, con lo que se enmarcan en el lapso acotado por el proyecto de investigación desarrollado actualmente por el grupo PASO «La institución del “Siglo de Oro”. Procesos de construcción en la prensa periódica (1801-1868). SILEM III», a cuyo curso investigativo se han afiliado estos estudios, llevados a cabo al abrigo de la beca «Semillero de Investigación» del Plan Propio de Investigación de la Universidad de Córdoba 2022.

Ya dentro de los análisis realizados, empezamos por notar que, a pesar del evidente movimiento centrífugo o excéntrico de la totalidad de las referencias a la literatura de Zayas, no es menos cierto que se cuentan escasas publicaciones que la incorporan en sentidos propiamente literarios. Así, por ejemplo, una reseña aparecida en el número 16 del *Memorial literario* de 1802 trae a colación sus *novelle* a propósito de la crítica a una traducción literaria y las pone al nivel de las *Novelas ejemplares* de Cervantes [2], y otra reseña [3] y un artículo de crítica literaria [4] comentan la intertextualidad que enlaza la novela de Zayas «El castigo de la miseria», una de sus *Novelas amorosas y ejemplares* (1637), con la comedia homónima de Juan Claudio de la Hoz y Mota. No obstante, rara vez los juicios literarios acaparan la totalidad de la semántica del discurso, que, al final, no deja de referirse a Zayas sino tangencialmente, y, por lo general, la inmanencia literaria (de las obras de la autora, pero, asimismo, de las de otros autores) se disuelve en la pragmática de las intenciones sociopolíticas que mueven a los distintos agentes del medio periodístico.

Mujer y novelista española, se convoca a María de Zayas a los escenarios de dos de las mayores polémicas del siglo: el debate sobre la emancipación de la mujer y la corriente del nacionalismo literario, paralelas y, en ocasiones, coordinadas al servicio del combate del primado comercial de las novelas extranjeras, en general, y de las francesas, en particular.

En este contexto, la recepción de la madrileña experimenta diversa fortuna. Al lado de la prestigiosa influencia del Cervantes autor de las *Novelas ejemplares*, el editorial «Novela española», publicado en el n.º 2 de la *Revista literaria de El Español* [5], incluye el nombre de Zayas en una nómina de continuadores del modelo de las *novelle* o novelas cortas del alcalaíno, pese a su éxito, alejado de los logros cosechados en el terreno de la novela larga («supuesto que nosotros no llamaríamos novela el *Coloquio de los dos perros Cipion y Berlanga [sic]*») por «infinitas composiciones ya conocidas entonces que ahora no llamaríamos de otra manera», esto es, las novelas morales, picarescas, pastoriles y libros de caballería españoles, más próximos al paradigma que se estila en la narrativa europea contemporánea. Dicho de otro modo, según se colige del discurso del periódico, la tradición de las novelas cortas de Lope de Vega, Alonso de Castillo Solórzano, Mariana de Carvajal o María de Zayas habría lastrado el desarrollo, en las letras españolas, de la novela larga capaz de hacer frente a la hegemonía foránea. Al contrario, un joven Cánovas del Castillo [6] pasa en silencio la diferencia genológica señalada por el texto anterior y reputa indistintamente como valiosos novelistas a Cervantes y Zayas, entre otros, de nuevo con motivo de la oposición nacionalista a la novela extranjera («La ruina de la novela francesa ha sido gran fortuna para nuestra literatura; de hoy

más el ingenio español se levantará en este género de obras al punto de superioridad en que lo pusieron Mendoza y Cervantes, Montalván y doña María de Zayas»), pero, esta vez, para exhortar a las mujeres a escribir novelas: «que otras mujeres de sensibilidad y de talento como ella [refiriéndose a la reseñada Carolina Coronado] imiten luego su ejemplo! [sic] que, siguiendo los pasos de otras naciones, llegue por este medio la nuestra á crear la novela propia y legítima de España; la novela que ensayaron con tanta fortuna Cervantes y doña María de Zayas». De esta manera, la autora de las *Novelas amorosas y ejemplares* se erige en el modelo nacional a seguir por las escritoras contemporáneas, llamadas con los hombres a construir la novela genuinamente española.

En la pequeña muestra desplegada hasta aquí, se ha visto cómo nunca la obra de Zayas aparece enteramente desligada de la particular carga argumentativa de los textos hemerográficos, con lo que la recepción de la escritora áurea participa del mismo fenómeno extensamente comentado por Álvarez Álvarez [7] a propósito de la mediación que la prensa hace de Lope de Vega con ocasión de su tricentenario, en el que «no es infrecuente que se produzca una apropiación de la figura y la personalidad de Lope y se le intente vincular con determinadas ideologías», y en cuyos artículos de opinión «se da la paradoja [...] de que, aunque realmente no les interesa su obra, esta es utilizada como portadora de esos aspectos para literarios que, en realidad, poco tendrían que ver con ella, realizándose un conocimiento falso, o falseado, de la producción literaria lopesca». Sin embargo, como también corrobora esta estudiosa, junto a la mayoría representada por esa tendencia enajenadora o alienante, pueden encontrarse en las publicaciones juicios concernientes a la inmanencia de los textos literarios, y esto no solo en los tres primeros ejemplos que reseñamos, sino, a su vez, internamente en el resto que invoca a María de Zayas para exaltar el ingenio de la novela española o alentar la escritura femenina, no en vano, por mor de su inherente condición de novelista congenial o heredera de Cervantes. Es posible, por tanto, discriminar en la confusión ideológica de las cabeceras ideas «teórico-literarias», poéticas o estructurales que constituyen o, incluso, se hallan ejercidas en las obras originales y que un estudio de su recepción no puede sino reafirmar como verdaderas.

Ahora bien, aunque reconozcamos esta inmanencia, en todo y por todo incidental o tangencial, resulta extremo afirmar que «es la recepción del texto por parte del lector/receptor (a su vez condicionado por múltiples factores) lo que determina el significado de una obra o, si queremos, la obra en sí» [7]. Frente a aquellas proposiciones objetivas (que identifican el género novela y la influencia cervantina, realidades constitutivas del material literario), no hay razón, en cambio, para considerar que el falaz argumento de Gabino Tejado [8], según el cual en Zayas se da una suerte de literaturización del eterno femenino, forme parte efectiva de la obra que recibe: «preciso es decir que en efecto doña María de Zayas fue la escritora más femenil, digámoslo así, de su tiempo, y que considerada bajo este punto de vista, puede sin grave inexactitud ser comparada á la poetisa griega [Safo], tipo y modelo de la imaginación y sentimiento de todas las poetisas del mundo». Ninguna imagen o proyección de la literatura está falta de interés, siempre y cuando se la coloque en las coordenadas (literarias, históricas, sociales, etc.) que le pertenecen y, así, puestos a «buscar» a María de Zayas, a la autora en sí en los entresijos de los discursos periodísticos, es de justicia someter los actos de recepción a una crítica «catártica», en el sentido dado a este término por el filósofo Bueno Martínez [9] y reinterpretado por Ruiz de Vergara Olmos [10] para el campo literario, de 'disociación',

‘segregación’ o «puesta entre paréntesis» de las ideas (aun las más metafísicas) que conforman original o estructuralmente las obras de arte, no para eliminarlas, sino, de hecho, para restituirlas, una vez identificadas, a la morfología de las obras, purificadas en el proceso. Solo entonces será justo afirmar que el conocimiento de la recepción de una obra ha contribuido al conocimiento de la obra misma, cuando para ello se han abstraído momentáneamente tanto aquellas ideas ejercitadas en los materiales objeto de la recepción como aquellos juicios que son del todo incompatibles con su inmanencia y que, lejos de resultar inútiles o desechables, revisten un enorme interés, por ejemplo, para rastrear los avatares de la inclusión de cierto autor en el canon o entender mejor los fenómenos sociales que, en un determinado momento histórico, se apoyaron en la literatura anterior para cambiar el presente.

### **Bibliografía**

- [1] I. Alba Degayón, in: I. García Aguilar (Coord.), *Vidas para contar. Presencias, imágenes, proyecciones y configuraciones del sujeto literario*, Iberoamericana-Vervuert, Madrid-Frankfurt, 2024, de paginación desconocida [en prensa].
- [2] Reseña de *La Sofía*, comedia en tres actos. *Memorial literario o Biblioteca periódica de ciencias y artes* (1802, May), 2(16), p. 20-27. [hemerotecadigital.bne.es/hd/es/viewer?id=93ff06fc-3b00-4925-9980-fd5ee4db03dd&page=26](https://hemerotecadigital.bne.es/hd/es/viewer?id=93ff06fc-3b00-4925-9980-fd5ee4db03dd&page=26).
- [3] Reseña de *La ley de raza*. *La Ilustración* (1852), (18), p. 170-171. [hemerotecadigital.bne.es/hd/es/viewer?id=58af14a1-62e2-4b96-a8e7-5d684467169a&page=2](https://hemerotecadigital.bne.es/hd/es/viewer?id=58af14a1-62e2-4b96-a8e7-5d684467169a&page=2).
- [4] R. de Mesonero Romanos, *Teatro de la Hoz*. *Semanario pintoresco español* (1853, February 27), (9), p. 65-66. [hemerotecadigital.bne.es/hd/es/viewer?id=bb5c9c0a-4945-4bf0-84ee-c42d9722e6b8](https://hemerotecadigital.bne.es/hd/es/viewer?id=bb5c9c0a-4945-4bf0-84ee-c42d9722e6b8).
- [5] *Novela española*. *Revista literaria de El Español* (1845, June 8), (2), p. 1-5. [hemerotecadigital.bne.es/hd/es/viewer?id=8c707b7b-85aa-4ef7-a205-6d86f9fc1a1c](https://hemerotecadigital.bne.es/hd/es/viewer?id=8c707b7b-85aa-4ef7-a205-6d86f9fc1a1c).
- [6] A. Cánovas del Castillo, Reseña de *Jarilla*, novela original de la señorita Carolina Coronado; edición de lujo, ilustrada con doce hermosos grabados, publicada en la Biblioteca Universal de la empresa del *Semanario pintoresco y la Ilustración*. *La Patria* (1850), (5812), [hemerotecadigital.bne.es/hd/es/viewer?id=e8e1cb9c-1130-4912-af07-135d521b541f&page=4](https://hemerotecadigital.bne.es/hd/es/viewer?id=e8e1cb9c-1130-4912-af07-135d521b541f&page=4).
- [7] Álvarez Álvarez, *El tricentenario de la muerte de Lope de Vega a través de la prensa de 1935*, Peter Lang Publishing, New York, 2021, p. 2, 6, 217.
- [8] G. Tejado, *De las escritoras en España*. *Antología española* (1848, February), (2), p. 1-16. [hemerotecadigital.bne.es/hd/es/viewer?id=62d11c77-fc67-4309-8992-4dbeccfde11a&page=3](https://hemerotecadigital.bne.es/hd/es/viewer?id=62d11c77-fc67-4309-8992-4dbeccfde11a&page=3).
- [9] G. Bueno Martínez, in: P. García Sierra [Ed.], *Diccionario filosófico. Manual de materialismo filosófico: Una introducción analítica*, *Filosofía en español*, 2021, <https://www.filosofia.org/filomat/df665.htm>.
- [10] Ruiz de Vergara Olmos, *La conceptualización y clasificación de los fenómenos literarios*, *Escuela de Filosofía de Oviedo-Fundación Gustavo Bueno*, Oviedo, 2021, <https://www.fgbueno.es/act/efo240.htm> [Lecture].

## Capítulo 8. Los monasterios periurbanos de la Córdoba tardoantigua. Bases para el estudio sistemático del *suburbium* cordobés

Jesús Gabriel Atenciano Crespillo (Jesús Atenciano-Crespillo)

*Universidad de Córdoba. Facultad de Filosofía y Letras.  
Departamento de Historia del Arte, Arqueología y Música.*

*Plaza del Cardenal Salazar, 14003, Córdoba.*

*l72atcrj@uco.es*

### Resumen

Con la realización de este proyecto se ha buscado poner de relieve uno de los periodos históricos menos estudiados, la Antigüedad Tardía, por ello, ha sido necesaria una amplia revisión bibliográfica que esquematizara los conocimientos existentes hasta la fecha. Esta base teórica fundamenta la tarea de analizar y comparar los vestigios de las primeras construcciones relacionadas con el cristianismo en Córdoba, concretamente de las que articularon el espacio suburbial de la urbs. El conocimiento de las primeras obras cristianas sigue siendo parcial y difuso, pero muchos de sus elementos, hasta el propio componente meramente ideológico y religioso, han sido un factor clave en el desarrollo histórico de la ciudad, y siguen estando presente de una forma u otra en la misma.

Estos resultados preliminares extraídos en el marco de la concesión de esta beca componen la base para la realización de una tesis doctoral, que tendrá como propósito establecer un compendio del cristianismo tardoantiguo en Córdoba. Se ha de destacar que estos primeros resultados fueron expuestos en el XI International Medieval Meeting de la Universidad de Lleida.

### Fundamento y presentación de resultados

El emplazamiento de Córdoba en términos geográficos ha sido crucial en el devenir de la misma a lo largo de la historia: el Guadalquivir al mediodía, la sierra al norte, y unas características inmejorables para la producción agrícola en sus alrededores. Por su parte, durante el periodo que a nosotros nos ocupa, la Antigüedad Tardía, el cristianismo se hará fuerte hasta el punto de relevar a la administración imperial romana en el poder *de facto* en conjunto con las élites civiles.

En los medios urbanos hispanos se han documentado ya varios episcopios de estos momentos: *Barcino, Valentia, Tarraco...*, mientras que, en Córdoba, a pesar de las últimas excavaciones realizadas en el subsuelo de la Mezquita-Catedral, todavía persiste el debate entre quienes consideran estos restos como parte de la Basílica de San Vicente que citan las fuentes de época andalusí y quienes rechazan esta posibilidad.

En cambio, en el suburbio se han constatado dos dinámicas diferenciadas en el tiempo: una en los últimos momentos del Imperio, consistente en un paulatino proceso de

concentración de la propiedad [1, 2], mientras que, a partir del siglo V d.C. se corrobora la llegada y el desarrollo del cristianismo en el contorno periurbano de la ciudad, al igual que sucede en otras urbes, como en la zona del Francolí en Tarragona, o con el complejo de Santa Eulalia de Mérida. En este sentido, fuentes como el Calendario de Córdoba, San Eulogio y otras modernas como el Padre Flórez nos han legado en sus escritos numerosos topónimos [3]: San Acisclo, la Basílica de los Tres Santos, San Félix, San Cristóbal, San Salvador de Peñamelaria..., pero de los cuales, en muchos casos, sólo se conoce el nombre.

A pesar de esta contrariedad, puede aseverarse que Córdoba se encontraba completamente circundada por todo un cinturón de centros cristianos [4]. De hecho, en el sector extramuros oriental, que era un territorio dominado topográficamente por el elemento cristiano, esta condición quedó cristalizada de forma notable en los momentos ulteriores, tal y como atestiguan ciertas denominaciones de los arrabales y las almunias. (López, 2013, 254). Lejos de lo que se pudiera pensar en un principio, estos núcleos no sólo tuvieron un sentido exclusivamente religioso o cultural, sino que se convirtieron en los gestores y articuladores de las tierras de cultivo suburbanas de la ciudad. Esta tarea, además, estuvo facilitada por la existencia de toda una amplia red de infraestructuras de abastecimiento hidráulico de época romana, que es aprovechada por estos centros de culto y que, posiblemente, heredaron también los musulmanes y fue crucial para el desarrollo que acabó alcanzando la ciudad en términos de productividad agrícola en el siglo X [5].

Desde luego, prácticas agrícolas como el regadío debieron estar extendidas ya en el reino visigodo. De hecho, el rey Recesvinto se vio obligado a decretar una ley para proteger los recursos hídricos de las acequias de los robos de caudal:

*“Multarum terrarum situs, que indiget pluviis, foveri aquis studetur inriguis, cuius terra ita experimentum tenetur, ut, si defecerit aquarum solitus usus, disperetur confisus ex fruge proventus. Proinde, ubi maiores aque sunt, si quis furtive aut malitiose aquam decursibus subtraxerit alienis, per quattuor orarum spatium det solidum unum. Ubi autem minorum sunt dirivationes aquarum, per quattuor oras exolvat trem issem unum. Aqua vero quantis oris alibi dilapsa convincitur, tantis ad inrigandum competenti tempore domino reformetur. Servus si sua sponte ista presumens, pro maioribus aquis C flagella suscipiat, pro minoribus vero L verberum cesioni subcumbat” [6].*

No es descartable que algunos sectores del terreno periurbano estuvieran también en manos de la aristocracia local. Su relevancia en la Córdoba tardoantigua está demostrada y debió ser fundamental en el mantenimiento de la autonomía de Córdoba frente a las presiones de los entes político-territoriales visigodo y bizantino. Sin embargo, si atendemos a la densa cristianización del entorno inmediato a la *urbs*, una coyuntura que ensalzan tanto fuentes textuales como materiales es más probable que las propiedades de esta aristocracia local se localizaran sobre todo en lugares del ager más distantes, o incluso claramente rurales [7]. Por su parte, los eminentes obispos cordobeses no renunciarían al control del rico territorio agrícola que rodeaba la ciudad, acumulando extensos terrenos a través de donaciones, práctica habitual en este periodo [8].

El autor al-Maqqarī refleja a la perfección la riqueza productiva que debieron atesorar estos complejos religiosos con el relato de una interesante incursión de un esclavo negro que acabaría siendo capturado por los cristianos en la basílica de San Acisclo, pero que finalmente consiguió huir y trasladar información crucial a Mugīṭ:

*“[...] llamó ante él a uno de sus esclavos negros, cuyo nombre era Rabāh, un hombre de probado coraje y fortaleza, y le ordenó que se escondiera por la noche en un jardín cubierto de árboles que estaba cerca de la iglesia, para intentar apoderarse de algún bárbaro que pudiera informarle del estado de la guarnición. El negro hizo lo que se le ordenó, pero siendo un estúpido, pronto se comprometió, porque como era entonces la época de que los árboles dieran frutos, y el lugar estaba cubierto de ellos, montó en uno para recoger algún fruto y comer de él. Mientras estaba así subido en el árbol, fue descubierto por la gente de la iglesia, quienes, llegando al lugar, lo hicieron bajar, y habiéndolo asegurado lo tomaron prisionero”.*  
[10].

Las posibilidades productivas que ofrece el fértil entorno cordobés han sido cruciales en el desarrollo logrado por la ciudad en distintos momentos históricos. En concreto, el pujante poder cristiano en época tardoantigua no tardaría en, más allá de cumplir sus funciones propiamente culturales, ocupar estos lugares, articularlos y explotar sus recursos. De esta manera, gracias a esta beca de investigación, han podido sentarse los cimientos bibliográficos y metodológicos para la consecución de una posible tesis, consistente en un estudio sistemático y multidisciplinar del *suburbium* cordobés tardoantiguo, que en ningún momento podría comprenderse sin conocer en profundidad el papel que cumplieron estos núcleos religiosos, de ahí la necesidad de seguir indagando sobre los mismos y su legado.

### **Bibliografía**

- [1] A. Chavarría Arnau, “Villas en Hispania durante la Antigüedad Tardía”, *Anejos de AEspA* 39 (2006), pp. 17-35.
- [2] I. Sánchez Ramos y J. Morín De Pablos, “La Antigüedad Tardía y el fin de las villae”, en R. Hidalgo Prieto (coord.), *Las villas romanas de la Bética*, vol. I, Universidad de Sevilla, Sevilla, 2016, pp. 575-612.
- [3] E. Cerrato Casado, “El Calendario de Córdoba como fuente para la reconstrucción de la topografía eclesiástica de la Córdoba altomedieval”, en E. Cerrato Casado y D. Asensio (coords.), *Nasara, extranjeros en su tierra. Estudios sobre cultura mozárabe* catálogo de la exposición, Cabildo Catedral de Córdoba, Córdoba, 2018, pp. 47-76.
- [4] J. Sánchez Velasco, “La Antigüedad tardía y la época visigoda”, en J. F. Rodríguez Neila (coord.), *La ciudad y sus legados históricos. Córdoba romana*. Col. T. Ramírez de Arellano I, Real Academia de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes de Córdoba, Córdoba, 2017, pp. 313-369.
- [5] E. García Sánchez, “Cultivos y espacios irrigados en al-Andalus”, en L. Cara Barrionuevo y A. Malpica Cuello (coords.), *Agricultura y regadío en al-Andalus*. II Coloquio de Historia y Medio Físico, Instituto de Estudios Almerienses, Almería, 1996, pp. 17-37.

- [6] Rec. L. I. 8. 4. 31, en P. Ramis Sierra y R. Ramis Barceló (trads.), *Liber Iudiciorum*, Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, Madrid, 2015.
- [7] E. Manzano Moreno, *Conquistadores, emires y califas. Los omeyas y la formación de al-Andalus*, Crítica, Barcelona, 2006.
- [8] G. Ripoll Arce. y J. Arce Martínez, "Transformación y final de las villae en occidente (siglos IV-VIII): problemas y perspectivas", *Arqueología y territorio medieval* 8, (2001), pp. 21-54.
- [9] F. López Cuevas, "La Almunia Cordobesa, entre las fuentes historiográficas y arqueológicas", *Onoba* 1, (2013), pp. 243-260.
- [10] A. b. M. Al-Maqqarī; P. De Gayangos (trad.), *The historian of Mohammedan Dynasties. Nafhu-t-tīb min ghosni-l-Indalusi-r-ratiīb wa táríkh lisánu-d-dín Ibni-L-Khattīb*, vol. 1, W. Hughes, Londres, 1840.

## Capítulo 9. Uso de la inteligencia artificial para la enseñanza y el aprendizaje de inglés como lengua extranjera en Educación Primaria

María Victoria Ceballos Cano; Cristina A. Huertas-Abril

*Universidad de Córdoba. Facultad de Ciencias de Educación y Psicología.*

*Departamento de Filologías Inglesa y Alemana.*

*Avda. San Alberto Magno, s/n, 14071 Córdoba.*

*m92cecam@uco.es*

### Resumen

El presente trabajo describe un proyecto de innovación educativa que tiene como objetivo mostrar cómo diferentes herramientas de Inteligencia Artificial (IA) pueden ayudar al profesorado de inglés a preparar actividades y recursos para su docencia. En primer lugar, se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica, que abarca desde la definición de IA hasta su uso en los procesos de aprendizaje de lenguas. Seguidamente, se presenta el contexto en el que se desarrollará la propuesta, y se especifica la metodología: una situación de aprendizaje que aborda la ciudad como eje temático a lo largo de once sesiones que se desarrollarán durante cinco semanas. La propuesta está pensada para ser desarrollada con veinticinco alumnos/as de quinto de Educación Primaria, en la asignatura de inglés. Todas las actividades han sido creadas con diferentes herramientas de IA, como ChatGPT, Speaktor, Twee o Clipdrop. Esta propuesta de innovación docente pretende ofrecer al profesorado de inglés diferentes herramientas de IA para hacer más eficiente su trabajo. Además, se espera que puedan poner en práctica esta situación de aprendizaje con el alumnado y que los propios alumnos/as aprendan a utilizar algunas de las herramientas de IA en el proceso de aprendizaje del inglés como lengua extranjera.

### Fundamento y presentación de resultados

#### Introducción

Hoy en día, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se han convertido en un componente esencial en nuestra sociedad. Además, en estrecha relación con las TIC, se han producido avances en la Inteligencia Artificial (IA) y su influencia en la educación. La IA podría definirse como el campo de las ciencias de la computación dedicado a resolver problemas cognitivos comúnmente asociados con la inteligencia humana, como el aprendizaje, la resolución de problemas y el reconocimiento de patrones [1].

La IA es una realidad que se está haciendo presente en la educación, por lo que es necesario que el profesorado conozca las diferentes herramientas de IA que puede utilizar para hacer más eficiente su trabajo. El objetivo de esta propuesta didáctica es explorar cómo los/as docentes de inglés pueden utilizar diferentes herramientas de IA, entre ellas Twee o Clipdrop, para la enseñanza y el aprendizaje del inglés. Para ello, se ha creado una situación de aprendizaje a fin de ilustrar las herramientas de IA a través de diferentes actividades. Así, no solo se muestran las actividades, sino también cómo se han diseñado utilizando la IA.

### **Marco teórico**

La Inteligencia Artificial se incluye en una esfera cada vez más amplia de tecnologías de frontera, y ha aportado nuevas ideas que han abierto la puerta al desarrollo sostenible y al cambio social [2]. La IA podría definirse como el estudio de la inteligencia basado en las ideas y métodos de la computación [3]. Además, la IA se entiende como la capacidad que tienen las máquinas para tomar decisiones como si fueran seres humanos, mediante el uso de algoritmos [4].

Asimismo, la historia de la educación está íntimamente relacionada al desarrollo de las TIC. De hecho, en 1958, el psicólogo conductista Skinner diseñó la “máquina de enseñar”, que permitía al alumnado recibir retroalimentación inmediata sobre su progreso [5]. En cuanto a las aplicaciones actuales de la AI en el campo de la educación, se podría mencionar la educación personalizada, que incluye los sistemas de aprendizaje adaptativo, como RoboTutor, una aplicación que permite al alumnado aprender a leer y escribir sin la supervisión de un adulto [6].

Actualmente, y teniendo en cuenta que vivimos en una sociedad globalizada en la que el inglés es la lengua franca, es esencial aprender este idioma para poder comunicarnos. En este sentido, las herramientas IA pueden utilizarse para ofrecer nuevas oportunidades al alumnado en el área de inglés. De hecho, la IA ofrece la posibilidad de un aprendizaje más personalizado, inclusivo y atractivo [7]. En relación con lo anterior, existen algunas herramientas impulsadas por IA que pueden tener un gran impacto en el proceso de aprendizaje de idiomas del alumnado. Por ejemplo, podemos mencionar la traducción automática (machine translation), que puede ser útil para aprender vocabulario y comprender la información para abordar una tarea determinada. Sin embargo, es necesario que el alumnado desarrolle sus habilidades de pensamiento crítico, ya que estos programas no siempre ofrecen una traducción exacta con coherencia textual [8]. Asimismo, los chatbots también podrían utilizarse para el aprendizaje de lenguas, ya que pueden proporcionar a los/as estudiantes respuestas como lo haría un humano. Mediante el uso de chatbots como Duolingo, los/as estudiantes pueden aprender el idioma a su propio ritmo a través de audio, vídeo e imágenes [8].

### **Objetivos**

El objetivo principal de esta propuesta de innovación docente es mostrar cómo diferentes herramientas de Inteligencia Artificial (IA) pueden ayudar a los profesores de inglés a preparar actividades y crear recursos para sus clases. Para ello, también se han concretado una serie de objetivos específicos:

- Ejemplificar el uso de diferentes herramientas de IA a través de una situación concreta de aprendizaje.
- Ofrecer a los alumnos actividades atractivas creadas con IA.
- Mostrar a los alumnos cómo utilizar las herramientas de IA (por ejemplo, Clipdrop).

## Diseño de la propuesta

### Destinatarios

La principal población destinataria de esta innovación son los/as docentes de inglés, ya que esta innovación pretende mostrarles diferentes herramientas de IA que podrían utilizar dentro de sus aulas. Para ejemplificar el uso de estas herramientas dentro del proceso de aprendizaje de idiomas, se ha creado una situación de aprendizaje. Se pretende implementar en un aula de veinticinco alumnos de quinto curso de Educación Primaria, dentro de la asignatura de inglés.

### Actividades

La situación de aprendizaje aborda la ciudad como tema principal e incluye once sesiones que se desarrollarán durante cinco semanas dentro del curso escolar. El producto final será una exposición oral por parte del alumnado, en la que tendrán que exponer las imágenes de sus ciudades creadas con Clipdrop y describir los lugares que en ellas aparecen. A continuación, se describirá una actividad de calentamiento, una central y una de cierre, que no pertenecen a la misma sesión, pero que se han creado con diferentes herramientas de IA.

En primer lugar, la actividad de calentamiento sería de comprensión auditiva y estaría creada con ChatGPT y Speaktor. Después, como actividad central, el alumnado creará una imagen utilizando los *prompts* que habrá creado previamente, como: “plano de una ciudad desde el cielo con un banco, un teatro y una escuela”. Por último, como actividad de cierre, el alumnado se agrupará por parejas para jugar a la actividad “¡Adivínalo...si puedes!”, creada con la opción “crear un ejercicio de asociar palabras con su definición” ofrecido por Twee. Un miembro de la pareja tendrá que decirle al otro una palabra, y este último tendrá que relacionar dicha palabra con una de las definiciones, y viceversa.

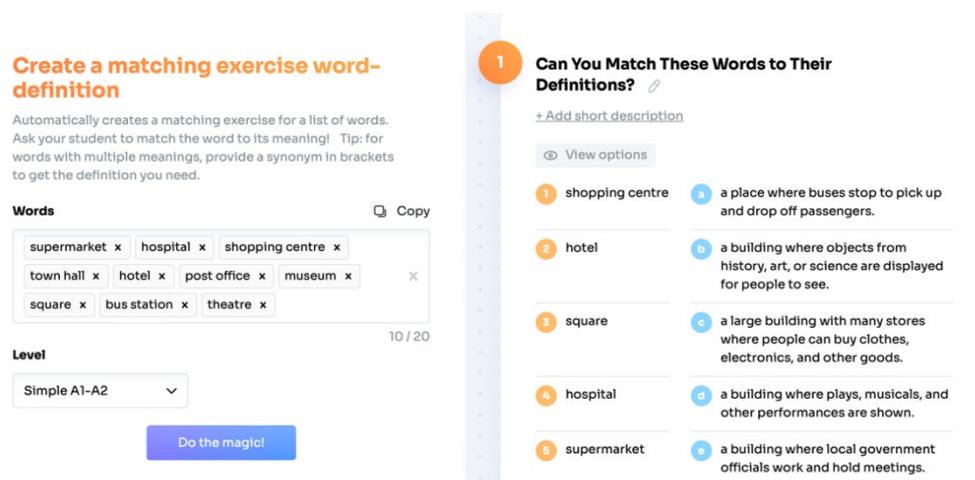


Figura1. Actividad creada con Twee

### Evaluación

El producto final de la situación de aprendizaje se evaluará mediante distintos instrumentos de evaluación. Entre ellos, se utilizará una rúbrica para evaluar la exposición oral de la última sesión, en la que aparecerán reflejados diferentes indicadores con los niveles de rendimiento: tono, postura y contacto visual, contenido, entusiasmo claridad en el habla y atención hacia otras presentaciones.

Category	4	3	2	1
<b>Volume</b>	Volume is loud enough to be heard by all audience members.	Volume is loud enough to be heard by all audience members nearly all the time.	Volume is loud enough to be heard by all audience members most of the time.	Volume often too soft to be heard by all audience members.
<b>Posture and Eye Contact</b>	Stands up straight and looks confident. Establishes eye contact with everyone in the room during the presentation.	Stands up straight and establishes eye contact with everyone in the room during the presentation.	Sometimes stands up straight and establishes eye contact.	Slouches and/or does not look at the students during the presentation.
<b>Content</b>	Shows a full understanding of the topic.	Shows a good understanding of the topic.	Shows a good understanding of parts of the topic.	Does not seem to understand the topic very well.
<b>Enthusiasm</b>	Facial expressions and body language generate a strong interest and enthusiasm about the topic in others.	Facial expressions and body language sometimes generate a strong interest and enthusiasm about the topic in others.	Facial expressions and body language are used to try to generate enthusiasm, but seems somewhat faked.	Very little use of facial expressions or body language. Did not generate much interest in topic being presented.
<b>Clarity in speech</b>	Speaks clearly and distinctly all the time, and mispronounces no words.	Speaks clearly and distinctly all the time, but mispronounces some words.	Speaks clearly and distinctly most of the time. Mispronounces some words.	Often mumbles or cannot be understood or mispronounces more than one word.
<b>Listens to Other's Presentations</b>	Listens intently. Does not make distracting noises or movements.	Listens intently but has one distracting noise or movement.	Sometimes does not appear to be listening but is not distracting.	Sometimes does not appear to be listening and has distracting noises or movements.

Figura 2. Rúbrica para la exposición oral

Además, para que el alumnado pueda reflexionar sobre sus exposiciones orales, tendrán que completar un formulario que incluirá algunos aspectos como “me he sentido seguro de mí mismo/a durante la presentación”.

### Resultados esperados y conclusión

A través de esta propuesta de innovación, se espera que los/as docentes de inglés aprendan a utilizar las nuevas herramientas de IA para poder utilizarlas en sus clases. Además, la situación de aprendizaje servirá de modelo para que los profesores de EFL puedan crear otras situaciones de aprendizaje que se ajusten a sus necesidades.

Además, se espera que los/as docentes de inglés pongan en práctica la situación de aprendizaje con alumnos de 5º curso para que puedan probar las distintas herramientas de IA en situaciones de la vida real. Además, también se espera motivar al alumnado con actividades atractivas creadas con IA. Por último, los propios alumnos aprenderán a utilizar algunas de las herramientas de IA, como Clipdrop, con la supervisión del profesor.

### Bibliografía

- [1] M. Chassignol, A. Khoroshavin, A. Klimova, A. Bilyatdinova. Artificial intelligence trends in education: A narrative overview. *Procedia Computer Science*, 136, 2018, p. 16-24. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.233>
- [2] UNESCO. International Conference on Artificial Intelligence and Education, Planning Education in the AI Era: Lead the Leap, Beijing, China, 2019. <https://bit.ly/42LMF2m>
- [3] J. A. Abadía. *Inteligencia Artificial*. Publicaciones Icesi, 20, 2010, p. 11-15.
- [4] L. Rouhiainen, L. *Inteligencia artificial*. 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro future, 2018, Alienta.

- [5] X. Giró, J. Sancho. Artificial Intelligence in Education: Big Data, Black Boxes, and Technological Solutionism, Seminar.net, 17, 2, 2021. <https://doi.org/10.7577/seminar.4281>
- [6] I. Jara, J. M. Ochoa. Usos y efectos de la inteligencia artificial en educación. Sector Social división educación. Documento para discusión número IDB-DP-00-776, 2020, BID. <http://dx.doi.org/10.18235/0002380>
- [7] R. Luckin, W. Holmes, M. Griffiths, L. B. Forcier. Intelligence unleashed: An argument for AI in education, 2016, Pearson.
- [8] T. Schmidt, T. Strasser. Artificial Intelligence in Foreign Language Learning and Teaching: A CALL for Intelligent Practice. Anglistik: International Journal of English Studies, 2022, 33, 1, p. 165-184. <https://bit.ly/3Mzmpmq>

## Capítulo 10. Reescrituras, retellings e intertextualidad: un fenómeno literario y editorial

Patricia García Santos

*Universidad de Córdoba. Facultad de Filosofía y Letras.  
Departamento de Filologías Inglesa y Alemana.*

*Plaza del Cardenal Salazar, 14003, Córdoba.  
l72gasap@uco.es*

### Resumen

Desde mediados del siglo XX, la intertextualidad —concebida como teoría y como fenómeno creativo— ha adquirido tal relevancia en la narrativa contemporánea que puede considerarse como una práctica definitoria del movimiento literario Posmodernista. La literatura Posmoderna generalizó el uso de la intertextualidad como recurso creativo, dando lugar a considerar nuevas interpretaciones de ambos intertextos. Bajo esta perspectiva, aparece a finales del siglo XX y se desarrolla en el siglo XXI una abundante tradición literaria consistente en releer, visitar y reescribir historias del pasado, creando así intertextos que son relevantes en el presente. Esta tendencia surge por el creciente interés de los autores contemporáneos por la relación entre ficción y realidad, creando un complejo universo intertextual entre las obras originales y sus reescrituras. Esta investigación se centra en explorar conexiones entre intertextos, es decir, entre obras de ficción contemporáneas que pueden ser consideradas relecturas o reescrituras modernas de obras canónicas de la literatura inglesa. El interés principal por estas conexiones subyace en las transformaciones que los autores contemporáneos realizan en la construcción de personajes y tramas con el objetivo de que sus reescrituras se adecuen a una realidad histórica y sociocultural aceptada y reconocida por los lectores contemporáneos.

### Fundamento y presentación de resultados

¿Qué textos narrativos contemporáneos se consideran como reescrituras de textos canónicos? ¿Hasta qué punto se considera *reescribir* el hecho de que un autor ‘tome prestada’ una historia, una leyenda, un mito, un conjunto de eventos o personajes y lo reinterprete? Aquellos textos considerados como reescrituras ya son nuevas obras *per se*. En la literatura canónica, elementos de ficción como personajes o lugares que solo existen en los límites de la narrativa, llegan a formar parte de la vida real puesto que se transforman en arquetipos universales.

En ocasiones, los textos narrativos traspasan los límites de su obra original convirtiéndose en un sistema de representación en sí mismos. Como propone Dudley Andrew [1], el propio término *representación* sugiere la existencia de un modelo o canon. Esto hace que figuras literarias tales como los personajes —por ejemplo, Hamlet, escrito por William Shakespeare o El sombrero loco de Lewis Carroll— traspasen los mecanismos textuales y ficcionales para formar parte de la realidad. Esto nos lleva a preguntarnos, ¿cómo habría

escrito Freud sobre ciertas cuestiones de la condición humana que explicó a través del personaje de Hamlet sin haber leído a Shakespeare? En este sentido, el discurso literario se percibe como una red infinita: todos los textos evocan o remiten a otros textos.

La literatura en lengua inglesa se muestra como un diálogo constante entre autores del pasado y del presente. La relevancia de las reescrituras intertextuales en la literatura contemporánea está estrechamente relacionada con la idea posmoderna de que la literatura, al igual que otras disciplinas como la historia o la filosofía, es una construcción social creada a partir de narraciones de acontecimientos pasados.

Así pues, como afirma Linda Hutcheon [2], la literatura “constituye sistemas de significación mediante los cuales damos sentido al pasado” (1988: 89). Si nos remontamos a la historia de la literatura inglesa, muchas tradiciones han demostrado excepcionalmente el carácter multidireccional de los discursos literarios: desde el Renacimiento inglés de la época isabelina que recuperó temas clásicos de la Antigua Roma y Grecia —ejemplificado en obras como *Antonio y Cleopatra* (1606) o *Julio César* (1599) de Shakespeare— hasta la novela victoriana realista que experimentó un declive cuando más tarde, en el siglo XX, los Modernistas empezaron a hacer exactamente lo contrario a partir del desgaste de las ideas victorianas. Se puede afirmar, por tanto, que existe una constante influencia bidireccional en la literatura.

En lengua española se ha acuñado el término inglés de “*retelling*” para hablar de las reescrituras actuales de historias muy conocidas. La figura del *retelling* no es algo nuevo, sino que lleva mucho tiempo en nuestra sociedad. Sobre todo, con relación a la industria cinematográfica, que bebido de la literatura desde sus comienzos. De hecho, las primeras versiones de retellings más populares se dieron a conocer gracias a la productora de Disney.

En el plano estrictamente académico, se empieza a hablar de reescrituras con obras como *Wide Sargasso Sea* (1966) de Jean Rhys o *Foe* (1986) de J. M. Coetzee. Sin embargo, la gran cantidad de nuevas obras que toman elementos de ficción, tramas, o personajes del pasado es lo que nos lleva a plantear un proyecto de investigación basado en este fenómeno que actualmente arrasa en el sector editorial. En la tabla 1 se pueden ver algunos ejemplos de textos originales y reescrituras creadas a partir de estos que han sido tomados como referencia para el proyecto.

Tabla 1. Obras originales y sus reescrituras

<i>Romeo and Juliet</i> (1597) by William Shakespeare	<i>These Violent Delights</i> (2020) by Chloe Kong
<i>Hamlet</i> (1603) by William Shakespeare	<i>Hamnet</i> (2020) by Maggie O'Farrell
<i>Macbeth</i> (1606) by William Shakespeare	<i>Lady Macbethad</i> (2023) by Isabelle Schuler
<i>Robinson Crusoe</i> (1719) by Daniel Defoe	<i>Foe</i> (1986) by J. M. Coetzee
<i>The Story of Beauty and the Beast</i> (1740) by Madame de Villeneuve	<i>A Court of Thorns and Roses</i> (2015) by Sarah J. Maas
<i>The Little Mermaid</i> (1837) by Hans Christian Andersen	<i>To Kill a Kingdom</i> (2018) by Alexandra Christo
<i>Jane Eyre</i> (1847) by Charlotte Brontë	<i>Wide Sargasso Sea</i> (1966) by Jean Rhys
<i>Alice in Wonderland</i> (1865) by Lewis Carrol	<i>Heartless</i> (2016) by Marissa Meyer

Una vez aceptada la figura del *retelling* como una presencia poderosa tanto como fenómeno literario como fenómeno editorial de las últimas décadas, este proyecto plantea qué tipos de cambios y transformaciones sufren los textos originales para llegar a transformarse en lo que están escribiendo los escritores actuales. Según diferentes críticos el fenómeno de las reescrituras comenzó por dos motivos principales:

- **La reescritura de textos como una práctica de acción política y social.** Como consecuencia de la represión social y política sufrida por los habitantes de las colonias británicas, se inició una tradición de novelas enmarcadas en la literatura poscolonial que denunciaban situaciones de discriminación y represión por parte del imperio británico contra los nativos. Estas novelas demuestran cómo las historias, la forma de contarlas, así como el punto de vista desde el que se cuentan determinan la forma en la que se percibe la realidad. Un claro ejemplo de reescritura de este tipo es *Wide Sargasso Sea* (1966) de Jean Rhys. La autora toma el personaje de Bertha Mason creado por Charlotte Brontë en *Jane Eyre* (1847), sacándola de su posición de marginalidad para ponerla en el centro de su trama, dándole una historia propia en las colonias y rellenando huecos de la novela clásica escrita en la época victoriana por una mujer de clase social acomodada. Esta novela ha suscitado una gran cantidad de estudios sobre el rol social de la mujer, sobre la cuestión de centralidad y marginalidad con respecto al imperio colonial, etc. que han sido desarrolladas por críticos fundamentales como Spivak (1993) [3].
- **El agotamiento temático y anecdótico de la novela.** El crítico y novelista norteamericano John Barth publica en 1967 *The Literature of Exhaustion* [4], un ensayo en el que plantea la idea de que la literatura se encuentra agotada en cuanto a temas, motivos y estilos; la literatura está siendo asfixiada por siglos de historia en los que todo se ha dicho. Barth lee de forma anacrónica la obra de Borges, en la que identifica el colapso literario como un tema inspirador en sí mismo para escribir nuevas narrativas. La idea de un agotamiento temático de la novela había sido planteada por el filósofo Ortega y Gasset [5] en los años 20, ya que éste intentaba justificar los nuevos experimentalismos narrativos de la época Modernista con el colapso anecdótico y temático de la novela. En ambos casos, tanto para Barth como para Ortega y Gasset, el agotamiento se supera a través de la reescritura de la tradición.

De este proyecto de investigación se extraen varias conclusiones y un resultado final. Se han identificado motivos que explican el auge de las reescrituras en la literatura contemporánea, parcialmente relacionados con los anteriores:

- **Las reescrituras siguen teniendo un gran componente subversivo.** Actualmente se siguen reescribiendo novelas que toman personajes o eventos de obras canónicas introduciendo en estos cambios en cuanto a la presentación de transformaciones sociales, políticas o económicas, sin ser estas la razón principal de la reescritura. En

otras palabras, las nuevas novelas publicadas en la última década basadas en obras canónicas, como por ejemplo *A Court of Thorns and Roses* (2015) o *These Violent Delights* (2020) subvierten elementos de las historias tradicionales, en el primer caso de la historia de La Bella y la Bestia y en el segundo de Romeo y Julieta, de forma que estos se adapten a la realidad contemporánea. Por ejemplo:

- En el caso de la reescritura de *La Bella y la Bestia* (1740), se observa cómo los cambios socioeconómicos en la representación del personaje de Bella encajan con la idea de construcción de género femenino del siglo XXI, en tanto que la mujer ya no es un objeto de transacción económica entre hombres (padres y esposos) a través del matrimonio, práctica predominante en las sociedades patriarcales. Por lo tanto, ideas actuales sobre feminismo o prácticas sociales contemporáneas se hacen patentes en la trama sin necesidad de ser introducidas, ya que los lectores percibirán normalidad y realidad en dichas ideas.
- Por otro lado, en el caso de *These Violent Delights*, encontramos un retelling de la tragedia de *Romeo y Julieta* (1597) de Shakespeare ambientado en el Shanghái de los años veinte. Los nombres de los personajes son prácticamente iguales (Juliette, Mercucio, etc.), pero el entorno cultural e histórico cambia radicalmente. Con esta reescritura, la escritora pretende dar visibilidad a las culturas asiáticas, enmarcando una historia canónica de la literatura inglesa en un entorno en el que la globalización empieza a dar sus primeros coletazos.

Así pues, podemos concluir del análisis de estas novelas que los autores contemporáneos están usando la práctica de la reescritura para normalizar, estandarizar e integrar nuevos discursos sociales, políticos, económicos y culturales del presente que contrastan con los cánones del pasado. Sin embargo, se aprecia que, a pesar de conseguir este efecto de práctica subversiva, el principal objetivo de estos textos –en particular aquellos escritos en el siglo XXI– es entretener.

- **La cultura del entretenimiento y la reescritura editorial.** Finalmente, se concluye que las dos motivaciones principales que propician la tradición de las reescrituras se combinan y asimilan en la primera década del siglo XXI, resultado en una práctica habitual en el sector editorial que ya no consiste en reivindicar sino en vender y entretener. Los nuevos géneros literarios se definen según la demanda del mercado editorial, que actualmente se inclina a favor de historias que evocan estéticas de otras historias u otros personajes icónicos fácilmente reconocidos por el lector. Este fenómeno explicaría también la transformación que han sufrido los géneros narrativos de ficción en las últimas décadas.

- Los **arquetipos universales**, establecidos a partir de las obras originales, se ven afectados en sus reescrituras por la influencia de los diferentes sistemas de representación sobre ellos que han ido sumándose al imaginario de estos a lo largo de los años.

Como resultado final del proyecto llevado a cabo gracias a la beca de colaboración que disfruté durante el curso 2022/2023 se extraen las bases, hipótesis, tema y objetivos para mi Trabajo de Fin de Máster. Este proyecto me ha dado la oportunidad de hacer un barrido del estado de la cuestión del tema aplicando métodos investigadores de análisis bibliográfico que ha derivado en la elección de un tema específico que refleja todo lo aprendido durante el desarrollo de las tareas investigadoras que conlleva la beca.

### **Bibliografía**

- [1] D. Andrew. *The major film theories: An introduction*. Oxford University Press, 1976.
- [2] L. Hutcheon. *A Poetics of Postmodernism: History, Theory, Fiction*. Routledge, 1988.
- [3] G. C. Spivak. "Can the Subaltern Speak?" in *Colonial Discourse and Postcolonial Theory*. Columbia University Press, New York, 1993.
- [4] J. Barth. "The Literature of Exhaustion" in *The Atlantic Monthly*, vol. 120, no. 2, 1967, pp.170-182.
- [5] J. Ortega y Gasset. *Ideas sobre la novela*. Revista de Occidente, Madrid, 1925.

## Capítulo 11. Aproximación a la interpretación consecutiva aplicada al ámbito económico desde las teorías de la semántica de marcos

Yordan Todorov Apostolov

*Universidad de Córdoba. Facultad de Filosofía y Letras.*

*Departamento de Ciencias Sociales, Filosofía, Geografía y Traducción e Interpretación.*

*Plaza del Cardenal Salazar, 14003, Córdoba.*

*l92apapy@uco.es*

### Resumen

En el presente estudio nos planteamos explorar la aplicación de la semántica de marcos a la interpretación consecutiva en el ámbito económico. En primer lugar, esbozamos un breve recorrido en los estudios sobre la interpretación y las destrezas y técnicas de toma de notas, basándonos en la obra de Bosch (2012). En segundo lugar, estudiamos la semántica de marcos de Fillmore (1982) y diversas obras sobre su aplicación al proceso traductor. Para demostrar la utilidad de esta teoría en la interpretación, abordamos un discurso sobre la Política Agraria Común en inglés, especificando la confluencia de marcos de conocimiento presentes en él. Posteriormente, intentamos identificar la motivación de tres de los símbolos más empleados en la toma de notas, por medio de los marcos situacionales y sociales de De Vega (1985). Concluimos definiendo la interpretación como la transferencia de marcos de conocimiento que se coactivan en un discurso concreto, con cada marco que conlleva una información conceptual y terminológica diversa. Por último, sugerimos como futura línea de investigación, un estudio empírico con intérpretes en formación para comprobar cómo influyen los marcos de conocimiento sobre la forma de tomar las notas e interpretar el discurso.

### Fundamentación científica

#### La interpretación consecutiva

La interpretación consecutiva consiste en la reformulación en lengua meta de un texto origen enunciado en forma de monólogo durante las pausas que el orador realiza cada cierto tiempo [1]. Se distinguen cinco fases en el proceso interpretativo consecutivo: oír, escuchar, analizar, memorizar y tomar notas e interpretar. Uno de los monográficos didácticos más conocidos es el *Manual para el estudiante* de Bosch [2]. Esta obra ofrece un listado exhaustivo de símbolos para la enseñanza de la interpretación consecutiva.

La toma de notas es una técnica para ayudar a reformular el discurso. Es un apoyo para la memoria del intérprete y es completamente personal, si bien se puede mejorar y existen diversas metodologías para enseñarla. Una ayuda trascendental en la toma de notas es el empleo de simbología. En su manual, Bosch [2] define los símbolos como representaciones visuales de conceptos que permiten alejarse de la mera forma lingüística del mensaje y centrarse principalmente en el sentido. Por tratarse de imágenes, permiten aunar en un solo icono ideas que expresadas en palabras, serían más lentas de escribir.

### **La semántica de marcos**

En los años 80, Charles Fillmore emplea su gramática de casos para crear la semántica de marcos [3]. El marco, concepto fundamental en esta teoría, se basa en una estructura conceptual codificada en una construcción que representa cómo se organiza el conocimiento del mundo.

Por su parte, en su obra *Introducción a la Psicología Cognitiva*, De Vega [4] discierne entre distintos tipos de marcos, de los que destacaremos el *situacional*, que tiene que ver con la información relacionada con las situaciones convencionales, y el *social*, que describe las estructuras cognitivas que organizan nuestro conocimiento social. Dentro de estas podemos incluir la ideología, los roles y la jerarquía social y las relaciones interpersonales.

### **Objetivos del estudio**

Dado que el intérprete debe tener un amplio conocimiento del mundo que le rodea, estimamos que la aplicación de la semántica marcos podría ser útil con el fin de dar cuenta de los procesos de transferencia informativa que se llevan a cabo durante la interpretación. Por otro lado, estimamos que una parte de los símbolos tendrán carácter universal y que podríamos identificar su motivación por medio de la semántica de marcos.

Para comprobar dichas hipótesis planteamos un objetivo principal y dos subsidiarios:

- a) explorar la aplicación de la semántica de marcos a la interpretación consecutiva
  - i. aplicar los marcos de conocimiento a discursos concretos en el ámbito de la economía;
  - ii. explorar la simbología para buscar la motivación de los símbolos mediante los marcos propuestos por De Vega [4].

### **Presentación de resultados**

#### **Aplicación práctica de los marcos a dos discursos del ámbito económico**

Tal y como expone Czulo [5], la semántica de marcos se basa en la comprensión y en la importancia del conocimiento que posee el hablante sobre el mundo para poder interpretar las distintas expresiones lingüísticas. Esto adquiere especial relevancia en la traducción, en la que es probable que el lector origen y el lector meta no compartan el mismo conocimiento.

Otro punto clave es el mecanismo interrelacional, es decir, la presencia de un marco puede evocar otros. Esta coactivación de conceptos o marcos podría contribuir a recuperar información en la interpretación consecutiva, en la que se reproduce el contenido de un texto oral emitido en una lengua distinta. Por ejemplo, si conocemos la Política Agraria Común (PAC) y los conceptos clave que forman parte de ella sería de gran ayuda para interpretar un discurso sobre el fomento del desarrollo rural, dado que se activarán o evocarán los marcos de experiencia y conocimiento que ya poseemos.

Por último, debemos tener en cuenta que el ámbito económico está ligado a una economía y cultura específica y a una serie de instituciones, por lo que debemos tener en cuenta el marco institucional en el que nos encontremos: “culture is also manifested in the

material objects and institutional systems created by a certain society to satisfy its human need and facilitate its daily working” [6].

En uno de los discursos estudiados, sobre la Política Agraria Común (PAC) hemos definido cuatro marcos que se coactivan. Su conocimiento, sin duda, ayudará al intérprete a trasvasar el discurso, aunque no haya logrado apuntar todos los detalles contenidos en él y podrá proponer soluciones que van más allá de la reproducción exacta del original:

- a) DIMENSIÓN HISTÓRICA DE LA UNIÓN EUROPEA: Tratado de Roma, 1957, período postguerra, escasez de alimentos, países fundadores;
- b) PROBLEMAS DE SOBREPDUCCIÓN: malgasto de los recursos, huelgas de los productores;
- c) REFORMAS IMPULSADAS POR LA UNIÓN: régimen de pago único, requisitos relativos al medioambiente, la producción ética y la calidad final del producto;
- d) LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN PROTEGIDA: requisitos de calidad y transparencia.

### Motivación de los símbolos de toma de notas

Según Bosch [2], los símbolos deben constituir estímulos visuales necesarios para construir fielmente el mensaje del original. A continuación, explicaremos la motivación de tres de los símbolos empleados por muchos intérpretes, desde la óptica de la semántica de marcos, basándonos en dos de los marcos en la tipología de De Vega [4], quien distingue entre marcos *situacionales* y *marcos sociales*.



Figura 1a, 1b y 1c. Símbolos de “elecciones”, “economía” y “presidente” (basados en Bosch [2])

#### Elecciones

En nuestra experiencia compartida, reconocemos que la urna es necesaria para poder almacenar los votos de una elección. Teniendo en cuenta esta asociación del objeto con el evento, podemos relacionar este símbolo (fig. 1a) con el marco *situacional* IR A VOTAR.

#### Economía

Hoy en día, Estados Unidos es la principal potencia económica. Solemos asociar este país con la riqueza, así como con los mercados bursátiles de Wolf Street. Por tanto, no es casual que empleemos el dólar para representar la economía. Este símbolo (fig. 1b) se puede insertar dentro del marco *social* POTENCIAS ECONÓMICAS ACTUALES:

#### Presidente

El origen del símbolo de “presidente”, que consiste en una silla (fig. 1c), procede de la voz inglesa *chairman*, lo cual es otro testimonio de la pujanza cultural del mundo anglosajón. Dado que esta información se refiere a los roles, la jerarquía social y las relaciones interpersonales podríamos insertar este símbolo dentro del marco *social* JERARQUÍA

POLÍTICA. Cabe destacar que el mismo símbolo puede emplearse tanto en el contexto del derecho público (presidente de una entidad pública) como en el derecho privado (director ejecutivo de una empresa).

### Conclusiones y futuras líneas de investigación

Para finalizar, retomaremos la idea de Bosch [2] de que “se espera de los intérpretes que sean curiosos, y que esa curiosidad les empuje a leer, a querer saber más, a informarse [...] Un intérprete no puede permitirse desconocer quién es el presidente de un país vecino, qué partido político gobierna en Alemania o qué conflictos bélicos o internacionales siguen abiertos hoy en día”. Estimamos que las teorías cognitivas basadas en el conocimiento del mundo como la semántica de marcos pueden ser productivas para explicar el proceso de interpretación. En un nivel práctico, la noción de *marco* o *prototipo* nos permite sistematizar y organizar nuestros conocimientos e integrarlos con la información lingüística. No obstante, tal y como se desprende de este estudio, en varias ocasiones es difícil de trazar y delimitar la noción de marco. Es imposible que el marco se adapte a la situación que describe con una precisión matemática [6].

Como principales conclusiones podríamos destacar que:

- a) la interpretación consecutiva es una actividad en la que debe primar la inmediatez y la toma de decisiones rápida, por tanto, el intérprete debe estar actualizado en todo momento con la información conceptual y la terminología del campo económico, así como ha de poseer una amplia cultura general;
- b) podríamos explicar la interpretación como la transferencia de marcos de conocimiento que se coactivan en un discurso concreto;
- c) cada marco conllevará información conceptual y terminológica diversa;
- d) los símbolos en interpretación han de ser fáciles de recordar, por tanto, en ocasiones para su conceptualización se recurre a elementos enciclopédicos reconocidos en muchas culturas, desligados completamente de una lengua concreta.

Tomando en consideración las conclusiones, proponemos como futuras líneas de investigación las siguientes:

- a) identificar más símbolos de interpretación universales y analizarlos de forma detallada mediante la semántica de marcos;
- b) llevar a cabo un estudio empírico con estudiantes de interpretación o intérpretes para comprobar cómo influye la información enciclopédica y conceptual que posean sobre la forma de tomar los símbolos e interpretar el discurso en sí.

### Bibliografía

- [1] M. A. Jiménez Ivars, Revista de Traducción e Interpretación 4 (2002) 1-15.
- [2] C. Bosch March, Técnicas de interpretación consecutiva (la toma de notas). Manual para el estudiante. Comares, Madrid, 2012.

- [3] C. Fillmore, in: Linguistic Society of Korea (Ed.), *Linguistics in the Morning Calm*, Hanshin Publishing, Seoul, 1982, p. 111-137.
- [4] M. De Vega, *Introducción a la Psicología Cognitiva*, Alianza Editorial, Madrid, 1984.
- [5] O. Czulo, in: En S. H. Schirra, O. Czulo y S. Hofmann (Eds.), *Empirical modelling of translation and interpreting*, Language Science Press, Berlin, 2017, p. 465–490.
- [6] A. Rojo López, *Meta* 47(3) (2002) 312–350.

# Ingeniería y tecnología

---

## Capítulo 12. Diseño e Implementación de un Framework de Redes Neuronales Artificiales en C++

Francisco David Castejón Soto

*Universidad de Córdoba. Escuela Politécnica Superior de Córdoba.  
Departamento de Informática y Análisis Numérico.*

*Edificio Albert Einstein (C2). Campus Universitario de Rabanales. C.P 14071, Córdoba.  
i72casof@uco.es*

### Resumen

La tarea de la colaboración abarca la investigación del diseño de redes neuronales artificiales mediante algoritmos de descenso de gradiente y el desarrollo e implementación de métricas de evaluación de discriminación algorítmica. El proyecto está vinculado a la asignatura “Introducción a los Modelos Computacionales” del grado de Ingeniería Informática y trata de actualizar su parte práctica al estándar C++20 del lenguaje. Además, se hizo un gran hincapié en el uso y seguimiento de los principios KISS sobre el código limpio.

Tras la satisfactoria actualización del código, se aprecia una notable mejoría en los tiempos de entrenamiento de la red neuronal. Ese factor, junto al aumento de opciones de personalización de la red y la mejoría en la documentación del algoritmo, conforman unas prácticas de mayor valor para el estudiante que las curse, lo cual representa adecuadamente la intención final de la colaboración.

### Fundamento y presentación de resultados

Como parte de la metodología, se estableció una forma incremental de actualizar y añadir contenido al código. Primero se realizó una investigación y análisis de los requisitos del proyecto, en la se revisaron diversas fuentes de conocimiento como “Modern C++: Snippets”, de Alan De Freitas. Tras esto, se cambió la forma en la que se compilaba el proyecto y se añadían nuevas librerías. Por último, se reescribió casi por completo el algoritmo, usando la información recopilada en la primera fase y los comentarios de Javier Sánchez Monedero (el director del proyecto) durante las reuniones bimensuales que sucedieron. Todo ello manteniendo un código ordenado gracias al software de control de versiones utilizado.

Uno de los principales logros del proyecto fue la actualización exitosa de la parte práctica de la asignatura al estándar C++20 del lenguaje. Esto permitirá a los estudiantes trabajar con las características más recientes y avanzadas de C++, mejorando su competencia en la programación orientada a objetos y el diseño de algoritmos complejos.

Además, se afinaron las métricas de evaluación de rendimiento que ayudan a medir la precisión y la eficacia de los modelos entrenados. En concreto, las medidas de CCR (Tasa de clasificación correcta) y MSE (Error cuadrático medio, en castellano) permitirán a los alumnos comprender el progreso de sus modelos de aprendizaje por refuerzo.

En cuanto a la aplicación de los principios KISS sobre el código limpio, se hizo un énfasis continuo en mantener el código fuente simple, comprensible y debidamente comentado. Esto no solo mejoró la legibilidad del código, sino que también facilitó el proceso de depuración y mantenimiento de este.

Asimismo, se implementaron dos importantes mejoras en el algoritmo del Perceptrón Multicapa. En primer lugar, se añadió paralelización al bucle principal de la práctica. Esta optimización permitió acelerar significativamente el proceso de entrenamiento de las redes neuronales, aprovechando al máximo los recursos de hardware disponibles y reduciendo el tiempo de ejecución. En segundo lugar, se implementó un sistema de archivos de configuración para los hiperparámetros de la red neuronal. Esto permite una gestión más flexible y sencilla de los parámetros clave de las redes, lo que facilita la experimentación y la adaptación de los modelos a diferentes conjuntos de datos y problemas.

Respecto a los datos de puntuación y tiempo de cómputo de los algoritmos en las prácticas mejoradas, se han registrado ciertas medidas de CCR (un mayor valor equivale a mejor precisión), MSE (un menor valor equivale a mejor precisión) y tiempo (un menor valor equivale a mejor rendimiento).

Como parte de los resultados (representados en dos gráficas más adelante), el programa es capaz de predecir valores numéricos y también de clasificar instancias. Para cuantificar los resultados, testamos el algoritmo con 4 ficheros de datos, 2 de regresión y 2 de clasificación.

Empezando por estos últimos, tenemos Nomnist e ILDP. Para medir la puntuación utilizamos la tasa de clasificación correcta, que se puede ver como un porcentaje de 0 a 100 donde 100 representa un acierto total. Estos son los datos del algoritmo previo. Aunque el CCR es un factor muy importante, me gustaría destacar el tiempo de entrenamiento, 75 segundos para Nomnist y alrededor de 5 segundos para ILDP. Por otro lado, en los datos para el algoritmo mejorado, no sólo aumenta considerablemente el CCR para ILDP, si no que los tiempos se reducen considerablemente. Es alrededor de 20 veces más rápido en el caso de Nomnist y casi 50 en el caso de ILDP.

En regresión se utilizaron los datasets de Quake y Parkinsons. En este caso, la puntuación se mide en el error cuadrático medio, en el cual un 0 representa la puntuación perfecta. Aunque en este caso los valores de MSE sean muy similares entre las dos versiones, se vuelve a apreciar una gran mejoría en el tiempo de entrenamiento del algoritmo. 8 veces más rápido en el caso de Parkinsons y 9 veces más rápido en el de Quake.

Como se puede apreciar, se ha mejorado considerablemente la eficiencia del algoritmo, mientras se aumentaba la legibilidad del código y sus opciones de ajuste. Creemos que esto les permitirá a los alumnos de cursos venideros entender el código de forma más sencilla, mientras refuerzan aptitudes que empezaron a adquirir en asignaturas previas. Por último, me gustaría añadir que no tuvimos tiempo de crear tests unitarios para la práctica, por lo tanto, lo dejamos como trabajo futuro.

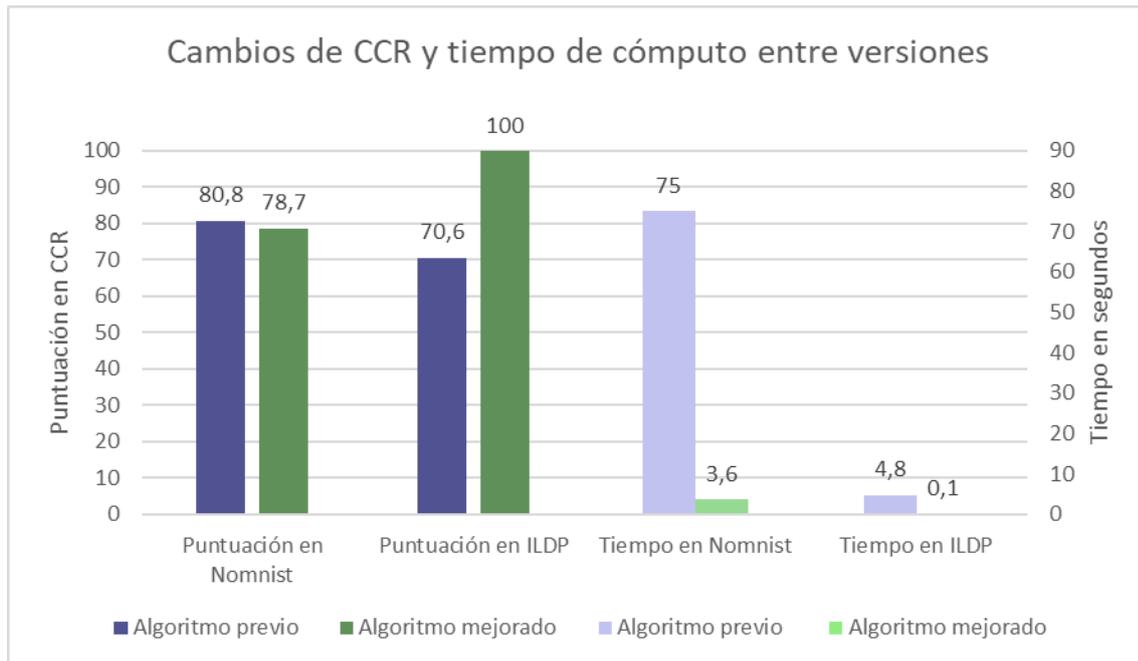


Figura 1. Cambios de CCR y tiempo de cómputo entre versiones

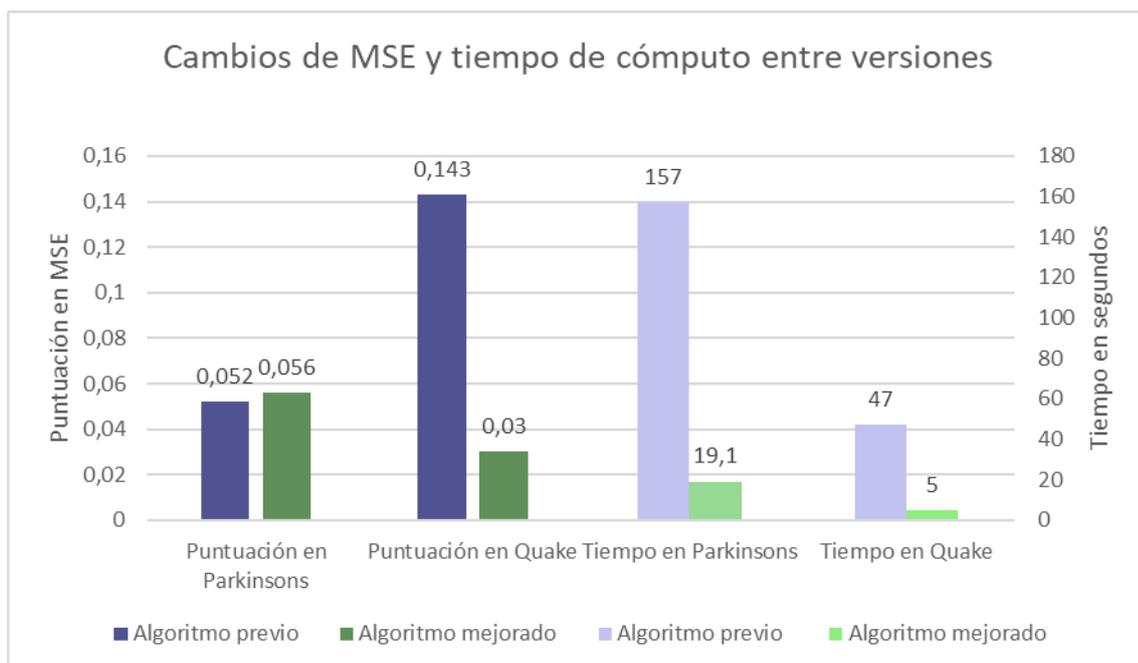


Figura 2. Cambios de MSE y tiempo de cómputo entre versiones

## Capítulo 13. Estudio empírico de modelos basados en atención para la clasificación automática de imágenes endoscópicas

Ricardo Espantaleón Pérez, Isabel Jiménez Velasco,  
Rafael Muñoz Salinas, Manuel J. Marín Jiménez

*Universidad de Córdoba. Escuela de Politécnica Superior de Córdoba. Departamento de Informática y Análisis Numérico.*

*Edificio Albert Einstein (C2). Campus Universitario de Rabanales. C.P 14071, Córdoba.  
i92esper@uco.es*

### Resumen

El análisis automático y preciso de imágenes médicas es un tema de gran importancia en nuestra sociedad actual. En particular, este trabajo se centra en imágenes de endoscopia gastrointestinal, ya que el estudio de estas imágenes ayuda a detectar posibles condiciones de salud en esas regiones. Los trabajos publicados sobre este tema han utilizado principalmente métodos de clasificación tradicionales (por ejemplo, Máquinas de Vectores de Soporte) o técnicas más modernas, como las Redes Neuronales Convolucionales. Sin embargo, se ha prestado poca atención a enfoques más recientes como *Transformers* o, en general, las Redes Neuronales Profundas basadas en Atención. Este trabajo tiene como objetivo evaluar el rendimiento de los modelos de atención de última generación en el problema de clasificación de imágenes de endoscopia gastrointestinal. Los resultados experimentales en el conjunto de datos *Hyper-Kvasir* indican que los modelos basados en atención logran un rendimiento igual o superior que el obtenido por modelos anteriores, necesitando menos parámetros. Además, se obtiene un nuevo estado del arte en *Hyper-Kvasir* (es decir, 0,636 en la métrica *F1-Macro*) mediante la fusión de dos modelos *MobileViT* con solo 20M de parámetros. El código fuente se adjunta en el siguiente repositorio: <https://github.com/richardesp/Attention-based-models-for-Hyper-Kvasir/>

### Fundamento y presentación de resultados

#### Introducción

El análisis de imágenes de endoscopia gastrointestinal es crucial para diagnosticar y tratar diversos trastornos. Estas imágenes permiten a los médicos identificar anomalías como úlceras, pólipos y tumores [7]. El desarrollo de sistemas de visión por computador para asistir en el diagnóstico médico es un área de investigación importante [8]. Los enfoques recientes han utilizado principalmente Redes Neuronales Convolucionales (*CNN*), pero el potencial de modelos basados en atención, como los *Transformers*, en la clasificación de imágenes ha sido menos explorado [2]. Este estudio tiene como objetivo evaluar el rendimiento de modelos basados en atención de última generación en la clasificación de imágenes de endoscopia, utilizando el conjunto de datos *Hyper-Kvasir* [8].

### Modelos Basados en Atención

Los modelos basados en atención, originados en el Procesamiento de Lenguaje Natural y popularizados por la arquitectura *Transformer* [2], se han expandido al ámbito de la Visión por Computador. A diferencia de las redes neuronales tradicionales, estos modelos se centran en las partes más relevantes de la imagen, permitiendo un procesamiento más efectivo de tareas grandes y complejas. El estudio evalúa cuatro familias de modelos basados en atención: *MobileViT* [9], *CoAtNet* [4], *CMT* [3] y *DaViT* [6].

- ***MobileViT***: Eficiente para el procesamiento de imágenes a gran escala, optimizado para dispositivos móviles [9].
- ***CoAtNet***: Combina convoluciones con mecanismos de atención, con un mecanismo de redimensionamiento adaptativo [4].
- ***CMT (CNNs meet Transformers)***: Incorpora bloques de atención de Transformers en una CNN estándar [3].
- ***DaViT (Dual Attention Vision Transformers)***: Utiliza atención espacial y de canal para mejorar el rendimiento [6].

### Conjunto de Datos y Métricas

El conjunto de datos *Hyper-Kvasir*, el más grande de colonoscopias públicas, contiene 10.662 imágenes etiquetadas en 23 clases [8]. El conjunto de datos fue preprocesado para eliminar parches verdes que podrían sesgar el entrenamiento. El rendimiento se evaluó utilizando puntuaciones F1-micro y F1-macro debido al desequilibrio de clases.

### Experimentos y Resultados

Los experimentos compararon el rendimiento de modelos basados en atención con enfoques anteriores de vanguardia. Se aplicó una metodología de *2-Fold* para la validación de modelos. Los modelos fueron pre-entrenados en *ImageNet*. El conjunto de datos posee parches verdes a modo de marca por el experto sobre el etiquetado y detección de anomalías (ver Figura 1), por ello se han eliminado y comparado resultados ante posibles sesgos en el modelo. Se aplicaron técnicas de aumento de datos (es decir, sobre-muestreo) para mejorar los resultados del modelo [9], y ponderación de clases para manejar el desbalanceo de ciertas clases las muestras durante el entrenamiento [8]. Los experimentos incluyeron la optimización de hiper-parámetros mediante métodos bayesianos [10], fusión tardía de modelos para mejorar el rendimiento. Los modelos *MobileViT* mostraron el mejor rendimiento, con mejoras significativas en las puntuaciones F1-macro [8]. Una fusión tardía de modelos *MobileViT* logró un nuevo estado del arte en el conjunto de datos *Hyper-Kvasir* con menos parámetros en comparación con modelos anteriores.

### Influencia de los Parches Verdes

El entrenamiento con y sin parches verdes reveló su influencia en los resultados del modelo. Los modelos entrenados sin los parches generalmente mostraron un rendimiento más bajo (una bajada del 10% en las métricas de los modelos), indicando que estas regiones contenían información útil para la clasificación (ver Figura 1).

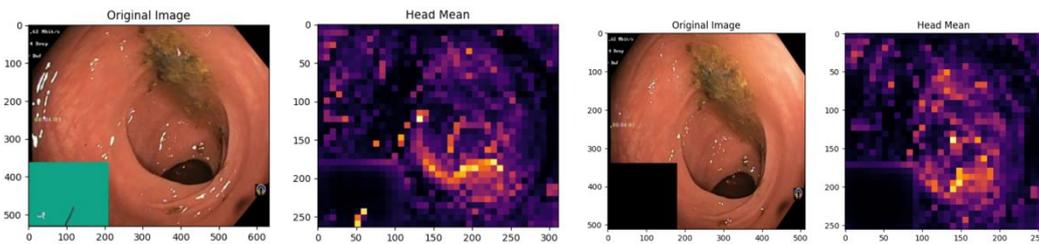


Figura 1. Extracción de atención de modelos entrenados con y sin parches verdes, mostrando el sesgo ante la presencia de parches en la clasificación

### Comparación con el Estado del Arte

La fusión tardía de modelos *MobileViT* superó a los modelos individuales y a los enfoques anteriores del *estado del arte*, logrando una puntuación F1-Macro de 0,636 con solo 20M de parámetros [9] (ver Tabla 1).

Tabla 1. Mejores modelos obtenidos (sin eliminar parches verdes), respecto a los modelos publicados [3]

Modelo	Split	Resolución	Parámetros	F1-Macro	F1-Micro
<i>MobileViT</i> (nuestro)	2-fold	224×224	18M	0,634	0,900
Fusión tardía (nuestro)*	2-fold	224×224	20M	<b>0.636</b>	0.905
<i>DenseNet-161</i>	2-fold	224×224	28M	0.619	0.907
<i>ResNet-152</i>	2-fold	224×224	60M	0.606	0.906
<i>ResNet-152</i> & <i>DenseNet-161</i>	2-fold	224×224	88M	0.617	<b>0.910</b>

(\*): Promediado de los modelos *MobileVit Large* y *MobileVit*, con un valor de 0,6.

### Conclusiones y Trabajo Futuro

Los modelos basados en atención, particularmente la familia *MobileViT*, demuestran un rendimiento superior en la clasificación de imágenes de endoscopia gastrointestinal con un número reducido de parámetros [9]. La presencia de parches verdes en las imágenes del conjunto de datos *Hyper-Kvasir* influye en la precisión de la clasificación y podría afectar la generalización del modelo [8]. El trabajo futuro incluye colaborar con profesionales médicos para estudiar la relevancia médica de las regiones de imágenes a las que atienden los modelos y considerar el pre-entrenamiento con técnicas de aprendizaje no supervisado.

### Bibliografía

- [1] "An Image is Worth 16x16 Words: Transformers for Image Recognition at Scale," A. Dosovitskiy, L. Beyer, A. Kolesnikov, D. Weissenborn, et al., ICLR, 2021.
- [2] "Attention is all you need," A. Vaswani, N. Shazeer, N. Parmar, J. Uszkoreit, et al., NeurIPS, vol. 30, 2017.

- [3] "CMT: Convolutional Neural Networks Meet Vision Transformers," J. Guo, K. Han, H. Wu, Y. Tang, et al., IEEE/CVF CVPR, 2022.
- [4] "CoAtNet: Marrying Convolution and Attention for All Data Sizes," Z. Dai, H. Liu, Q. V. Le, M. Tan, NEURIPS, vol. 34, 2021.
- [5] "Comprehensive validation of the Boston bowel preparation scale," A. H. Calderwood, B. C. Jacobson, *Gastrointestinal endoscopy*, vol. 72, no. 4, pp. 686-692, 2010.
- [6] "DaViT: Dual Attention Vision Transformers," M. Ding, B. Xiao, N. Codella, P. Luo, et al., ECCV, 2022.
- [7] "Deep learning in medical image analysis," D. Shen, G. Wu, H.-I. Suk, *Annual review of biomedical engineering*, 2017.
- [8] "HyperKvasir, a comprehensive multi-class image and video dataset for gastrointestinal endoscopy," H. Borgli, V. Thambawita, P. H. Smedsrud, S. Hicks, et al., *Scientific data*, 2020.
- [9] "MobileViT: Light-weight, General-purpose, and Mobile-friendly Vision Transformer," S. Mehta, M. Rastegari, ICLR, 2022
- [10] Shorten, C., & Khoshgoftaar, T. M. (2019, July 6). A survey on Image Data Augmentation for Deep Learning. *Journal of Big Data*. <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0197-0>
- [11] Victoria, A. H., & Maragatham, G. (2021). Automatic tuning of hyperparameters using Bayesian optimization. *Evolving Systems*, 12(1), 217-223.

## Capítulo 14. Recomendación de librerías *Python* con minería de repositorios software y aprendizaje no supervisado

Pedro Pablo García Pozo

*Universidad de Córdoba. Escuela Politécnica Superior de Córdoba.  
Departamento de Informática y Análisis Numérico.*

*dificio Albert Einstein, 3era planta, Campus de Rabanales, Córdoba, España.  
i82gapop@uco.es*

### Resumen

El uso de librerías de terceros para el desarrollo de software es una práctica muy extendida. En el caso particular de *Python*, el ecosistema de librerías de terceros es colosal. Esto favorece la aparición de la llamada fatiga de decisión. Para solventar esto, surgen los sistemas de recomendación de librerías, los cuales, a través de la extracción de datos representativos y de una cierta calidad, permiten obtener recomendaciones de librerías al desarrollador. En el caso de *Python*, no se han encontrado sistemas de estas características. Por ello surge este trabajo de investigación, en el que se ha profundizado en las técnicas y herramientas de minería de repositorios software, así como en el diseño e implementación de un flujo de trabajo para la extracción de los datos que usaremos. Continuamos analizando la información obtenida para comprobar su representatividad y calidad, ya que será usada para obtener recomendaciones. Terminamos con la construcción de una herramienta que encapsule los anteriores flujos añadiendo además el módulo de recomendación. El estudio experimental ha revelado ciertos datos de interés sobre los repositorios *Python* y la distribución de sus librerías lo que ha tenido un gran impacto en las recomendaciones obtenidas. Entre algunos de estos datos se encuentran la alta proporción de librerías que aparecen en menos de cinco repositorios y que existe un grado bajo de coherencia (27 % en media) entre la especificación de librerías supuestamente requeridas por un repositorio y el conjunto de librerías utilizadas realmente en el código.

### Fundamento y presentación de resultados

El uso de librerías de terceros se ha convertido en la principal alternativa para agilizar el desarrollo del software. Gracias a la gran variedad de librerías, es extremadamente sencillo integrar funcionalidades preprogramadas a los proyectos, algo que mejora enormemente con el tiempo que tardaría el desarrollador en codificarlos el mismo. En el lenguaje de programación *Python* esto gana aún más notoriedad dada la propia estructura del lenguaje, así como el creciente número de usuarios de éste. Esto ha llevado a que *Python* sea considerado por segundo año consecutivo como el lenguaje más relevante según el índice TIOBE<sup>1</sup>, también estando a punto de llegar a las 500k librerías en el gestor de librerías PyPI<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>

<sup>2</sup> <https://pypi.org/>

Aunque, a primera vista, que el número de librerías con el que contamos sea tan grande pueda parecernos una ventaja, esto puede rápidamente volverse en nuestra contra. Dado que contamos con un amplio abanico de librerías para realizar una misma función, llega el momento de escoger cuál importar a nuestro proyecto. Esto entraña problemas de compatibilidad, de sinergia con funciones, de desempeño, de seguridad, etc. A esto se le llama la fatiga de decisión [4], la cual ocurre cuando la toma de decisiones nos comienza a abrumar. Es por ello que el uso de un sistema de recomendación de librerías sería una buena opción por parte del desarrollador. En la actualidad, existen numerosos sistemas de recomendación en lenguajes, como son *Java* o el ecosistema de *Android*. Estos sistemas suelen valerse de los datos de repositorios software públicos para entrenarse, de forma que a través de los datos de del proyecto elegido, puedan hacer propuestas de librerías para ser integradas. Estos datos suelen ser obtenidos haciendo uso de técnicas de minería de repositorios software también conocidas por sus siglas en inglés MSR, *Mining Software Repositories*. En el caso de *Python*, no se tiene constancia de la existencia de ningún sistema de tales características por lo que resulta de especial interés su desarrollo.

En este proyecto, se ha llevado a cabo el estudio de las técnicas y herramientas de MSR, habiéndose diseñado e implementado un flujo de trabajo para extracción de datos. Posteriormente, se ha analizado la información extraída. Para terminar, se han usado los datos obtenidos en *CrossRec*[1], uno de los sistemas de recomendación de librerías *Java*, que ha sido modificado para su uso en el contexto de *Python*.

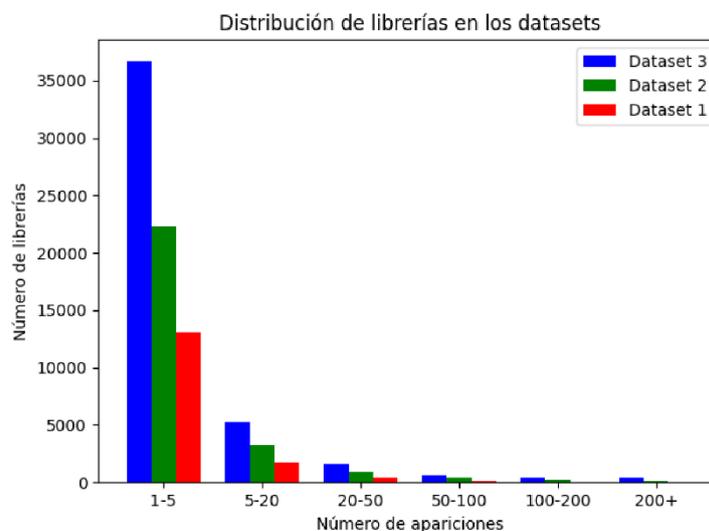


Figura 1. Relación entre el número de apariciones de una librería y el número de librerías

Se comenzó a trabajar en esta temática en 2022, habiéndose materializado en un artículo para las Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos (JISBD) de 2022[2]. Los resultados obtenidos dentro del periodo de disfrute de esta beca han sido también publicados en la conferencia JISBD de 2023[3] así como también usados en el Trabajo de Fin de Grado de mi autoría que ha sido calificado con “Matrícula de Honor”. Mediante el análisis de repositorios, se ha descubierto que el número de librerías con frecuencia de aparición baja es muy elevado, apareciendo el conocido efecto de *longtail*[5], lo que se puede observar en la Figura 1. Incluso habiéndose extraído un gran número de repositorios, la aparición del fichero

requirements.txt (que en *Python* es el que se usa para la descripción de las dependencias), ha sido menor de lo esperado. Teniendo en cuenta esto, además de las ocasiones donde el formato era incorrecto o incluso el contenido no era íntegro, se ha decidido generar de forma automática este fichero a través de un análisis del código del repositorio. Tras realizar un análisis de coherencia comparando el fichero original con el automático, se nos ha revelado que el fichero de requirements.txt suele estar desactualizado. Esto se puede observar en la Figura 2, que representa las librerías en cada uno de los ficheros de requirements.txt, así como en su conjunto intersección y en sus disjuntos. Se ha realizado un análisis con minería de patrones que nos revela la existencia de patrones de uso de conjuntos de librerías de diferentes longitudes e ítems. También se ha realizado un análisis con un algoritmo de agrupamiento que nos ha revelado la existencia de conjuntos de repositorios de diferentes ámbitos con gran cantidad de librerías en común. Por último, se ha modificado el sistema de recomendación de *CrossRec* para su uso en *Python*, añadiéndose nuevas funcionalidades. Tras analizar su funcionamiento utilizando diferentes datasets y variando sus diferentes parámetros, se han observado diferencias en su desempeño.

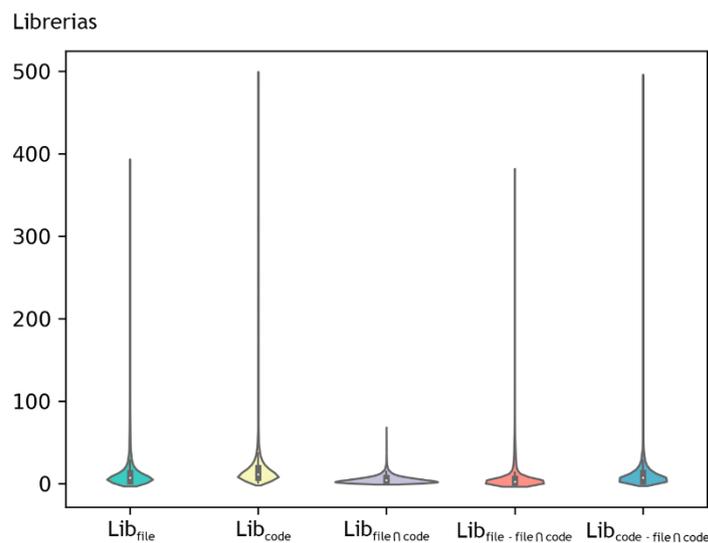


Figura 2. Distribución del número de librerías en los ficheros requirements.txt

## Bibliografía

- [1] Nguyen, P. T., Di Rocco, J., Di Ruscio, D., & Di Penta, M. (2020). CrossRec: Supporting software developers by recommending third-party libraries. *Journal of Systems and Software*, 161. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2019.110460>
- [2] García-Pozo, P. P., Ramírez, A.: Análisis de librerías Python en repositorios GitHub con minería de patrones. In: Goñi, A. (ed.) *Actas de las XXVI Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos (JISBD 2022)*. Sistedes (2022). <https://hdl.handle.net/11705/JISBD/2022/861>
- [3] García-Pozo, P. P., Ramírez, A., Romero, J. R.: Minería de repositorios para la recomendación de librerías Python con CrossRec. In: Durán Toro, A. (ed.) *Actas de las XXVII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos (JISBD 2023)*. Sistedes (2023). <https://hdl.handle.net/11705/JISBD/2023/135>

[4] Baumeister, Roy F., Ellen Bratslavsky, Mark Muraven, and Dianne M. Tice. "Ego depletion: Is the active self a limited resource?" *Journal of Personality and Social Psychology* 74, no. 5 (1998): 1252-1265.

[5] Anderson, Chris. "The Long Tail: Why the Future of Business is Selling Less of More." Hyperion, 2006.

## Capítulo 15. Valorización de residuos y subproductos agroindustriales como fertilizantes de base orgánica en la agricultura

Lucía Guerrero Gallardo<sup>1</sup>, Sana Boubehziz<sup>1</sup>, María Carmen del Campillo<sup>1</sup>, María Carmen Gutiérrez<sup>2</sup>, María Ángeles Martín<sup>2</sup>, Antonio Rafael Sánchez Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Unidad de Edafología, Departamento de Agronomía, ETSIAM, Universidad de Córdoba.*

<sup>2</sup> *Departamento de Química Inorgánica e Ingeniería Química, Área de Ingeniería Química, IQUEMA, Universidad de Córdoba.*

*Campus Universitario de Rabanales. Ctra. Madrid, km 396, 14071 Córdoba.*

*g62gugal@uco.es*

### Resumen

Los residuos como el alperujo, los residuos sólidos domésticos o los lodos de depuradoras representan un problema de almacenamiento y manejo. Uno de los usos potenciales, previa valorización, es como fuente de nutrientes o mejoradores de la funcionalidad del suelo agrícola. Sin embargo, pueden contener sustancias tóxicas (metales pesados), por lo que su aplicación debe ser evaluada. Los objetivos del trabajo fueron (i) evaluar la dinámica y el efecto de residuos estabilizados y valorizados como fertilizantes de base orgánica, en suelos con propiedades variadas, y (ii) estudiar el posible efecto negativo de dichos materiales reciclados (por contenido en metales pesados) en planta y suelo. Se realizaron análisis de los productos y ensayos con trigo en maceta, con distintos suelos fertilizados con subproductos compostados para un aporte igualitario de P (50 mg P kg<sup>-1</sup>). El compost de alperujo produjo un menor crecimiento, biomasa y rendimiento en el trigo, mientras que la estruvita, el compost de RSU y el compost de lodo produjeron los mayores rendimientos y biomasa de las plantas, cercanos, e incluso superiores, a los producidos con el fertilizante comercial. El aporte de subproductos no incrementó el contenido en metales pasados en el suelo por encima de los niveles críticos, por lo que algunos de los potenciales fertilizantes de base orgánica pueden sustituir total o parcialmente a los fertilizantes convencionales.

### Fundamento y presentación de resultados

En la actualidad, la sociedad se enfrenta a múltiples problemas entre los que destacan la escasez de recursos para abastecer a una población mundial en continuo crecimiento y el cambio climático. Por ello, la UE en su lucha contra el cambio climático crea el Pacto Verde Europeo (2019), internacionalmente conocido como “Green Deal”, que pretende una UE climáticamente neutra para 2050. De este Pacto deriva un plan de acción basado en economía circular, promoviendo un cambio en el modelo de gestión de residuos actual, que sigue un flujo lineal de recurso-producto-residuo y sustituirlo por un modelo circular de recurso-producto- recurso reciclado. Sin embargo, se debe prestar principal atención a la naturaleza

de esos residuos antes de depositarse en cualquier otro sistema, ya que podría cambiar las propiedades de este último, alterándolas de forma no deseada.

Dentro de los recursos escasos que son fundamentales para la agricultura se encuentra el fósforo (P), macronutriente esencial y segundo elemento en importancia para la nutrición de las plantas, tras el nitrógeno. El 90% del P como fertilizante proviene de la roca fosfórica. Sin embargo, se trata de un recurso finito, no renovable, cuyas reservas se estima que se agotarán en 2050, aunque hay un debate científico abierto al respecto [1]. Para asegurar un manejo sostenible de este nutriente y evitar llegar a una situación crítica, se podrían realizar algunas prácticas basadas en el:

- legado de P en el suelo: acumulación de P en diferentes fracciones no disponibles de forma inmediata para el cultivo debido a aplicaciones de este nutriente a lo largo del tiempo.
- P presente en residuos agroindustriales, urbanos o en aguas residuales.

A continuación, se presentan algunos de los residuos originados en las industrias agroalimentarias y núcleos urbanos, que se utilizaron y evaluaron en el trabajo. La extracción de aceite de oliva genera un subproducto llamado alperujo, cuyo volumen de producción, que depende de la cantidad de aceituna molida, generalmente representa entre el 70% y el 80% del total de aceituna procesada [2]. El alperujo lo componen el agua de vegetación, la pulpa de aceituna, las partes sólidas de la aceituna (hueso, mesocarpio y piel) y restos grasos. Este subproducto tiene un alto contenido de grasas, proteínas, potasio, nitrógeno y sustancias fenólicas solubles en agua [3]. Debido a sus características, durante el proceso de compostaje es necesario agregar otros materiales orgánicos, como hojas de olivo y podas, que son fuentes comunes de nitrógeno en las zonas de cultivo de olivar [4].

Por otro lado, otro subproducto de interés para la agricultura es el compost de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (FORSU) de las plantas de tratamiento. Generalmente, en las plantas de tratamiento municipal, los residuos orgánicos se recopilan de forma separada de otros residuos inorgánicos generados en los hogares. Otro desecho común en áreas urbanas son los lodos de depuradora, que también se someten al proceso de compostado habitualmente. Suelen proceder de instalaciones de tratamiento de aguas residuales. Los lodos de depuradora son una fuente importante de nutrientes que incluye una gran cantidad de materia orgánica biodegradable e inorgánica, por lo que es esencial reciclarlos [5]. En el proceso de compostaje de los lodos, se suelen utilizar los restos de podas vegetales, entre otros, como agente estructurante para garantizar que el proceso sea aerobio.

Otro subproducto, en este caso muy apreciado, es la estruvita, cristal de fósforo y magnesio con impurezas que se obtiene de las estaciones depuradoras de aguas residuales, entre otros. Destaca por su elevado contenido en P.

Con este trabajo se ha apostado por el uso de algunos subproductos estabilizados como fertilizante orgánico, lo que supone un paso adelante para acercarse a la implementación y consecución de las medidas de la UE (el Pacto Verde Europeo, la economía circular y la misión suelo 2030).

Para ello, se realizó un ensayo en macetas con trigo, en 3 suelos con propiedades físico-químicas distintas (SOR, arenoso y no calcáreo, y TRI y OTR, arcillosos y calcáreos, y, por tanto, con baja disponibilidad de determinados nutrientes para las plantas entre los que se encuentra el P). Los suelos fueron fertilizados con diferentes tratamientos, a base de productos de base orgánica o de base mineral, aplicados en la misma dosis de P, 50 mg P kg<sup>-1</sup> suelo. Los tratamientos aplicados fueron C (control negativo sin aporte de P), DAP (fosfato diamónico, fertilizante de origen químico, como control positivo), EST (estruvita), ALP (alperujo compostado), ALP+EST, RSU (compost de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos), RSU+EST, LOD (compost de lodo de depuradora) y LOD+EST. Cuando se combinaron 2 productos cada uno aportó 25 mg P kg<sup>-1</sup>.

Para el ensayo en macetas se utilizó como cultivo el trigo, desarrollándose todo el cultivo (desde su germinación hasta su corte) en cámaras de crecimiento con condiciones controladas, siendo la unidad experimental en todos los casos una maceta con una plántula de trigo (Figura 1). Para mantener la humedad del suelo cercana a capacidad de campo (CC), se realizó riego diario con agua desionizada, pesando semanalmente las macetas para ajustar las diferencias de humedad en el suelo debidas a la evapotranspiración, con respecto al valor de CC. Para evitar que existan disparidades en el suministro de nutrientes, originadas por la aplicación de los tratamientos de P y garantizar que todas las unidades experimentales recibieran una fuente uniforme de nutrientes, se complementó la fertilización mediante una solución nutritiva Hoagland modificada (sin aporte de P).

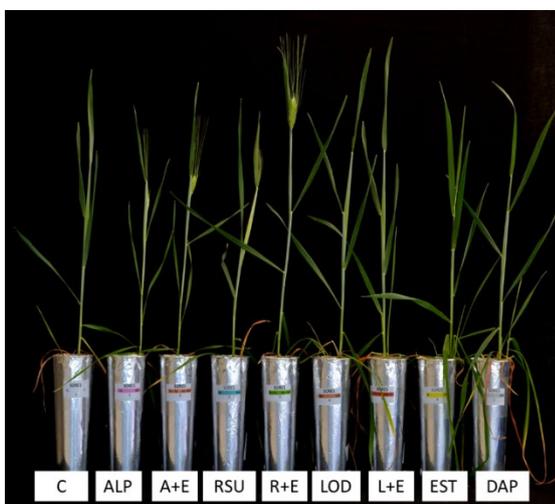


Figura 1. Plantas de trigo a los 50 días después de siembra para el suelo SOR. Comparación de los diferentes tratamientos, de izquierda a derecha: C, ALP, ALP+EST, RSU, RSU+EST, LOD, LOD+EST, EST y DAP

A lo largo del desarrollo del cultivo, se tomaron medidas como la altura de las plantas, el índice de clorofila y el estadio fenológico. Tras el corte de estas, se determinó el rendimiento y la biomasa producida en función del suelo y del fertilizante de P aplicado. Por otro lado, en el suelo de las macetas se midió la humedad higroscópica, el pH, la CE (conductividad eléctrica), los sólidos totales, minerales y volátiles, los elementos químicos por fluorescencia de rayos X, el análisis elemental de C y N, el P Olsen, el nitrógeno total Kjeldahl y la actividad enzimática. Posteriormente, se realizó un análisis de los datos mediante un ANOVA de una vía

completamente al azar para los nueve tratamientos y las variables que se midieron al final del ensayo, en cada uno de los suelos por separado.

De forma generalizada, el ALP produjo un menor crecimiento, biomasa y rendimiento en el trigo, mientras que EST, RSU y LOD (solos o en combinación con EST) produjeron los mayores rendimientos y biomasa de las plantas de trigo, cercanos, e incluso superiores en alguna ocasión, a los producidos con el DAP (inorgánico). La aplicación de estos subproductos incrementó el nivel de P disponible para los cultivos en el suelo hasta niveles similares a los obtenidos con el DAP (especialmente EST, RSU y LOD). Además, los tratamientos orgánicos promovieron la actividad enzimática del suelo. Por otra parte, el aporte de subproductos no incrementó el contenido en metales pasados en el suelo por encima de los niveles críticos para ninguno de los tratamientos (Figura 2). Finalmente, se observó que el efecto de los fertilizantes de base orgánica además de depender de las características del fertilizante está influenciado por las características del suelo sobre el que se aplica. Los resultados son positivos en lo que respecta a conservar la calidad y salud del suelo tras su explotación agraria en áreas mediterráneas con el uso de estos fertilizantes de base orgánica y suponen un impulso para su utilización como fuente de materia orgánica para incrementar el contenido de carbono en los mismos.

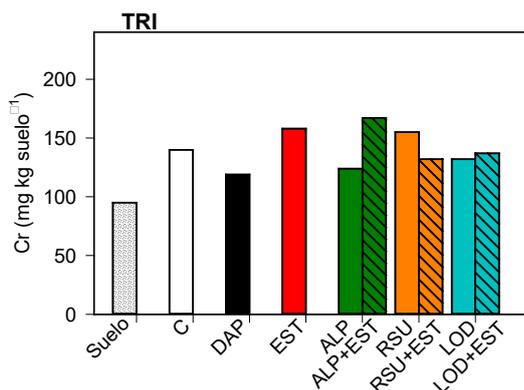


Figura 2. Concentración de cromo (Cr) (mg kg suelo<sup>-1</sup>) al final del cultivo de trigo en función del tratamiento, sin diferencias significativas entre tratamientos

### Bibliografía

- [1] J. Cooper, R. Lombardi, D. Boardman, C. Carliell-Marquet. The future distribution and production of global phosphate rock reserves. *Resources, Conservation and Recycling* 57 (2011) 78-86.
- [2] M. Toledo, M.C. Gutiérrez, A. Peña, et al. Co-composting of chicken manure, alperujo, olive leaves/pruning and cereal straw at full-scale: Compost quality assessment and odour emission. *Process Safety and Environmental Protection* 139 (2020) 362-370.
- [3] J. Albuquerque, J. González, D. García, J. Cegarra. Agrochemical characterisation of "alperujo", a solid by-product of the two-phase centrifugation method for olive oil extraction. *Bioresour. Technol.* 91 (2004) 195-200.
- [4] L. Baeta-Hall, M.C. Sàágua, M.L. Bartolomeu, et al. Biodegradation of olive oil husks in composting aerated piles. *Bioresour. Technol. Rep.* 96 (2005) 69-78.
- [5] M. Kacprzak, E. Neczaj, K. Fijałkowski, et al. Sewage sludge disposal strategies for sustainable development. *Environ. Res.* 156 (2017) 39-46.

## Capítulo 16. Diseño y prototipo hardware de lámparas led

**Andrea Herrerías León**

*Universidad de Córdoba. Facultad /Escuela Politécnica Superior de Córdoba.*

*Departamento de Ingeniería Electrónica y de Computadores.*

*p92helea@uco.es*

### **Resumen**

Este trabajo abarca el diseño y desarrollo de una lámpara led, incluyendo el diseño del controlador y de la placa de led. Los objetivos principales de este trabajo incluyen un estudio de las tecnologías de hardware, la selección de componentes electrónicos adecuados y el diseño de PCBs así como su análisis. Las topologías que se implementaron para realizar el controlador fueron la Buck y Flyback.

El controlador se diseñó con la utilización de un circuito integrado, lo que implicó realizar una búsqueda en el mercado para encontrar el más indicado para nuestros requisitos. Sin embargo, se encontraron dificultades significativas en la implementación, lo que conllevó a centrarse en el control a través de un transistor mosfet. Por otro lado, el diseño de las placas se llevó a cabo correctamente utilizando el software KiCad. Esto nos llevó a conseguir un buen diseño del controlador a través del transistor mosfet y el diseño de las placas leds satisfactoriamente.

En conclusión, este trabajo proporciona un análisis profundo del funcionamiento teórico y práctico de las lámparas led, resaltando la importancia de la selección de componentes y la disposición adecuada de los circuitos. Se identificaron áreas de mejora, como la investigación adicional sobre los circuitos integrados y la exploración de soluciones alternativas. Estas mejoras pueden contribuir a futuros desarrollos más completos y eficientes en el campo de la iluminación led.

### **Fundamento y presentación de resultados**

Tras realizar un análisis de los diferentes controladores para led, se escogió en Buck y el Flyback ya que nos mostraban características muy interesantes que estudiar. Para la realización de estos se utilizaron los circuitos integrados MP9488 [1] y MP4026 [2] con los cuales podríamos hacer un buen control de los controladores. Se decidió realizar dos salidas diferentes para cada controlador, siendo una de 150 mA y otra de 300 mA, diseñándose una placa diferente para cada una de estas.

El diseño de las placas se realizó mediante el software Kicad consiguiendo las imágenes mostradas a continuación. La primera se muestra el controlador para led que se montará el cual se puede diferenciar las diferentes partes que consta nuestro driver, como son la alimentación, la protección, el rectificador, el modo de control (que puede ser Buck o Flyback) y finalmente la salida. Las otras dos placas muestran el diseño para las placas de leds, estas

dos tienen forma redondeada y la que contiene cuatro leds está hecha una para corriente de 300 mA mientras que la que contiene cinco leds tendrá una corriente de 150 mA.

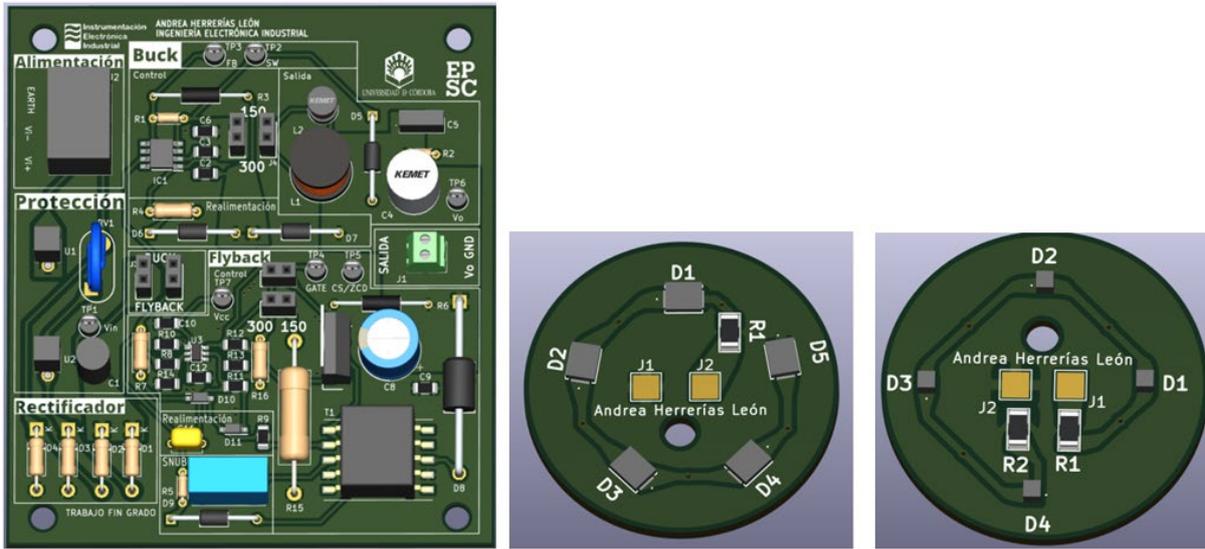


Ilustración 1. Diseño 3D de las placas

Una vez completado el diseño y realizados los cálculos necesarios para calcular el valor de cada componente, se pasó a realizar la simulación de los controladores, tanto los de control por circuito integrado como el control por el transistor mosfet. Para el MP9488 no se pudo encontrar un software que proporcionara este circuito integrado por lo que se decidió hacer la construcción con los cálculos teóricos. Para el MP4026 sí se encontró un software con el que se pudo realizar la simulación llamado MPsmart proporcionado por el fabricante del regulador Monolithic Power.

Con la simulación hecha, se pasó a hacer todos los circuitos en una placa de pruebas en la cual los circuitos integrados comenzaron a dar problemas ya que no se podía obtener la salida requerida. La mala conexión entre componentes o a la tecnología utilizada pudieron ser causa de estos problemas. Se decidió montar directamente en la placa para ver si utilizando una tecnología de montaje superficial en los componentes se conseguía obtener la salida, dando unos resultados negativos. Se realizó el diseño con el transistor mosfet, el cual sí nos proporcionó unos resultados satisfactorios pudiendo obtener a la salida la tensión y corriente correctos.

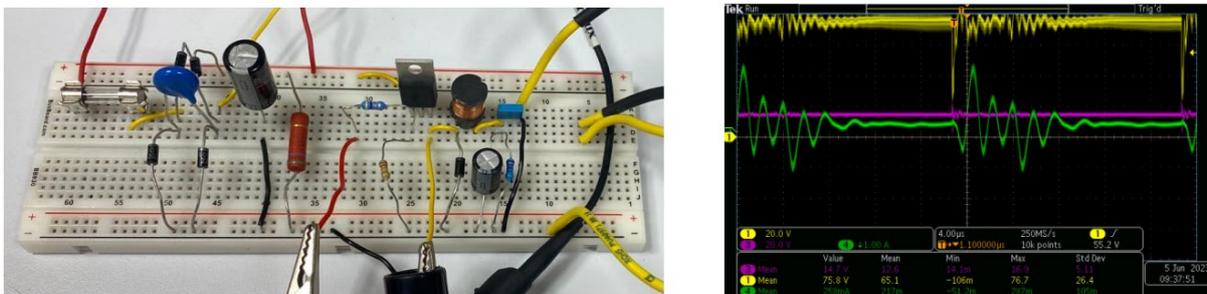
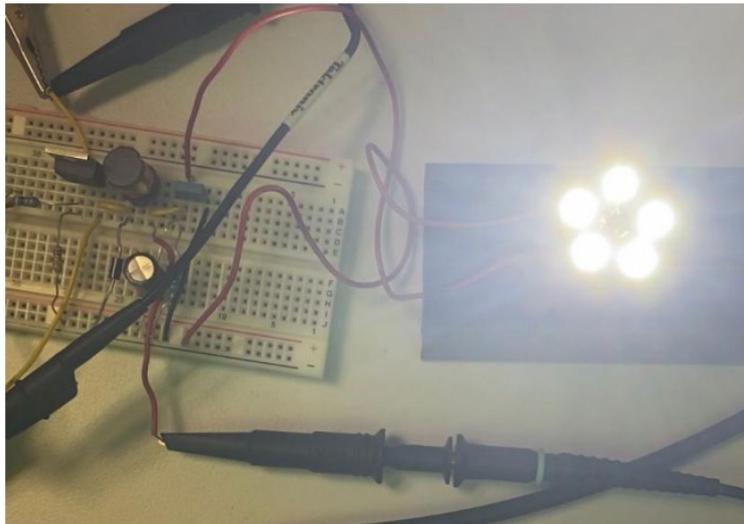


Ilustración 2. Montaje y salida del controlador controlador por mosfet

En la imagen mostrada se puede observar el montaje del controlador controlado por mosfet al cual se le ajustó una resistencia de  $50\ \Omega$  como carga para que simulará la placa led de 300 mA. En la imagen de la derecha se pueden ver los datos obtenidos en el osciloscopio, siendo la señal morada la tensión de salida, la tensión amarilla la tensión de entrada y la señal verde la corriente a la salida.

Una vez obtenida la salida del controlador se pasó a comprobar el funcionamiento de las dos placas de leds, 150 mA y 300 mA. Al alimentarlas con la tensión las dos placas se iluminaban correctamente. Finalmente se realizó toda la lámpara led utilizando el controlador por mosfet y las dos placas, lo cual nos proporcionó unos resultados satisfactorios.



*Ilustración 3. Lámpara led completa*

### **Bibliografía**

- [1] Monolithic Power Systems (MPS) MP9488, «Mouser,» Monolithic Power Systems (MPS), [En línea]. Available: <https://www.mouser.es/ProductDetail/946-MP9488GS-Z>.
- [2] Monolithic Power Systems (MPS), MP4026, «Mouser» Monolithic Power Systems (MPS), [En línea]. Available: <https://www.mouser.es/ProductDetail/946-MP4026GJ-P>.

## Capítulo 17. Etiquetado de patrones en series temporales

Christian Luna, José María Luna, Sebastián Ventura

*Universidad de Córdoba. Escuela Politécnica Superior de Córdoba.*

*Departamento de Informática y Análisis Numérico.*

*i82luesc@uco.es*

### Resumen

Este trabajo introduce un método innovador para el etiquetado de series temporales, utilizando motifs frecuentes extraídos mediante el Matrix Profile (MP). Este etiquetado es vital en áreas como detección de anomalías y análisis de patrones, pero se enfrenta a desafíos como la falta de etiquetas precisas y el alto costo en tiempo y recursos. En este estudio se propone un enfoque automático usando únicamente la información de la propia serie temporal. Para el etiquetado se han desarrollado algoritmos tanto de ventana fija como ventana variable, permitiendo así comprender las ventajas e inconvenientes en cada uno de ellos.

Estos algoritmos se validaron con datos reales de diferentes dominios, tales como sensores de temperatura y registros médicos. Los resultados obtenidos demuestran la eficacia del enfoque propuesto, permitiendo así una mejora de la explicabilidad y entendimiento de las series temporales, consiguiendo un error cuadrático medio de menos de 0.85 con ventana variable. En conclusión, este estudio presenta un enfoque innovador para el etiquetado de series temporales mediante el uso de Evolutionary Algorithms y Matrix Profile. Estos resultados abren nuevas posibilidades en el análisis de series temporales, permitiendo aplicar otras técnicas de Machine Learning que no se encuentran pensadas para trabajar con series temporales mediante el uso de estas etiquetas.

### Introducción y objetivos

El uso de datos con una alta dependencia temporal ha crecido sustancialmente en los últimos años, debido principalmente a la generación y captura de datos en el mundo mediante el uso de sensores. Usar estos datos recopilados está siendo una de las tareas más demandadas en multitud de campos con el objetivo de sacar algún “beneficio” o provecho, provocando así un auge mayor en la Ciencia de Datos. Pero el primer problema que se presenta es la ausencia de datos etiquetados, y la necesidad de encontrar un experto en el dominio del problema. Debido a este problema, surge un nuevo paradigma conocido como *Weak Supervision* [1], el cual propone diferentes enfoques para el etiquetado automático de datos. Lamentablemente, a la hora de trabajar con series temporales, su interpretación no es para nada trivial. En primer lugar, las señales no se encuentran asociadas a una etiqueta, pues estas representan un continuo flujo de información cambiante en el tiempo y que representa una información u otra en función al espacio temporal en que se encuentren acotados. En segundo lugar, identificar patrones repetitivos o etiquetas no es trivial, ya que se necesita que un usuario experto indique la forma de la señal que se desea interpretar. Esto no siempre es conocido o pueden existir

pequeñas variaciones entre lo deseado y la medición real (conocido como *ground truth*) de la señal.

Teniendo en cuenta estos problemas anteriormente expuestos, nuestro objetivo es la identificación de *motifs* frecuentes en las series temporales, con los cuales se lleve a cabo un etiquetado de las series temporales, buscando una mejora en la explicabilidad de la serie temporal. Incluimos además dos objetivos específicos: (i) Presentar los algoritmos desarrollados para el etiquetado; (ii) Comparar mediante experimentación estos algoritmos.

### Metodología

La propuesta desarrollada se puede descomponer en dos etapas. En primer lugar, la búsqueda de patrones frecuentes dentro de las series temporales, con los cuales se pueden establecer relaciones subyacentes entre los datos de la serie. Existen ya trabajos preliminares en la temática, donde se buscan *motifs* dado un tamaño fijo (determinado por el usuario) [2]. Sin embargo, se requiere identificar el tamaño de ventana para extraer los patrones repetitivos, lo que hace que el etiquetado de *motifs* no pueda ser automático, e incluso se pierda información desconocida a simple vista. En el segundo bloque, se deberá de determinar aquel *motif* más adecuado para cada región de la serie temporal. Para esta tarea se han desarrollado tanto una versión exhaustiva como una metaheurística, debido al potencial que éstas poseen. Estas han sido aplicadas en multitud de tareas de ciencias de datos con excelentes resultados, tanto en problemas de clasificación como en problemas de clustering y asociación [3].

Respecto a la preparación de experimentos, para llevar a cabo un análisis exhaustivo de estos algoritmos, se realizó un estudio utilizando conjuntos de series temporales sintéticas y de diversos dominios, como sensores de temperatura y registros médicos. Se estudió el error cometido por la serie temporal “reconstruida” (combinación de etiquetas) frente a la serie temporal real. Se realizó un estudio estadístico para determinar si existen diferencias de comportamiento de los algoritmos de ventana fija frente al de ventana variable. Donde ventana fija, implicaría utilizar subsecuencias de tamaño constante a lo largo del tiempo para procesar la serie a diferencia de la ventana variable, donde se utilizarían diferentes tamaños.

### Resultados y discusión

Las Tablas 1 y 2 muestran los resultados para las diferentes propuestas desarrolladas indicadas previamente. Estas tablas indican el NRMSE (*Normalized Root Mean Square Error*) alcanzado y el tiempo total necesario (en segundos) para dicho fin. En esta comparativa, para el caso del EA, se han utilizado las mejores configuraciones para los diferentes operadores genéticos desarrollados.

Conjunto de datos / Algoritmo	Exhaustivo Ventana Fija	EA Ventana Fija	EA Ventana Variable
Synthetic_1	0,01857	0,37838	1,72756
Synthetic_2	0,01589	0,32807	1,67507
Synthetic_3	0,00592	0,32429	1,62711
Synthetic_4	0,01601	0,32758	1,60275
Synthetic_5	$\infty$	0,72017	1,70846
Daily_Temperatures	0,02136	0,41444	11,40527
Heart_Rate_P1	0,00638	0,28238	3,22716
Heart_Rate_P2	0,00628	0,28262	3,17993
Heart_Rate_P3	0,00789	0,37752	1,48020
Heart_Rate_P4	0,00788	0,37701	1,53834

Tabla 1. Resultados (NRMSE) de la experimentación para cada algoritmo

Conjunto de datos / Algoritmo	Exhaustivo Ventana Fija	EVO Ventana Fija	EVO Ventana Variable
Synthetic_1	0,07336	0,07336	0,28099
Synthetic_2	0,60337	0,60337	0,29535
Synthetic_3	1,35424	1,35424	0,44528
Synthetic_4	0,64331	0,64331	0,15935
Synthetic_5	$\infty$	0,27267	0,51343
Daily_Temperatures	1,25511	1,25511	0,52762
Heart_Rate_P1	0,86981	0,86981	0,82808
Heart_Rate_P2	0,79552	0,79552	0,75923
Heart_Rate_P3	1,05289	1,05289	0,64611
Heart_Rate_P4	1,01572	1,01572	0,65857

Tabla 2. Tiempo (en segundos) requerido por cada propuesta

En el caso del tiempo se observa como la propuesta exhaustiva requiere un menor tiempo, que el EA con ventana variable, pero esto vendría ocasionado por el tamaño de ventana utilizado, a medida que cuanto mayor sea el tamaño de ventana, menor el tiempo requerido.

Si se procede a realizar una comparativa mediante una prueba de Friedman, se obtiene un p-valor de  $6,75539e-4$  si se estudia el tiempo requerido por los algoritmos, lo cual confirma que existen diferencias significativas con un  $\alpha = 0,05$ , y si posteriormente se aplica Nemenyi (prueba para determinar las diferencias críticas entre algoritmos) se aprecia en la Figura 1 como priorizando las mejores condiciones para el etiquetado con ventana fija, el algoritmo exhaustivo gana. Si se estudia el error cometido, se confirma también que existen diferencias significativas entre los algoritmos con un  $\alpha = 0,05$ , ya que se obtiene un  $p\text{-valor} = 7,6659e-3$ . En la Figura 2, se confirma como el algoritmo que proporciona un menor error sería el evolutivo

con ventana variable, lo cual resulta evidente en la Tabla 2, debido a que el error medio proporcionado por el algoritmo evolutivo con ventana variable se encuentra siempre ser menor a 0,9.

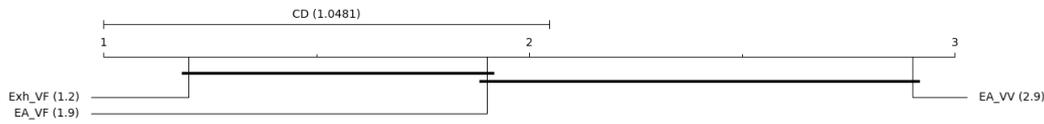


Figura 1. Test de Nemenyi para el tiempo con  $\alpha = 0.05$

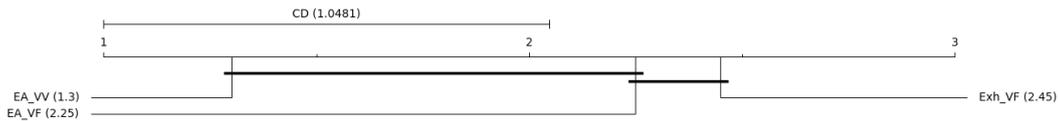


Figura 2. Test de Nemenyi para el NRMSE con  $\alpha = 0.05$

### Conclusiones y futuros trabajos

Este estudio permite crear una base para la investigación del etiquetado de series temporales y el uso de estas etiquetas para posteriores algoritmos. Lo cual, podrá permitir una mayor interpretabilidad y explicabilidad de las series temporal, buscando que los modelos sean más interpretables.

Este estudio presenta un enfoque innovador para el etiquetado de series temporales mediante el uso de *Evolutionary Algorithms* y *Matrix Profile*. Estos resultados permiten aplicar otras técnicas de *Machine Learning* que no se encuentran pensadas para trabajar con series temporales mediante el uso de estas etiquetas.

### Bibliografía

- [1] Hua Zhou. A brief introduction to weakly supervised learning. In: National science review 5.1 (2018), p. 44-53.
- [2] Chin-Chia Michael Yeh, Nickolas Kavantzias y Eamonn Keogh. “Matrix profile IV: using weakly labeled time series to predict outcomes”. In: Proceedings of the VLDB Endowment 10.12 (2017), p. 1802-1812.
- [3] José María Luna et al. “An evolutionary algorithm for the discovery of rare class association rules in learning management systems”. In: Applied Intelligence 42 (2015), p. 501-513.

### Agradecimientos

En este trabajo se ha financiado mediante la beca de colaboración 2022-23 realizado en el Departamento de Informática y Análisis Numérico de la Universidad de Córdoba y por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España, proyecto PID2020-115832GB-100.



UCOPress

Editorial Universidad de Córdoba