

INVESTIGACION

CULTURA CIENCIA Y TECNOLOGIA

VOLUMEN 18
Nº 35
2026

ARTES Y HUMANIDADES · CIENCIAS · CIENCIAS DE LA SALUD · CIENCIAS SOCIALES Y JURIDICAS · INGENIERIA Y ARQUITECTURA

INVESTIGACION

CULTURA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Revista Nº 35
VOLUMEN 18 2026

Director

José Luis Vázquez López
investigación@galicia.com
36201 Vigo - España

Dirección Creativa e Innovación

María del Mar Vázquez Jiménez
mariadelmarvj@gmail.com

Consejo de Redacción

José Luis Vázquez López
Francisco Javier Rodríguez Berrocal
Almudena Fernández Brier

Comité Científico

Jesús Souza Troncoso
José Luis Legido Soto
Juan Manuel Vieites Baptista de Sousa
Francisco Javier Rodríguez Berrocal
Almudena Fernández Brier
Ángel Tomás Camacho García
Antonio De Ron Pedreira
Diana Valverde Pérez
José Fariña Rodríguez

Secretaría y Dep. Divulgación

Raquel María Vázquez

Revista adscrita al

INSTITUTO DE CULTURA,
CIENCIA Y TECNOLOGÍA (ICCT)
www.institutociencia.es

ISSN: 1889 - 4399

DEPÓSITO LEGAL:

VG - 347 - 2009

ICCT
INSTITUTO CULTURA CIENCIA Y TECNOLOGÍA



Queda prohibida la reproducción total o parcial de cualquiera de los contenidos de esta publicación, sin citar la procedencia. La revista "Investigación" no se hace responsable, ni se identifica con artículos, ni opiniones que publiquen sus autores y colaboradores.

LOS INVESTIGADORES DE INSTITUCIONES, EMPRESAS, LABORATORIOS Y UNIVERSIDADES INTERESADOS EN REMITIR ARTÍCULOS, PREVIAMENTE DEBERÁN CONTACTAR CON NUESTRO DEPARTAMENTO DE REDACCIÓN PARA RECIBIR INSTRUCCIONES: investigación@galicia.com



índice

SUMARIO

VOLUMEN 18 Nº 35 2026

Editorial

- 6 T**ALENTO, CREATIVIDAD Y CAPACIDAD PARA LIDERAR
Alfonso Rueda Valenzuela
Presidente da Xunta de Galicia.

Enfermedades raras

- 8 M**ORTALIDAD POR ENFERMEDADES RARAS ENTRE JÓVENES MENORES DE 30 AÑOS EN GALICIA (ESPAÑA)
**Susana Portela Pérez, MD^{1, 2}; Lucía Cameselle-Cortizo, MD^{1, 3}; Alba García Mallo, MD^{1, 4};
Gemma Clara Meira-Blanco, MD^{1, 5}; Vanesa Rodríguez-Fernández, MD PhD^{1, 5}; Joana Ruibal Pires, MD^{1, 7};
Teresa Calheiros Cruz, MD^{1, 7}; Jorge F. Cameselle-Teijeiro, MD PhD^{1, 7}**

¹ Grupo Investigación Oncológica Clínica ADICAM. Cangas. España.

² Clínica IVI. Vigo. España.

³ Servicio de Geriátría. Hospital Meixoeiro. Vigo. España.

⁴ Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid. España.

⁵ Servicio de Obstetricia y Ginecología. Complejo Hospitalario Universitario de Pontevedra. España.

⁶ Servicio de Obstetricia y Ginecología. Complejo Hospitalario Universitario Álvaro Cunqueiro. Vigo. España.

⁷ Atención Primaria, Vigo. España.

Estructuras desplegables

- 18 E**STRUCTURAS ARQUITECTÓNICAS DESPLEGABLES
**Juan Pérez-Valcárcel*, Manuel Muñoz Vidal, Manuel Freire-Tellado, Santiago Muñiz, Isaac López César,
Félix Suárez Riestra**

E.T.S. Arquitectura. Universidade da Coruña. A Coruña. España.

Fisioterapia pública. Equipo PERSEO

31 **NARRATIVA ORGANIZATIVA COMO HERRAMIENTA DE SENSEMAKING EN FISIOTERAPIA PÚBLICA: Experiencia piloto con el Proyecto PERSEO**

Tirso Docampo Ferreira, Goretti Aranburu Guenaga

Instituto de Investigación Sanitaria Galicia Sur / ACIS / Servizo Galego de Saúde. España.

Inteligencia Artificial Médica

36 **DESAFÍOS DE LA IA MÉDICA: COMBATIR LOS SESGOS DISCRIMINATORIOS DE RAZA, GÉNERO Y EDAD**

Dr. Tomás Camacho, Especialista Análisis Clínicos¹; Dra. Estrella Pallas, Especialista en Otorrinolaringología²

¹ Hospital Nuestra Señora de Fátima. Vigo. España.

² Hospital Álvaro Cunqueiro. Vigo. España.

Depredadores del mejillón

42 **IMPACTO DE LA DEPRDACIÓN SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DEL MEJILLÓN**

Lizbet Gutiérrez^{1,2}, Xurxo Cegarra², Paloma Morán¹

¹ Centro de Investigación Mariña (CIM). Universidade de Vigo. España.

² INSATI. Vigo. España.

Phishing laboral

49 **ANÁLISIS DE LAS ESTAFAS LABORALES: PREVENCIÓN, DETECCIÓN E IMPACTO**

Raquel María Vázquez Jiménez

Grado en RR.LL. y Recursos Humanos. Universidad de Murcia. España.

Diplomada en Relaciones Laborales. Universidad de Vigo. España.

Técnico en Orientación Laboral. Universidad de Comillas. España.

Tecnología aplicada a la traducción editorial

58 **ERRAR NO SOLO ES HUMANO: LA TRADUCCIÓN MEDIANTE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERAL NO TRADUCE AVISPAS**

Liliana Valado Fernández

Universidad de Vigo. España.

editorial

**SAÚDA DO PRESIDENTE DA XUNTA, ALFONSO RUEDA,
CON MOTIVO DA PUBLICACIÓN DA REVISTA
“INVESTIGACIÓN, CULTURA, CIENCIA Y TECNOLOGÍA”**

TALENTO, CREATIVIDAD Y CAPACIDAD PARA LIDERAR

Si algo define a Galicia es su capacidad para construir comunidad alrededor del conocimiento. La investigación, el desarrollo y la innovación son elementos decisivos para el progreso económico y social. En un tiempo marcado por la transformación tecnológica, la transición energética y la digitalización, el conocimiento se ha convertido en uno de los principales recursos de los territorios que quieren crecer, competir y ofrecer nuevas oportunidades.

Es una satisfacción participar en este nuevo número de la revista *“INVESTIGACIÓN, Cultura, Ciencia y Tecnología”*, una publicación que cum-

ple dieciocho años al servicio de la divulgación científica y tecnológica. Durante este tiempo, más de novecientos investigadores han contribuido a consolidar sus páginas como un espacio plural y riguroso de encuentro entre disciplinas, instituciones y generaciones.

Divulgar la ciencia es acercar el conocimiento a la sociedad, fomentar el pensamiento crítico, despertar vocaciones y fortalecer la confianza de la ciudadanía. Es también tender puentes entre las universidades, los centros de investigación y tecnológicos, las empresas, las administraciones públicas y el conjunto de la sociedad.

Estamos viviendo un momento decisivo. La aceleración científica, la transformación tecnológica y la vitalidad cultural que hemos experimentado en los últimos años no son fenómenos aislados: forman parte de un ecosistema que crece, que se consolida y que sitúa a nuestro país en una posición de oportunidad histórica.

Para ello, Galicia cuenta con una base sólida para afrontar los desafíos del futuro. Disponemos de universidades de prestigio, centros científicos y tecnológicos de excelencia, infraestructuras avanzadas, profesionales altamente cualificados y un tejido empresarial que incorpora cada vez con mayor intensidad la innovación a sus productos, procesos y servicios.

Los avances alcanzados en campos como la biotecnología, la salud, las ciencias del mar, la inteligencia artificial, la supercomputación, las energías limpias nos muestran que nuestra Comunidad posee talento y capacidad para competir en los escenarios más exigentes. Los recientes hitos vinculados a la inteligencia artificial y a las comunicaciones cuánticas refuerzan, además, la proyección europea de nuestro ecosistema de I+G+i, la I+D+i a la gallega.

Continuaremos avanzando para que Galicia no sea solo un territorio que participa en el avance global, sino que contribuya activamente a definirlo. Ser proactivos es lo que nos hace diferentes y nos

conduce hacia la Galicia Calidade que todos queremos.

Publicaciones como esta son fundamentales, ya que recogen una parte esencial de ese proceso. Cada artículo, cada proyecto, cada reflexión que aquí se presenta es testimonio de la capacidad gallega para investigar con rigor, crear con identidad e innovar con ambición.

Desde la Xunta de Galicia trabajamos para fortalecer ese diálogo. Apostamos por infraestructuras científicas de referencia, por políticas que pongan en valor el talento y por iniciativas tecnológicas que impulsen la competitividad y la cohesión territorial.

Este editorial es una invitación a seguir avanzando con confianza y con vocación de futuro. Galicia tiene el talento, la creatividad y la capacidad para liderar. Sigamos construyendo ese camino.

Alfonso Rueda Valenzuela

Presidente da Xunta de Galicia.

MORTALIDAD POR ENFERMEDADES RARAS ENTRE JÓVENES MENORES DE 30 AÑOS EN GALICIA (ESPAÑA)

Susana Portela Pérez, MD^{1, 2}; Lucía Cameselle-Cortizo, MD^{1, 3}; Alba García Mallo, MD^{1, 4}; Gemma Clara Meira-Blanco, MD^{1, 5}; Vanesa Rodríguez-Fernández, MD PhD^{1, 5}; Joana Ruibal Pires, MD^{1, 7}; Teresa Calheiros Cruz, MD^{1, 7}; Jorge F. Cameselle-Teijeiro, MD PhD^{1, 7}

¹ Grupo Investigación Oncológica Clínica ADICAM. Cangas. España.

² Clínica IVI. Vigo. España.

³ Servicio de Geriatria. Hospital Meixoeiro. Vigo. España.

⁴ Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid. España.

⁵ Servicio de Obstetricia y Ginecología. Complejo Hospitalario Universitario de Pontevedra. España.

⁶ Servicio de Obstetricia y Ginecología. Complejo Hospitalario Universitario Álvaro Cunqueiro. Vigo. España.

⁷ Atención Primaria. Vigo. España.

Consideraciones éticas: Esta investigación cuenta con la aprobación del Comité de Ética de Investigación de Pontevedra-Vigo-Ourense, con código de registro 2024/121, garantizando el cumplimiento de las consideraciones éticas correspondientes.

RESUMEN

Objetivo: estudiar el impacto real de las enfermedades raras (EERR) sobre la mortalidad global, para así conocer mejor estas enfermedades y poder elaborar políticas de planificación sanitaria, como programas de cribado de portadores.

Material y métodos: estudio observacional, retrospectivo y transversal, donde analizamos las causas de muerte de 400 menores de 30 años en el sur de Galicia, evaluando el impacto de las EERR en la mortalidad en este grupo poblacional.

Resultados: Las EERR fueron responsables del 20,8% de las muertes (14,5% en varones y 3,6% en mujeres). Cuanto menor era la edad, mayores fueron los porcentajes de muerte por EERR (45,8% en <10 años; 25,4% entre 10-19 años y 11,2% entre 20-29 años), ya que con el aumento de la edad el riesgo de fallecer por otras causas se incrementaba. Registramos un total de 61 EERR diferentes (34 en varones y 36 en muje-

res) entre un total de 83 defunciones relacionadas. La causa de muerte más prevalente fue la fibrosis quística (5 de 83). Otras cuatro entidades representaron conjuntamente el 14,5% de las muertes por EERR: atrofia muscular espinal proximal tipo 1, encefalopatía epiléptica de causa no filiada, trastornos relacionados con la espina bífida o con el mielomeningocele y agenesia/disgenesia del cuerpo calloso.

Conclusiones: el futuro de la medicina pasa por el cribado de portadores. Incluir las EERR más prevalentes en programas de cribado en la población sana con deseo genésico no solo reduciría el sufrimiento del paciente y sus familias, sino que también permitiría ahorrar en costes terapéuticos.

Palabras Clave: Mortalidad, Enfermedades raras, Cribado de Portadores, Atrofia Muscular Espinal, Fibrosis Quística.

MORTALITY FROM RARE DISEASES AMONG YOUNG PEOPLE UNDER 30 YEARS OF AGE IN GALICIA (SPAIN)

ABSTRACT

Objective: To study the actual impact of rare diseases (RDs) on overall mortality, in order to better understand these di-

seases and develop health planning policies, such as carrier screening programs.

Materials and Methods: A retrospective, cross-sectional observational study analyzing causes of death in 400 individuals under 30 years old in southern Galicia, evaluating the impact of RDs on mortality within this population group.

Results: RDs were responsible for 20.8% of deaths (14.5% in males and 3.6% in females). The younger the age, the higher the percentage of deaths due to RDs (45.8% in those under 10 years; 25.4% between 10-19 years; and 11.2% between 20-29 years), as the risk of death from other causes increased with age. A total of 61 different RDs were identified as causes of death (34 in males and 36 in females) among a total of 83 RD-related deaths. The most prevalent cause of death was cystic fibrosis (5 out of 83). Four other conditions collectively accounted for 14.5% of RD-related deaths: proximal spinal muscular atrophy type 1, unclassified epileptic encephalopathy, disorders related to spina bifida or myelomeningocele, and agenesis/dysgenesis of the corpus callosum.

Conclusions: The future of medicine lies in carrier screening. Including the most prevalent RDs in screening programs for healthy individuals with reproductive desire would not only reduce suffering for patients and their families but also lead to significant healthcare cost savings.

Keywords: *Mortality, Rare Diseases, Carrier Screening, Spinal Muscular Atrophy, Cystic Fibrosis.*

INTRODUCCIÓN

Es fundamental entender el impacto de las enfermedades raras (EERR), especialmente en términos de mortalidad, que es un indicador clave de salud pública. Aunque la vigilancia epidemiológica es una práctica obligada, registra las causas de muerte más prevalentes, y lamentablemente, en la actualidad, no se incluye en estos registros las EERR¹. Los avances en genética molecular y la relevancia social que suponen actualmente las EERR, hacen necesario crear registros específicos para conocer su impacto en la mortalidad y en diferentes grupos de edad. Es necesario conocer su distribución entre las diferentes poblaciones para poder conocer mejor los factores de riesgo de las EERR y su pronóstico¹. Toda esta información puede contribuir a generar hipótesis sobre la etiología de las EERR y al desarrollo de políticas de planificación sanitaria²⁻⁴. Incluso será útil para planificar estudios genéticos de cribado

de portadores, una prueba que detecta miles de mutaciones relacionadas con cientos de enfermedades genéticas graves asociadas a una herencia autosómica recesiva o ligada al cromosoma X.

Nuestra investigación analiza las causas de muerte de 400 jóvenes menores de 30 años en el sur de Galicia, con el objetivo de estudiar específicamente el impacto de las EERR en esta población.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, retrospectivo y de carácter transversal, en el que se analizaron las causas de muerte de un total de 400 jóvenes, de los cuales 269 (67,2%) eran varones y 131 (32,7%) mujeres, con edades comprendidas entre 1 mes y 29 años. Todas estas personas residían en el Sur de Galicia (España). La muestra se seleccionó aleatoriamente a partir de un registro público de esquelas (una base de datos con más de 140.000 defunciones), que incluye información como nombre, localidad, fecha de defunción y datos de contacto de los familiares más cercanos.

Criterios de inclusión: Se seleccionaron aleatoriamente los primeros 400 jóvenes menores de 30 años que fallecieron entre el 1 de enero de 2000 y el 31 de diciembre de 2024.

Criterios de exclusión: Se excluyeron aquellos casos que no recibieron atención sanitaria en los hospitales públicos de nuestra área sanitaria o en los que no fue posible acceder a su historial clínico para obtener información fiable sobre la causa de la muerte ($n = 37$). Además, no se incluyeron las muertes de niños menores de 1 año, ya que en muchos casos estas defunciones no se publican en las esquelas públicas.

Se revisaron todas las historias clínicas, tanto en papel como en formato electrónico, de los hospitales y centros de atención primaria relacionados con cada uno de los 400 jóvenes fallecidos, para determinar con mayor precisión la causa del fallecimiento. En algunos casos, también consultamos noticias de prensa relacionadas con accidentes laborales, de tráfico u homicidios. Cuando la causa no constaba en la historia clínica, fue necesario revisar informes de autopsia o contactar con los familiares para aclarar la causa de la muerte.

Evaluación estadística: Los datos se introdujeron en una base de datos creada con Excel y posteriormente se analizaron con

TABLA 1
Causas de la muerte, edad media y rango de edad. Serie de jóvenes ≤ 30 años

Causa de la muerte	Total 100 % (n = 400)	Edad Media (DS) 17,9 años (DS 7,2)	Rango de Edad 1 año y 29 años	Varones (n = 269) 67,25 %	Mujeres (n = 131) 32,75 %
Accidente de tráfico	32,8 % (n = 131)	20,9 años (DS 3,4)	7 y 29 años	39,8 % (n = 107)	18,3 % (n = 24)
Cáncer	17,3 % (n = 69)	16,1 años (DS 7,6)	1 y 29 años	14,1 % (n = 38)	23,7 % (n = 31)
ENFERMEDAD RARA	20,8 % (n = 83)	13,0 años (DS 8,3)	< 1 y 28 años	14,5 % (n = 39)	33,6 % (n = 44)
Suicidio	7,8 % (n = 31)	21,9 años (DS 3,5)	14 y 29 años	9,7 % (n = 26)	3,8 % (n = 5)
Accidentes (No tráfico ni laborales)	6,0 % (n = 24)	14,5 años (DS 8,9)	1 y 29 años	6,3 % (n = 17)	5,3 % (n = 7)
Enfermedad infecciosa	3,5 % (n = 14)	16,7 años (DS 8,9)	1 y 26 años	2,2 % (n = 6)	6,1 % (n = 8)
Homicidio	2,8 % (n = 11)	22,6 años (DS 1,8)	20 y 26 años	2,6 % (n = 7)	3,1 % (n = 4)
Parálisis Cerebral Infantil (Sin especificar)	2,3 % (n = 9)	19,7 años (DS 5,4)	14 y 29 años	1,9 % (n = 5)	3,1 % (n = 4)
Accidentes laborales	2,0 % (n = 8)	21,1 años (DS 2,9)	16 y 25 años	3,0 %	(n = 8)
Hemorragia cerebral	1,3 % (n = 5)	18,2 años (DS 6,4)	8 y 25 años	1,9 %	(n = 5)
Toxicómano	1,0 % (n = 4)	23,7 años (DS 2,8)	20 y 27 años	1,5 %	(n = 4)
Muerte súbita	1,0 % (n = 4)	19,7 años (DS 12,6)	1 y 28 años	1,5 %	(n = 4)
Prematuridad	0,5 % (n = 2)	1 año (DS 0,00)	1 y 1 año	0,4 % (n = 1)	0,8 % (n = 1)
Tromboembolismo Pulmonar Masivo	0,5 % (n = 2)	20,9 años (DS 3,4)	7 y 29 años	1,5 %	(n = 2)
Epilepsia postMeningioma Gigante	0,3 % (n = 1)	24 años	24 y 24 años	0,4 %	(n = 1)
Muerte Judicial (No EERR)	0,3 % (n = 1)	27 años	27 y 27 años	0,4 %	(n = 1)
Anorexia Nerviosa	0,3 % (n = 1)	23 años	23 y 23 años	0,8 %	(n = 1)

TABLA 2
Causas de la muerte de la serie de jóvenes que fallecieron con ≤ 10 años
(total y por género) que representaron el 14,75 % (n = 59) de la serie total (n = 400)

Causa de la muerte	Serie total < 10 años 100 % (n = 59)	Varones < 10 años 47,46 % (n = 28)	Mujeres < 10 años 52,54 % (n = 31)
Accidente de tráfico	1,7 % (n = 1)	3,6 % (n = 1)	
Cáncer	27,1 % (n = 16)	14,3 % (n = 4)	38,7 % (n = 12)
ENFERMEDAD RARA	45,8 % (n = 27)	57,1 % (n = 16)	35,5 % (n = 11)
Accidentes (No tráfico ni laborales)	13,6 % (n = 8)	14,3 % (n = 4)	12,9 % (n = 4)
Enfermedad Infecciosa	5,1 % (n = 3)		9,7 % (n = 3)
Hemorragia cerebral	1,7 % (n = 1)	3,6 % (n = 1)	1,7 % (n = 1)
Muerte súbita	1,7 % (n = 1)	1,7 % (n = 1)	1,7 % (n = 1)
Prematuridad	3,4 % (n = 2)	3,6 % (n = 1)	3,2 % (n = 1)

el programa SPSS-PC. Para comparar variables cualitativas, se utilizó el test de chi-cuadrado. La comparación entre variables cualitativas y continuas se realizó mediante el test t de Student, en caso de variables dicotómicas, o mediante ANOVA cuando había más categorías

RESULTADOS

Nuestros datos muestran que las EERR son responsables del 20,8% de las muertes totales en la serie analizada (Tabla 1). Al desglosar por género, las muertes por EERR representan el 14,5% en los varones y el 33,6% en las mujeres, siendo esta

TABLA 3

Causas de la muerte de la serie de jóvenes que fallecieron entre 10 y 19 años (total y por género) que representaron el 53,75 % (n = 215) de la serie total (n = 400)

Causa de la muerte	Serie total 10-19 años 100 % (n = 126)	Varones 10-19 a 64,29 % (n = 81)	Mujeres 10-19 años 35,71 % (n = 45)
Accidente de tráfico	34,9 % (n = 44)	39,5 % (n = 32)	26,7 % (n = 12)
Cáncer	18,3 % (n = 23)	19,8 % (n = 16)	15,6 % (n = 7)
ENFERMEDAD RARA	25,4 % (n = 32)	17,3 % (n = 14)	40,0 % (n = 18)
Suicidio	6,3 % (n = 8)	6,2 % (n = 5)	6,7 % (n = 3)
Accidentes (No tráfico ni laborales)	5,6 % (n = 7)	7,4 % (n = 6)	2,2 % (n = 1)
Enfermedad Infecciosa	3,2 % (n = 4)	2,5 % (n = 2)	4,4 % (n = 2)
Parálisis Cerebral Infantil (Sin especificar)	3,2 % (n = 4)	2,5 % (n = 2)	4,4 % (n = 2)
Accidentes Laborales	1,6 % (n = 2)	2,5 % (n = 2)	
Hemorragia cerebral	1,6 % (n = 2)	2,5 % (n = 2)	1,7 % (n = 1)

TABLA 4

Causas de la muerte de la serie de jóvenes que fallecieron entre 20 y 29 años (total y por género) que representaron el 31,5 % (n = 126) de la serie total (n = 400)

Causa de la muerte	Serie total 20-29 años 100 % (n = 215)	Varones 20-29 años 74,42 % (n = 160)	Mujeres 20-29 años 25,58 % (n = 55)
Accidente de tráfico	40,0 % (n = 86)	46,3 % (n = 74)	21,8 % (n = 12)
Cáncer	14,0 % (n = 30)	11,3 % (n = 18)	21,8 % (n = 12)
ENFERMEDAD RARA	11,2 % (n = 24)	5,6 % (n = 9)	27,3 % (n = 15)
Suicidio	10,7 % (n = 23)	13,1 % (n = 21)	3,6 % (n = 2)
Accidentes (No tráfico ni laborales)	4,2 % (n = 9)	4,4 % (n = 7)	3,6 % (n = 2)
Enfermedad Infecciosa	3,3 % (n = 7)	2,5 % (n = 4)	5,5 % (n = 3)
Homicidio	5,1 % (n = 11)	4,4 % (n = 7)	7,3 % (n = 4)
Parálisis Cerebral Infantil (Sin especificar)	2,3 % (n = 5)	1,9 % (n = 3)	3,6 % (n = 2)
Accidentes Laborales	2,8 % (n = 6)	3,8 % (n = 6)	
Hemorragia cerebral	0,9 % (n = 2)	1,3 % (n = 2)	
Toxicómano	1,9 % (n = 4)	2,5 % (n = 4)	
Muerte súbita	1,4 % (n = 3)	1,9 % (n = 3)	
Tromboembolismo Pulmonar Masivo	0,9 % (n = 2)		3,6 % (n = 2)
Epilepsia postMeningioma Gigante	0,5 % (n = 1)	0,6 % (n = 1)	
Muerte Judicial (No EERR)	0,5 % (n = 1)	0,6 % (n = 1)	
Anorexia Nerviosa	0,5 % (n = 1)		1,8 % (n = 1)

diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$). La edad media de las muertes por todas las causas fue de 17,9 años, mientras que en las muertes por EERR fue de 13 años, con un rango que va desde el nacimiento hasta los 28 años.

Resulta significativo el impacto de las EERR entre los jóvenes que fallecieron con ≤ 10 años, fueron la causa de la muerte en un 45,8% de los casos, especialmente en los varones (57,1%) ($p < 0,05$) (Tabla 2). En los grupos de edad de 10 a 19 años

TABLA 5
Causas y edad de la muerte por Enfermedades Raras de la serie de jóvenes
≤ 30 años (serie total y separados por género)

Mortalidad por enfermedades raras Edad Media: 13,07 años (DS 8,30)	Total n = 83	Varones n = 39	Mujeres n = 44
<i>Mucoviscidosis (Fibrosis Quística). Edad Media: 17,2 años (DS 7,05)</i>	n = 5	20 y 23 a	5, 18 y 20 a
<i>AME proximal tipo 1 (Sínd. de Werding-Hoffmann). Edad Media: 1 año</i>	n = 3	2 años	≤ 1 a y ≤ 1 a
<i>Encefalopatía epiléptica no filiada. Edad Media: 8,7 años (DS 7,09)</i>	n = 3	1 año	10 y 15 a
<i>Agnesia / Disgenesia del Cuerpo Caloso, aislada o como característica principal. Edad Media: 11,3 a</i>	n = 3	≤ 1,16 y17	
<i>Trastornos relacionados con Espina bífida / Mielomeningocele. Edad Media: 18,6 años</i>	n = 3	19 años	13 y 24 a
<i>Canal Aurículoventricular Completo (el varón tiene asociada la Trisomía 21)</i>	n = 2	≤ 1 año	≤ 1 año
<i>Hipertensión Arterial Pulmonar Primaria o Idiopática</i>	n = 2		De 3 y 13 a
<i>Síndrome de Costello o Síndrome Facio-Cutáneo-Esquelético o Síndrome FCS</i>	n = 2	1 año	17 años
<i>Distrofia Muscular de Duchenne, DMD o Distrofinopatía grave tipo Duchenne</i>	n = 2	7, 16 años	
<i>S. de Leigh asociado ADN mitocondrial o Encefalopatía necrotizante subaguda infantil de herencia materna o Enf. de Leigh de herencia materna o MILS</i>	n = 2		15 y 15 años
<i>Cardiopatía Compleja Congénita</i>	n = 2	14 años	16 años
<i>S. de Lennox-Gastaut (Encefalopatía Epiléptica)</i>	n = 2	9 y 24 años	
<i>Déficit de G6P, Enfermedad de Von Gierke o Enf. de almacenamiento de glucógeno t 1</i>	n = 2	24 años	10 años
<i>Anemia de Fanconi o Pancitopenia de Fanconi</i>	n = 2		14 y 28 años
<i>MELAS (Encefalomiopatía mitocondrial, acidosis láctica y episodios similares al ictus)</i>	n = 2	21 años	22 años
<i>Sínd. de Jarcho-Levin (Disostosis Espondiocostal AR)</i>	n = 1	≤ 1 año	
<i>Enfermedad mitocondrial letal del lactante</i>	n = 1	≤ 1 año	
<i>Distres Respiratorio agudo neonatal por déficit de Proteína Surfactante B</i>	n = 1	≤ 1 año	
<i>Encefalopatía por glicina o Hiperglicinemia no cetósica o NKA</i>	n = 1	≤ 1 año	
<i>Enfermedad de Krabbe (Leucodistrofia céls.caliciformes)</i>	n = 1		≤ 1 año
<i>Malformación cardíaca (No fue posible tipificarla)</i>	n = 1		≤ 1 año
<i>Sínd de Waterhouse-Friedrichsen (Insf. Suprarrenal Aguda)</i>	n = 1	2 años	
<i>Sínd. de Charge ó o S. Hall-Hittner o S. de coloboma-defectos cardíacos-atresia coanal (retraso del crecimiento y desarrollo problemas genitourinarios-anomalías del oído)</i>	n = 1	2 años	
<i>Hepatitis Autoinmune</i>	n = 1	2 años	
<i>Síndrome de Draver (Deleción 2q24.3) o Epilepsia mioclónica grave de la infancia</i>	n = 1	4 años	
<i>Síndrome de Hurler o Enfermedad de Hurler o MPS1H o Mucopolisacaridosis tipo 1H</i>	n = 1	5 años	
<i>Síndrome de Corazón Izquierdo Hipoplásico</i>	n = 1		5 años
<i>Síndrome de Alpers (Degeneración Neuronal Progresiva de la infancia con enf. hepática)</i>	n = 1		6 años
<i>PMM2-CDG o CDG1A o Trastorno congénito de la N-glicosilación tipo 1^a o S. CDG tipo 1A o Déficit de fosfomanomutasa o S. de glicoproteínas deficientes en carbohidrato t 1A</i>	n = 1		8 años
<i>Síndrome de Aircadi (agenesia del cuerpo caloso (total o parcial), lagunas coriorretinianas centrales y espasmos infantiles). Afecta casi exclusivamente a mujeres</i>	n = 1		8 años
<i>Diseccción arteria carótida (¿Colagenopatía no filiada?)</i>	n = 1		10 años
<i>Lisencefalia, retraso global desarrollo y epilepsia</i>	n = 1		10 años

Mortalidad por enfermedades raras Edad Media: 13,07 años (DS 8,30)	Total n = 83	Varones n = 39	Mujeres n = 44
Trastorno del Espectro Autista de base Sindrómica	n = 1		10 años
Enfermedad de Niemann-Pick tipo C	n = 1		11 años
Trisomía 13 o Síndrome de Patau	n = 1		11 años
Sínd. de Miller-Dieker ó Deleción terminal 17p ó Lisencefalia por deleción 17p13.3 o Monosomía 17p13.3	n = 1		11 años
Sínd. fetal por Hidantoina ó Embriofetopatía por Fenitoina ó Sínd. fetal por dihidantoina	n = 1		12 años
Atresia Pulmonar con Comunicación Intraventricular (Cardiopatía congénita)	n = 1		13 años
Coartación de Aorta (Cardiopatía congénita)	n = 1		13 años
Síndrome de Klippel-Trénaunay	n = 1		15 años
S. ó Enanismo de Robinow (Robinow-Silverman-Smith) o Disostosis acral con anomalías faciales y genitales ó S. de cara fetal o S. de enanismo mesomérico - genitales pequeños	n = 1		16 años
Polimalformado + Enf de Hirschsprung	n = 1		16 años
Síndrome de inversión duplicación del cromosoma 15 o Duplicación/inversión 15q11 o S. Invdup(15) o S. del cromosoma 15 isodiccéntrico o S. idic(15) o Tetrasomía intersticial 15q o Tetrasomía no terminal 15q	n = 1		17 años
Síndrome de Cornelia de Lange	n = 1		17 años
Síndrome de Brugada o Fibrilación ventricular idiopática tipo Brugada	n = 1		18 años
Lipofuscinosis Ceroide Neuronal o Ceroidolipofuscinosis neuronal o Enf. LCN o NCL (Términos obsoletos: CLN juvenil, Enf. de Batten o de Spielmeier-Vogt ó CN Juvenil)	n = 1		18 años
Tetralogía de Fallot (CIV + obstrucción tracto de salida del Vent. Dcho + acabalgamiento del septo ventricular por la raíz aórtica + hipertrofia del Ventrículo derecho.	n = 1		20 años
Síndrome de APLAID o Autoinflamación-deficiencia de Acs asociada al gen PLCG2-desregulación inmunológica.	n = 1		20 años
Síndrome de RETT Clásico o Típico (RTT)	n = 1		20 años
Anemia Hemolítica Autoinmune o AHA o AHAI	n = 1		21 años
Adrenoleucodistrofia ligada al X	n = 1		21 años
Trastorno del espectro Persona Rígida o SPS o Síndrome de Moersch-Woltman	n = 1		21 años
Enfermedad Rara sin poder definirla	n = 1		21 años
Distrofia muscular sin filiar (+ anomalías de la caja torácica y retraso psicomotor)	n = 1		22 años
Trisomía parcial 7q (Encefalopatía, tetraparesia, epilepsia y retraso psicomotor)	n = 1		23 años
Síndrome de West o Síndrome de espasmos epilépticos infantiles	n = 1		23 años
Miastenia Grave o Miastenia adquirida o Miastenia autoinmune o Miastenia gravis	n = 1		24 años
Síndrome de Sanfilippo tipo B o Mucopolisacaridosis tipo 3B o Déficit de N-acetil-alfa-glucosaminidasa o MPS3B o MPSIIIB o Mucopolisacaridosis tipo IIIB	n = 1		24 años
Convulsiones generalizadas (Enfermedad rara sin especificar la causa)	n = 1		27 años
Trisomía 10p (Retraso mental y malformaciones congénitas múltiples, causado por la duplicación total o parcial del brazo corto del cromosoma 10)	n = 1		27 años
Síndrome polimalformativo sin definir (con ambigüedad de los genitales)	n = 1		28 años

y de 20 a 29 años, el impacto de las EERR en la mortalidad disminuye a 25,4% y 11,2%, respectivamente. En estos grupos, las causas de muerte relacionadas con accidentes y cáncer son más prevalentes, y se observa que las mujeres presentan un mayor porcentaje de mortalidad por EERR en la franja de

10-19 años, mientras que en los jóvenes de 20-29 años, los varones muestran un porcentaje mayor (Tablas 3 y 4).

Se identificaron un total de 61 diferentes EERR como causa de muerte (34 en varones y 36 en mujeres). La causa de muerte

TABLA 6
Prevalencia estimada y modelo de herencia de las Enfermedades Raras
registradas en nuestra serie de jóvenes fallecidos con ≤ 30 años

Prevalencia ≤ 10.000 nacidos vivos	Prevalencia > 10.000 y < 100.000	Prevalencia > 100.000 nacidos vivos
<i>Mucoviscidosis (Fibrosis Quística)</i> (n = 5) Europa: 1/3.000-8.000 Herencia Autosómica Recesiva	<i>S. de Leigh asociado ADN mitocondrial</i> (n = 2) 1 / 36.000 Herencia Mitocondrial	<i>Déficit de G6P, Enf. de Von Gierke</i> (n = 2) 1/100.000 Herencia Autosómica Recesiva
<i>Agenesia / Disgenesia del Cuerpo Calloso</i> (n = 3) 1/4.000 Herencia: No aplicable	<i>Hipertensión Arterial Pulmonar Primaria</i> (n = 2) 1 / 67.000 Herencia: No aplicable	<i>Anemia de Fanconi</i> (n = 2) 1/160.000 H.A. Recesiva. Ligada al X (FANCB, <1%) o HA Dominante (FANCR, <1%)
<i>Espina bífida / Mielomeningocele</i> (n = 3) 1/2.000-5.000 Multigénica/multifactorial, H: No aplicable	<i>Sínd. de Corazón Izquierdo Hipoplásico</i> (n = 1) 1/3.500-12500 ♂ 1,5:1 ♀ Herencia: Desconocida	<i>Síndrome de Costello</i> (n = 2) 1/300.000-1.250.000 H. A. Dominante, por mutaciones de novo
<i>AME proximal tipo 1</i> (n = 3) 1/10.000 Herencia Autosómica Recesiva	<i>Síndrome de West</i> (n = 1) 1/6.500-20.000 H. A. Dominante, Recesiva, R ligada al X	<i>Enfermedad de Niemann-Pick tipo C</i> (n = 1) 1/45.000-286.000 Herencia Autosómica Recesiva
<i>Distrofia Muscular de Duchenne</i> (n = 2) 1/3.500-9.300 ♂ Herencia Recesiva ligada al cromosoma X	<i>Sínd. de Charge ó o S. Hall-Hittner</i> (n = 1) 1/12.000 - 15.000 H. A. Dominante y desconocida	<i>Mucopolisacaridosis tipo 3B</i> (n = 1) 1/50.000-250.000 Herencia Autosómica Recesiva
<i>Canal Aurículoventricular Completo</i> (n = 2) 1/5.000 Herencia: No aplicable	<i>Síndrome de Draver (Deleción 2q24.3)</i> (n = 1) 1/15.000-40.000 H. A. Dominante. 10 % desconocida	<i>Enfermedad de Krabbe</i> (n = 1) 1/100.000-250.000 Herencia Autosómica Recesiva
<i>S. Lennox-Gastaut</i> (n=2) 1/2.000-10.000 H.A. dominante, Multigénica / multifactorial, Herencia no aplicable	<i>Adrenoleucodistrofia ligada al X</i> (n = 1) 1/17.000 Herencia Dominante ligada al X	<i>S. Hurler o Mucopolisacaridosis tipo 1H</i> (n = 1) 1/200.000 Herencia Autosómica Recesiva
<i>MELAS</i> (n = 2) 1/10.000 H. Mitocondrial. Mutación de novo ocasional	<i>Duplicación/inversión 15q11</i> (n = 1) 1/30.000 Herencia: No aplicable	<i>Encefalopatía por glicina</i> (n = 1) 1/110.000-1.000.000 Herencia Autosómica Recesiva
<i>Síndrome de Brugada</i> (n = 1) 1/2.000-10.000 H. A. Dominante. Un 70% genética desconocida	<i>PMM2-CDG ó CDG1A</i> (n = 1) 1/50.000-100.000 Herencia Autosómica Recesiva	<i>Trisomía 13 o Síndrome de Patau</i> (n = 1) 1/110.000-1.000.000 Herencia no aplicable
<i>Miastenia Grave</i> (n = 1) 1/5.000 Multigénica/multifactorial, H: No aplicable	<i>Tetralogía de Fallot</i> (n = 1) 1/30.000-35.000 H. A. Dominante, Multigénica/Multifactorial	<i>Síndrome de Alpers</i> (n = 1) < 1/1.000.000 Herencia Autosómica Recesiva
<i>Hepatitis Autoinmune</i> (n = 1) 1/6.000 Herencia: No aplicable	<i>Anemia Hemolítica Autoinmune</i> (n = 1) 1/35.000-80.000 Multigénica/multifactorial, H: No aplicable	<i>Síndrome de Klippel-Trénaunay</i> (n = 1) < 1/1.000.000 Multigénica/multifactorial, H: No aplicable
<i>Síndrome de RETT Clásico ó Típico</i> (n = 1) 1/10.000 ♀ Herencia Dominante ligada al X	<i>Síndrome de Cornelia de Lange</i> (n = 1) 1/80.000 La mayoría de los casos son esporádicos	<i>S. de APLAID</i> (n = 1) < 1/1.000.000 Herencia Autosómica Dominante
		<i>Trastorno del espectro Persona Rígida</i> (n = 1) < 1/1.000.000 ♂ 1:1,5 ♀ Herencia: no aplicable
Prevalencia desconocida: Sínd. de Jarcho-Levin; Enfermedad mitocondrial letal del lactante; Distrés Respiratorio agudo neonatal por déficit de Proteína Surfactante B; Sínd de Waterhouse-Friederichsen (Insf. Suprarrenal Aguda); Síndrome de Aicardi; Síndrome de Miller-Dieker o Deleción terminal 17p; Sínd. fetal por Hidantoina; Atresia Pulmonar con Comunicación Intraventricular; Coartación de Aorta; Síndrome o Enanismo de Robinow; Trisomía 10p; Lipofuscinosis Ceroide Neuronal; Trisomía parcial 7q.		

más prevalente fue la Mucoviscidosis o Fibrosis Quística (FQ) (6%); otras enfermedades como la Atrofia Muscular Espinal (AME) proximal tipo 1, la encefalopatía epiléptica, los trastornos relacionados con la espina bífida y la agenesia del cuerpo calloso representaron conjuntamente el 14,5% (Tabla 5). La FQ, en particular, afectó a cinco personas con una edad media de fallecimiento de 17,2 años y su prevalencia en Europa varía entre 1 entre 3.000 y 1 entre 8.000 nacidos vivos (Tabla 6).

DISCUSIÓN

Las EERR, definidas en Europa como aquellas que afectan a menos de 1 de cada 2.000 personas y que, en la mayoría de los casos, implican un riesgo vital o un curso crónico debilitante, suponen un verdadero reto sanitario y social. Más del 80% de las EERR que se han registrado en la base de datos europea sobre EERR y medicamentos huérfanos (Orphanet) afectan a < 1 persona por cada millón de habitantes. Aunque individualmente su prevalencia es baja, en conjunto afectan a entre el 6-8% de la población española, lo que equivale a más de tres millones de personas, con un impacto profundo no solo en quienes las padecen, sino también en su entorno familiar y social.

Globalmente, existen miles de EERR diferentes: entre 6.000 y 8.000, según el sistema de clasificación que utilicemos. Casi el 50% son enfermedades neurológicas y, entre aquellas que no lo son, es común que se desarrolle algún tipo de sintomatología de carácter neurológico; mientras que un 20% de las EERR corresponden a enfermedades neuromusculares. La mayoría de las EERR son de origen genético, pero también se incluyen enfermedades autoinmunes, malformaciones congénitas, cánceres raros, enfermedades tóxicas e infecciosas, entre otras^{5, 6}.

A pesar de que el 65% de las EERR son graves e invalidantes y, que en casi un 50% de los casos afectan el pronóstico vital del paciente; el impacto de las EERR en la mortalidad permanece “invisible” ante la sociedad⁷. El bajo número de casos, el alto grado de complejidad diagnóstica o su difícil encaje dentro de la CIE son algunas de las limitaciones en el proceso de registro e identificación en los sistemas de información sanitaria⁸⁻¹¹. Las EERR afectan a todas las edades, la mayoría se identifican al nacer o a una edad temprana, y la mortalidad es mayor en los dos extremos de la vida: menores de 17 años y mayores de 65 años¹¹. Algunos documentos estiman que las EERR son responsables del 35% de los fallecimientos de niños menores de un año y de más del 10% de las muertes de 1 a 15 años.

Nuestro estudio pone de manifiesto un aspecto poco visibilizado en la literatura: la contribución real de las EERR a la mortalidad juvenil. Aportamos datos fiables a través de un estudio exhaustivo que ha tenido en cuenta el género, los grupos de edad y que profundizó buscando las causas de la muerte que se han producido extramuros (fuera del ámbito hospitalario) ya sea por suicidios, accidentes de cualquier tipo o en residencias asistenciales de personas dependientes para las actividades de la vida diaria. Estos datos adquieren relevancia si se considera que la mortalidad atribuida a EERR, especialmente fuera del ámbito hospitalario, sigue infrarrepresentada en los registros oficiales debido a limitaciones en su codificación (CIE), escaso reconocimiento clínico y heterogeneidad diagnóstica.

En nuestra cohorte de 400 fallecimientos en población joven, las EERR fueron responsables del 20,8% de las muertes, con diferencias significativas por sexo y grupo de edad. Llama la atención la mayor proporción de muertes por EERR en mujeres (33,6%) frente a los varones (14,5%), diferencia que puede explicarse, al menos en parte, por la mayor prevalencia de muertes por causas externas (accidentes, suicidios, causas laborales) entre los varones, lo que “enmascara” el impacto de las EERR en este grupo. Asimismo, encontramos que la mortalidad por EERR disminuye con la edad, siendo del 45,8% en menores de 10 años y del 11,2% en el grupo de 20 a 29 años, lo que concuerda con lo descrito en otros estudios y refuerza la necesidad de estrategias preventivas y diagnósticas en edades tempranas. Entre los más jóvenes (<10 años) la mortalidad por EERR fue mayor en los varones, se explica en parte porque el cáncer infantil y las enfermedades infecciosas fueron más prevalentes en la población femenina. Entre los jóvenes de 10-19 años la mortalidad fue mayor entre las mujeres debido a que las causas por accidentes de tráfico o por otro tipo de accidentes, así como por cáncer fue superior en mujeres. Entre los jóvenes de 20-29 años la mortalidad fue mayor entre las mujeres debido a que las causas por accidentes de tráfico o suicidio fue superior entre los varones (Tablas 2-4).

Hemos registrado 61 EERR diferentes como causas de muerte entre un total de 83 defunciones por EERR. En nuestra serie, la causa más prevalente (6%) fue por FQ; lo que puede explicarse porque es el trastorno genético más común entre las personas de raza caucásica. En Europa, la prevalencia media al nacimiento es de 1 entre 3.000 a 1 entre 8.000 nacidos vivos mientras que la prevalencia media en la población general es de 1/9.000. Se estima que 1 de cada 25 europeos es portador de un alelo no funcional. Como la frecuencia de ser portador es muy alta, existe riesgo de que los miembros de una pareja sean ambos portadores de FQ y al tratarse de una enfermedad

recesiva el riesgo de tener un hijo con esta enfermedad pasa a ser del 25% en cada embarazo. En la actualidad, estas parejas no saben que ambos son portadores y esto explica que la incidencia de la FQ sea tan alta; en España se estima que 1 cada 3.000 a 1 cada 4.000 recién nacidos presentan esta enfermedad. El ejemplo de la FQ ilustra bien el potencial del cribado genético de portadores: una medida preventiva que, de implementarse de forma generalizada, podría reducir significativamente la incidencia de estas enfermedades graves, además de aliviar la carga emocional, sanitaria y económica asociada.

La FQ está causada por la mutación en un gen que codifica una proteína reguladora de la conductancia transmembrana: *cystic fibrosis transmembrane conductance regulator* (CFTR). Se han descrito más de 2.000 mutaciones asociadas a la enfermedad. La mutación más frecuente (F508del), representa el 70% de las mutaciones en europeos de origen caucásico. La naturaleza de las mutaciones se correlaciona con la gravedad de la alteración pancreática y el grado de anormalidad del cloro en el sudor. La relación entre el genotipo y el fenotipo pulmonar es menos patente probablemente debido a las modificaciones genéticas y a factores ambientales. La enfermedad pulmonar es el principal factor de morbilidad por FQ. Sin embargo, los tratamientos no específicos han mejorado la esperanza de vida más de 35 años, y con la llegada de la terapia moduladora de CFTR, la esperanza de vida ha aumentado hasta los 50 años de edad. El pronóstico para los neonatos con FQ podría acercarse pronto al de la población general.

En nuestro estudio, otras cuatro entidades representaron conjuntamente el 14,5% de las muertes por EERR (3,6% por AME proximal tipo 1; un 3,6 % por encefalopatía epiléptica de causa no filiada, un 3,6% por trastornos relacionados con la espina bífida o con el mielomeningocele y un 3,6% por agenesia/disgenesia del Cuerpo Calloso).

La AME proximal tipo 1 o Síndrome de Werding-Hoffmann es una enfermedad de origen genético caracterizada por la degeneración de las motoneuronas alfa en las astas anteriores de la médula espinal y en la región más inferior del tronco encefálico. La prevalencia del AME es de 1 por cada 30.000 recién nacidos. Se han definido 4 subtipos en función de la edad de aparición y de la gravedad de la enfermedad. Alrededor de un 95% de los casos de AME están causados por delecciones homocigóticas (del exón 7 o de los exones 7 y 8) en el gen *SMN1* (5q12.2-q13.3) que codifica para la proteína SMN (neurona motora superviviente). Se manifiesta con el inicio de una debilidad muscular grave y progresiva en los primeros 6 meses de vida y se presenta con hipotonía y debilidad grave

y generalizada. La disfagia y la afectación respiratoria también pueden estar presentes desde el inicio o aparecer en una fase posterior. Clásicamente, antes del advenimiento de las nuevas terapias, los pacientes nunca lograban la sedestación independiente. El pronóstico es generalmente desfavorable, la mayoría fallece en los dos primeros años de vida debido a la insuficiencia respiratoria. Cada vez se dispone de más datos sobre el pronóstico a largo plazo de pacientes en tratamiento con nusinersen y con otros fármacos, que sugieren una supervivencia a más largo plazo.

Nuestra Comunidad Autónoma (Galicia) fue la primera en España en incluir en 2024 la AME en el cribado neonatal, con la conocida prueba del talón; marcando así un hito al permitir la identificación precoz y el tratamiento presintomático, lo cual ilustra el impacto transformador de las políticas sanitarias bien dirigidas. A los pocos días de incluirla, un bebé del Área Sanitaria de Vigo fue diagnosticado con esta patología de forma precoz, permitiendo aplicar un tratamiento en fase presintomática mejorando su calidad de vida y supervivencia.

Las EERR son prevalentes¹⁰⁻¹² y, a menudo, existe falta de conocimiento sobre las mismas¹³ y el diagnóstico se demora en exceso. Nuestro trabajo refuerza la necesidad de centros de referencia, formación específica en genética clínica y una mayor equidad en el acceso al diagnóstico y tratamiento. La creación de la especialidad de Genética Clínica vía MIR podría ser una buena alternativa; es un paso que España aún tiene pendiente, pese a su reconocimiento por otros países europeos. A esto se suma la necesidad de mejorar los sistemas de información, integrando codificaciones específicas y mecanismos que permitan capturar la realidad epidemiológica de las EERR. Además, no siempre existe equidad en la asistencia sanitaria por las desigualdades en el acceso a la atención médica, tratamiento y rehabilitación, ya que los sistemas de salud están adaptados a las enfermedades prevalentes¹⁶.

Finalmente, es crucial abordar el impacto psicosocial del retraso diagnóstico, evidenciado por estudios recientes como el de Lozano JB (2024)¹⁷, que vinculan la demora en el diagnóstico con una mayor necesidad de atención psicológica y carga emocional. Según el Consorcio Internacional de Investigación en Enfermedades Raras (IRDiRC), todas las EERR conocidas deberían ser diagnosticadas en el plazo de un año desde que el paciente acude a atención médica. Una atención sanitaria centrada en el paciente, más proactiva y menos reactiva, debe ser el horizonte hacia el que avancemos. Es necesario mejorar la información disponible mediante la investigación a través de perspectivas multidisciplinares.

CONCLUSIONES

Las enfermedades raras (EERR) representan el 20,8% de las muertes en personas jóvenes, con un mayor impacto en mujeres que en varones (33,6% vs. 14,5%). La proporción de fallecimientos por EERR es mayor en las edades más tempranas: 45,8% en menores de 10 años, disminuyendo a 25,4% en el grupo de 10-19 años y 11,2% en el de 20-29 años. Esto se debe a que, a medida que aumenta la edad, otros factores como accidentes de tráfico, suicidio y accidentes laborales tienen mayor protagonismo en las causas de mortalidad.

En total, se registraron 61 diferentes EERR como causa de muerte (34 en varones y 36 en mujeres) entre 83 defunciones relacionadas. La enfermedad más frecuente fue la FQ, responsable de 5 muertes, probablemente porque es el trastorno genético más común en la raza caucásica. Otras entidades que representaron conjuntamente el 14,5% de las muertes fueron la AME tipo 1, encefalopatía epiléptica de causa no filiada, trastornos relacionados con la espina bífida o mielomeningocele, y agenesia/disgenesia del cuerpo calloso.

Es importante destacar que incluir las EERR más prevalentes en programas de cribado de portadores en la población sana con deseo genésico podría reducir significativamente el sufrimiento familiar y los costes asociados al tratamiento. El futuro de la medicina apunta hacia el cribado de portadores, y ojalá esta tendencia se materialice cuanto antes.

REFERENCIAS

- Gundersen, L.; Mapping it out: using atlases to detect patterns in health care, disease, and mortality. *Ann Intern Med.* 2000 Jul 18; 133(2):161-164.
- Alonso, V.; Villaverde-Hueso, A.; Hens, M.; Morales-Piga, A.; Abaitua, I.; Posada de la Paz, M. Public health research on rare diseases. *Georgian Med News.* 2011 Apr; (193):11-16.
- Taruscio, D.; Vitozzi, L.; Choquet, R.; Heimdal, K.; Iskov, G.; Kodra, Y., et al. National registries of rare diseases in Europe: an overview of the current situation and experiences. *Public Health Genomics.* 2015; 18(1): 20-25.
- Valdez, R.; Ouyang, L.; Bolen, J. Public Health and Rare Diseases: Oxyoron No More. *Prev Chronic Dis.* 2016 Jan 14; 13: E05.
- Boycott, K. M.; Vanstone, M. R.; Bulman, D. E.; MacKenzie, A. E. Rare-disease genetics in the era of next-generation sequencing: discovery to translation. *Nat Rev Genet.* 2013 Sep 3; 14(10):681-691.
- Boycott, K. M.; Dymont, D. A.; Sawyer, S. L.; Vanstone, M. R.; Beaulieu, C. L. Identification of genes for childhood heritable diseases. *Annu Rev Med.* 2014; 65:19-31.
- Posada de la Paz, M. Las enfermedades raras y su impacto en la gestión de los servicios de salud. *Rev Adm Sanit Siglo XXI.* 2008; 6(1):157-178.
- Alonso, V.; Villaverde-Hueso, A.; Hens, M.; Morales-Piga, A.; Abaitua, I.; Posada de la Paz, M. Public health research on rare diseases. *Georgian Med News.* 2011 Apr;(193): 11-16.
- Revision of the International Classification of Diseases (ICD). Ensuring codification and classification of rare diseases - European Commission. Available from: http://ec.europa.eu/health/rare_diseases/coding/index_en.htm
- Haendel, M.; Vasilevsky, N.; Unni, D, et al. How many rare diseases are there? *Nat Rev Drug Discov.* 2020; 19:77-78.
- Mazzucato, M.; Visonà Dalla Pozza, L.; Minichiello, C., et al. Estimating mortality in rare diseases using a population-based registry, 2002 through 2019. *Orphanet J Rare Dis* 2023; 18:362. <https://doi.org/10.1186/s13023-023-02944-7>
- Informe ReeR 2024 (Registro Estatal de Enfermedades Raras): Situación de las Enfermedades Raras en España Noviembre de 2024. Ministerio de Sanidad. Madrid. España.
- Portela, S.; Cameselle-Cortizo, L.; Calheiros-Cruz, T.; Rodríguez-Fernández, V.; Cameselle-Teijeiro, J. F. It is Necessary to Increase the Training and Motivation of Primary Care Health Professionals in the Face of Rare Diseases in Spain. *British Journal of Healthcare and Medical Research* 2024; 11(1): 171-179.
- Boycott, K. M.; Vanstone, M. R.; Bulman, D. E.; MacKenzie, A. E. Rare-disease genetics in the era of next-generation sequencing: discovery to translation. *Nat Rev Genet.* 2013 Sep 3; 14(10):681-91.
- Boycott, K. M.; Dymont, D. A.; Sawyer, S. L.; Vanstone, M. R.; Beaulieu, C. L. Identification of genes for childhood heritable diseases. *Annu Rev Med.* 2014; 65:19-31.
- Kole, A.; Faurisson, F. Rare diseases social epidemiology: analysis of inequalities. *Adv Exp Med Biol.* 2010; 686:223-250.
- Lozano, J. B. Determinantes e impacto del retraso diagnóstico de las enfermedades raras en España. Tesis Doctoral (2024), Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED. España.

ESTRUCTURAS ARQUITECTÓNICAS

DESPLEGABLES

Juan Pérez-Valcárcel*, Manuel Muñoz Vidal, Manuel Freire-Tellado, Santiago Muñiz, Isaac López César, Félix Suárez Riestra

E.T.S. Arquitectura. Universidade da Coruña. A Coruña. España.

RESUMEN

El objetivo de este artículo es hacer una exposición de los resultados de una línea de investigación que ha desarrollado nuestro departamento durante cuarenta años sobre estructuras desplegables para uso arquitectónico. Es ese período hemos abordado el tema con dos enfoques muy diferentes, uno centrado en estructuras para cubrir grandes recintos y posteriormente otro centrado en los usos de estas estructuras como cubiertas para locales comunitarios en emergencias.

En este artículo se expondrán los principales resultados obtenidos en ambas fases. En la primera de ellas se analizaron diversas propuestas para el diseño y la construcción en el caso en que fue posible, de estructuras desplegables para cubiertas de grandes luces, incluyendo sombrillas, bóvedas cilíndricas y cúpulas, culminando en la construcción de la cubierta para una piscina olímpica. La segunda fase se ha centrado en edificaciones de emergencia, que suponen un rango de luces pequeñas o medias, pero que obligan a depurar el diseño que tiene que ser especialmente sencillo y económico.

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia si algo ha caracterizado a la arquitectura es su voluntad de permanencia. Frente a esta situación, ampliamente consolidada en todas las culturas, la arquitectura transformable solo se concebía como algo provisional y circunscrito a la capacidad de traslado. En algunos casos era necesario que una determinada construcción pudiera trasladarse de un lugar a otro, lo que solo interesaba a los pueblos nómadas o a los ejércitos como la parte nómada de los pueblos sedentarios. Algunos interesantes ejemplos son las

yurtas mongolas, los tipis indios o las jaimas de los pueblos del desierto.

Desde principios del siglo XX se ha plantado también la posibilidad de arquitectura transformable en el tiempo, es decir asentada en un lugar fijo y en la que elementos sustanciales de la misma puedan transformarse, cambiando su funcionalidad. Es decir, una arquitectura que contenga partes móviles de entidad suficiente como para modificar en forma notoria su uso. Son estructuras transformables, pero no portables.

Es importante reseñar que mutabilidad y portabilidad son conceptos independientes. Muchas estructuras transformables no pueden transportarse y aunque la mayoría de las estructuras portables suele ser también transformables para facilitar su transporte, también es posible transportar estructuras fijas, si bien solo si son de pequeño tamaño. Dentro de las estructuras móviles o transformables, las estructuras desplegables son un caso particular de gran interés. Se definen como estructuras capaces de poder ser plegadas en un paquete compacto que permita su almacenaje y transporte y una vez instaladas en su ubicación definitiva pueden ser desplegadas aumentando su área útil. El libro de Ishii hace un estudio muy completo de estas soluciones¹.

Estas estructuras se utilizan sobre todo en la ingeniería espacial y en la arquitectura, pero sus condiciones de diseño y uso son completamente diferentes. En la ingeniería espacial permite el diseño de diversos objetos de gran utilidad como antenas, pero siempre desplegándose en ausencia de gravedad. Por ello las únicas fuerzas a las que han de estar sometidas son las inerciales durante el despliegue, que normalmente es muy lento. Por ello su diseño tiene pocas exigencias estructurales.

Por el contrario, las estructuras desplegables arquitectónicas se utilizan para formar recintos. Por ello están sujetas a todas las exigencias de la edificación y deben resistir las cargas gravitatorias y las de viento y sismo, como cualquier otra estructura de edificación. Por ello su diseño es mucho más exigente y complicado, ya que además debe contemplar las situaciones transitorias de despliegue en presencia de gravedad. En este artículo nos referiremos únicamente a ellas.

Las primeras estructuras desplegables de barras fueron desarrolladas por el arquitecto español Emilio Pérez Piñero. Fue el primero en proponer este tipo de estructuras y el primero en construirlas. Su temprana muerte truncó un desarrollo importante de esta línea de investigación.

El módulo utilizado por Pérez Piñero es el llamado módulo de haces². Consiste en un conjunto de 3 ó 4 barras que se articulan lateralmente sobre un pivote central. Los extremos de las barras se articulan con otros módulos para formar una malla espacial. Naturalmente para que esta malla sea desplegable, es necesario que sea un mecanismo, que en este tipo de mallas supone un alto número de grados de libertad. Una vez desplegada, se aplican las coacciones exteriores adecuadas para que funcione como una estructura, resistiendo las cargas exteriores.

Pérez Piñero fue el autor de la primera gran estructura desplegable que se construyó, el pabellón para la Exposición XXV Años de Paz en 1964, inicialmente desplegado en Madrid y que luego se trasladó a Barcelona y San Sebastián³. La cubierta era de chapa que colaboraba a la rigidez del conjunto, por lo que las secciones de barras son muy reducidas. La estructura se montaba en el suelo incluyendo la cubierta y se izaba a su posición final sobre unos pilares de cuatro barras que también venían plegados. Además de este pabellón construyó estruc-

turas experimentales de cúpulas de hasta 34 m de luz que demostraban la viabilidad del sistema (figura 1)². Sus diseños llamaron la atención de la NASA para la futura construcción de refugios lunares, aunque el tema no llegó a desarrollarse.

La investigación en estructuras desplegables se retomó en los años 80 y 90 con los trabajos de Escrig desde 1984⁴, que abrieron una importante línea de investigación sobre los módulos formados por aspas, pares de barras que se articulan alrededor de una articulación pasante interior en forma similar a la de una tijera. Es lo que se conoce internacionalmente como *scissor-like elements* (SLE). Estos elementos pueden agruparse en módulos tridimensionales de base triangular o de base cuadrada. Desde 1986 nuestro departamento inició una línea de colaboración con el equipo de Escrig realizando aportaciones muy notorias, que se citan posteriormente. Es especialmente destacable la investigación sobre módulos oblicuos y curvos, que permite diseñar estructuras muy interesantes, pese a su gran dificultad. El resultado más notable es el diseño y construcción de la cubierta transformable de la piscina de San Pablo en Sevilla, que se analizará posteriormente.

Los módulos de aspas dieron origen a multitud de investigaciones, dejando casi en el olvido los módulos de haces. Sin embargo, el fuerte desarrollo teórico de las mallas de módulos de SLE, se llevó pocas veces a la práctica. Dentro de estos estudios hubo aportaciones muy notables sobre la generación de las mallas, que es sumamente compleja. Destacan los trabajos de Escrig para la generación de cúpulas esféricas, de Sánchez Cuenca sobre generación de mallas por medio de elipses⁵ o García Mora y Sánchez que aplicaron este sistema a estructuras tridimensionales usando elipsoides, lo que permite general formas complejas⁶.

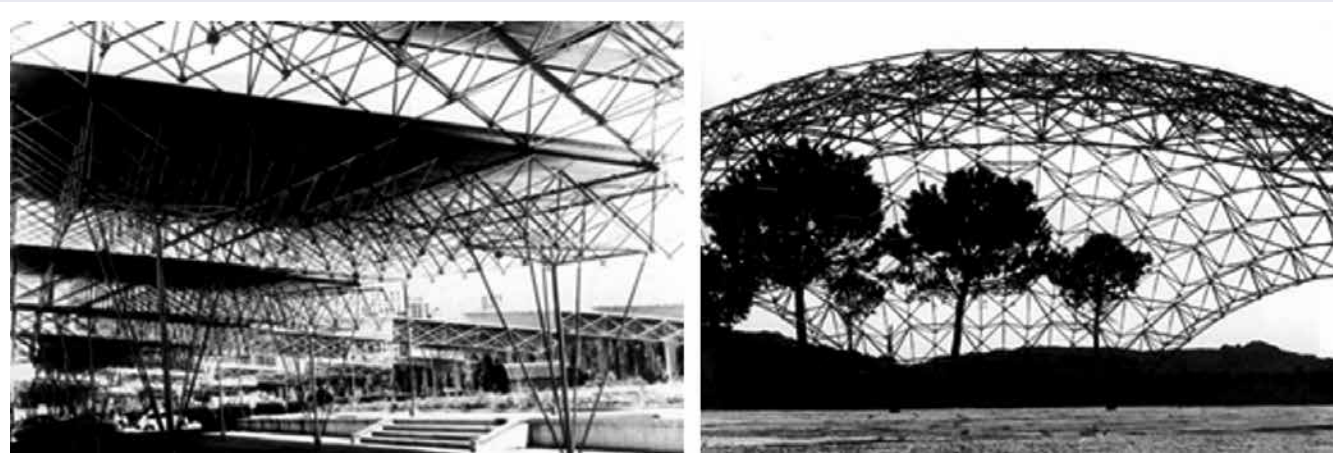


Figura 1. Pabellón "XXV Años de Paz" y cúpula desplegable.



Figura 2. Pabellón Tara-Tara y cubierta del Pabellón de Venezuela.

En estos estudios destacaron diversos grupos de investigación. Charis Gantes desarrolló en el MIT una interesante línea de investigación analizando módulos cuadrados diagonalizado⁷. Este sistema permite resolver un serio problema de los módulos cuadrados que es su falta de rigidez. Por otra parte, esto plantea un interesante problema que se produce en muchas estructuras desplegables, como es el de la biestabilidad. Este fenómeno se produce cuando la estructura es compatible geoméricamente en las posiciones de plegado y desplegado total, pero pasa por posiciones incompatibles durante el despliegue. Es un tema sobre el que se han realizado numerosas investigaciones. Recientemente Gantes dirige un equipo en la universidad de Atenas, donde ha realizado interesantes trabajos sobre el diseño de nudos para estas estructuras⁸.

También es destacable la labor de Carlos Hernández, que junto con Zalewsky, no solo han realizado numerosas investigaciones, sino que además las han llevado a la práctica (Figura 2). Destacan el pabellón Tara-Tara y la cubierta del Pabellón de Venezuela en la EXPO'92 de Sevilla⁹.

Un caso muy interesante es el de Hoberman, que ha propuesto una larga serie de estructuras desplegables, como la cúpula Iris, sumamente ingeniosas y que ha tenido un gran eco fuera de los ambientes académicos¹⁰. Es muy conocido un juguete, la esfera de Hoberman, de gran éxito comercial. Sin embargo, sus propuestas son poco realistas desde el punto de vista estructural, por lo que no han rebasado el nivel de maqueta. En realidad, su trabajo es básicamente escultórico, lo que ha sido reconocido por el MOMA de Nueva York.

Las estructuras desplegables han sido objeto recientemente de numerosos estudios que analizan diversos aspectos de las mismas. Destacan los trabajos del equipo de la Vrije Universi-

teit de Bruselas dirigido por De Temmerman¹¹. Estos trabajos se han centrado en diversos tipos de bóvedas desplegables, incluyendo en algunos casos elementos preflectados y recientemente han publicado interesantes investigaciones sobre estructuras biestables¹².

Otro grupo muy notable es de la Universidad Yaşar de Izmir en Turquía que ha desarrollado interesantes investigaciones con módulos formados con barras quebradas¹³. Recientemente han iniciado una notable línea de investigación aplicable a edificaciones de emergencia¹⁴.

En los últimos años se han publicado numerosos artículos sobre estas estructuras, cuyo análisis detallado excedería con mucho los límites de este artículo. Normalmente adolecen de analizar los aspectos geométricos de las mismas sin entrar en un aspecto esencial como es el de su capacidad resistente. Precisamente en este aspecto es donde la investigación realizada por nuestro equipo ha aportado las mayores novedades.

Nuestras investigaciones sobre estructuras desplegables se han desarrollado durante un período de unos 40 años en los que se han realizado diversos proyectos de investigación en dos fases diferentes. La primera se desarrolló entre 1986 y 2000 y se centró especialmente en cubiertas desplegables de grandes luces. Incluso una de las propuestas se llevó a la práctica con la construcción de la cubierta de la piscina de San Pablo en Sevilla. Tras un periodo en el que nuestras líneas de investigación se centraron en edificaciones históricas y patología y comprobación de estructuras, el tema de las estructuras desplegables se retomó en 2016 con un enfoque diferente, el de edificaciones de emergencia. En lo que sigue se expondrán los principales resultados de las investigaciones

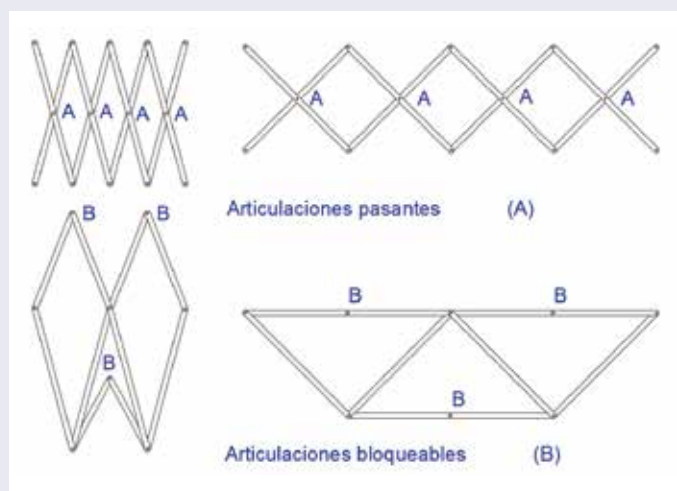


Figura 3. Tipos de estructuras desplegables.

realizadas en ambas fases, prescindiendo de algunos aspectos técnicos que se analizan ampliamente en la bibliografía y cuyo detalle exigiría una extensión superior a la disponible.

2. CONCEPTOS BÁSICOS DE LAS ESTRUCTURAS DESPLEGABLES ARQUITECTÓNICAS

Estas estructuras pueden dividirse en dos grandes grupos (Figura 3):

- Estructuras con articulaciones pasantes.
- Estructuras con articulaciones bloqueables.

Ambas tienen ventajas e inconvenientes, que harán que su uso sea más adecuado según las circunstancias. Las estructuras con articulaciones pasantes son más sencillas de desplegar, pero funcionan como un mecanismo en todas las fases del despliegue, por lo que es necesario calcular cuidadosamente esas situaciones intermedias. En realidad, para que funcionen como una estructura capaz de resistir esfuerzos, es necesario aplicar en la situación de completo despliegue unas coacciones exteriores suficientes. Además, las barras tienen importantes flectores, lo que exige en general mayores secciones. Este tipo de estructuras puede realizarse con barras rectas o curvas, con comportamientos y prestaciones muy diferentes¹⁵.

Por el contrario, las estructuras con articulaciones bloqueables se rigidizan al finalizar su despliegue y pueden funcionar como una malla espacial convencional, con flectores muy reducidos. Sin embargo, es necesario el diseño de nudos especiales capaces de transmitir compresión y flexión, que son complicados y caros. Además, en general no pueden plegarse

sin mecanismos especiales. Su principal utilidad es la construcción de estructuras que se trasladan en posición plegada y que se despliegan en su lugar de colocación, permaneciendo luego como estructuras fijas¹⁶.

En el desarrollo de nuestra línea de investigación se consideró especialmente importante poder conseguir estructuras capaces de poder abrirse y cerrarse muchas veces, por lo que las soluciones más adecuadas fueron casi todas en la línea de articulaciones pasantes. Recientemente hemos incorporado las articulaciones bloqueables con aportaciones que estimamos de interés y que esperamos desarrollar más ampliamente dentro de nuestro proyecto actual.

2. 1. Módulos de estructuras desplegables de barras rectas y nudos pasantes

Las estructuras desplegables están formadas por dos tipos de módulos: módulos de aspas formados por tres o cuatro aspas unidas por sus extremos o módulos de haces formados por un haz de tres o cuatro barras que se articulan en un punto interior alrededor de un pivote con tres o cuatro pernos (Figura 4). Estos módulos se basan en un prisma triangular para el módulo de aspas triangular, un antiprisma para un módulo de haces triangular o un prisma cuadrado para las rectangulares, sean de aspas o de haces. Los módulos pueden ser rectos (mallas planas), oblicuos (mallas poliédricas) o curvos (bóvedas cilíndricas o cúpulas)¹⁷.

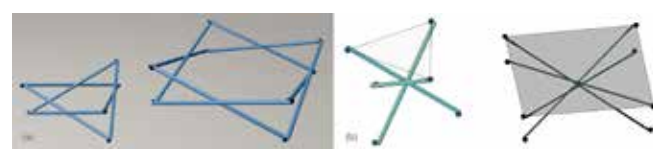


Figura 4. Tipos de módulos para estructuras desplegables: aspas (a), haces (b).

Tanto los módulos de aspas como los de haces pueden combinarse entre sí en forma tal que permitan la generación de diversos tipos de estructuras. Así podrán definirse sombrillas, cubiertas planas a dos o cuatro aguas, bóvedas cilíndricas o cúpulas. Cada una de ellas tiene problemas específicos y en muchos casos singularmente en las cúpulas, la propia definición de la estructura puede ser un problema de un alto grado de dificultad¹⁸. Algunos de los sistemas citados son de gran utilidad^{4, 5}.

2. 2. Módulos de estructuras desplegables de barras rectas y nudos bloqueables

Las estructuras de módulos de articulaciones bloqueables son mallas espaciales en las que algunas de las barras tienen

una articulación central que permite que la barra se doble y que la estructura total quede empaquetada en un haz. Son estructuras que presentan serias dificultades para conseguir articulaciones que puedan bloquearse de forma más o menos automática y que por ello han recibido poca atención.

El esquema básico es el mostrado en la figura 3b. Se trata de una cercha plana en la que las barras de los capas superior e inferior tienen una articulación central. Esto permite que la cercha pueda ser plegada. Al desplegarla completamente las barras con articulación central quedan completamente estiradas, definiendo la posición final de la cercha. Las barras traccionadas podrían resistir ese esfuerzo, pero las comprimidas tenderían a plegar la cercha, con lo que resultaría una estructura inestable. Por ello es de la mayor importancia conseguir una articulación que pueda ser bloqueada y por ello capaz de resistir compresiones.

2. 3. Sistemas de estructuras desplegables de arcos

Son estructuras formadas por conjunto de arcos que se despliegan sobre pasadores y articulaciones que pueden ser de eje horizontal, vertical o radial. Pueden usarse arcos simples o múltiples, como se verá posteriormente. Un ejemplo muy notable es el Auditorio de Jaén de Escrig y Sánchez (Figura 5).



Figura 5. Auditorio de Jaén.

2. 4. Nudos para estructuras desplegables

En cuanto a los nudos, son los elementos básicos del diseño de estas estructuras, por lo que suelen estar protegidos por patentes. En general se precisan dos tipos: Los nudos extremos y el nudo pasante de la articulación central. Ambos deben cumplir las siguientes condiciones:

- Resistir las fuerzas actuantes en los nudos y permitir la transmisión correcta de esfuerzos de unas barras a otras.
- Permitir el paso de la barra de la posición plegada a la desplegada a través de todas las posiciones intermedias, forzando la flexión de las barras cuando sea necesario (estructuras biestables).
- Minimizar el rozamiento para facilitar al máximo la maniobrabilidad.

Existen numerosas patentes de estos nudos y su estudio excedería los límites de este artículo. En la figura 6 pueden verse algunos ejemplos, como un nudo de aletas estándar, el nudo de Escrig para la cubierta de la piscina de San Pablo en Sevilla y un nudo recíproco que pueden dar una idea de las soluciones más adecuadas

2. 5. Condiciones cinemáticas de las estructuras desplegables

Otro problema importante, que plantean estas estructuras radica en la dificultad para definir la longitud adecuada de los tramos de barras para permitir la compatibilidad cinemática en las posiciones de plegado, desplegado y en todas las posiciones intermedias.



Figura 6. Tipos de nudos: Nudo de aletas, nudo de Escrig, nudo recíproco.

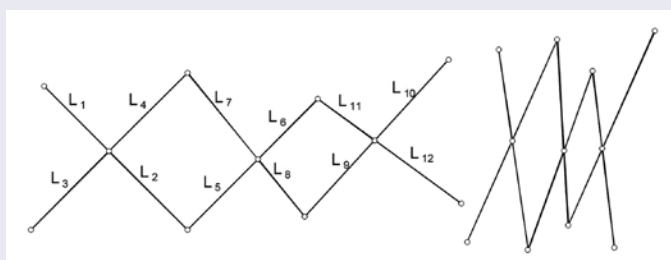


Figura 7. Condición de compatibilidad para estructuras desplegables.

La condición esencial es que la suma de las longitudes de los tramos de barra que forman cada uno de los cuadriláteros sea constante, para que la estructura se pueda plegar. Se expresaría así.

$$L_4 + L_2 = L_7 + L_5$$

$$L_6 + L_8 = L_{11} + L_9$$

Esta condición es muy sencilla de cumplir en una malla bidimensional como la de la figura 7, pero al usar módulos tridimensionales las complicaciones aumentan. Solo las mallas planas, bóvedas cilíndricas o cónicas tienen solución sencilla. En muchos casos sólo puede ser garantizada la compatibilidad geométrica en las posiciones de inicio y fin del despliegue, pero no así en posiciones intermedias. Ello obliga a que las soluciones posibles tengan que ser necesariamente aproximadas, lo que supone dificultades teóricas, pero no supone en la práctica un inconveniente serio, por cuanto que al tratarse de mecanismos móviles los nudos deben tener unas ciertas tolerancias, lo que permite absorber los posibles problemas de ajuste cuando las incompatibilidades son reducidas. Cuando son mayores, debe aplicarse una energía adicional durante el proceso de expansión con el fin de forzar la incompatibilidad. Muy a menudo esa energía es devuelta por la estructura, completando de esta manera su despliegue. Estas estructuras se denominan biestables y la solución a este problema supone notables dificultades¹⁹.

3. PRIMERA FASE: ESTRUCTURAS DESPLEGABLES DE GRANDES LUCES

En una primera fase nuestra investigación sobre estructuras desplegables se desarrolló entre 1986 y 2005 en estrecha colaboración con el equipo de la universidad de Sevilla dirigido entonces por Félix Escrig.

La actividad investigadora fue muy intensa y permitió un gran avance. En un primer momento se desarrolló un método de cálculo para este tipo de estructuras que tuviera en cuenta el efecto de los nudos pasantes y que pronto fue perfeccionado introduciendo los efectos no lineales y la excentricidad de las ac-

ciones en los nudos. Este método ha sido mejorado para incluir las últimas novedades como el efecto de los nudos recíprocos.

En este período se analizaron diversos tipos estructurales, como sombrillas, bóvedas o cúpulas utilizando módulos triangulares y cuadrados. A continuación, se exponen los resultados más relevantes.

3. 1. Propuesta para el Pabellón de Asturias en la EXPO'91 de Sevilla

Un ejemplo interesante es la propuesta de nuestro equipo en el concurso para el Pabellón de Asturias en la EXPO'92, en la que se proponía un conjunto de sombrillas con módulos de haces de 16x16x1,50 m, lo que supone una luz importante para sombrillas. La cubierta textil era autorrecogible por medio de una barra adosada al nudo central²⁰. La figura 8 muestra algunos aspectos de la propuesta.

En este caso concreto que proponía unas sombrillas formadas por módulos cuadrados curvos de haces con despliegue oblicuo de la cubierta, para lo que el nudo superior del módulo central se deslizaba sobre el mástil y el nudo inferior se fijaba a una ménsula del propio mástil. Este detalle es especialmente interesante porque impide el giro de la malla respecto del mástil, que es un problema recurrente en las sombrillas. Además, introducía una propuesta de cubierta textil autorrecogible que suponía una gran novedad. El proyecto recibió el primer accésit en el concurso.

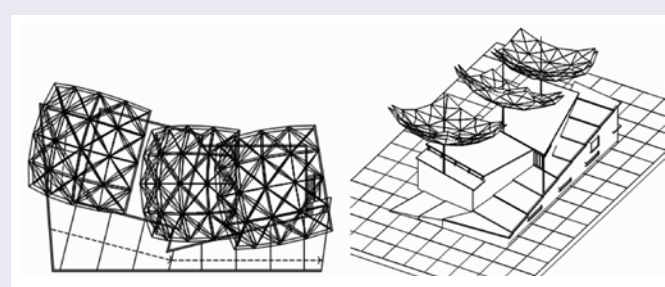


Figura 8. Propuesta de Pabellón de Asturias en la EXPO'92.

3 2. Propuesta para la cubierta del Bergiselstadion de Innsbruck

Esta propuesta se realizó para un concurso internacional de arquitectura convocado para diseñar una cubierta para un estadio de saltos de esquí. La condición básica es que pudiera ser abierta en verano y cerrada en invierno. Nuestra propuesta fue una cúpula de módulos triangulares de aspas de 120 m de luz, que se desplegaban sobre dos arcos fijos de acero que servían de guía (Figura 9). Esto permitió hacer un estudio muy completo de los efectos de despliegue, que suponían una situación de

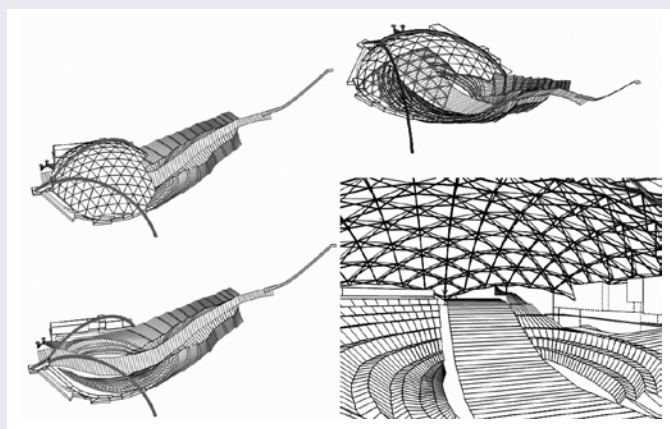


Figura 9. Propuesta de cubierta desplegable para el Bergiselstadion de Innsbruck.

biestabilidad muy compleja, que dio origen a diversas publicaciones²¹. Sin embargo, no conseguimos convencer al jurado.

3. 3. La cúpula de la piscina de San Pablo en Sevilla

La realización más notable fue la cubierta para la piscina olímpica de San Pablo en Sevilla formada por dos módulos desplegables de 30x30 m según proyecto de Escrig, Sánchez y Valcárcel²². Como consecuencia de ello la IASS nos concedió el Tsuboi Award del año 1995 en el apartado de la mejor ponencia (<https://iass-structures.org/Tsuboi-Award-Recipients>).

Dadas las dimensiones de la cubierta hubo que hacer un diseño especialmente cuidadoso. Se tuvieron en cuenta los efectos de la excentricidad de los nudos, la disposición de barras de arriostramiento, el apoyo de los bordes y el sistema de despliegue. La realidad de la ejecución permitió hacer valiosas consideraciones sobre la precisión de los cálculos y los problemas de despliegue, los ajustes de la geometría

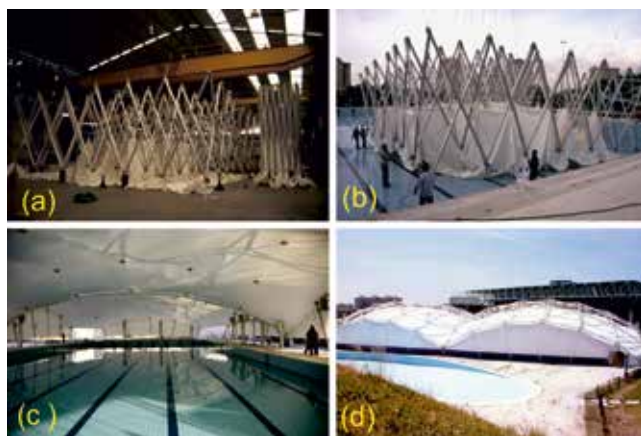


Figura 10. Cubierta para la piscina de San Pablo en Sevilla.

y la fijación de la estructura a los apoyos. En la figura 10 se muestran los módulos en taller, el proceso de despliegue y las vistas interior y exterior de la cubierta terminada.

3. 4. Sistemas de cubiertas con chapas plegables

Una línea de investigación muy interesante desarrollada en esta fase fueron las cubiertas formadas por chapas que se pliegan conjuntamente con la malla desplegable. Esto exige en todos los casos una estructura de aspas auxiliar que se coloca por encima de la auténtica malla desplegable y que carece de función resistente. En la figura 11 se puede observar el proceso y dos ejemplos con módulos triangulares y cuadrados²³. Es importante destacar que en el proceso de plegado cada una de las chapas rígidas va encajando sobre las anteriores, permitiendo un conjunto sumamente compacto. Es un sistema muy interesante, pero que no hemos seguido desarrollando por su alto coste.

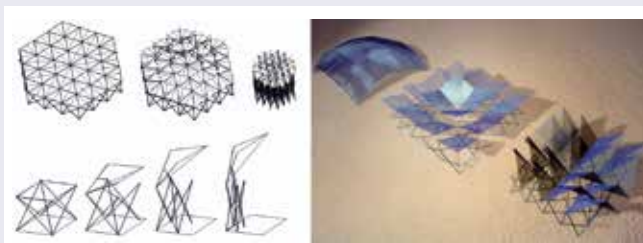


Figura 11. Sistemas de cubiertas desplegables con chapas rígidas.

4. SEGUNDA FASE: PROYECTOS CODEMOSCH Y SASRE

En esta fase estaba dirigida a edificaciones de emergencia y catástrofe humanitaria y se desarrolló en dos líneas: edificaciones modulares para el alojamiento de los afectados²⁴ y edificaciones desplegables para usos comunes, como dispensarios, comedores, centros de reunión, etc. Son estructuras de luces medias, por lo que la investigación se centró en el diseño de prototipos lo más sencillos y económicos posibles, puesto que sus exigencias estructurales son claramente inferiores a las estructuras de grandes luces de la primera fase. Ha sido una investigación muy amplia, por lo que solo se hará un resumen de los principales resultados de la misma.

4. 1. Estructuras desplegables de barras rectas con nudos recíprocos

La principal aportación de esta segunda fase radica en el uso sistemático de nudos recíprocos. A diferencia de los sistemas tradicionales de aspas basados en barras de triple articulación

(central y en extremos), la innovación reside en un nudo extremo que permite el apoyo mutuo de las barras, optimizando notablemente su comportamiento estructural.

Geométricamente, esta solución acopla tres barras para mallas triangulares o cuatro para ortogonales, las cuales pivotan sobre ejes horizontales solidarios a un núcleo prismático o cilíndrico, ya sea macizo o hueco, apoyándose cada una en la adyacente (Figura 6c).

Esta configuración disminuye las deformaciones bajo carga, permitiendo optimizar el dimensionamiento de las barras. Su eficacia y versatilidad estructural ha permitido desarrollar una patente aplicable a diversas tipologías transformables. La viabilidad del nudo fue validada mediante un riguroso programa experimental con ensayos de flexión a rotura y análisis de desplazamiento con cargas crecientes hasta rotura²⁶. Paralelamente, se reformularon los modelos matemáticos y métodos analíticos de cálculo para introducir las condiciones de apoyos recíprocos.

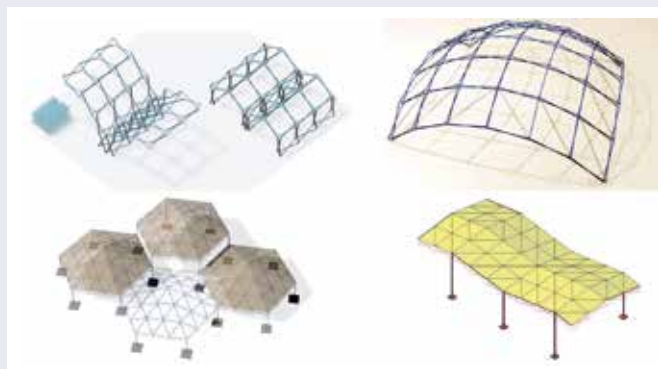


Figura 12. Modelos de estructuras desplegables con nudos recíprocos.

El sistema de nudos recíprocos se ha implementado con éxito en diversas estructuras desplegables (figura 12)²⁷. Se constató su eficacia tanto en estructuras de módulos de haces (inédi-



Figura 14. Malla con articulaciones bloqueables con las fases de despliegue: de izquierda a derecha, posición plegada, despliegue parcial y completamente desplegada.

tas desde las aportaciones pioneras de Pérez Piñero), como en mallas de aspas con módulos con módulos planos, curvos y oblicuos, ampliando significativamente el repertorio de geometrías arquitectónicas desplegables²⁸. En la figura 13 se muestran algunos de estos módulos construidos y ensayados.

4. 2. Estructuras desplegables de barras rectas con articulaciones bloqueables

En esta fase se retomó una solución con articulaciones bloqueables, propuesta en 1999 por nuestro equipo²⁹. La principal novedad fue el diseño de nudos autobloqueantes, que permiten solucionar el problema de la compresión y el pandeo. Esto permite diseñar mallas espaciales desplegables cuyas barras trabajan básicamente a esfuerzos axiales evitando los momentos flectores característicos de las articulaciones pasantes. Con ello se consigue reducir las secciones y por ello el peso y coste de la estructura.

Estas estructuras pueden ser transportadas en un paquete compacto a su ubicación y en ella pueden desplegarse en el suelo izarse y fijarse en su posición definitiva. Este tipo de estructuras es muy resistente por lo que es una buena solución para acoger grandes grupos. Como se ve en la figura 14 se ha construido un modelo con 6 módulos que ha sido ensayado con excelentes resultados, lo que ha permitido patentarlo³⁰

Para la construcción de los modelos de este tipo de estructuras se estudió la posibilidad de diseñar un tipo de uniones



Figura 13. Algunos de los modelos ensayados: cubierta a dos aguas, bóveda con embocaduras cónicas, cúpula.

que hasta el momento habían recibido muy escasa atención. En general la unión entre la barra y el nudo se solía resolver con una aleta, soldada o atornillada a la barra. Esto supone una complicación de constructiva y un importante aumento del coste. Para ello se diseñó una prensa capaz de aplastar los tubos utilizados para la construcción del modelo aplicando un confinamiento lateral, lo que permitió conseguir uniones muy simples, económicas y con un alto grado de efectividad³¹. Este es uno de los resultados más notables de la investigación realizada.

4. 3. Estructuras desplegables de barras curvas

Las estructuras desplegables de arcos han sido utilizadas en diversas construcciones como la cubierta del Auditorio de Jaén. La principal novedad introducida fue un sistema de arcos cruzados múltiples que permitió el diseño de varios tipos de cúpulas desplegables. Se hicieron diversas propuestas con articulaciones verticales y radiales y se construyó un modelo a escala 1:2 de una cúpula con articulaciones verticales que se muestra en la figura 15 plegado, a mitad de despliegue y desplegado. El modelo se ensayó en un banco de ensayos de diseño propio constatando una alta eficacia estructural. Los resultados se publicaron en un artículo que fue premiado con el Tsuboi Award del año 2019, al mejor artículo publicado ese año³² (<https://iass-structures.org/Tsuboi-Award-Recipients>).

El mismo sistema de arcos múltiples se aplicó al diseño de bóvedas desplegables. El principal problema es que el conjunto plegado es adecuado para una instalación fija, como el Auditorio de Jaén, pero ocupa demasiado para su transporte. En este caso se introdujo una importante novedad, como fue una articulación en clave que permite un plegado compacto. Es de gran importancia en edificaciones de emergencia, puesto que permite su traslado sin necesidad

de emplear medios pesados. Además, la cubierta textil se pliega con las barras ocupando el hueco central de la posición plegada (Figura 16)³³.

4. 2. Estructuras desplegables de barras rectas con apoyos múltiples

Con un esquema parecido, se han diseñado estructuras desplegables similares a las yurtas, pero totalmente plegables, que pueden agruparse en recintos amplios. La cubierta está formada por barras rectas con apoyos múltiples, lo que le proporciona una gran solidez. En la figura 17 se observan los dos modelos de yurtas construidos y una posible agrupación de los mismos³⁴.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El principal resultado de la investigación desarrollada fue demostrar la viabilidad y eficacia estructural de las estructuras desplegables, puesto que el objetivo de toda investigación arquitectónica debe ser llevarla a la práctica edificada.

Para ello se ha seguido una metodología específicamente adaptada a las estructuras desplegables, atendiendo a los dos condicionantes básicos: la compatibilidad cinemática y la capacidad resistente en las condiciones de uso.

Como se ha señalado, la compatibilidad cinemática es esencial para el diseño de estas estructuras. Las dimensiones de los módulos tienen que ser capaces de permitir el plegado compacto del paquete de barras y el proceso completo de despliegue hasta llegar a su posición final. Igualmente es necesario predecir y acotar las condiciones de biestabilidad en el caso de que el despliegue pase por posiciones incompatibles. Es un aspecto especialmente complejo para el diseño de este tipo de estructuras.

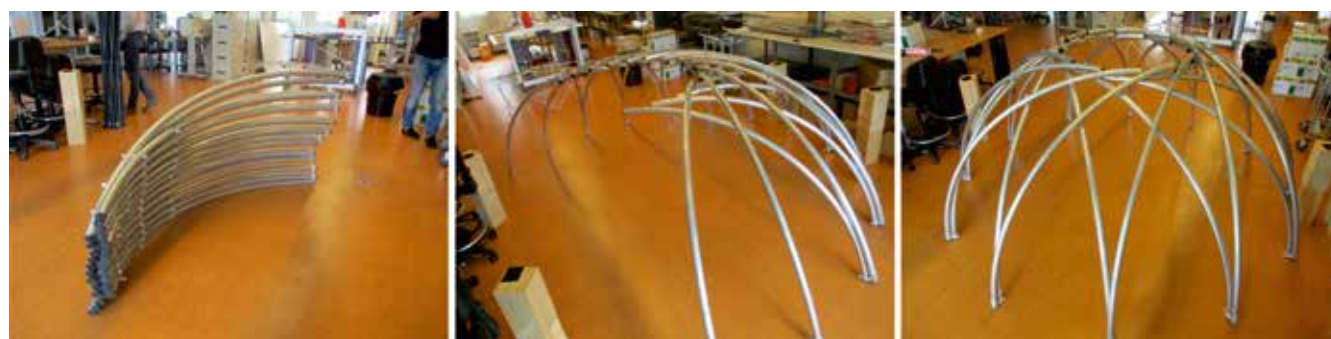


Figura 15. Cúpula desplegable de arcos recíprocos.

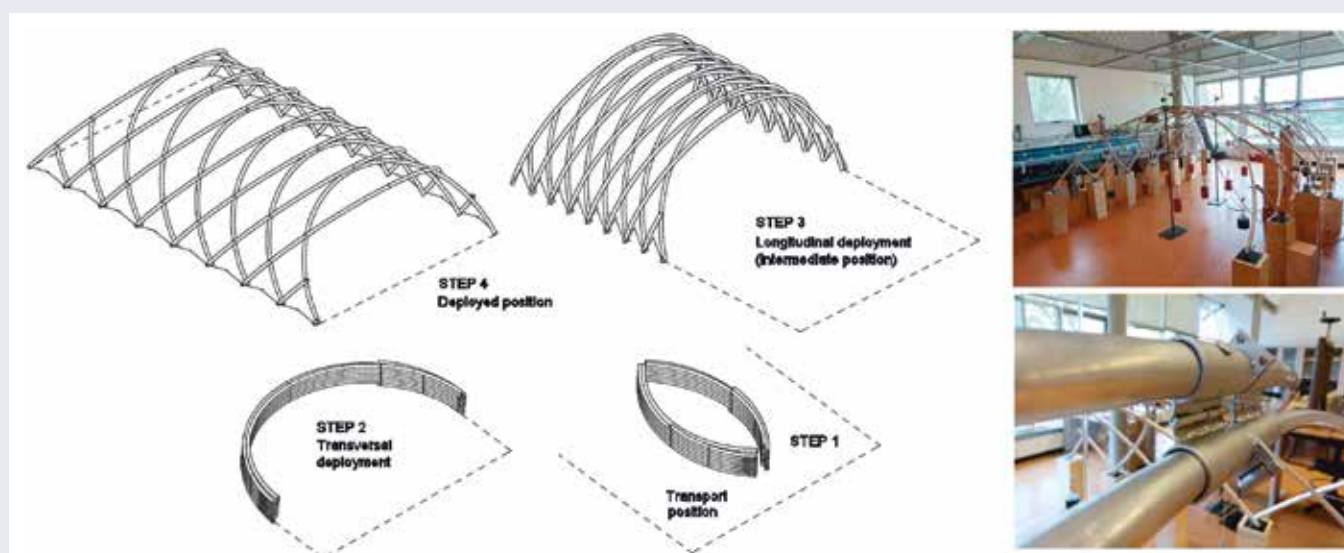


Figura 16. Bóvedas de arcos múltiples con articulación en clave.

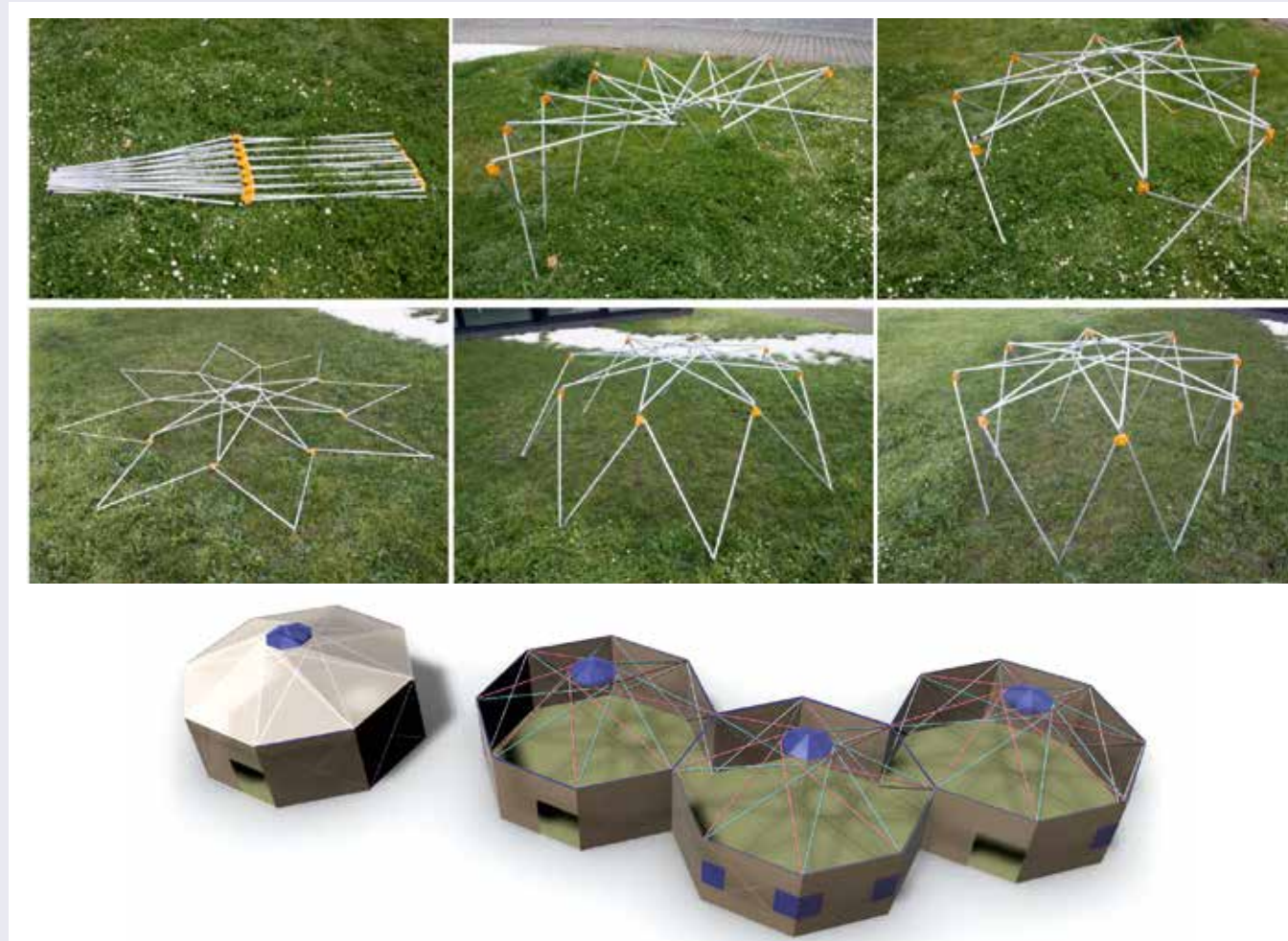


Figura 17. Modelos de yurtas desplegables de barras con apoyos múltiples.

Para ello se ha recurrido a la construcción y ensayo de diversos modelos a escala. En primer lugar, se analizaron las condiciones cinemáticas por medio de aplicaciones informáticas desarrolladas por nuestro equipo. Posteriormente se realizaron modelos simples utilizando barras de metacrilato cortadas en el FabLab de la ETSA de A Coruña y nudos y otros elementos auxiliares contruidos con impresora 3D. Estos modelos simples son de gran utilidad para detectar cualquier problema de compatibilidad cinemática con muy escaso coste y por tanto dar una seguridad importante antes de abordar los ensayos con modelos de mayor tamaño. Estos modelos se han realizado sistemáticamente con tubos de aluminio y los nudos se han encargado a un taller especializado.

El segundo condicionante es la capacidad resistente de la estructura. Para poder comprobarla se han ensayado estos modelos utilizando el banco de pruebas instalado en nuestro laboratorio. Estos modelos se han sometido a diversos ensayos en los que básicamente se han analizado las respuestas ante cargas gravitatorias y ante la acción de viento. Los resultados se compararon con los previstos en los modelos teóricos, comprobando que en general hubo un excelente acuerdo. Estos resultados han sido publicados en diversos artículos que se incluyen en las referencias.

6. CONCLUSIONES

Las estructuras desplegables son una excelente solución a las dos situaciones que hemos señalado. Por una parte, recintos transformables en los que por algún motivo interese que puedan ser abiertos o cerrados en función de las necesidades de uso. Un ejemplo puede ser la cubierta de la piscina de San Pablo, prevista para un uso estacional. Por otra parte, las edificaciones de emergencia en las que es necesaria una respuesta rápida que incluya un fácil transporte al lugar de la emergencia y una respuesta inmediata. Una estructura desplegable podría ser transportada en un vehículo ligero y desplegada en un intervalo de tiempo muy reducido, permitiendo su uso para recintos comunitarios imprescindibles en estas situaciones.

La investigación desarrollada ha permitido analizar un importante número de tipos estructurales, como mallas planas, bóvedas cilíndricas, estructuras de módulos oblicuos que permiten diseñar mallas poliédricas o en paraboloides hiperbólicos, mallas desplegables con articulaciones bloqueables o estructuras de articulaciones múltiples formadas tanto por barras curvas como por barras rectas. Aunque los usos previstos son muy diferentes, las investigaciones desarrolladas han permitido aportar novedades muy significativas en el estudio de

este tipo de estructuras. En la primera fase, centrada en estructuras de grandes luces se desarrollaron los programas de cálculo, que fueron esenciales para comprobar la validez de las estructuras que se diseñaban. También hubo novedades muy significativas, como los diseños de estructuras curvas, las cúpulas trianguladas, las cubiertas textiles autorrecogibles o las cubiertas de chapas rígidas plegables. La construcción de la cubierta de la piscina de San Pablo, ya citada, permitió comprobar y eficacia de este tipo de soluciones.

En la segunda fase las aportaciones más notables son el uso de nudos recíprocos y la unión de las barras al nudo por aplastamiento del extremo de la barra con confinamiento lateral. Los nudos recíprocos han permitido reducir en forma considerable los desplazamientos de los nudos bajo carga, que es uno de los principales problemas de las estructuras desplegables. Se han realizado ensayos de todo tipo de estructuras y en todos los casos se ha reducido los desplazamientos de los nudos y los esfuerzos sobre las barras. Por otra parte, la unión al nudo con el sistema de aplastamiento del extremo de la barra permite el diseño de estructuras mucho más económicas, lo cual es de especial importancia cuando se trata de diseñar edificaciones de emergencia. También debemos destacar las innovaciones en estructuras de arcos y los recintos de tipo yurtas. En nuestro proyecto actual (SASRE) se pretende desarrollar soluciones nuevas más eficaces y construir un prototipo a escala real, para lo que se están realizando y ensayando los modelos necesarios.

7. AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte del proyecto de investigación «Soluciones Arquitectónicas Sostenibles para la Respuesta ante Emergencias (SASRE)», financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades del Reino de España con el número de referencia PID2024-158707OB-I00.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ishii, K. (2000). *Structural Design of Retractable Roof Structures*. WIT Press. Southampton.
2. Pérez Piñero, E. 1961. *Estructura reticular estérea plegable*. Spanish Patent 266801. Pérez Piñero, E. (1968) Estructures reticulées. *L'Architecture d'Aujourd'hui*. Vol. 141. pp. 76-81.
3. Pérez Belda, E; Pérez Almagro, C. (2016). The deployable architecture commemorates the 25 years of peace. 50 th Anniversary of Emilio Pérez Piñero's Pavilion. *EGA* Núm. 28. <http://dx.doi.org/10.4995/ega.20166307>
4. Escrig, F. (1984). Estructuras Espaciales de barras desplegadas. Informes de la Construcción. Madrid. IET. Vol. 36. Núm. 365. pp. 35-46. Escrig, F. (1985) Expandable space structures. *Space Structures International Journal*. Vol. 1. Núm. 2. pp 79-91.
5. Sánchez-Cuenca, Luis. 1996. Geometric models for expandable structures. In *International Conference on Mobile and Rapidly Assembled Structures MARAS'96*. Sevilla, pp 93-102.
6. García-Mora, Carlos José; Sánchez-Sánchez, José (2021). Limitations in the design of deployable structures with straight scissors using identical elements. *International Journal of Solids and Structures*. Volumes 230-231, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2021.111171>
7. Gantes, C.; Connor, J.J.; Logcher, R.D. 1991. Combining Numerical Analysis and Engineering Judgement to Design Deployable Structures. *Computers & Structures*. Vol. 40. N1 2, pp.431-440. Gantes C. *Deployable structures: analysis and design*. Boston: WIT Press; 2001.
8. Yenal Akgün, Charis J. Gantes, Werner Sobek, Koray Korkmaz, Konstantinos Kalochairetis. A novel adaptive spatial scissor-hinge structural mechanism for convertible roofs. *Engineering Structures* 33 (2011) 1365-1376.
9. C. H. Hernández, New Ideas on Deployable Structures in *Mobile and Rapidly Assembling Structures II*. Proceeding of the 2nd MARAS 1996, Seville, Spain, June 17-20, 1996, Escrig & Brebbia, Ed. Computational Mechanics Publications, Southampton, 1996, pp. 63-72. C. Hernández and W. Zalewski, Pabellón Itinerante de Exposiciones TaraTara, Estado de Falcón, Venezuela, 2005 (based on the ESTRAN 1 Prototype developed by Hernández Merchán and Zalewski, 1987-2000. IDEC - FAU - UCV.
10. Hoberman, C. (1992). The Art & Science of Folding Structures. *Sites Architecture*. Hoberman, C. (1992) Projects 45: Chuck Hoberman: the Museum of Modern Art, New York, February 24-April 12, 1994. https://assets.moma.org/documents/moma_catalogue_3080_300063110.pdf
11. De Temmerman, N. (2007). *Design and analysis of deployable bar structures for mobile architectural applications*. [Ph. D. Thesis]. Brussels: Vrije Universiteit Brussels. Roovers, K.; De Temmerman, N. Deployable scissor grids consisting of translational units. *International Journal of Solids Structures*, Vol. 121, 2017, pp. 45-61. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2017.05.015>. Lara Alegria Mira, Ashley P. Thrall, Niels De Temmerman (2014). Deployable scissor arch for transitional shelters. *Automation in Construction*. Volume 43, July 2014, Pages 123-131. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2014.03.014>.
12. Arnouts, Liesbeth; Massart, J.; De Temmerman, Niels; Berke, Péter. 2018. "Computational modelling of the transformation of bistable scissor structures with geometrical imperfections". *Engineering Structures*. Volume 177, Pages 409-420. <http://dx.doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.08.108>.
13. Maden, F. (2015). *Novel design methodologies for transformable doubly-ruled surface structures*. [Ph. D. Thesis]. Izmir Institute of Technology. Çetin Sülalp, Feray Maden (2024) Optimization Method for the Deployment Route of Generalized Scissor Linkages. *Journal Architectural Engineering*, 2024, 30(4): 04024036 <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/JAEIED.AEENG-1775>.
14. Feray Maden, Özgür Kilit, & İrem Yetkin. (2025). FoldEX: a rapidly deployable rigid-foldable structure for disaster relief sheltering, *Architectural Engineering and Design Management*, <https://doi.org/10.1080/17452007.2025.2597982>
15. Escrig, F. (1985). Expandable space structures. *Space Structures International Journal*. Vol. 1. Núm. 2. pp 79-91. <https://doi.org/10.1177/026635118500100203>
16. Pérez-Valcárcel, J.; Muñoz-Vidal, M.; López César, I.; Suárez Riestra, F.; Freire Tellado, M. (2021). Deployable space grids with lockable joints. *International Journal of Space Structures*. 1-14. <https://doi.org/10.1177/09560599211002480>.
17. Escrig, F.; P. Valcárcel, J. (1993). Geometry of Expandable Space Structures. *International Journal of Space Structures*, Vol. 8, n 1-2. 1993. pp 71-84.
18. Escrig, F.; Pérez-Valcárcel, J. (1987). *Curved Expandable Space Grids*. In *International Conference on the Design and Construction of Non-Conventional Structures*. Non-Conventional Structures '87. Institution of Structural Engineers and IASS. London 1987. Vol 2, pp 157-166.
19. Arnouts, Liesbeth; Massart, J.; De Temmerman, Niels; Berke, Péter. (2018). Computational modelling of the transformation of bistable scissor structures with geometrical imperfections. *Engineering Structures*. Volume 177. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.08.108>. Freire-Tellado, M.; Muñoz-Vidal, M.; Pérez-Valcárcel, J. (2022). Modified Bistable Modules for Bias Deployable Structures. *Structures* 36(134):111-125. February 2022. <https://doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2021.12.011>.
20. Pérez-Valcárcel, J.; Escrig, F. *Expandable Space Structures with Self-folding Textile*. Cover. In *Mobile and Rapidly Assembled Structures MARAS'91*. Southampton. 1991.
21. P. Valcárcel, J.; Escrig, F.; Estévez, J.; Martín, E. Large Span Expandable Domes. Int. Conference on Large Span Structures. Toronto. 1992. Vol 2. pp 619-630. https://www.researchgate.net/publication/325036131_1992-Large_Span_Expandable_Domes
22. Escrig, F.; P. Valcárcel, J. (1996). Deployable Cover on a Swimming Pool in Seville. *Bulletin of the International Association for Shell and Spatial Structures*. Vol 37. Nº 120, pp 39-70.
23. P. Valcárcel, J.; Escrig, F.; Martín, E. (1993). *Expandable Domes with Incorporated Roofing Elements*. In 4th International Conference on Space Structures. Surrey. 804-812. https://www.researchgate.net/publication/325036319_1993-Expandable_Domes_with_Incorporated_Roofing_Elements
24. Pérez-Valcárcel, J.; Muñoz-Vidal, M.; López-César, I.; Muñoz Gómez, S.; Suárez-Riestra, F.; Freire-Tellado, M.; Aragón Fitera, J.; Mosquera-Rey, E. (2025). Deployable temporary housing for emergencies, *Journal of Architecture*, 29:7-8, 1157-1184. <https://doi.org/10.1080/13602365.2025.2485103>
25. Pérez-Valcárcel, J.; Suárez-Riestra, F.; Muñoz-Vidal, M.; López-César, I.; Freire-Tellado, M. (2020). A new reciprocal linkage for expandable emergency structures. *Structures*. Volume 28, December 2020, 2023-2033. <https://doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2020.10.008>
26. Pérez-Valcárcel, J.; Muñoz-Vidal, M.; Suárez-Riestra, F.; López-César, I.; Freire Tellado, M. (2021). A new system of deployable structures with reciprocal linkages for emergency buildings. *Journal of Building Engineering*, 33. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101609>
27. Pérez-Valcárcel, J.; Muñoz-Vidal, M.; López César, I.; Suárez Riestra, F.; Freire Tellado, M. (2021). Deployable bundle modulus structures with reciprocal linkages for emergency buildings. *Engineering Structures*. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112803>. Pérez-Valcárcel, J.; Suárez Riestra, F.; Muñoz-Vidal, M.; López César, I.; Freire Tellado, M. (2020). Deployable cylindrical vaults with reciprocal linkages for emergency buildings. *Structures*.

- <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.06.094>. Pérez-Valcárcel, J.; Muñoz-Vidal, M.; López-César, I.R.; Freire-Tellado, M.J.; Suárez-Riestra, F. Analysis of Deployable Cylindrical Space Bar Structures of Reciprocal Linkages with Frustoconical Ends. *Designs* 2024, 8, 46. <https://doi.org/10.3390/designs8030046>
28. Pérez-Valcárcel, J.; Muñoz-Vidal, M.; Freire Tellado, M.; López-César, I.; Suárez-Riestra, F. (2020). Expandable covers of skew modules for emergency buildings. *International Journal of Innovation Engineering and Science Research*. Volume 4 Issue 5. 38-52.
 29. Pérez-Valcárcel, J.; Escrig, F.; Domínguez, E.; Lamas, V. (1999). Expandable Structures with Self-folding Stiffeners. "Int Conference on Shells and Spatial Structures: From recent past to the next millenium IASS". Madrid. 1999. Vol 2. pp D21, D30.
 30. Pérez-Valcárcel, J.; Muñoz-Vidal, M.; López-César, I.; Suárez-Riestra, F. (2018). Nudo autobloqueable para estructuras desplegables. Patente española ES2653648. <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=ES211898425&redirectedID=true>
 31. J. Pérez-Valcárcel, I. López-César, M. Muñoz-Vidal, M. J. Freire-Tellado, F. Suárez-Riestra. (2023). Deployable tubular bar structures with laterally confined flattened ends. *Structures* 55. 112-122. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2023.06.045>
 32. Muñoz-Vidal, M.; López-César, I.; Pérez-Valcárcel, J.; Suárez-Riestra, F. (2019). A new approach to expandable structures: crossed expandable frames (X-frames), *Journal of the International Association for Shell and Spatial Structures*, Vol. 60, nº 4, pp.292-303. <https://doi.org/10.20898/j.ias.2019.202.034>
 33. López-César, I.; Muñoz-Vidal, M.; Pérez-Valcárcel, J.; Freire-Tellado, M.; Suárez-Riestra, F. (2024). Deployable cylindrical vaults using dual-folding multiple crossed arches for emergency buildings. *Structures*. 70 107871. pp 1-12 <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2024.107871>
 34. Pérez-Valcárcel, J.; López César, I.; Muñoz-Vidal, M.; Suárez Riestra, F.; Freire Tellado, M. (2021). A new type of Reciprocal Structures: Deployable yurts for Emergency Situations. *Advances in Architecture and Civil Engineering*, 2(1), 1-15: <https://doi.org/10.31579/jaace.2021/002>.

NARRATIVA ORGANIZATIVA COMO HERRAMIENTA DE SENSEMAKING EN FISIOTERAPIA PÚBLICA: EXPERIENCIA PILOTO CON EL PROYECTO PERSEO

Tirso Docampo Ferreira^{1, 2}, Goretti Aranburu Guenaga³

¹ Servicio de Fisioterapia. Complejo Hospitalario Universitario de Vigo (CHUVI). Sergas. Vigo. España.

² Grupo de Investigación INVESTIC, Instituto de Investigación Sanitaria Galicia Sur (IIS Galicia Sur). SERGAS-UVIGO.

³ Profesional de Fisioterapia independiente. País Vasco. España.

RESUMEN

La fisioterapia pública española presenta una fragmentación organizativa estructural que dificulta su madurez institucional. Este trabajo presenta los resultados de un estudio piloto exploratorio realizado con 21 fisioterapeutas gestores del sistema sanitario público, en el que se evaluó la utilidad de tres cómics narrativo-organizativos –desarrollados en el marco del Proyecto PERSEO– como herramienta de sensemaking y diagnóstico compartido. Los resultados muestran una valoración muy positiva del formato (media global 4,5/5), una distribución heterogénea de los participantes a lo largo de las fases de la rueda de transformación organizativa, y un interés prácticamente unánime (95%) en continuar la serie. Los hallazgos confirman la existencia de una fragmentación narrativa real en el colectivo y sugieren que el formato cómic puede actuar como catalizador de lenguaje compartido en entornos de alta variabilidad organizativa.

Palabras clave: fisioterapia pública, narrativa organizativa, sensemaking, gestión sanitaria, madurez organizativa, liderazgo clínico.

1. INTRODUCCIÓN

La fisioterapia pública española se encuentra en un momento de transición compleja. La actualización del Estatuto Marco 2026, la agenda de la OMS en materia de Rehabilitación 2030 y la creciente evidencia sobre el valor de los Allied Health Professionals (AHP) en los sistemas sanitarios europeos, configuran un horizonte de oportunidad que contrasta con una realidad interna caracterizada por la fragmentación organizativa, la invisibilidad del valor y la dependencia del voluntarismo individual.



En este contexto, uno de los retos más relevantes no es técnico sino narrativo: los fisioterapeutas gestores del sistema público carecen, en muchos casos, de un lenguaje compartido que les permita leer el sistema en el que trabajan, ubicarse en él y actuar estratégicamente. Cada profesional interpreta su realidad desde su propio marco, su propia experiencia y su propio vocabulario. El resultado es un colectivo fragmentado, con niveles muy distintos de madurez gestora, sin referentes comunes y con una capacidad limitada para coordinarse y aprender colectivamente.

Karl Weick, en su teoría del sensemaking organizativo, describe este fenómeno con precisión: cuando no existe una narrativa compartida, la organización queda atrapada en la urgencia, en la reacción y en el corto plazo.

La narrativa no es un adorno; es la unidad mínima de comprensión humana y el requisito previo para cualquier proceso de coordinación y cambio sostenible.

El Proyecto PERSEO (Proyecto Estratégico de Formación de Fisioterapeutas Gestores Públicos) nace precisamente de esta necesidad. Desarrollado en el marco del Instituto de Investigación Sanitaria Galicia Sur, en colaboración con ACIS y el Servizo Galego de Saúde, PERSEO propone un modelo de madurez organizativa específico para la fisioterapia pública española, articulado, entre otras, en torno a siete dimensiones clave y una rueda de transformación de doce fases, inspirada en la estructura del viaje del héroe de Joseph Campbell e integrada con el modelo de cambio de Kurt Lewin.

Como primer paso para generar lenguaje compartido, el equipo PERSEO desarrolló una trilogía de cómics narrativo-organizativos. Este artículo presenta los resultados del estudio piloto exploratorio realizado para evaluar su utilidad.

2. EL FORMATO CÓMIC COMO HERRAMIENTA DE SENSEMAKING ORGANIZATIVO

La utilización de narrativa visual en contextos formativos y organizativos tiene una base teórica sólida. La investigación en psicología cognitiva muestra que las personas procesamos información a través de historias, no de datos abstractos. Las narrativas activan mecanismos de identificación, memoria y transferencia que los formatos expositivos convencionales no consiguen con la misma eficacia.

En el ámbito sanitario, el uso de narrativa como herramienta de aprendizaje organizativo ha sido explorado principalmente

en el campo del liderazgo y la seguridad clínica. Sin embargo, su aplicación específica a la gestión de servicios de fisioterapia pública es prácticamente inexistente en la literatura, lo que convierte esta experiencia en una aportación original.

Los tres cómics del Proyecto PERSEO adoptan un enfoque diferenciado. El primero, PERSEO, aborda la identidad profesional y el diagnóstico de las barreras organizativas que frenan el desarrollo de la fisioterapia pública, utilizando el mito clásico de Perseo y Medusa como estructura narrativa. El segundo, HIPATIA, se centra en la navegación estratégica, la medición del valor y las herramientas de gestión, tomando como protagonista a la filósofa y matemática Hipatia de Alejandría. El tercero, CAMILLE CLAUDEL, aborda la institucionalización, la madurez organizativa y el legado, tomando como protagonista a la escultora Camille Claudel como metáfora del esfuerzo invisible y el coste humano del cambio no sostenido. Los tres están disponibles gratuitamente en la web del proyecto.

3. METODOLOGÍA

3. 1. Diseño

Estudio piloto exploratorio de tipo descriptivo con metodología mixta, combinando ítems cuantitativos tipo Likert y preguntas abiertas de respuesta libre.

3. 2. Participantes

Se invitó a participar a fisioterapeutas del sistema sanitario público a través de grupos de WhatsApp y Telegram de fisioterapeutas gestores en marzo de 2026. La muestra final fue de 21 participantes de distintos niveles asistenciales (hospital, atención primaria y perfiles mixtos) y diferentes comunidades autónomas.

El 71% (n=15) ejercía funciones de gestión en el momento del estudio, con perfiles que incluían coordinadores de unidad, supervisores de área, responsables de servicio y fisioterapeutas con funciones gestoras sin nombramiento oficial. La experiencia en gestión osciló entre 2 meses y 17,5 años. El 29% restante (n=6) eran fisioterapeutas sin rol gestor formal.

3. 3. Instrumento

El cuestionario evaluó seis dimensiones mediante ítems Likert de cinco puntos: identidad y marco de la fisioterapia (P4), aplicabilidad de conceptos en contexto real (P5), importancia del Estatuto Marco 2026 (P6), concepto de buenas prácticas (P7), necesidad de indicadores profesionales (P8) y motivación con la rueda de transformación (P9). Adicionalmente, cuatro

ítems evaluaron utilidad del modelo, pistas para la acción, mitigación del burnout y uso del storytelling como herramienta formativa (P11-P14). Se recogió también la fase de la rueda con la que cada participante se identificaba y el interés en recibir el tercer cómic.

3. 4. Análisis

Se realizó análisis descriptivo de las puntuaciones Likert (media y desviación típica) y análisis de frecuencias para variables categóricas. Las respuestas abiertas se analizaron mediante categorización temática inductiva.

4. RESULTADOS

4. 1. Valoración de los cómics

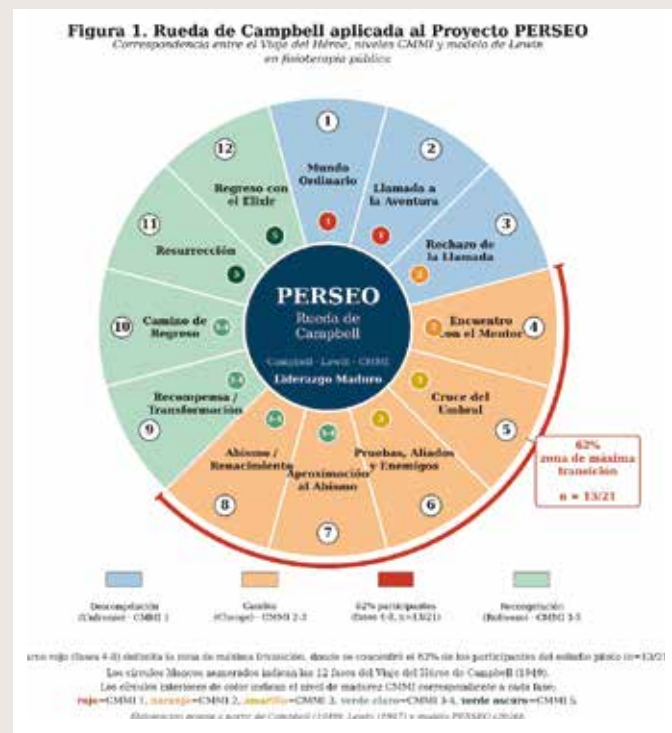
Las puntuaciones medias para las seis dimensiones evaluadas oscilaron entre 4,1 y 4,6 sobre 5, con una puntuación media global de 4,5 (Tabla 1). La dimensión mejor valorada fue la motivación con la rueda de transformación (media=4,6). La dimensión con puntuación más baja fue la aplicabilidad en contexto real (media=4,1), resultado que, siendo alto en términos absolutos, señala un margen de mejora en la transferencia práctica del modelo.

Los cuatro ítems sobre utilidad obtuvieron puntuaciones igualmente altas: utilidad del modelo (4,8), pistas para la acción (4,9), mitigación del burnout (4,7) y storytelling como herramienta formativa (4,6). El interés en el tercer cómic fue prácticamente unánime: el 95% respondió afirmativamente.

4. 2. Distribución en la rueda de transformación (Campbell)

La correspondencia entre las fases del Viaje del Héroe de Campbell y los niveles de madurez CMMI no pretende establecer una equivalencia técnica estricta, sino ofrecer un marco integrador que equilibre dos planos complementarios del cambio organizativo: el emocional y el estructural.

TABLA 1 Puntuaciones medias por dimensión (escala 1-5)		
Dimensión	Media	DS
Identidad y marco de la fisioterapia (P4)	4.52	0.75
Aplicabilidad en contexto real (P5)	4.14	0.79
Importancia Estatuto Marco 2026 (P6)	4.52	0.60
Concepto de Buenas Prácticas (P7)	4.29	0.78
Necesidad de indicadores (P8)	4.43	0.68
Motivación con la Rueda (P9)	4.57	0.68



La correspondencia entre las fases del Viaje del Héroe de Campbell y los niveles de madurez CMMI no pretende establecer una equivalencia técnica estricta, sino ofrecer un marco integrador que equilibre dos planos complementarios del cambio organizativo: el emocional y el estructural.

Mientras CMMI describe la evolución de la capacidad organizativa desde una perspectiva técnica y procedimental, la rueda de Campbell permite representar la experiencia subjetiva del cambio –sus tensiones, umbrales y transiciones– tal como la viven los profesionales.

La integración de ambos modelos en la figura busca, por tanto, articular una lectura dual del proceso de transformación, donde el avance técnico (CMMI) se sitúa dentro del arco emocional y narrativo (Campbell), facilitando un diagnóstico más completo y una comunicación más accesible en contextos de alta variabilidad organizativa.

Mientras CMMI describe la evolución de la capacidad organizativa desde una perspectiva técnica y procedimental, la rueda de Campbell permite representar la experiencia subjetiva del cambio –sus tensiones, umbrales y transiciones– tal como la viven los profesionales.

La integración de ambos modelos en la figura busca, por tanto, articular una lectura dual del proceso de transformación, donde el avance técnico (CMMI) se sitúa dentro del arco emocional y narrativo (Campbell), facilitando un diagnóstico más completo y una comunicación más accesible en contextos de alta variabilidad organizativa.

El hallazgo más significativo desde el punto de vista diagnóstico fue la distribución heterogénea de los participantes a lo largo de las doce fases de la rueda. Las identificaciones



abarcaron desde la fase 2 hasta la fase 12, sin concentración en ningún punto concreto del espectro.

Agrupando por bloques: el 19% (n=4) se situó en fases 1-3 (diagnóstico de base), el 62% (n=13) en fases 4-8 (intervención y reingeniería) y el 19% (n=4) en fases 9-12 (institucionalización y legado). Esta dispersión no guardó relación lineal con los años de experiencia en gestión, lo que sugiere que la madurez gestora depende más del contexto organizativo que de la trayectoria individual.

4. 3. Hallazgos cualitativos

Los comentarios abiertos aportaron matices relevantes. Un participante describió el lenguaje de gestión como "abrumador", pero valoró que el formato cómic facilita la aproximación, señalando la dificultad persistente de transferir el conocimiento al equipo. Otro destacó que el formato "no impone una idea única, sino que permite al lector ubicarse según su contexto real", apuntando a una característica metodológica valiosa. Se identificó también la necesidad de abordar más explícitamente la relación con enfermería y el "techo de cristal" que limita el acceso de los fisioterapeutas a posiciones de liderazgo estratégico en la organización sanitaria.

5. DISCUSIÓN

Los resultados confirman dos hipótesis centrales del Proyecto PERSEO.

La primera es que el formato narrativo visual puede actuar como catalizador de sensemaking en un colectivo con alta variabilidad de contextos y niveles de madurez. Las puntuaciones son consistentemente altas con independencia del perfil del participante, lo que sugiere que la narrativa funciona como

denominador común accesible, incluso cuando los marcos de referencia son muy distintos. Este resultado es coherente con la teoría del sensemaking de Weick y con la evidencia sobre el uso de narrativa en procesos de cambio organizativo en sistemas complejos.

Especialmente significativo es que la valoración de la utilidad para mitigar el burnout sea de las más altas del estudio (4,7). Esto indica que los participantes no valoran los cómics únicamente como herramienta formativa, sino como recurso de legitimación de su experiencia y de reducción del aislamiento narrativo que caracteriza la posición del fisiogestor en el sistema público.

La segunda hipótesis confirmada es la de la fragmentación organizativa como patrón estructural. La dispersión en la rueda y su independencia de la experiencia individual sitúan el problema en el nivel del sistema, no del profesional. La concentración mayoritaria en fases 4-8 es coherente con lo que la literatura internacional describe como el momento de mayor riesgo de burnout en procesos de transformación: la fase en que se trabaja más, se reconoce menos y se sostiene todo con mayor dificultad.

La comparativa con sistemas europeos maduros -NHS, sistema neerlandés y sueco- muestra que la diferencia fundamental no radica en la competencia individual sino en la capacidad del sistema para absorber y sostener las innovaciones que emergen desde la práctica. Lo que PERSEO denomina "convertir perseguidas en estrellas fijas" es exactamente lo que estos sistemas han conseguido institucionalizar.

Este estudio presenta limitaciones relevantes que deben considerarse. El tamaño muestral es pequeño (n=21) y el reclutamiento por conveniencia introduce sesgos de selección hacia profesionales ya sensibilizados con la gestión. Las pun-

tuaciones elevadas pueden reflejar parcialmente un efecto de deseabilidad social. Estudios futuros deberán ampliar la muestra, diversificar el reclutamiento e incorporar grupos de comparación.

6. CONCLUSIONES

El Proyecto PERSEO parte de la premisa de que la fisioterapia pública española no tiene un problema de conocimiento técnico, sino un problema de encaje narrativo y estructural. Los resultados de este piloto aportan evidencia exploratoria en ese sentido.

El formato cómic puede contribuir a generar el lenguaje compartido necesario como primer paso hacia la madurez organizativa. Los datos confirman una fragmentación real que no depende de la experiencia individual sino del contexto organizativo, lo que sitúa la intervención necesaria en el nivel del sistema.

El siguiente paso del Proyecto PERSEO es la validación del modelo de madurez organizativa mediante un cuestionario estructurado basado en siete dimensiones y niveles CMMI, actualmente en desarrollo. El objetivo final es ofrecer a los fisioterapeutas gestores del sistema público un instrumento de diagnóstico y mejora que les permita construir colectivamente una fisioterapia pública institucionalizada, sostenible y orientada al valor. En palabras del propio proyecto: dejar de depender del esfuerzo heroico individual para convertirse en curadores de la propia realidad organizativa.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la participación desinteresada de los 21 fisioterapeutas gestores que respondieron al cuestionario y el apoyo institucional del Instituto de Investigación Sanitaria Galicia Sur, ACIS y el Servizo Galego de Saúde.

BIBLIOGRAFÍA

1. Weick, K. E. (1995). *Sensemaking in Organizations*. Sage Publications.
2. Campbell, J. (1949). *The Hero with a Thousand Faces*. Princeton University Press.
3. Lewin, K. (1947). *Frontiers in group dynamics*. *Human Relations*, 1(1), 5-41.
4. Edmondson, A. C. (2018). *The Fearless Organization*. Wiley.
5. World Health Organization (2017). *Rehabilitation 2030: A Call for Action*. WHO.
6. Meadows, D. (2008). *Thinking in Systems*. Chelsea Green Publishing.
7. Echeverría, R. (2005). *Ontología del Lenguaje*. Granica.
8. Porter, M. E.; Teisberg, E. O. (2006). *Redefining Health Care*. Harvard Business School Press.
9. Ley 55/2003, de 16 de diciembre, del Estatuto Marco del personal estatutario de los servicios de salud. BOE núm. 301.
10. CMMI Institute. *CMMI for Services (CMMI-SVC)*. Version 1.3.
11. Gifford, L. (1998). Pain, the tissues and the nervous system: A conceptual model. *Physiotherapy*, 84(1), 27-36.
12. Damschroder, L. J., et al. (2009). Fostering implementation of health services research findings into practice. *Implementation Science*, 4, 50.

DESAFÍOS DE LA IA MÉDICA: COMBATIR LOS SESGOS DISCRIMINATORIOS DE RAZA, GÉNERO Y EDAD

Dr. Tomás Camacho¹, Dra. Estrella Pallas²

1. Especialista Análisis Clínicos. Hospital Nuestra Señora de Fátima. Vigo. España.

2. Especialista en Otorrinolaringología. Hospital Álvaro Cunqueiro. Vigo. España.

INTRODUCCIÓN

Desde su aplicación en el diagnóstico hasta su uso en el tratamiento y la gestión de pacientes, la IA ofrece una variedad de herramientas que pueden beneficiar tanto a profesionales de la salud como a pacientes, desempeñando un papel fundamental en el sector de la salud. Entre las aplicaciones más innovadoras se encuentran los sistemas de apoyo a la decisión clínica, que emplean algoritmos para analizar grandes volúmenes de datos, facilitando la detección temprana de enfermedades.

Pero, a pesar de sus numerosos beneficios, la implementación de soluciones de IA en la salud no está exenta de desafíos. Uno de ellos es la presencia de los sesgos, aquellos defectos sistemáticos que pueden influir negativamente en la forma en que un algoritmo procesa datos y toma decisiones. Estos sesgos pueden originarse en diversas etapas del proceso de desarrollo de la IA, desde la recolección de datos hasta la implementación final de los algoritmos. Es fundamental entender que los sesgos no son una característica intrínseca de la tecnología, sino un reflejo de las decisiones humanas y de los datos utilizados en la creación de los modelos de IA.

Cualquier IA utiliza la información que recibe para tomar decisiones. Si esos datos de entrada no son buenos o están incompletos, es posible que falle. Cuando se equivoca de forma sistemática, el algoritmo comete errores a los que llamamos sesgos. Y, en el caso de que afecten más a un determinado grupo de personas –por su color de piel, género o edad– hablamos de sesgos discriminatorios. Estos errores pueden ocurrir si los datos de entrenamiento no son suficientemente diversos y equilibrados ya que si los algoritmos aprenden solo de una parte de la población, funcionan peor en grupos diferentes o minoritarios.

Aparte de los problemas de diagnóstico, con el consiguiente impacto perjudicial en la salud de los pacientes, los sesgos en

la IA también tienen repercusiones en la equidad en el acceso a la atención médica. Por ejemplo, si un algoritmo prioriza a ciertos pacientes sobre otros basándose en características demográficas, aquellos que son ignorados pueden enfrentar graves consecuencias para su salud.

Todo esto pone de manifiesto la necesidad crítica de abordar estos sesgos y mejorar la representatividad en el diseño y entrenamiento de algoritmos de la IA, junto a la realización de auditorías regulares de los mismos, estrategias vitales que permiten identificar y corregir los sesgos ya existentes en los sistemas de IA, asegurando que el rendimiento de estos algoritmos se mantenga alineado con los principios de justicia y equidad.

Una revisión recientemente publicada (Colacci, Michael, 2025) mostró que solo el 12% de los estudios sobre la IA en medicina analizaba si tenía sesgos. Y, cuando lo estudiaban, el sesgo más frecuente era el de tipo racial, seguido del de género y la edad, afectando en su gran mayoría a grupos que históricamente habían sufrido discriminaciones. En este trabajo expondremos algunos ejemplos de sesgos discriminatorios (racial, de género y de edad).

1. SESGO DISCRIMINATORIO DE RAZA

La incidencia del melanoma continúa aumentando a nivel mundial, lo que genera una creciente demanda en los servicios de salud (Sung, H., 2021). El melanoma es el cáncer de piel más peligroso, por lo que diagnosticar cuanto antes este tumor resulta decisivo para salvar vidas, más que en casi cualquier otro cáncer. En España, se estima que en 2025 habrá cerca de 9.400 casos de melanoma, un tumor muy agresivo, que puede diseminarse rápido y causar metástasis en apenas

unos meses. Cuando esto ocurre, el pronóstico suele ser malo, por lo que cualquier error en la detección puede resultar fatal. Precisamente esta urgencia ha llevado a los servicios de salud a apostar por la inteligencia artificial; desde atención primaria, los médicos de familia podrán enviar al servicio de dermatología del hospital imágenes de lesiones sospechosas, junto con la probabilidad de que sean malignas, calculada de forma automatizada por el algoritmo. La idea es que el sistema de IA ayude a decidir qué pacientes deben ser atendidos primero.

Sin embargo, los datos muestran una realidad preocupante. Estos sistemas han aprendido a reconocer el cáncer de piel casi exclusivamente en personas blancas; el algoritmo se alimentó con algo más de 56.000 imágenes de la International Skin Imaging Collaboration (ISIC), un repositorio público de fotografías médicas recopiladas principalmente por hospitales occidentales, donde la mayoría corresponden a pacientes con pieles claras y que corresponden a imágenes “de varones y de mujeres caucásicas”. Así pues, como las redes neuronales se han entrenado casi en exclusiva con imágenes de personas blancas, es probable que fallen más en pieles más oscuras, como por ejemplo individuos de etnia gitana o migrantes de Latinoamérica y África. Como consecuencia de este sesgo, el algoritmo Skin Image Search, de la compañía sueca First Derm, redujo su precisión del 70% al 17% cuando se probó en personas con piel oscura (Kamulegeya, Louis Henry, 2019) algo que no se debe a problemas técnicos, sino a la falta de diversidad en los datos de entrenamiento. Otro ejemplo de discriminación por razones de raza es el referente a la determinación de la presión de oxígeno a través de los equipos de oximetría de pulso. El oxígeno es una de las terapias médicas más administradas, y su nivel se ajusta habitualmente según la lectura de un oxímetro de pulso que mide la saturación de oxígeno de los pacientes. Dado que se desarrolló originalmente en poblaciones que no eran racialmente diversas, planteaba un posible sesgo racial en la medición de la oximetría de pulso. Un amplio estudio llevado a cabo en un hospital de Boston (Ashraf, Fawz, 2022) mostró que un fallo en el dispositivo médico utilizado para medir los niveles de oxígeno, hacía que los asiáticos, negros e hispanos gravemente enfermos recibiesen menos oxígeno suplementario para ayudarles a respirar que los pacientes blancos. Los oxímetros de pulso se sujetan en la yema del dedo y pasan luz roja e infrarroja a través de la piel para medir los niveles de oxígeno en la sangre. Este estudio demostró una sobreestimación de la saturación de oxígeno por oximetría de pulso (SpO_2) entre los pacientes con piel más oscura que entre los de piel más clara. Esta sobreestimación condujo a un tratamiento insuficiente de la hipoxemia y contribuyó a las desigualdades raciales en los resultados. Entre los 3.069 pacientes tratados en una unidad de cuidados

intensivos (UCI) de Boston entre 2008 y 2019, las personas de color recibieron una cantidad de oxígeno suplementario significativamente menor de la que se consideraría óptima en comparación con las personas blancas, debido a las inexactitudes en las lecturas del oxímetro de pulso relacionadas con su pigmentación de la piel. Este claro sesgo discriminatorio condujo que los médicos tomaran decisiones equivocadas y terminasen administrando menos oxígeno a estos pacientes, con el consiguiente perjuicio para los afectados.

Un tercer caso de sesgo racial es el diagnóstico tardío de la enfermedad renal crónica (ERC) y la desigualdad en el acceso a tratamientos nefrológicos en la raza negra.

Los médicos suelen tomar decisiones trascendentales sobre la atención médica de los pacientes basándose en algoritmos que interpretan los resultados de las pruebas. Algunas de estas fórmulas tienen en cuenta la raza de la persona, lo que significa que el color de la piel de los pacientes puede afectar su acceso a la atención médica. Un estudio (Khazanchi Rohan, 2026), realizado en pacientes del área de Boston (Estados Unidos), es uno de los primeros en documentar el daño que puede causar este sesgo, examinando el efecto en la atención médica de una fórmula ampliamente utilizada para estimar la función renal.

La estimación de la tasa o índice de filtración glomerular (TFG) mediante fórmulas matemáticas ha sido durante mucho tiempo ampliamente aceptada y se ha instalado como la manera recomendada por guías y consensos para evaluar la función renal (FR) de la población. Sin embargo, la sobreestimación de la tasa de filtración glomerular en personas negras ha sido un tema polémico; se asumía, sin evidencia científica sólida, que las personas negras tenían una mayor masa muscular y, por lo tanto, mayores niveles de creatinina basal. Esta corrección provocaba una sobreestimación de la TFG, lo que significa que el riñón parecía funcionar mejor de lo que realmente lo hacía. Por estos factores raciales, las fórmulas clásicas de TGF corregían “hacia arriba”, aumentando aproximadamente un 16% el valor resultante. Esta “sobreestimación” de la función renal ha generado perjuicios como consecuencia del retraso en el ingreso a diálisis y trasplante renal, así como al resto de los cuidados que posibilitarían mejorar el pronóstico y reducir la mayor mortalidad de la ERC en la población de raza negra.

El estudio analizó los historiales médicos de 57.000 personas con enfermedad renal crónica. Se observó que un tercio de los pacientes negros, más de 700 personas, habrían sido clasificados en una categoría más grave de enfermedad renal, si su función renal se hubiera estimado utilizando la misma fórmula que para los pacientes blancos. Y esto podría haber

afectado a decisiones como cuándo incluirlos en la lista de trasplante renal (en 64 casos las puntuaciones recalculadas de los pacientes negros les habrían permitido entrar en la lista de espera para un trasplante de riñón). Teniendo en cuenta esta información, y a partir de una iniciativa de la National Kidney Foundation y la American Society of Nephrology, se ha propuesto una nueva regla de estimación del filtrado glomerular (TFG) que elimina la raza como componente de la fórmula.

Este estudio contribuye a evidenciar que las herramientas matemáticas, como es el caso del algoritmo renal que tiene en cuenta explícitamente la raza, exacerba las desigualdades en salud y contribuye a propagar el sesgo racial en la toma de decisiones médicas.

2. SESGO DISCRIMINATORIO DE EDAD

Aunque un número creciente de estudios resalta el potencial de la inteligencia artificial (IA) para mejorar la atención al paciente, un requisito previo fundamental es la disponibilidad de conjuntos de datos de alta calidad. Si bien los sesgos algorítmicos se han estudiado ampliamente en el contexto del sexo y la raza, estudios recientes indican que la representación de la edad es igualmente importante. Vamos a ver a continuación dos situaciones en donde la falta de datos en relación con la edad generó importantes sesgos, con una gran repercusión en el diagnóstico. En el cáncer, el tiempo es crucial. Cuanto antes se detecte un tumor, mayores serán las posibilidades de tratamiento y curación. Por ello, las pruebas de detección precoz se han convertido en un aliado para aumentar la supervivencia y abordar los tumores incipientes lo antes posible. La inteligencia artificial (IA) ya se ha introducido en este campo, y para verificar si la detección asistida por IA es realmente superior a la metodología estándar, un estudio sueco (Kristina Lång, 2023) reclutó a más de 80.000 mujeres sanas que participaron en un programa de detección de cáncer de mama poblacional entre abril de 2021 y julio de 2022. Los investigadores las dividieron en dos grupos: el grupo de control, cuyo análisis de mamografía debía seguir el procedimiento estándar de doble lectura por dos radiólogos independientes; y el grupo de intervención, que contaría con la ayuda inicial de un sistema de IA. El análisis de las pruebas médicas permitió detectar cáncer en 244 mujeres del grupo con apoyo de IA y en otras 203 del grupo de control (doble lectura sin IA). Es decir, la incorporación de sistemas de IA en el análisis permitió diagnosticar un 20 % más de tumores que los que siguen la metodología tradicional. Sin embargo, no todo son buenas noticias. Hasta ahora se pensaba que la densidad mamaria de

las mujeres más jóvenes (tienen tejidos más densos) eran un camuflaje natural insalvable en la mamografía, y que esa era también la razón por la que la IA fallaba sistemáticamente en la detección de los tumores en mujeres más jóvenes. Un nuevo estudio (Parikh Aditya, 2025) ha demostrado que, en realidad, se trata de un problema de sesgo intrínseco en contra de las pacientes de menor edad, donde los tumores son de mayor tamaño y mucho más irregulares (un 60% y 70%, respectivamente, en relación con mujeres adultas). El entrenamiento de la IA con etiquetas de adultos (con tumores más pequeños y mucho menos irregulares) hace que la IA se desequilibre cuando se enfrenta a la mamografía de una mujer joven; en estos casos, su molde mental se rompe por completo y resulta incapaz de realizar un diagnóstico correcto. Esta persistente infrarrepresentación de mujeres jóvenes en los ensayos clínicos genera una consecuencia evidente en la práctica clínica: el diagnóstico tardío, a menudo asociado con peores resultados. Otro ejemplo de discriminación en relación con la edad es el de los sesgos en pediatría; aunque la inteligencia artificial (IA) está transformando rápidamente la atención médica, sus beneficios no llegan a todos los pacientes por igual. La IA entrenada con datos de adultos muestra sesgos en contra de los niños (Shin, H. J., 2024), fruto de las diferencias fundamentales en su anatomía y la fisiología. Esto se refleja en este trabajo que presentamos, que muestra una revisión sistemática de 181 conjuntos de datos públicos de imágenes médicas, y revela que los niños representan poco menos del 1 % de los datos disponibles (por ejemplo, los modelos de radiografía de tórax entrenados con adultos presentan un sesgo de edad significativo cuando se aplican a poblaciones pediátricas, con tasas de falsos positivos más altas en niños pequeños). A pesar de representar el 30% de la población mundial, los niños son prácticamente invisibles en los conjuntos de datos que impulsan los avances en IA para imágenes médicas. La flagrante subrepresentación de pacientes pediátricos y la deficiente notificación de las edades de los pacientes en los conjuntos de datos médicos públicos son omisiones críticas que limitan el desarrollo de una IA segura para uso pediátrico, subrayando la necesidad urgente de aumentar su representación. Así, al generar, compartir y desarrollar métodos utilizando datos pediátricos, podremos garantizar que los beneficios de las innovaciones sanitarias impulsadas por la IA se distribuyan equitativamente entre todos los grupos de edad. Una mayor representación y transparencia de las edades ayudará a identificar los rangos de edad en los que los modelos de IA son más eficaces, lo que redundará en una mayor seguridad. Para abordar el tema de las desigualdades (edad, género, raza), la Comisión de The Lancet (Ginsburg, O., 2023) presentó una nueva estrategia para fomentar un enfoque más inclusivo.

3. SESGO DISCRIMINATORIO DE GÉNERO

Las enfermedades cardiovasculares (causa de un tercio de las muertes femeninas en el mundo) están infradiagnosticadas en mujeres en comparación con los hombres; con los criterios que se utilizan actualmente, la prevalencia de la miocardiopatía dilatada e hipertrófica es de 3:1 y 3:2 entre hombres y mujeres, respectivamente, lo que indica que los hombres son diagnosticados con mayor frecuencia que las mujeres por estas miocardiopatías (Olivotto, I., 2005; Cannatà, A., 2020). La explicación radica en que los corazones de hombres y mujeres son diferentes; los femeninos son más pequeños y tienen paredes más delgadas. Sin embargo, los criterios de diagnóstico de las miocardiopatías hipertrófica y dilatada son los mismos para ambos sexos, lo que significa que el corazón de las mujeres debería aumentar desproporcionadamente para que se cumplieran los mismos criterios de riesgo que los varones. Así pues, las mujeres tienen la mitad de probabilidad de ser diagnosticadas con miocardiopatía durante un examen de rutina en comparación con los hombres, cuando se emplean sistemas de IA que tienen una base de datos sesgada (van Driel, B., 2019). Para evitar esos problemas de infradiagnóstico de riesgo cardíaco, un equipo de investigadores de la Universidad de Stanford (EE UU) y la Universidad Tecnológica de Delft (Países Bajos) ampliaron la base de datos del modelo de inteligencia artificial (IA) (Skyler, R., 2024), con una evidente mejora en los resultados. Otro ejemplo de sesgo de género es la depresión. El hecho de que las mujeres sufran peor salud mental que los hombres se ha reportado repetidamente en la literatura epidemiológica psiquiátrica. La mayoría de los estudios describen que, en la población adulta, las mujeres tienen casi el doble de probabilidades que los hombres de padecer depresión o ansiedad (Riecher-Rössler, A., 2017) y que, además, las mujeres también tienden a recibir más recetas de medicamentos psicotrópicos, especialmente ansiolíticos y antidepresivos (Boyd, A., 2015). Aunque las causas de la depresión se han estudiado ampliamente, los factores que explican las diferencias de género en la misma se han examinado en menor medida, particularmente en adultos mayores. Aparte de una posible predisposición genética y biológica, que ha mostrado una capacidad limitada para explicar la variabilidad entre países, otras explicaciones apuntan a un posible sesgo de género (Fitzgerald, C., 2017). Según esta hipótesis, los médicos diagnosticarían depresión y prescribirían antidepresivos con mayor frecuencia en mujeres, incluso con una carga de salud mental similar a la de los hombres, especialmente entre las poblaciones de edad avanzada y con mayores desventajas socioeconómicas. Así pues, las mujeres tienen mayor riesgo de ser sobrediagnosticadas y recibir prescripciones de medicamentos innecesarias en comparación con los hombres. Un

estudio realizado en Suecia, conocida por tener altas tasas de igualdad de género y desigualdades sociales relativamente pequeñas, ratificó este hecho. Este estudio (Bacigalupe, A., 2024) tuvo como objetivo explorar si existe un posible sesgo de género en el diagnóstico de la depresión y la prescripción de antidepresivos dentro del sistema de salud, en una población mayor de un área urbana de Estocolmo. Los resultados aportan importantes implicaciones para la práctica de salud pública con perspectiva de género, ya que sugieren un sesgo del mismo en el diagnóstico y tratamiento de la depresión en adultos mayores. Los estereotipos son difíciles de erradicar, y la IA tampoco es ajena, con lo que ha terminado por adoptar estos clichés. Investigadores de la Universidad de Boulder, en Colorado (Michael, Yang, 2024), han revelado una realidad preocupante: las herramientas de inteligencia artificial (IA) utilizadas para detectar problemas de salud mental están sesgadas en función del género. Este descubrimiento plantea interrogantes cruciales sobre la equidad y la eficacia de las tecnologías de salud mental. El estudio demuestra que los algoritmos, que se supone que detectan problemas de salud mental como la ansiedad y la depresión, pueden hacer suposiciones basadas en el género de los pacientes: "si la IA no está bien entrenada o no incluye suficientes datos representativos, puede propagar estos sesgos humanos o sociales". El consejo es claro: los desarrolladores de IA deberían proceder con cautela antes de introducir herramientas de IA en el mundo de la medicina. Un tercer ejemplo de sesgo de género es el relacionado con el dolor. La inteligencia artificial (IA) está revolucionando el manejo del dolor al permitir una atención personalizada, que abarca la evaluación del dolor, la predicción de las respuestas al tratamiento y la optimización de las intervenciones. Sin embargo, una limitación importante de los sistemas de IA es la variabilidad en la calidad y el tamaño de los conjuntos de datos, ya que a menudo se requieren conjuntos de datos grandes y de alta calidad para obtener resultados significativos. Esta deficiencia genera sesgos en los sistemas de IA que amenazan con perpetuar o agravar las desigualdades existentes en el tratamiento del dolor. Estos sesgos podrían afectar de manera desproporcionada a grupos vulnerables, como mujeres, minorías raciales y étnicas, y personas de bajos recursos socioeconómicos, lo que en última instancia restringe el acceso equitativo a la atención médica. Para abordar estos desafíos, esta revisión (Jumreornvong, O., 2025) explora los orígenes y las implicaciones de los sesgos en el manejo del dolor impulsado por IA, con especial atención a la eficacia del tratamiento específico para cada sexo. La investigación muestra disparidades en las tasas de precisión de los algoritmos de IA para diagnosticar y tratar el dolor entre pacientes masculinos y femeninos. La subrepresentación

femenina en los ensayos clínicos puede llevar al uso de datos inexactos para entrenar modelos de IA que evalúan el dolor. Abogar por una representación sexual más equitativa en los datos de los ensayos clínicos podría ayudar a compensar las posibles disparidades. Este sesgo se observa también en una investigación sobre un chatbot de IA que muestra variaciones en las recomendaciones clínicas según el sexo de los pacientes (Kim, J., *et al*). Si no se controlan, estos sesgos pueden tener implicaciones significativas para el manejo del dolor, afectando la atención clínica y los resultados de salud tanto de pacientes masculinos como femeninos.

En conclusión, el estudio destaca que los sesgos en las diferencias de sexo dentro de las herramientas de IA podrían perpetuar las desigualdades en la evaluación y el tratamiento del dolor debido a la baja representación de mujeres en la investigación clínica y los registros médicos utilizados para entrenar los modelos de IA. El sesgo de muestreo causado por conjuntos de datos no representativos, imprecisiones en las mediciones clínicas y datos insuficientes de poblaciones marginadas privan a estos grupos de los beneficios de las soluciones de manejo del dolor basadas en inteligencia artificial (IA).

CONCLUSIÓN

La integración de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito de la salud ha revolucionado la manera en que se brindan los cuidados médicos. Sin embargo, para esta transformación es fundamental que los profesionales de la salud, técnicos informáticos y diseñadores de software trabajen juntos para garantizar que la IA se desarrolle de manera justa y equitativa. Luchar contra los sesgos implica no solo identificar y corregir las disparidades existentes en los algoritmos, sino también promover una cultura de inclusividad en todas las fases del desarrollo tecnológico, algo crucial para asegurar que cada paciente reciba un tratamiento óptimo y seguro. Desde una mirada sociológica, la revolución de la IA nos ofrece una oportunidad transformadora: utilizarla para construir un sistema sanitario más justo e inclusivo. Ampliar los diagnósticos y tratamientos significa ofrecer alternativas que tengan en cuenta no solo el género, la edad o la etnia, sino también las condiciones sociales que determinan la salud.

En conclusión, mientras que la inteligencia artificial ofrece evocadoras promesas para el futuro de la atención sanitaria, es imperativo que se preste atención rigurosa a los sesgos inherentes que podrían comprometer la seguridad del paciente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ashraf Fawzy *et al.* Racial and Ethnic Discrepancy in Pulse Oximetry and Delayed Identification of Treatment Eligibility Among Patients With COVID 19. *JAMA Medicina Interna*, 182: 7 (2022).
2. Bacigalupe, Amaia, *et al.* Is the diagnosis and treatment of depression gender-biased? Evidence from a population-based aging cohort in Sweden. *International Journal for Equity in Health* 23: 252 (2024).
3. Boyd, A.; Van de Velde, S.; Pivette, M.; ten Have, M.; Florescu, S.; O'Neill, S., *et al.* Diferencias de género en el uso de psicofármacos en Europa: resultados de un amplio estudio transversal de base poblacional. *Eur Psychiatry*, 30:778-88 (2025).
4. Cannatà, A.; Fabris, E.; Merlo, M.; Artico, J., *et al.* Sex differences in the long-term prognosis of dilated cardiomyopathy. *Can. J. Cardiol.* 36, 37-44 (2020).
5. Colacci Michael, Huang Yu Quing, Postill Gemma, Zhelnov Pavel *et al.* Sociodemographic bias in clinical machine learning models: a scoping review of algorithmic bias instances and mechanisms. *Journal of Clinical Epidemiology*, feb:178:111606 (2025).
6. Fitzgerald C, Hurst S. Sesgo implícito en profesionales de la salud: una revisión sistemática. *BMC Med Ethics*,18(1):19 (2017).
7. Ginsburg, O., *et al.* Mujeres, poder y cáncer: una Comisión Lancet. *Lanceta*, 402 (10417): 2113-2166 (2023).
8. Jumreornvong, O., *et al.* Biases in Artificial Intelligence Biases in Artificial Intelligence Application in Pain Medicine. *Application in Pain Medicine*. J Pain Res, 18: 1021-1033 (2025).
9. Kamulegeya Louis Henry, Okello Mark, Bwanika John Mark, Musinguzi Davis *et al.* Uso de la inteligencia artificial en afecciones dermatológicas en Uganda: Un argumento a favor de la diversidad en los conjuntos de datos de entrenamiento para el aprendizaje automático. *BioRxiv*, doi:https://doi.org/10.1101/826057 (2019).
10. Kim, J., *et al.* Assessing Biases in Medical Decisions via Clinician and AI Chatbot Responses to Patient Vignettes. *JAMA Network Open*, 6(10):e2338050 (2023).
11. Khazanchi, Rohan, *et al.* Wait Time Modifications for Black Transplant Candidates Affected by Race-Based Kidney Function Estimation. *JAMA Internal Medicine*. doi: 10.1001/jamainternmed.2026.0001. March 9, (2026).
12. Lång, Kristina, *et al.* Artificial intelligence supported screen reading versus standard double read ing in the Mammography Screening with Artificial Intelligence trial (MASAI): a clinical safety analysis of a randomised, controlled, noncontrolled, single-blinded, screening accuracy study. *The Lancet Oncology*. Volume 24, Issue 8, P936-944 (2023).
13. Michael Yang, Abd-Allah El-Attar, Theodora Chaspari. Deconstructing demographic bias in speech-based machine learning models for digital health. *Front Digit Health*, Jul 25;6:1351637 (2024).
14. Olivotto, I.; Maron, M. S.; Adabag, A. S.; Casey, S. A., *et al.* Gender-related differences in the clinical presentation and outcome of hypertrophic cardiomyopathy. *J. Am. Coll. Cardiol.* 46, 480-487 (2005).
15. Parikh Aditya, Das Sneha, Feragen Aasa. Who Does Your. Algorithm Fail? Investigating Age and Ethnic Bias in the MAMA-MIA Dataset. *Computer Science. Computer Vision and Pattern Recognition*. arXiv:2510.27421 (2025).
16. Riecher-Rössler, A. Diferencias de sexo y género en los trastornos mentales. *Psiquiatría de Lancet*, 4(1):8-9 (2017).
17. Shin, H. J.; Han, K.; Son, N.-H., *et al.* Optimizing adult-oriented artificial intelligence for pediatric chest radiographs by adjusting operating points. *Sci Rep*, 14(1):31329 (2024).
18. Skyler, R.; St Pierre, *et al.* Sex-specific cardiovascular risk factors in the UK Biobank. *Front. Physiol. Sec. Computational Physiology and Medicine*. Volume 15 (2024).
19. Stanley, Bryan; Zamora, Hua, *et al.* Lack of children in public medical imaging data points to growing age bias in biomedical AI. doi: https://doi.org/10.1101/2025.06.06.25328913. June 07 (2025).
20. Sung, H.; Ferlay, J.; Siegel, R. L., *et al.* Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA Cáncer J Clin*, 71:209-249 (2021)
21. van Driel, B., *et al.* Sex differences in hypertrophic cardiomyopathy: new insights. *Curr. Opin. Cardiol.* 34, 254-259 (2019).

IMPACTO DE LA DEPREDACIÓN SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DEL MEJILLÓN

Lizbet Gutiérrez^{1, 2}, Xurxo Cegarra², Paloma Morán¹

¹ Centro de Investigación Mariña (CIM). Universidade de Vigo. España.

² INSATI. Vigo. España.

RESUMEN

La depredación es un desafío importante para la sostenibilidad del cultivo de mejillón, especialmente en especies de la familia Mytilidae, que incluye especies de alto valor comercial como *Mytilus galloprovincialis* y *Mytilus edulis*, ampliamente cultivadas en Europa. Esta revisión analiza el impacto de diferentes depredadores en las distintas fases del ciclo productivo del mejillón y recopila estrategias de mitigación. El análisis se complementa con información obtenida de entrevistas a productores de mejillón gallegos, los bateiros, quienes aportan una perspectiva práctica sobre los factores que afectan al cultivo del mejillón, principalmente la presión ejercida por los depredadores.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del mejillón, principalmente *Mytilus galloprovincialis*, representa una actividad acuícola de gran importancia en el Mediterráneo y el Atlántico europeo. Según el informe APROMAR (2025), el mejillón continuó siendo en 2023 la especie acuícola de mayor producción en la Unión Europea, con 360.504 toneladas, aunque esta cifra supuso un descenso del 12,3% respecto a 2022. En el conjunto de los moluscos, la producción acuícola europea alcanzó en 2023 las 497.493 toneladas, con un valor de 1.229,0 millones de euros, lo que refleja una disminución del 8,9% en volumen, pero un aumento del 10,9 % en valor económico respecto al año anterior. En España, la producción de mejillón alcanzó en 2024 las 184.593,2 toneladas, un 1,0% más que en 2023, con un valor en primera venta de 138,1 millones de euros. Esta producción se concentra principalmente en las rías ga-

llegas, que representan alrededor del 97% del total nacional. Sin embargo, desde hace algunos años, el sector afronta dificultades en la recolección de semilla de las rocas, debido a diversas causas, entre ellas el cambio global, incluido el calentamiento del agua del mar y otros efectos en cascada. En este contexto, el afloramiento costero explica hasta el 60% de la variabilidad observada (APROMAR, 2025; Padin *et al.*, 2024).

La producción del mejillón a nivel europeo se ha visto afectada por una interacción de factores, entre ellos enfermedades como las causadas por especies del género *Vibrio*, que pueden provocar mortalidades significativas, la disminución y la imprevisibilidad en la disponibilidad de mejilla, proliferación de algas tóxicas vinculadas a la eutrofización y al cambio climático, depredación, el aumento de temperatura en el mar, calidad del agua, contaminación y bajos márgenes económicos (Avdelas *et al.*, 2021). A estos retos se suman factores locales que pueden intensificar la problemática, como la falta de innovación en los procesos de producción, el reducido tamaño de las empresas y las limitaciones impuestas por la capacidad de carga de los ecosistemas (APROMAR, 2025; Avdelas *et al.*, 2021).

La depredación de bivalvos constituye un fenómeno ampliamente documentado a escala global, aunque su intensidad varía en función de la especie depredadora, el tamaño de la presa, el hábitat y el sistema de cultivo. En una revisión reciente, Meira *et al.* (2024) analizaron estudios sobre depredación en bivalvos publicados a lo largo de 52 años y recopilaron 1.334 trabajos realizados en 75 países, lo que indica la dimensión ecológica y productiva de este problema. En este contexto, esta revisión busca mejorar la comprensión de la depredación en el cultivo del mejillón y ofrecer

un marco útil para el desarrollo de estrategias de gestión más eficientes, sostenibles y adaptadas a cada escenario productivo. Primero, se analizan estudios que identifican a diferentes depredadores, incluyendo peces, estrellas de mar, caracoles y gusanos, examinando sus patrones de consumo y su efecto en la producción del mejillón. En segundo lugar, se presentan estrategias de mitigación y adaptación desarrolladas por el sector para reducir las pérdidas asociadas a esta problemática.

Palabras clave: Mejillón, depredación, acuicultura, *Mytilus*.

METODOLOGÍA

Se realizó una revisión bibliográfica en bases de datos científicas como Scopus, Google Scholar y Web of Science con las palabras clave: “predation”, “predator”, “mussel”, “depredador”, “mejillón” y “*Mytilus*”. Se incluyeron estudios publicados entre 1970 y 2026 que abordan interacciones entre mejillones y sus depredadores en diferentes contextos.

Complementariamente, se llevaron a cabo encuestas a productores de mejillón con bateas en las rías de Pontevedra, Arousa y Muros-Noia. El cuestionario incluyó preguntas sobre los principales problemas que han afectado a sus cultivos en los últimos cinco años, identificando en qué etapa del ciclo productivo resultan más críticos. Los factores considerados fueron: las floraciones de algas tóxicas, la contaminación, la depredación, la temperatura del agua y la disponibilidad de semilla. Respecto a la depredación, se indagó sobre los depredadores identificados y las estrategias de mitigación em-

pleadas. Finalmente, se exploró su percepción sobre el uso de tecnologías en sus actividades diarias.

DEPREDADORES COMUNES

Los mejillones son presa de una amplia variedad de organismos, que incluyen cangrejos, estrellas, caracoles, peces y aves marinas (Bonham *et al.*, 2017; Rilov & Schiel, 2006).

Entre los peces destacan la dorada (*Sparus aurata*) y la chopo (*Spondylusoma cantharus*) (Avdelas *et al.*, 2021; Glamuzina *et al.*, 2014). Por su parte, el caracol *Rapana venosa* también consume mejillones; sin embargo, prefiere otras presas como *Anadara inaequivalvis*, con una tasa de consumo estimado de un molusco por día (Savini & Occhipinti-Ambrogi, 2006).

En Galicia, según la percepción recogida en encuestas realizadas a los bateiros, los principales depredadores son la estrella de mar común (*Asterias rubens*), el sargo (*Diplodus sargus*), el caracol de perro (*Nucella lapillus*), la cometilla (*Ocenebra erinacea*) y el erizo de mar común (*Paracentrotus lividus*). La Figura 1 muestra la distribución de estas especies en las diferentes rías gallegas, de acuerdo con lo informado por los productores de mejillón.

Según los bateiros, la etapa de cultivo más afectada es la recolección de la semilla, seguida por la fase de engorde (Figura 2). Además, destacan que la presencia de algunos depredadores varía según la ubicación de la batea: en zonas internas de las rías predominan los caracoles, las estrellas y los erizos, mientras que en áreas más externas es más frecuente la depredación de peces como el sargo.

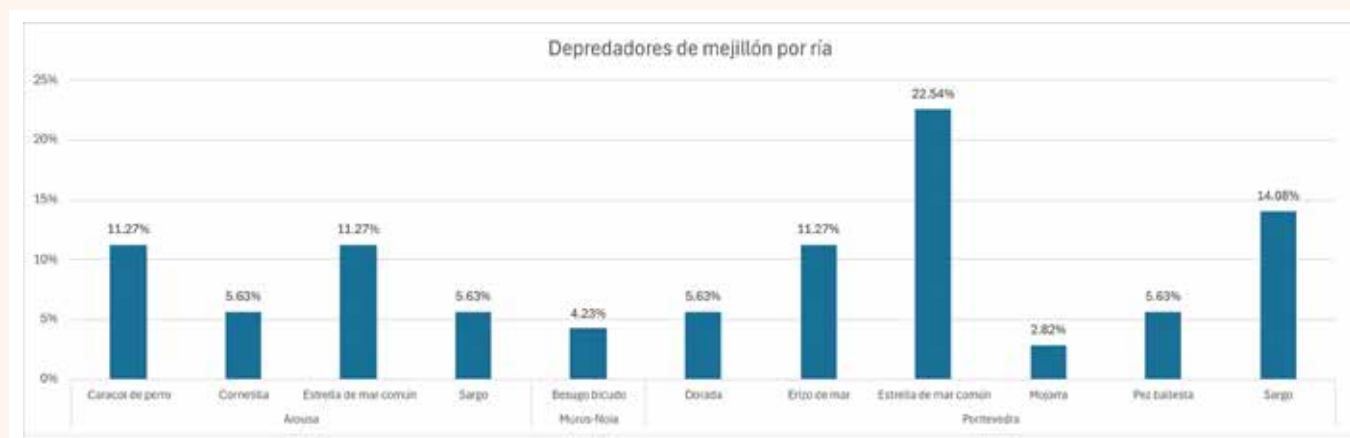


Figura 1. Distribución de los depredadores del mejillón identificados por bateiros en las rías gallegas. Se muestran las especies más frecuentes por cada zona. Información obtenida a través de encuestas.

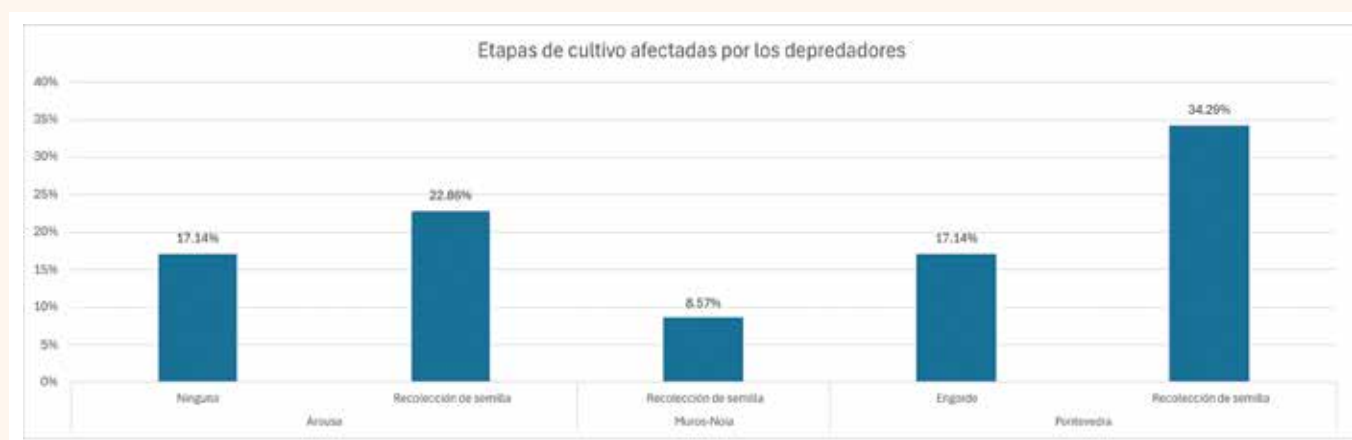


Figura 2. Etapas del ciclo productivo del mejillón afectadas por los depredadores, según encuestas realizadas a productores gallegos. Información obtenida a través de encuestas.

ESTUDIOS DE DEPREDACIÓN

Diversos estudios en diferentes contextos geográficos han documentado casos de depredación sobre especies de la familia Mytilidae, con especial énfasis en *Mytilus galloprovincialis*. Estas investigaciones se han llevado a cabo tanto en entornos naturales como en sistemas de cultivo y en condiciones de laboratorio. Han permitido la identificación de los principales depredadores, sus patrones de consumo y las consecuencias sobre la producción. A continuación, se presentan algunos casos que ilustran la diversidad de depredadores y la importancia del impacto que pueden causar.

En California, la estrella de mar ocre (*Pisaster ochraceus*) se identificó como un depredador de *Mytilus californianus*, llegando a consumir hasta 80 mejillones por año (Feder, 1970). De forma similar, en el mar de Wadden (Alemania), *Mytilus edulis* coexiste con la estrella de mar *Asterias rubens*, un depredador que, independientemente de su tamaño, prefiere mejillones de 2,5 a 3,5 cm. Cabe señalar que las estrellas medianas (4–5 cm) fueron las más activas (Schubert & Aschenbach, 2021). Es preciso destacar que esta última especie también ha sido señalada por los bateiros como un depredador importante.

También se ha estudiado el comportamiento depredador del caracol *Nucella lapillus* sobre *Mytilus edulis* en condiciones de laboratorio. Se observó una preferencia por individuos de 20 a 25 mm. Según iban consumiéndolos, ganaban experiencia para perforar la concha en la zona más delgada, optimizando su estrategia de alimentación (Hughes & Dunkin, 1984). Este depredador también ha sido identificado por los productores de la ría de Arousa a partir de las encuestas realizadas, en las que se señala como una fuente de problemas a los cultivos. La Figura 3 muestra el método de alimentación de *Nucella*, se observan las

perforaciones que realiza en la concha y cómo consume completamente su contenido, dejando únicamente la concha vacía.

En Nueva Zelanda, Rilov & Schiel (2006) observaron que depredadores submareales como cangrejos (*Plagusia chabrus* y *Cancer novaezelandiae*) y peces (*Notolabrus celidotus* y *N. fucicola*) consumen mejillones en bancos intermareales adyacentes a arrecifes. En un experimento con mejillones trasplantados (5–15 mm), se registró una mortalidad del 60–100% al no estar protegidos. Los individuos en jaulas sobrevivieron completamente durante varios meses. Sin embargo, en aquellas jaulas que solo restringían el paso de los peces, la supervivencia se vio reducida por la acción de los cangrejos. Por otro lado, en los bancos sin arrecifes submareales se observó entre un 40–100% de supervivencia aún sin protección.

En el mar Adriático, el aumento de la población de doradas (*Sparus aurata*) ha tenido efectos adversos sobre el cultivo de *M. galloprovincialis* y de la ostra europea (*Ostrea edulis*). Estudios de contenido estomacal en ejemplares de la bahía de Malostonski confirmaron que el mejillón es su principal presa (Glamuzina *et al.*, 2014; Šegvić-Bubić *et al.*, 2011). La dorada también ha sido señalada como depredador en la ría de Pontevedra, con el 5,63% de bateas afectadas, según las encuestas realizadas a los bateiros. Obtuvo el mismo porcentaje de importancia que el pez ballesta (*Balistes caprisus*), más que la mojarra (*Diplodus vulgaris*, 2,82%), pero menos que el sargo (*Diplodus sargus*, 14,08%), que se destaca como el pez que más afecta a esta ría.

En el mediterráneo francés, en la laguna de Prevost, se monitoreó mediante telemetría acústica durante 18 meses (abril del 2017 a octubre del 2018) la presencia de doradas (*Sparus aurata*)

en una granja acuícola. Se detectó con más frecuencia la presencia de doradas grandes (281 - 488 mm) respecto a las pequeñas (200 - 280 mm). Además, se demostró una alta preferencia al área de estudio, ya que el 90% de los individuos grandes volvieron al año siguiente. La mayor depredación se registró entre abril y septiembre, sobre todo durante la siembra de la semilla, con pérdidas de hasta el 9% (Richard *et al.*, 2020).

Recientemente también se ha señalado el riesgo potencial de especies invasoras en sistemas mediterráneos. El cangrejo azul americano *Callinectes sapidus* está en expansión en el Mediterráneo y tiene un impacto directo sobre los bivalvos. Massimino *et al.* (2026) evaluaron en laboratorio la depredación de esta especie sobre el mejillón mediterráneo (*Mytilus galloprovincialis*) y observaron una elevada capacidad depredadora, con diferencias entre sexos.

En Corea, *Mytilus galloprovincialis* es considerado una especie invasora y se evaluó la capacidad depredadora del caracol *Reishia bronni*. En un experimento de campo desarrollado en agosto del 2012 se colocaron individuos de *R. bronni* en jaulas con mejillones durante 18 días. Se observó que este caracol

es un depredador natural que emplea una estrategia de perforación de la concha por el margen lateral, con un tiempo de consumo de 4,71 - 8,29 días por mejillón (Kim *et al.*, 2022).

Por último, el gusano plano *Stylochus mediterraneus* es una especie oportunista que prefiere mejillones debilitados, aunque también puede atacar individuos sanos. En un estudio realizado entre agosto del 2022 y mayo del 2023 en la bahía de Lim, se llevaron a cabo observaciones en campo y en laboratorio para evaluar su comportamiento. En las pruebas de depredación en laboratorio se colocó *S. mediterraneus* con *M. galloprovincialis* y *C. oblonga*. El depredador mostró una clara preferencia por los mejillones, consumiendo 4 durante mayo y 5 durante septiembre (Privileggio *et al.*, 2024).

EFFECTOS EN LA PRODUCCIÓN

Los depredadores pueden tener un impacto significativo en las diferentes fases del ciclo productivo del mejillón, desde la



Figura 3. Conchas de mejillones de 20 a 40 mm. perforadas por *Nucella lapillus* (arriba) y *Ocenebra erinacea* (abajo). Se observa que la perforación realizada por *O. erinacea* es de mayor tamaño, con un diámetro aproximado de 2 mm. Organismos mantenidos en cautiverio en el CIM-ECIMAT. Imagen propia.

captación de semilla hasta el engorde, generando pérdidas económicas importantes para los productores y aumentando los costes de gestión y mantenimiento de los cultivos (Bonham *et al.*, 2017; Peteiro *et al.*, 2010).

Respecto al gusano plano (*S. mediterraneus*), se ha observado una reducción de la productividad de los mejillones y ostras debido a su actividad depredadora. Así mismo, su capacidad para consumir individuos debilitados favorece su proliferación. Su presencia implica una mayor necesidad de realizar labores de monitoreo, limpieza y retirada de individuos muertos, con el correspondiente aumento de costes operativos (Privileggio *et al.*, 2024).

La tasa de alimentación es un factor importante por considerar, pues es clave para determinar la magnitud del impacto del depredador. Peces como la dorada (*Sparus aurata*) pueden consumir varios mejillones en periodos cortos de tiempo, mientras que otros depredadores, como algunos caracoles (por ejemplo, *Nucella lapillus* o *R. bronni*), presentan un ritmo de depredación más lento, de entre 4 y 8 días por mejillón. Sin embargo, cuando estos caracoles están presentes en densidades elevadas, su impacto puede acumularse y ser significativo (Hughes & Dunkin, 1984; Kim *et al.*, 2022; Richard *et al.*, 2020).

En el mar Adriático, la presencia de doradas (*Sparus aurata*) ha causado pérdidas de hasta el 54 % en la captación de semilla en tan solo un mes (Šegvić-Bubić *et al.*, 2011). Este nivel de pérdida compromete gravemente la viabilidad económica de las explotaciones acuícolas de mejillón, especialmente en la etapa de asentamiento de la semilla, considerada una de las más críticas del ciclo de cultivo. Así mismo, este pez es capaz de romper la concha de mejillones de mayor tamaño (Richard *et al.*, 2020), por lo que su impacto en la producción puede ser elevado.

Finalmente, como se ha observado en la Ría de Ares-Betzanos, el diseño de las cuerdas colectoras influye en la vulnerabilidad frente a la depredación. Cuerdas con menor complejidad estructural muestran una mayor pérdida de semilla en presencia de depredadores, lo que demuestra que los efectos en la producción también pueden estar modulados por las características físicas del sistema de cultivo (Peteiro *et al.*, 2010).

En cuanto a los resultados de las encuestas, los bateeros señalaron que la depredación afecta principalmente a sus cultivos durante la etapa de semilla. Dependiendo del año, esta situación les ha ocasionado importantes pérdidas, las cuales se ven agravadas por la escasez de semilla que también han observado.

ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DE DEPREDADORES

Con la finalidad de reducir el impacto de los depredadores sobre la producción del mejillón, las estrategias de mitigación deben plantearse desde un enfoque de gestión integrada, adaptado al tipo de depredador, al sistema de cultivo y a la fase productiva afectada. Así, Cahill *et al.* (2022) proponen aplicar los principios del tratamiento de plagas a la acuicultura de bivalvos, y consideran cinco componentes: el conocimiento de la ecología del organismo problemático, la evaluación bioeconómica de los costes y beneficios de cada medida, el monitoreo continuo, la prevención proactiva y el control reactivo. Bajo este enfoque, las medidas de prevención, exclusión física, traslado de cuerdas, limpieza, vigilancia y control directo no deben aplicarse de forma aislada, sino como parte de una estrategia combinada y ajustada al contexto local.

Una medida para disminuir la mortalidad por especies invasoras como el gusano plano *S. mediterraneus* es la limpieza frecuente y la retirada de mejillones en mal estado (Privileggio *et al.*, 2024). Por otro lado, también es importante implementar estrategias que permitan detectar su presencia de manera eficiente.

En zonas con alta depredación de peces, especialmente por especies como la dorada (*Sparus aurata*), se ha propuesto el uso de protecciones mecánicas alrededor de las cuerdas de cultivo, como redes u otras barreras físicas, así como la gestión activa de los peces que frecuentan las zonas de cultivo. Las estrategias de mitigación frente a peces depredadores en la acuicultura de bivalvos pueden agruparse en cuatro grandes tipos: exclusión física, métodos de disuasión, extracción o control de depredadores y modificaciones en las prácticas de cultivo, como la selección de emplazamientos menos expuestos o el ajuste de las fases más vulnerables del ciclo productivo (Glamuzina *et al.*, 2014; Richard *et al.*, 2020; Stobart *et al.*, 2025).

Otra de las estrategias de mitigación implementadas por los productores es el traslado de las cuerdas con semilla a zonas menos expuestas a los depredadores. También se sugiere mejorar la complejidad y heterogeneidad de las cuerdas colectoras de semilla que podrían proporcionarles un refugio y aumentar la supervivencia en zonas con alta depredación de peces (Peteiro *et al.*, 2010).

Por otro lado, se han analizado las defensas morfológicas de los bivalvos frente a la depredación, así como el efecto de condiciones ambientales adversas, como el aumento del CO₂, sobre estas respuestas. Entre los mecanismos defensivos más relevantes se encuentra el cierre de las valvas, una respuesta

conductual inmediata que puede resultar crucial para evitar el ataque de depredadores (Clements *et al.*, 2020).

Por último, en algunos contextos se ha explorado el uso de depredadores nativos como estrategia de control biológico para especies invasoras; sin embargo, es necesario evaluar los posibles impactos secundarios sobre el ecosistema (Kim *et al.*, 2022).

CONCLUSIONES

La depredación del mejillón es un desafío importante en el proceso de cultivo, ya que afecta a varias fases, desde la captación de semilla hasta el engorde. De acuerdo con los estudios analizados, la presión ejercida por los depredadores varía según la especie, el entorno y las condiciones de cultivo.

Por tanto, las medidas de gestión frente a la depredación no deben plantearse de forma general, sino adaptarse al tipo de depredador dominante, a la fase del ciclo productivo afectada y a la localización de las bateas. La vulnerabilidad del mejillón puede variar entre la captación de semilla, el engorde y la recolección, así como entre zonas de las rías, por lo que resulta necesario combinar el conocimiento empírico de los bateeiros con herramientas de monitoreo, prevención y protección ajustadas a cada escenario. Este enfoque permitiría avanzar hacia una gestión más integrada de la depredación, fortaleciendo la sostenibilidad y la competitividad del sector mejillonero.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido cofinanciado con fondos del programa Doctorados industriales de la Xunta de Galicia (Consellería de Educación, Ciencia, Universidades e Formación Profesional), en el marco del proyecto SIGMA.

BIBLIOGRAFÍA

1. APROMAR (2025). *La acuicultura en España 2025*. Asociación Empresarial de Acuicultura de España.
2. Avdelas, L.; Avdic-Mravljje, E.; Borges Marques, A. C.; Cano, S.; Capelle, J. J.; Carvalho, N.; Cozzolino, M.; Dennis, J.; Ellis, T.; Fernández Polanco, J. M.; Guillen, J.; Lasner, T.; Le Bihan, V.; Llorente, I.; Mol, A.; Nicheva, S.; Nielsen, R.; van Oostenbrugge, H.; Villasante, S.; ... Asche, F. (2021). The decline of mussel aquaculture in the European Union: causes, economic impacts and opportunities. In *Reviews in Aquaculture* (Vol. 13, Issue 1, pp. 91-118). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1111/raq.12465>
3. Bonham, V.; Shields, J., & Riginos, C. (2017). *Mytilus galloprovincialis* (Mediterranean mussel). *CABI Compendium*. <https://doi.org/10.1079/CABICOMPENDIUM.73756>
4. Cahill, P. L.; Davidson, I. C.; Atalah, J. A.; Cornelisen, C., & Hopkins, G. A. (2022). Toward integrated pest management in bivalve aquaculture. *Pest Management Science*, 78(11), 4427-4437. <https://doi.org/10.1002/ps.7057>
5. Clements, J. C.; Poirier, L. A.; Pérez, F. F.; Comeau, L. A., & Babarro, J. M. F. (2020). Behavioural responses to predators in Mediterranean mussels (*Mytilus galloprovincialis*) are unaffected by elevated pCO₂. *Marine Environmental Research*, 161, 105148. <https://doi.org/10.1016/J.MARENRES.2020.105148>
6. Feder, H. M. (1970). Growth and predation by the ochre sea star, *Pisaster ochraceus* (Brandt), in Monterey Bay, California. *Ophelia*, 8(1), 161-185. <https://doi.org/10.1080/00785326.1970.10429557>
7. Glamuzina, B.; Pešić, A.; Joksimović, A.; Glamuzina, L.; Matić-Skoko, S.; Conides, A.; Kladoudatos, D., & Zacharakis, P. (2014). Observations on the increase of wild gilthead seabream, *Sparus aurata* abundance, in the eastern Adriatic Sea: problems and opportunities. *International Aquatic Research*, 6(3), 127-134. <https://doi.org/10.1007/S40071-014-0073-7/TABLES/2>
8. Hughes, R. N., & Dunkin, S. (1984). Behavioural components of prey selection by dogwhelks, *Nucella lapillus* (L.), feeding on mussels, *Mytilus edulis* L., in the laboratory. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 77(1-2), 45-68. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(84\)90050-9](https://doi.org/10.1016/0022-0981(84)90050-9)
9. Kim, I. H.; Kim, J., & Shin, S. (2022). A predatory gastropod as the potential biological control agent of the Korean invasive mussel, *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819). *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 15(1), 9-14. <https://doi.org/10.1016/J.JAPB.2021.10.008>
10. Massimino, M.; Balzani, P.; Çiftçioğlu, M.; Yapıcı, S.; Yıldırım, Ö.; Tezel, R.; Tarkan, A. S.; Chkili, O.; Marchessaux, G., & Giannetto, D. (2026). Sex-specific predation of the non-native invasive American blue crab *Callinectes sapidus* on the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Marine Biology*, 173, 71. <https://doi.org/10.1007/s00227-026-04812-x>
11. Meira, A.; Byers, J. E., & Sousa, R. (2024). A global synthesis of predation on bivalves. *Biological Reviews*, 99(3), 1015-1057. <https://doi.org/10.1111/brv.13057>
12. Padin, X. A.; Babarro, J. M. F.; Otero, P.; Gilcoto, M.; Rellán, T.; Suárez, L.; Velo, A., & Peteiro, L. G. (2024). The declining availability of wild mussel seed for aquaculture in a coastal upwelling system. *Frontiers in Marine Science*, 11, 1375269. <https://doi.org/10.3389/FMARS.2024.1375269>
13. Peteiro, L. G.; Filgueira, R.; Labarta, U., & Fernández-Reiriz, M. J. (2010). The role of fish predation on recruitment of *Mytilus galloprovincialis* on different artificial mussel collectors. *Aquacultural Engineering*, 42(1), 25-30. <https://doi.org/10.1016/J.AQUAENG.2009.09.003>
14. Privileggio, L.; Balković, I.; Grozić, K.; Pavičić-Hamer, D.; Jaklin, A.; Suman, D.; Brumnić, L.; Maurić Maljković, M.; Labura, H.; Oštir, S.; Hamer, M.; Tanković, N., & Hamer, B. (2024). Field and laboratory observation of Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* predation by flatworm *Stylochus mediterraneus*. *Aquaculture Reports*, 36, 102164. <https://doi.org/10.1016/J.AQREP.2024.102164>
15. Richard, M.; Forget, F.; Mignucci, A.; Morteux, S.; Gall, P. Le; Callier, M. D.; Weise, A. M.; McKindsey, C. W., & Bourjea, J. (2020). Farmed bivalve loss due to seabream predation in the French Mediterranean Prevost Lagoon. *Aquaculture Environment Interactions*, 12, 529-540. <https://doi.org/10.3354/aei00383>
16. Rilov, G., & Schiel, D. R. (2006). Seascape-dependent subtidal-intertidal trophic linkages. *Ecology*, 87(3), 731-744. <https://doi.org/10.1890/04-1853>
17. Savini, D., & Occhipinti-Ambrogi, A. (2006). Consumption rates and prey preference of the invasive gastropod *Rapana venosa* in the Northern Adriatic Sea. *Helgoland Marine Research*, 60(2), 153-159. <https://doi.org/10.1007/S10152-006-0029-4/TABLES/2>
18. Schubert, J., & Aschenbach, T. (2021). Is there a size-dependency in the predator- prey interaction of *Asterias rubens* and *Mytilus edulis*? *Proceedings in Marine Biology*, Volume 2 (Number 3), 37-41. <https://doi.org/10.18452/23148>
19. Šegvić-Bubić, T.; Grubišić, L.; Karaman, N.; Tičina, V.; Jelavić, K. M., & Katavić, I. (2011). Damages on mussel farms potentially caused by fish predation-Self service on the ropes? *Aquaculture*, 319(3-4), 497-504. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.07.031>
20. Stobart, R. L.; Jeffs, A. G., & Skelton, B. M. (2025). Fish Predation in Bivalve Aquaculture: Impacts and Potential Mitigation Strategies. *Reviews in Aquaculture*, 17(3), e70028. <https://doi.org/10.1111/raq.70028>

ANÁLISIS DE LAS ESTAFAS LABORALES:

PREVENCIÓN, DETECCIÓN E IMPACTO

Raquel María Vázquez Jiménez

Grado en RR.LL. y Recursos Humanos. Universidad de Murcia. España.

Diplomada en Relaciones Laborales. Universidad de Vigo. España

Técnico en Orientación Laboral. Universidad de Comillas. España

RESUMEN

Las estafas laborales son engaños donde delincuentes simulan ofertas de empleo legítimas para robar dinero o información personal de los buscadores de empleo. Estas falsas ofertas, que son comunes en redes sociales y portales web, suelen prometer sueldos altos con poco esfuerzo, solicitan pagos por adelantado o exigen datos bancarios. Generalmente, no se pide ningún tipo de experiencia previa. Los demandantes de empleo son vulnerables a falsas ofertas laborales por la combinación de varios factores, como la necesidad económica, desesperación emocional y la sofisticación de los estafadores, quienes usan tecnología avanzada para crear engaños muy convincentes (ofertas de trabajo falsas, pagos para formación inexistente o solicitud de datos personales sensibles, promesas irreales). Los factores que facilitan la proliferación de estas ofertas son el uso de internet, redes sociales, urgencia de empleo, vulnerabilidad económica).

El objetivo principal del artículo es combatir el fraude laboral, que menoscaba los derechos de los trabajadores y afecta a la sostenibilidad del sistema de pensiones. Las estafas laborales, ya sean ofertas falsas o trabajos fraudulentos, son responsabilidad de quienes las cometen, y las administraciones públicas tienen la obligación de perseguirlos. Además, el TS ha considerado que engañar con ofertas laborales falsas es una estafa agravada, ya que el trabajo es un bien de primera necesidad y debe ser respetado. La lucha contra estas estafas es crucial para proteger los derechos laborales y asegurar la estabilidad económica de los trabajadores. Otros objetivos también serían: Analizar estrategias de detección, prevenir riesgos y concienciar a los demandantes de empleo.

Conceptos clave: Estafa laboral, falsas ofertas, suplantación de identidad, phishing laboral, ingeniería social, fraude, ciberdelincuencia.

ABSTRACT

Job scams are deceptions where criminals simulate legitimate job offers to steal money or personal information from job seekers. These fake job offers, common on social media and websites, often promise high salaries with little effort, request upfront payments, or demand bank details. Generally, no prior experience is required. Job seekers are vulnerable to these fake offers due to a combination of factors, including financial need, emotional desperation, and the sophistication of scammers who use advanced technology to create highly convincing deceptions (fake job offers, payments for nonexistent training or requests for sensitive personal data, and unrealistic promises). Factors that facilitate the proliferation of these offers include internet use, social media, the urgency of finding employment, and financial vulnerability. The main objective of the article is to combat labor fraud that undermines worker's rights and affects the sustainability of the pension system. Employment scams, whether through fake job offers or fraudulent employment, are the responsibility of those who commit them, and public authorities have an obligation to prosecute them. Furthermore, the Supreme Court has ruled that deceiving people with fake job offers constitutes aggravated fraud, given that work is a fundamental right and must be respected. Combating these

scams is crucial to protecting worker's rights and ensuring their economic stability. Other objectives would also include analyzing detection strategies, preventing risks, and raising awareness among job seekers.

Key concepts: *Job scams, fake job offers, identity theft, job phishing, social engineering, fraud, cybercrime.*

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El artículo abordará las estafas laborales. Este tema es relevante por la vulnerabilidad de los demandantes de empleo, y el impacto económico y legal de estos delitos.

Se resalta la importancia de educar a los demandantes de empleo para reconocer fraudes, fomentar la denuncia responsable y difundir información fiable que proteja a la comunidad. Se finaliza con recomendaciones para evitar ser víctima, como verificar la autenticidad de ofertas de empleo, no compartir datos personales sensibles, desconfiar de ofertas demasiado atractivas con sueldos altos, investigar la identidad del reclutador, y nunca realizar pagos por adelantado.

DEFINIR EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

- Identificar diferentes aspectos de las falsas ofertas laborales, por ej: tipo de estafas, impacto en víctimas, métodos utilizados por los estafadores.
- Formular preguntas de investigaciones específicas: ¿Cuáles son las estrategias más comunes de fraude laboral en España? ¿Qué consecuencias económicas y psicológicas generan las falsas ofertas?

Las estafas laborales en 2024-2025 están en auge debido al trabajo remoto y el uso de la inteligencia artificial para imitar procesos legítimos, enfocándose en el robo de datos y dinero mediante tareas simples.

De todos modos, según el artículo de investigación de la Universidad Rey Juan Carlos titulado "El acceso al mercado de trabajo en la sociedad digital: Uso y valoración de los portales de empleo en internet" (M. Martínez Nicolás, 2024), se dice que la evidencia disponible indica que los nuevos canales digitales, y especialmente, las plataformas especializadas en la publicación de ofertas de trabajo, son un recurso preferente para los empleadores y para los demandantes de empleo. Anteriormente, en el año 2013

ya se decía "que las falsas o engañosas ofertas de trabajo en el extranjero se disparan". Gobierno y sindicatos reconocen el aumento de empresas fraudulentas y grupos delictivos que se aprovechan de la situación de desempleo en España.

Principales tipos de estafas laborales

1. *Falsas ofertas de empleo:* Solicitud de dinero por adelantado para cursos, uniformes, materiales o gestión de visados.
2. *Esquemas piramidales:* Ofertas de trabajo que requieren una inversión inicial y la captación de nuevas personas.
3. *Empresas ficticias:* Creación de empresas para dar de alta en la SS y solicitar prestaciones indebidas.
4. *Falsos autónomos:* Obligar a un trabajador a darse de alta como autónomo cuando existe dependencia propia de un contrato laboral.

Factores que facilitan estas estafas: Desinformación, baja regulación, uso de plataformas digitales.

Acciones ante estafas laborales

1. *Denuncia ante la Inspección de Trabajo.*
2. *Denuncia Penal:* Ante la Policía o el Juzgado de Guardia si ha habido estafa económica (entrega de dinero).
3. *Asesoramiento profesional:* Consultar con abogados laboristas antes de firmar contratos sospechosos.

Justificación relevancia del tema (impacto social, económico y legal)

Tienen un impacto significativo, ya que afectan a individuos y empresas, generando desempleo y pérdida de ingresos, (mencionar la vulnerabilidad de los demandantes de empleo). *En términos económicos*, las estafas pueden resultar en pérdidas financieras tanto para los estafadores como para las víctimas, y pueden contribuir a la inestabilidad económica. *En el ámbito legal*, pueden llevar a sanciones penales y administrativas, así como a la suspensión de pensiones y otros derechos sociales. La lucha contra el fraude laboral es crucial para mantener la justicia y la sostenibilidad del sistema de protección social.

Contexto del estudio: Las estafas a quienes buscan empleo representan un problema creciente y de gran impacto social, afectando tanto a la estabilidad económica de los individuos como a la confianza en los procesos de intermediación laboral. Es importante estudiar este fenómeno por su incidencia en el mercado laboral y las consecuencias legales, financieras y psicológicas para las víctimas.

Panorama global y local de fraudes laborales dirigidos a solicitantes

Los fraudes laborales en España han aumentado de manera alarmante, registrando un incremento del 71%. Este tipo de ciberdelincuencia representa ya el 22% de todos los fraudes en el país, una cifra que supera ampliamente la media europea, situada en el 16%.

Según *ORH Observatorio RRHH, TASK SCAM*: es el último fraude laboral que ya acumula cientos de millones en pérdidas (es un mensaje no solicitado, ofrece una forma sencilla de ganar dinero desde casa y luego para desbloquear las supuestas ganancias, se le solicita realizar un pago previo). Está en auge, en plena expansión, tanto es así, que ya ha generado 264 millones de dólares en pérdidas en tan solo un año.

Durante 2024, las estafas relacionadas con ofertas de empleo falsas en línea han mostrado un crecimiento sostenido en Estados Unidos y otras regiones, según datos de la Comisión Federal de Comercio (FTC). La variedad más común de estos fraudes, es la anteriormente descrita “task scam” o estafa gamificada, que funciona mediante procesos que aparentan ser legítimos (infobae 2025). Por otra parte, tanto en España como en el resto de la Unión Europea, la institución de las prácticas universitarias externas está siendo utilizada por numerosas empresas con un fin fraudulento: evitar la contratación laboral y conseguir estudiantes que les presten los mismos servicios que prestaría un trabajador ordinario a ningún coste, o en su caso, a un coste muy reducido (Carolina Armero Jiménez. Revista Justicia & trabajo, ISSN-e 2952-1955, Nº 2, enero-junio, 2023, págs. 103-125).

Ya en el año 2013, la Ministra de Empleo y SS Fátima Báñez García en una carta abierta decía que “la lucha contra el fraude laboral es responsabilidad de todos” (Ministerio de Inclusión, SS y Migraciones). Por otra parte, en las Oficinas Municipales de Información, Orientación y Acompañamiento para la integración social de la población inmigrante del Ayuntamiento de Madrid (2024) también se menciona este tema: “Aprender a identificar ofertas de empleo falsas es fundamental para evitar fraudes y proteger tu información personal”. ACNUR, la Agencia de la ONU para los Refugiados, sabe que ha habido estafas a través de páginas falsas de recaudación de fondos, o bien por medio de propuestas para la creación de alianzas y ofertas de trabajo fraudulentas que pretenden provenir de la organización.

Investigaciones previas y estadísticas más relevantes

Las estafas laborales en España han evolucionado rápidamente con un crecimiento exponencial, sofisticándose con

el uso de nuevas tecnologías y la ingeniería social, convirtiéndose en una de las principales amenazas digitales del país. Antes del auge de métodos más complejos detectados en 2025 (como el uso intensivo de IA), el período 2021-2024 estuvo marcado por el auge del fraude digital y la suplantación de identidad.

Estadísticas y datos clave de 2025:

- **Auge explosivo:** Las estafas relacionadas con el empleo aumentaron más del 1.000% entre mayo y finales de julio de 2025.
- **Fraude telefónico líder:** Las ofertas laborales falsas fueron la principal estafa telefónica en España en el primer trimestre de 2025.
- **Volumen de estafas online:** Se han registrado más de 106.000 casos de estafas online en el primer trimestre de 2025, un aumento de casi el 40% respecto al año anterior, con una media de 1.200 estafas diarias.
- **Pérdidas económicas:** El fraude digital en su conjunto supone pérdidas superiores a los 350 millones de euros anuales en España.
- **Ofertas fantasma:** Un 40% de las empresas ha publicado anuncios de trabajo falsos (“ofertas fantasma”) en lo que va de 2025.

MARCO TEÓRICO

¿Qué son las ofertas de trabajo falsas? Son anuncios laborales que bajo la apariencia de un empleo legítimo, buscan engañar a las personas con diferentes fines, como obtener datos personales, realizar estafas financieras o incluso involucrar al candidato en actividades ilícitas sin su conocimiento. Generalmente, se presentan en portales de empleo, redes sociales o correos electrónicos. Simulan ser empresas de renombre, utilizando nombres corporativos legítimos, pero con correos electrónicos falsificados o dominios web muy similares al original (INESEM Business School). Ciberseguridad Galicia advierte cuidado con las ofertas de trabajo falsas. Dice: “siempre que detectes una estafa, te hayan engañado o no, informa a las autoridades. Ayudarás a prevenir nuevas estafas, y además recibirás ayuda si la necesitas”.

Tipología de estafas laborales (fraude en contratación, sueldos no pagados, empresas ficticias, promesas de empleo falsas, solicitud de pagos por capacitación o materiales inexistentes, manipulación de datos personales). Los factores que facilitan

la proliferación de estas ofertas son el uso de internet, redes sociales, urgencia de empleo, vulnerabilidad económica.

Lista de Estafas Laborales conocidas hasta el momento (Revista Empleo): Ofertas muy prometedoras, solicitan datos y claves bancarias, piden dinero para realizar trámites, te exigen que sumes o convoques a más personas, solicitan fotos íntimas, te piden historial crediticio o te preguntan si puedes pedir préstamos en tus billeteras virtuales o bancos, se niegan a darte información de la empresa en la entrevista, las tareas no son claras.

Las estafas laborales aumentan en internet. Según el Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación (INTECO), uno de cada cuatro fraudes que hay en internet proviene de ofertas de empleo falsas (RRHH Digital).

Pagar por trabajar, una realidad creciente. Un estudio afirma que el 20,2% de los españoles han recibido una oferta laboral en la que les piden dinero para entrar en un proceso de selección o conseguir empleo. Según los testimonios de varias personas, las reflexiones se debaten entre la “dignidad”, según ellos mismos coinciden, de no ceder en pagar por vender su fuerza de trabajo y la intensa competitividad por un empleo que les obliga a hacerlo.

El timo de la falsa entrevista de trabajo. Academias ofertan empleos ficticios en hoteles y restaurantes para atraer a parados y venderles cursos de formación. Llevan años aplicando esta estrategia, sin consecuencias legales para sus responsables, que cuando empiezan a llegar las denuncias desaparecen y dejan sin actividad sus empresas. Después constituyen otras, y vuelta a empezar.

Internet se ha convertido en el espacio ideal para la ciberdelincuencia, ya que les ofrece fácil acceso, poco o ningún control gubernamental, anonimato, rápido flujo de información, altísimo impacto, escaso riesgo, barato e indetectable. La única solución sería apagar Internet o suprimirlo. También hay la posibilidad de identificar las vulnerabilidades e individualizar los peligros existentes y potenciales que dichas debilidades permiten y esperar cual es el resultado final. Las otras soluciones como los sistemas de control de comunicación, la creación de agencias y de cibersoldados, no están resultando ser totalmente efectivas (Delitos en Internet: Clases de fraudes y estafas y las medidas para prevenirlos) (G. S. Medero, 2012).

En un artículo doctrinal se trata de los falsos trabajadores desplazados: entre el control del fraude y la necesaria protección social (Revista Internacional de la Protección Social, 2025) (MAD Mordillo, 2025). Continuamente, se detectan prácticas empresariales fraudulentas tendentes al ahorro de costes de

producción que ponen en peligro los sistemas de Seguridad social.

Por otra parte, se habla de la regulación del trabajo en plataformas digitales. LABOS Revista de Derecho del trabajo y protección social (2025).

Se alude a los delitos contra los derechos de los trabajadores, los derechos de los trabajadores constituyen un bien jurídico susceptible y merecedor de tutela penal autónoma, que trasciende los intereses puramente económicos implicados en la relación laboral (Estudios Penales y Criminológicos).

La Inspección de Trabajo se apoyará en la IA para la detección del fraude en su estrategia para 2025-2027, que será más digital (Economist & Jurist, 2025).

Por otra parte, las empresas ficticias son un fenómeno emergente del fraude social. Las “empresas buzón” son empresas sin actividad económica real en el país donde tiene su sede. Su actividad se desarrolla en otro Estado, que es donde realmente prestan sus servicios, utilizando fraudulentamente la figura de los desplazamientos transnacionales para eludir las normas que resultan de aplicación. Con ello, tratan de eludir costes salariales, tributarios y de Seguridad Social (Revista Internacional y Comparada de Relaciones Laborales y Derecho del Empleo, Vol. 10, Nº 2, 2022).

En “Empresas ficticias, intensidad en la prueba del fraude y actuación procesal del FGS” (R. F. Villarino, 2021) se aborda los límites y la consideración jurídica de la “intensidad exigible a la prueba del fraude” derivada de las relaciones laborales ficticias, con esta expresión se hace referencia a aparentes entidades mercantiles bajo las que se sustentan contratos de trabajo simulados con el único objetivo de obtener prestaciones públicas, sin que por tanto haya una contraprestación efectiva de trabajo por salario.

Por otro lado, se realizó un estudio que evaluó la efectividad de las simulaciones de ataques de phishing y planes de concienciación para reducir la vulnerabilidad de los empleados ante ataques cibernéticos en una pequeña empresa. Y este estudio concluye que estas estrategias efectivamente mejoran la capacidad de respuesta y detección de amenazas, construyendo una cultura organizacional más resiliente frente a la ciberseguridad (INNOVA Research Journal, Vol. 9, Nº Extra 4, 2024).

El *Observatorio de Recursos Humanos (ORH)* hace una guía para detectar ofertas de trabajo fraudulentas, y dice, que portales de empleo como FACUA, organización dedicada a la defensa de los derechos de los consumidores, entre otras entidades, luchan contra las falsas ofertas de trabajo que cir-

culan por internet a través de campañas informativas y de prevención. Por su parte, las web intermediarias entre empresas oferentes y demandantes de empleo, como es el caso de Trabajando.com España, tienen establecidos protocolos de verificación de organizaciones que se registran y ofertas que publican para detectar cualquier tipo de fraude.

Breve marco legal aplicable: El marco legal aplicable a las estafas laborales abarca tanto normas penales para castigar el engaño y el fraude patrimonial como normativas laborales para proteger los derechos del trabajador y combatir el empleo irregular.

MARCO LEGAL PENAL (estafas y fraudes):

- *Código Penal:* Tipifica el delito de estafa (art. 248 y ss.) cuando con ánimo de lucro, se utiliza engaño bastante para producir error en otro, induciéndolo a realizar un acto de disposición patrimonial en perjuicio propio o ajeno.
- *Estafa agravada* (art. 250 CP): El TS ha establecido que engañar utilizando ofertas de empleo falsas constituye una estafa agravada, dado que el trabajo es un bien de primera necesidad.
- *Delitos contra los derechos de los trabajadores* (art. 311 a 316 del CP): que castigan la imposición de condiciones laborales perjudiciales mediante engaño o abuso de necesidad.

El TS condena a un empresario por engañar en las ofertas: simuló la creación de una cooperativa de transporte en medio de la crisis económica de 2010, atrayendo a transportistas que se encontraban en una situación desesperada por encontrar empleo (Tirant lo Blanch).

MARCO LEGAL LABORAL (Fraude de ley y empleo irregular):

- *ET:* Regula condiciones de trabajo y contratación.
- *Ley 23/2015, de 23 de Julio, Ordenadora de Trabajo y SS:* Fundamental para la investigación y sanción de fraudes laborales y el empleo irregular (Regula la inspección como medio para detectar y sancionar estas conductas).
- *Ley 13/2012, de 26 diciembre, de lucha contra el empleo irregular y el fraude a la SS:* Modifica diversas normas para intensificar la persecución del trabajo no declarado o fraudulento.
- *Estatuto de prácticas no laborales:* Normativa reciente para erradicar prácticas fraudulentas que encubren relaciones laborales, permitiendo a la Inspección de Trabajo sancionar con multas elevadas.

Informes mediáticos, denuncias: Las estafas laborales han experimentado un aumento significativo, convirtiéndose en una de las principales modalidades de fraude digital en España y a nivel internacional. Ha aumentado un 1.200% en algunos sectores, víctimas jóvenes entre 20 y 35 años. Y más del 57% de los adultos en todo el mundo reportaron haber sido víctima de estafa en los últimos 12 meses.

Un ejemplo, sería el caso de Antonio, que perdió su empleo y se vio obligado a buscar de forma intensiva a través de la Red. Mandó su CV a distintas empresas, y obtuvo respuesta mediante correo electrónico de una de ellas que le ofrecía un sueldo llamativo, horario flexible y teletrabajar. Se le indicaba en el correo que se había intentado contactar vía telefónica y que no había sido posible, por lo que se le adjuntaba un nº telefónico de tarificación especial para que llamara para ofrecerle la información sobre el puesto de trabajo ofrecido, puesto que encajaba a la perfección. Tras un tiempo de espera y redirecciones dentro de la centralita, una persona de RRHH respondió y así comenzó el proceso de reclutamiento. Se le solicitaron datos bancarios y personales para ingresar la nómina y darle de alta en la seguridad social. Quedó a la espera de una nueva llamada por parte de RRHH para la contratación, no supo más puesto que no pudo contactar con la empresa nuevamente, tan solo quedó registrada una llamada con un alto coste en su factura de teléfono.

TIPIFICACIÓN DE CASOS

- *Estafas de pago por anticipado:* Se exige al candidato pagar una tarifa inicial bajo la excusa de "gastos de gestión" o "material de formación".
- *Robo de identidad:* El objetivo es recopilar datos sensibles mediante supuestos formularios de contratación para cometer fraudes financieros.
- *Estafas de tareas:* Se ofrece trabajo consistente en ver vídeos, dar likes o realizar tareas simples en línea con alta rentabilidad que terminan pidiendo pagos para liberar las supuestas ganancias.
- *Suplantación de identidad de empresa real:* Utilizan nombres, logotipos y correos electrónicos muy similares a empresas reconocidas para dar credibilidad a una falsa oferta de trabajo.

IDENTIFICACIÓN DE PATRONES

- *Ofertas demasiado buenas para ser verdad* (sueldos muy altos por pocas horas de trabajo, sin necesidad de experiencia previa).

- *Uso de mensajería instantánea / Redes sociales.*
- *Presión para actuar rápido.* Insisten en firmar un contrato o pagar dinero en un plazo muy corto (menos de 48-72 horas) para evitar que la víctima verifique la información.
- *Correos no profesionales.*
- *Entrevistas inexistentes o inusuales.* Procesos de selección que no incluyen entrevistas o que se realizan únicamente por chat.
- *Falta de presencia digital:* La empresa no tiene sitio web, referencias en LinkedIn o perfiles legítimos en redes.

EJEMPLOS

- *Estafas laborales disfrazadas de trabajos sencillos por Internet* (Revista Ciberseguridad). Bajo la promesa de ingresos rápidos por realizar tareas simples como dar me gusta a publicaciones, valorar productos o completar acciones en webs falsas, los estafadores manipulan a sus víctimas hasta conseguir que paguen una supuesta inversión inicial para cobrar sus “ganancias”. Este fraude ha generado más de 264 millones de dólares en pérdidas solo en un año, según datos del FBI.
- *Alerta por estafa de falsa oferta de empleo por Instagram y Whatsapp:* Se disfraza de oportunidad de ganar dinero extra. Los cibercriminales imitan rasgos de una tienda legítima de e-shop llamada “Shopee”, atrayendo a usuarios desprevenidos con promesas tentadoras como ganar grandes sumas de dinero en un día, vendiendo productos aparentemente genuinos.
- *Estafas laborales disfrazadas de trabajos sencillos en línea* (Revista Summa 2025): Son las llamadas “estafas de tareas” en las que los estafadores proponen un supuesto trabajo que consiste en realizar tareas simples, como dar vista a creadores de contenido en plataformas como Youtube o Tik Tok, comentar en publicaciones de productos (por ej en Amazon) y prometen ganancias tentadoras.
- Descubren una red liderada por un empresario agrícola que comercializaba *contratos de trabajo ficticios para engañar a trabajadores migrantes* (ofrecía contratos y altas en la SS a cambio de cantidades entre 3.000 y 4.000 euros, esos pagos se destinaban a que ciudadanos extranjeros pudieran regularizar su situación en el estado español o acceder fraudulentamente a prestaciones públicas).
- El 20% de los desempleados asegura que le han pedido dinero para entrar en un proceso de selección o encontrar un empleo (la exigencia de dinero no es la única estafa de las ofertas falsas de empleo, sino también están diseñadas para obtener información financiera y personal del candidato que posteriormente será revendida a un tercero (The Adecco Group).
- *El SEPE advierte porque existe publicidad engañosa de diferentes empresas que utilizan su logo*, consiguiendo la apariencia de que el organismo acredita y/o certifica los cursos que ofertan, consiguiendo así captar mayor número de alumnas y alumnos (publicidad engañosa en la oferta de cursos y actividades formativas).

Seguimiento de casos reportados en medios y redes sociales

- Según la entrevista a una chica lo único que ponían en la oferta era que se trataba de una plaza de “atención al cliente”. “Era para ser comercial de una compañía de teléfonos y me han dicho que me había tocado Toledo”. Esto en la oferta no lo ponía, asegura. A pesar de que el sueldo señalado en la oferta era de 1.000-1.300 euros, la realidad es que si los trabajadores no consiguen cerrar ventas no cobran. “Aparte de que no tienes un sueldo fijo, después de estar 12 horas recorriéndote un pueblo, llamando casa por casa estafando a la gente diciéndoles mentiras, te tienes que pagar tú la comida”, dice que ha perdido su día en el pueblo de Toledo dando vueltas y no le han pagado la formación porque dijo que no le interesaba el trabajo (La Vanguardia, 2024).
- Intento de estafa a un camarero: Envío el CV, le informaron de las condiciones laborales, diciendo horario de mañana y de tarde y que tenían disponibilidad de alojamiento, pero le surgió una duda al trabajador: “¿El alojamiento sería solo para una persona? Convivo con mi pareja y actualmente buscamos piso”. La respuesta fue afirmativa y preguntó: “los turnos son rotativos ¿verdad?”. La siguiente respuesta le despertó dudas al camarero: “Para poder continuar con el proceso, le agradeceríamos que nos facilite la siguiente información: Nombre, DNI, horario de preferencia, número de SGS y correo electrónico”. “Quedamos atentos a su respuesta”. El camarero contestó: “Preferiría hacer una entrevista antes y no pasar mis datos personales por Whatsapp” (La Razón, 2025).

RESULTADOS CLAVE:

- *Gran auge de la IA:* Se aumenta la escala y volumen de los ataques.
- *Robo de datos e identidad.*
- *Impacto emocional y psicológico (estrés severo, pérdida de confianza).*

- *Perfiles de riesgo:* Los jóvenes de la Generación Z debido a su actividad en redes sociales y búsqueda de empleo en línea.

ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN

- *Concienciación y educación:* Para detectar conductas sospechosas.
- *Estricta verificación:* Para verificar la autenticidad de las ofertas y empresas.
- *Utilización de tecnología anti-fraude:* Uso de IA por parte de empresas y plataformas para detectar comportamientos inusuales y monitorizar transacciones.
- *Colaboración activa:* Denuncia intentos de estafa ante autoridades laborales.

RESUMEN TENDENCIAS SIGNIFICATIVAS OBSERVADAS

Uso de IA y herramientas digitales, falsas ofertas de empleo, robo de información personal (phishing), estafas financieras (pagos por adelantado), contratación para actividades ilegales, alta presencia en redes sociales y mensajería.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Implica analizar señales de alerta en los procesos de selección para distinguir ofertas reales de las fraudulentas. Las principales señales de alerta serían: solicitud de dinero por adelantado, urgencia inusual (presión por una respuesta rápida o comenzar de inmediato sin entrevista formal), entrevistas informales (Whatsapp, Telegram), falta de información (la página web es deficiente o no se encuentra la oferta en su sitio oficial).

En un artículo médico “Consecuencias emocionales de una estafa: estrés postraumático” (2024), la doctora Margarita Corominas Roso nos habla de las consecuencias económicas, pero también psicológicas y emocionales, con sentimientos de culpabilidad y vergüenza por haber caído en esta situación, y consecuentemente, el deterioro de la autoestima y la confianza en uno mismo. Pensamientos repetitivos acerca de lo ocurrido, la ansiedad, el insomnio, la irritabilidad, la depresión, etc., con todo lo cual la capacidad de trabajo eficiente puede quedar seriamente dañada.

Según AARP.org, el conjunto de síntomas de las víctimas de fraude incluye pensamientos negativos sobre sí mismas. Quizás se pregunten si es que no son inteligentes, si tienen problemas con su capacidad cognitiva o su capacidad para juzgar a los demás. La mayoría se sienten enojados, arrepen-

tidos, traicionados, indefensos y avergonzados. Los estafadores son manipuladores hábiles que engañan a las víctimas cuando estas se encuentran en la situación más vulnerable. Los autores de fraudes son “en el fondo, psicólogos que se desenvuelven en un entorno sin control” que han acumulado una cantidad increíble de datos que los ayudan a determinar lo que funciona y lo que no.

REFLEXIONES SOBRE IMPLICACIONES DE LAS ESTAFAS LABORALES

El fraude laboral representa una violación fundamental de los principios de integridad y buena fe.

- **Implicaciones éticas:** Explotación y acoso, daño reputación empresas.
- **Implicaciones sociales:** Ambiente de desconfianza, estrés y baja productividad, inseguridad laboral y precarización: Dificultad acceso al trabajo digno.
- **Implicaciones legales:** Sanciones y responsabilidad penal y fraude a la Seguridad Social.

SUGERENCIAS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES SOBRE ESTAFAS LABORALES

1. Estarían enfocadas en la detección, prevención y comprensión de estos fraudes.

- a) Investigar el uso de la Inteligencia Artificial.
- b) Detección de cómo usan los delincuentes la IA para crear voces, perfiles falsos, etc.
- c) Y en referencia a la suplantación de identidad, cómo envían mensajes masivos de fraude laboral por Whasapp, Telegram, etc.

2. Estarían enfocadas en la psicología del estafado y nuevos perfiles de riesgo.

- a) Análisis del sesgo de desesperación: Investigar cómo la necesidad económica, hace más vulnerable a las víctimas a determinadas ofertas.
- b) Impacto en colectivos vulnerables: Analizar por qué los jóvenes en su primer empleo o personas mayores son blanco fácil y diseñar protocolos de prevención específicos para ellos.
- c) El proceso de victimización: Estudiar las consecuencias psicológicas y económicas en las víctimas después de descubrir la estafa y cómo la vergüenza impide la denuncia.

CONCLUSIONES

La conclusión fundamental es que nunca se debe pagar dinero ni proporcionar información bancaria sensible para obtener un empleo. Las ofertas que prometen ingresos altos por tareas sencillas (likes, reseñas) y contactan vía Whatsapp/Telegram suelen ser fraudes destinados a robar dinero o datos personales. Las recomendaciones serían:

- *Verificar la empresa:* Investigar la empresa en LinkedIn y sitios oficiales, desconfiando si la empresa llega por Whatsapp o no tiene detalles claros.
- *Desconfiar del dinero fácil:* Si la oferta parece demasiado buena para ser verdad, probablemente no lo sea.
- *No pagar:* Las empresas legítimas pagan a los empleados, no al revés.
- *Proteger datos:* No compartir documentos de identidad o cuentas bancarias en las primeras etapas de selección.

Las estafas laborales y el fraude en la contratación tienen implicaciones profundas para las políticas laborales, obligando a una actualización constante de las normativas de inspección, protección al trabajador y SS.

1. *Refuerzo de la Inspección de Trabajo.* El auge de ofertas de empleo falsas y la economía irregular ha impulsado la necesidad de planes de choque específicos (planes periódicos contra el fraude en la contratación) y la investigación de empresas ficticias.
2. *Actualización penal y civil del fraude.* El engaño en el ámbito laboral está siendo tratado con mayor severidad por los tribunales.
3. *Protección del trabajador y la SS.* Lucha contra la economía irregular: Estas actuaciones han permitido aflojar cientos de miles de empleos y detectar empresas ficticias con un alto impacto económico. Y también la reclamación de daños: Los trabajadores afectados por fraudes tienen derecho a reclamar judicialmente daños y perjuicios y a denunciar la situación a la Inspección de Trabajo.
4. *Nuevas medidas de prevención y seguridad.* Prevención de Riesgos: Las políticas de seguridad y salud deben ser obligatorias. Y Seguridad Ciudadana: Organismos como el INCIBE alertan sobre las falsas ofertas de empleo para proteger a la ciudadanía de robos de información personal y estafas económicas.

En resumen, las estafas laborales implican que haya una mayor vigilancia activa por parte de la Administración, penas

más severas para las empresas infractoras y una mayor protección para los trabajadores frente a ofertas falsas y contratación fraudulenta.

BIBLIOGRAFÍA

1. Simulación de ataques phishing y planes de concienciación aplicables al ámbito empresarial. Cabezas-Molina, Esthela Maribel; Fiallos-Aguilar, Hugo Christian. Localización: INNOVA Research Journal ISSN-e 2477-9024, Vol. 9 Nº Extra 4, 2024, Págs 95-110.
2. Tirant Lo Blanch. Grupo Editorial. Ofertas de trabajo falsas.
3. El problema de los falsos trabajadores desplazados: entre el control del fraude y la necesaria protección social (Revista Internacional de Protección Social, 2025) (Mad Mordillo 2025).
4. Revistas. USC.gal. Estudios penales y criminológicos. Artículo doctrinal Vol 41 (2021). JMT Basoco 2021.
5. Economist & Jurist (2025).
6. Un fenómeno emergente del fraude social. Las empresas ficticias. Actuación de la Inspección de Trabajo y SS. JJC Frías, 2016.
7. Trabajo y Derecho: nueva revista de actualidad y relaciones laborales ISSN 2386-8090, ISSN-e 2386-8112, Nº Extra 3, 2016.
8. Revista Internacional y Comparada de RRL y Derecho del Empleo. Volumen 10, Nº 2, 2022, issn 2282-2112. Empresas ficticias y fraude social en la UE: nuevas normas y estrategias.
9. "Empresas ficticias, intensidad en la prueba del fraude y actuación procesal del FGS" (R. F. Villarino, 2021).
10. "Consecuencias emocionales de una estafa: estrés postraumático". Corominas Roso, M. (2024).
11. INESEM BUSINESS SCHOOL: ¿Qué son las ofertas de trabajo falsas?
12. ACNUR.ORG: Cómo protegerse de estafas y ofertas de empleo fraudulentas.
13. Revista Ciberseguridad: Estafas laborales disfrazadas de trabajos sencillos por Internet.
14. LABOS: Revista de Derecho del Trabajo y Protección Social. Artículos jurisprudenciales. Vol. 6, Nº 2 (2025). Pardo Gabaldón, R. La regulación del trabajo en plataformas digitales. Estado de la cuestión y comentario a cambios normativos.
15. Oficinas Municipales de Información, Orientación y Acompañamiento para la integración social de la población inmigrante. Ofertas de empleo falsas: evita fraudes y protege tu información.
16. Revista Summa, 2025. Estafas laborales disfrazadas de trabajos sencillos en línea.
17. Revista Justicia & Trabajo, ISSN-e, 2952-1955, Nº 2 (enero-junio), 2023, págs. 103-125. Carolina Armero Jiménez. Contratos laborales encubiertos en las prácticas universitarias.
18. Observatorio rh.com. Mercado de trabajo, personas y empresas. TASK SCAM. El último fraude laboral que ya acumula cientos de millones en pérdidas 21/07/25.
19. Ministerio de Inclusión, SS y Migraciones. La lucha contra el fraude laboral es responsabilidad de todos.
20. El acceso al mercado de trabajo en la sociedad digital: Uso y valoración de los portales de empleo en internet (M. Martínez Nicolás, 2024). Universidad Rey Juan Carlos.
21. RRHH Digital: Las estafas laborales aumentan en internet.
22. Definición de estafas laborales. Delitos en internet: Clases de fraudes y estafas y las medidas para prevenirlos (G. S. Medero 2012).
23. Pagar por trabajar ¿una oportunidad o una estafa? Rubén Andrés Pereña. Boletín ACAL, ISSN 1576-320X, Nº 84, 2012, págs. 62-63.

ERRAR NO SOLO ES HUMANO:

LA TRADUCCIÓN MEDIANTE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERAL¹

NO TRADUCE AVISPAS

Liliana Valado Fernández

Universidade de Vigo. España.

RESUMEN

Errar no solo es humano y traducir tampoco lo ha sido siempre

Para contextualizar la aplicación actual de la inteligencia artificial general (IAG) en el sector de la traducción, es necesario que dibuje la línea del tiempo que muestra brevemente que, a lo largo de la historia de la traducción, esta no siempre ha sido solo humana, sino también automática.

Lo cierto es que retroceder en una máquina del tiempo no es tarea fácil, ya que hay datos que sitúan el origen de la traducción automática (TA) en 1933, aunque otros estudios lo hacen en 1949. En realidad, esta tecnología se concibió por primera vez en 1933 en Europa, pero en 1949 en Estados Unidos:

Las primeras propuestas sobre sistemas de traducción automática se formularon en 1933, cuando el franco-armenio George Artsrouni y el ruso Petr Smirnov-Troyanskii registraron, de forma completamente independiente, las primeras patentes que recogían propuestas concretas sobre cómo materializar la traducción automática (Parra, 2011, p. 84)

En la cita, se apunta que las primeras propuestas sobre sistemas de TA se formularon en 1933, a través de patentes que recogían propuestas concretas sobre cómo materializar la TA. No obstante, no eran conocidas fuera de Rusia.

Ajenos a estas patentes, la historia continúa en la Fundación Rockefeller, en el año 1949, al incentivar la investigación de este ámbito en Estados Unidos, aplicando técnicas cartográficas, entre otras:

En 1947, Warren Weaver, un matemático e investigador de la Fundación Rockefeller, recabó la opinión del cibernético Norbert Wiener sobre la posibilidad de usar técnicas criptográficas para traducir, pero Wiener no mostró mucho entusiasmo. Intrigado también por el uso de ordenadores en la tarea, en 1949 Weaver difundió Translation, un memorándum donde esbozaba cuatro estrategias para desarrollar la traducción automática (Muñoz, 2023, p. 39).

A partir de esta fecha, un equipo de investigación de la Universidad de Massachusetts realiza una demostración pública de su sistema en 1954 y así surgen las primeras exaltaciones a favor de la TA y, en consecuencia, las críticas posteriores contra esta, debido a su falta de calidad.

En 1964, la Academia Nacional de Ciencias forma el comité ALPAC para estudiar y evaluar los resultados de la TA, que dieron lugar al informe ALPAC, en 1966, que concluía que las traducciones automáticas eran de peor calidad que las humanas y no se recomendaba seguir invirtiendo en ellas. Es evidente que el informe ALPAC no ha frenado el uso de la

¹ Término empleado por la Comisión Europea (2025).

TA, aunque sí ha ido evolucionando hasta el momento actual. Por ejemplo, como hitos históricos se puede apuntar el salto a la web de la TA, en 1996, de la mano de Systran, mediante traducción gratuita de textos pequeños.

A continuación, este enfoque de la TA pura, es decir, el lingüístico o basado en reglas, empezó a convivir con el estadístico y el neuronal. Los dos últimos son los que tuvieron éxito, ya que implican menos costes que el lingüístico.

La diferencia básica entre uno y otro es que la TA generada por motores basados en redes neuronales precisa corpus de datos de mayor tamaño, aunque el resultado defendido es que puede dar lugar a traducciones de mayor calidad, pero que sea probable no quiere decir que sea correcto. De esa asociación por probabilidades, a partir de patrones lingüísticos, a la hora de traducir, resultan las traducciones de la TA neuronal cuya calidad no es la requerida.

La IAG, sin embargo, utiliza grandes modelos lingüísticos para generar traducciones basadas en patrones aprendidos y en la comprensión del contexto. Estas traducciones también son, en principio, de calidad peor que la traducción humana, pero los proveedores de servicios de traducción que aplican esos métodos defienden combinar ambas, humana y automática, para garantizar la calidad final. De hecho, Microsoft ha publicado una lista de las 40 profesiones con alta aplicabilidad de la IAG, como se puede ver en la tabla 1.

Las profesiones de traductor y traductora e intérprete están en lo más alto de la lista; lo que significa, por una parte, que sus tareas están más alineadas con las capacidades actuales de la IAG y, por otra, también tienen que competir con la “onda expansiva” generada:

El 30 de noviembre de 2022, la empresa OpenAI lanzó ChatGPT al mercado. Impactó como un gran asteroide en el planeta y lo llenó todo de algo extraño y perturbador: la Inteligencia Artificial Generativa. Su influencia en el mundo tecnológico fue inmediata y revolucionaria, ya nada volvería a ser como antes, y la onda expansiva y subsiguientes tsunamis aún nos siguen sacudiendo hoy (la traducción de gallego a castellano es nuestra). (Caeiro, 2026, p. 1).

La traducción editorial ante la IAG

En la era de la IAG, la traducción editorial con calidad se está viendo afectada, entre otros motivos, por la ausencia de una revisión humana que aplique criterios deontológicos o éticos al producto traducido con IAG. Tal y como ya se exponía antes del uso de la IAG, en la norma internacional UNE-EN ISO

17100: 2015/2017 *Servicios de traducción. Requisitos para los servicios de traducción* (2015/2017), la revisión es condición innegociable para la consecución de la calidad final traductológica. En la actualidad, en un contexto en que destacan las traducciones que pueden ser generadas por IAG, es necesario puntualizar la merma de su calidad y el o la agente responsable de esto, es decir, la propia IAG: “inteligencia artificial (IA) hipotética que poseería la capacidad de entender, aprender y aplicar su inteligencia para resolver cualquier problema, de la misma manera que lo haría un humano” (Comisión Europea, 2025, p. 11).

En esta línea, Microsoft avanza que “abrazamos la regulación que beneficia a la gente, también para la IA” (Suárez, 2026, <https://www.lavozdegalicia.es/noticia/mercados/2026/07/03/hector-garcia-tellado-microsoft-abrazamos-regulacion-beneficia-gente-ia/00031783087515897815777.htm>), en palabras de su director tecnológico y de negocio Héctor García cuando apunta “veo una Galicia moderna, sin clichés antiguos y con un ecosistema vibrante de gente joven con ideas frescas” para “aprender del error y aprovechar las conexiones humanas”.

Engañar a la persona lectora con, por ejemplo, una novela que no ha sido escrita “humanamente” por su autor o autora, sino artificialmente por la IAG, es un ejercicio de desinformación que puede provocar que quien lee no reflexione sobre la ética de esta práctica:

Que escriba la IA y no el supuesto autor un artículo periodístico o una novela y no lo declare es engañar al lector, a pesar de que el texto logre informar, convencer, emocionar o hacer reflexionar a quien lo lee. De todos modos, en estos casos se compromete sobre todo la estética y la ética (calidad, originalidad, autoría). (La traducción de gallego a castellano es nuestra). (Barro, 2026, <https://www.farodevigo.es/opinion/2026/02/22/cienc-ia-127123240.html>).

¿Y por qué la persona lectora (no experta) le podría conferir conscientemente credibilidad a una novela traducida con IAG?

La respuesta es sencilla: por el mismo motivo por el que yo confío más en el resultado que arroja mi hoja Excel para las notas finales de mis asignaturas que en mis propias capacidades cerebrales de cálculo:

Y tampoco en esta época en que la inteligencia artificial está a la orden del día podemos garantizar la infalibilidad de las máquinas. De hecho, inteligencia e infalibilidad son incompatibles, sea la inteligencia artificial o la natural. Mucha gente lo ignora y, en todo caso, tenemos un nesgo de automati-

TABLA 1
Working with AI: Measuring the Applicability of Generative AI to Occupations¹

Job Title (Abbrev.)	Coverage	Cmpltn.	Scope	Score	Employment
Interpreters and Translators	0.980	0.883	0.568	0.492	51,560
Historians	0.906	0.852	0.564	0.462	3,040
Writers and Authors	0.850	0.841	0.603	0.545	49,950
Sales Representatives of Services	0.842	0.902	0.573	0.449	1,142,020
Computer Numerically Controlled Tool Programmers	0.899	0.869	0.528	0.419	28,030
Broadcast Announcers and Radio Disc Jockeys	0.745	0.841	0.605	0.409	25,070
Customer Service Representatives	0.720	0.901	0.591	0.408	2,858,710
Telemarketers	0.656	0.893	0.603	0.404	81,580
Political Scientists	0.774	0.873	0.528	0.391	5,580
Mathematicians	0.905	0.744	0.538	0.386	2,220
News Analysts, Reporters, and Journalists	0.815	0.811	0.560	0.383	45,020
Passenger Attendants	0.798	0.875	0.616	0.376	20,190
Technical Writers	0.826	0.816	0.538	0.373	47,970
Technical Writers	0.826	0.816	0.538	0.373	47,970
Concierges	0.699	0.880	0.556	0.372	41,020
Proofreaders and Copy Markers	0.911	0.860	0.486	0.369	5,490
Editors	0.780	0.818	0.537	0.367	95,700
Business Teachers, Prostsecondary	0.700	0.904	0.517	0.367	82,980
Public Relations Specialists	0.627	0.900	0.600	0.365	275,550
Data Scientists	0.765	0.863	0.506	0.357	192,710
Personal Financial Advisors	0.689	0.875	0.524	0.355	272,190

Job Title (Abbrev.)	Coverage	Cmpltn.	Scope	Score	Employment
Web Developers	0.733	0.858	0.506	0.353	85,350
Advertising Sales Agents	0.660	0.901	0.526	0.353	108,100
Management Analysts	0.676	0.896	0.540	0.353	838,140
Geographers	0.771	0.828	0.478	0.352	1,460
Brokerage Clerks	0.742	0.892	0.574	0.350	48,060
Market Research Analysts and Marketing Specialists	0.707	0.897	0.517	0.350	846,370
Economics Teachers, Postsecondary	0.676	0.899	0.512	0.349	12,210
Public Safety Telecommunicators	0.660	0.878	0.534	0.346	97,820
Counter and Rental Clerks	0.622	0.900	0.523	0.344	390,300
Telephone Operators	0.804	0.859	0.567	0.342	4,600
Library Science Teachers, Postsecondary	0.654	0.904	0.512	0.341	4,220
Tax Examiners and Collectors, and Revenue Agents	0.534	0.889	0.557	0.340	50,250
Political Science Teachers, Postsecondary	0.653	0.898	0.503	0.339	17,090
Philosophy and Religion Teachers, Postsecondary	0.654	0.897	0.509	0.338	20,320
Models	0.642	0.888	0.533	0.337	3,090
Mathematical Science Occupations, All Other	0.646	0.882	0.527	0.336	4,320
Computer User Support Specialists	0.720	0.875	0.475	0.334	689,700
Criminal Justice and Law Enforcement Teachers, Postsecondary	0.648	0.898	0.506	0.334	13,390
Child, Family, and School Social Workers	0.691	0.878	0.469	0.334	352,160
Foreign Language and Literature Teachers, Postsecondary	0.638	0.899	0.509	0.333	20,820

¹ Fuente: Tomlinson, K. (2025).

zación que se traduce en la tendencia humana a confiar en exceso en las máquinas y a aceptar sus resultados, recomendaciones o decisiones con menos cautela de la necesaria (la traducción de gallego a castellano es nuestra). (Barro, 2026, <https://www.farodevigo.es/opinion/2026/06/07/nesgo-automatizacion-131104091.html>).

Los resultados de la traducción con IAG son incorrectos porque la máquina se equivoca, ya que “haciendo un ejercicio de simplificación extrema [...], la IA no es ni más ni menos que un conjunto de algoritmos encapsulados en una tecnología” (Pena, 2025, p. 60).

A raíz de esos algoritmos, la traducción mejoraría de forma continua y automática a partir de los datos de entrada, pero este sistema tiene sus riesgos, que provocan la falta de calidad resultante:

Los errores en los sistemas de IAG se denominan alucinaciones, que no son más que salidas incorrectas y en algunos casos totalmente ajenas a la realidad. [...], las alucinaciones son intrínsecas al funcionamiento de una IAG, que genera palabras o frases mediante probabilidades, pero desconoce la validez real de la salida que está generando. Por lo tanto, el sistema simplemente produce una salida más probable, en función de la entrada y de su entrenamiento, pero no se trata de una respuesta verificada.

[...]

Lógicamente, este riesgo de no detectar resultados incorrectos es más probable cuando el usuario desconoce el tema y/o no aplica el pensamiento crítico (la traducción de gallego a castellano es nuestra). (Burguillo, 2026, p. 27).

Con todo, en este artículo, además de criticar la aceptación democrática y social de la falta de calidad en las traducciones editoriales, quiero resaltar la preocupación ante otras cuestiones como los derechos de autoría:

Los derechos de autoría del material usado en la fase de entrenamiento. Esto supone cuestiones tanto éticas como legales. Aunque quien la use no entrenase el modelo de forma directa, puede ser responsable del uso que haga de sus respuestas. Si las respuestas tienen fragmentos copiados de obras protegidas (como libros, canciones o materiales académicos), podría estar usando sin saberlo contenido sujeto a derechos de autoría (la traducción de gallego a castellano es nuestra). (Burguillo, 2026, p. 28).

En este sentido, proyectos académicos como el de la organización sin ánimo de lucro Red Española de Filosofía de la Inteligencia Artificial (reFIA) le aclararían a la persona lectora estos puntos y podría convertirse en masa crítica, ya que es una herramienta de educación mediática ante las prácticas de la IAG cuyo objetivo es:

[...] en el ámbito de la filosofía de la inteligencia artificial, la tecnología y la ciencia [...] mantener informada a la comunidad académica y al público interesado, facilitando el intercambio de conocimiento y la difusión de iniciativas relevantes [...] fomentar el diálogo interdisciplinar y el intercambio de conocimientos entre quienes investigan las dimensiones epistemológicas, éticas, cognitivas, jurídicas, sociales, políticas y estéticas de la IA, trasladando estos debates al conjunto de la sociedad (reFIA, 2026, <https://refia.es>).

Para complementar esos estudios, Pena (2025) indica que:

A estas alturas, estarán de acuerdo en que los algoritmos son casi como las meigas², hay una en cada rincón de la vida moderna con su sombrero de bits y una escoba de código fuente. No son las típicas brujas del cuento, ¡son los algoritmos! Y, como toda buena meiga, aparecen donde menos te lo esperas, porque haberlas haylas (Pena, 2025, p. 58).

Por una parte, en el ámbito filosófico, se

[...] propone una reflexión filosófica y crítica sobre el impacto de las tecnologías digitales y de los sistemas de inteligencia artificial en la comprensión contemporánea del ser humano, del conocimiento y de la vida social (reFIA, 2026, <https://refia.es>).

Por otra parte, respecto a abordar este problema legislativamente, la Unión Europea lleva a cabo una supervisión pública de estos algoritmos mediante la verificación de la denominada transparencia algorítmica que se apoya en tres conceptos: transparencia, *explicabilidad* y responsabilidad. Pena la describe de la siguiente manera:

- 1) Ver el código y la programación del algoritmo, su documentación y los datos de entrada sería un ejercicio de transparencia.
- 2) Dar un sentido o significado, una explicación, a los resultados o incluso poder reproducirlos sería un ejercicio de *explicabilidad* (¡bendito término!).

² Mi yo de raíz gallega lo sabe, pero, por si acaso, las meigas son personas que, según la opinión vulgar, tienen pacto con el diablo y, por ello, poderes extraordinarios.

- 3) Tener mecanismos o instrumentos que nos permitan hacer lo anterior legalmente y poder reclamar correcciones, rectificaciones o simplemente mejorar sería responsabilidad (Pena, 2026, p. 59).

En resumen, los algoritmos son los pasos que se siguen para resolver de manera ordenada una consulta, tal y como indica Barro (2026):

En su sentido más básico, un algoritmo no es nada misterioso. Es, simplemente, un conjunto finito y ordenado de pasos para resolver un problema o realizar una tarea. Una secuencia de instrucciones que, si se siguen correctamente, conducen a un resultado que nos resulta útil.

[...]

Cuando entiendes algo, sabes que no es magia ni el resultado de una voluntad divina, y, aunque no sepas crearlo ni aplicarlo por ti mismo, sabrás que puede ser revisado, corregido, limitado o substituido, y podrás exigir que se te explique cómo opera cuando decide por ti o sobre ti (la traducción de gallego a castellano es nuestra). (Barro, 2026, <https://www.farodevigo.es/opinion/2026/04/05/o-algoritmo-128751551.html>).

En consecuencia, paso a paso, en este artículo, voy a mencionar de manera muy abreviada un protocolo para traducir que aplica un proceso de traducción, desarrollado en fase de laboratorio, en mi tesis de doctorado (cf. Valado, 2012), que actualiza necesariamente sus fases de revisión y corrección humanas ante el uso actual de la IAG, en el aula universitaria: traza la línea temporal entre las fases propias de la traducción como proceso, a través de una herramienta en soporte audiovisual (cf. Valado, 2025), que se aplicaría en la formación universitaria de traductores y traductoras.

Con esta aplicación, por una parte, controlé la calidad del resultado, tal y como se recoge en la mencionada norma ISO de traducción, mediante la verificación humana del dato, en función de las especificidades requeridas por la encomienda de traducción (una prueba evaluativa de una asignatura de transcreación de gallego a inglés, de tercer curso, del Grado en Traducción e Interpretación, de la Universidad de Vigo) para así desechar que la extracción dé lugar a modelos lingüísticos por frecuencia.

Para ampliar el concepto de extracción mencionado, los investigadores Xosé López-García y Cristian Augusto González

lo trasladan al ámbito periodístico cuando reflexionan sobre si “¿Está empobreciendo la IA el lenguaje periodístico (y de la sociedad)?” e indican:

Ese papel (los periódicos han funcionado como espacios de creación y difusión de vocabulario nuevo) puede debilitarse si una parte importante de la escritura periodística se delega en sistemas generativos. Los grandes modelos de lenguaje se basan, de manera general, en la predicción del siguiente token o palabra probable dentro de una secuencia. Por eso, producen textos fluidos y plausibles, pero también tienden a privilegiar regularidades estadísticas, patrones frecuentes y formulaciones ya estabilizadas. En sí mismo, esto no implica una degradación automática del lenguaje. El problema aparece cuando esa lógica se vuelve dominante en la escritura pública (López-García y González, 2026, <https://theconversation.com/esta-empobreciendo-la-ia-el-lenguaje-periodistico-y-de-la-sociedad-280765>).

Retomando la experiencia en el aula, en esta se generó espíritu crítico que pudiese detectar dónde la IAG comete errores o alucina, y cómo el criterio humano es imprescindible para corregir.

La imposibilidad de la IAG para traducir avispas, debido al nesgo² de automatización

La prueba consistía en traducir a inglés un texto original (TO) en gallego cuya extensión no superaba las 300 palabras. Se trataba de una transcreación de un producto cosmético, de origen gallego. La prueba se realizó de manera virtual y el plazo de entrega comprendía una hora y cuarenta minutos. El uso de la IAG quedaba prohibido, en aplicación de la normativa de la universidad (Universidade de Vigo, 2026, <https://secretaria.uvigo.gal/uv/web/normativa/public/show/706>).

Las dificultades del TO eran de terminología y lenguaje connotativo. En la fase de revisión y corrección por mi parte, necesaria para la evaluación, detecté, por un lado, enunciados con lenguaje connotativo traducidos con carga de literalidad respecto al original, que daban lugar a traducciones no idiomáticas en inglés. En este caso, de los 15 individuos que realizaron la prueba, solo 2 proponían traducciones no idénticas e idiomáticas. Mi experiencia como correctora ajena profesional y docente universitaria me ha enseñado que no hay dos traducciones idénticas y, menos aún, 13, como fue el caso. Por otro lado, la dificultad terminológica más

² Término empleado por S Barro (2026).

llamativa ‘zumbaba’ en uno de los textos traducidos (TT). En concreto, la palabra “avéspora”, ‘avispa’ en gallego (uno de los componentes del producto cosmético): “wasp” en inglés se proponía en 14 de los 15 TT, pero en el otro, la traducción era “*bee-spore”.

Siguiendo de manera esquemática la línea de trabajo propuesta por Toledo-Báez (2026), sobre el análisis de las tecnologías de traducción, enfocado en el par humano-artificial, la desventaja de usar la IAG en la combinación gallego-inglés es que las probabilidades de acierto se reducen porque el cómputo de datos es menor que en castellano, así que se suele descifrar el TO gallego a castellano y a este se aplica la IAG. Al no ser reconocida “avéspora”, se disecciona erróneamente la etimología desde el castellano: el resultado es “abe(ja)-(e)spora”, la alucinación de la IAG ‘abejea’ y resulta el equivalente sin sentido “*bee-spore”.

La traducción denota ausencia de calidad, pero el individuo 15 la acepta por el mencionado nesgo de automatización, debido a su falta de competencia en el par de lenguas gallego e inglés. ¡Y porque las meigas, haberlas ‘haylas’! La consecuencia directa en este caso es que impide el propio aprendizaje del estudiante 15, ya que, tal y como expone el catedrático de la Escuela de Ingeniería de Telecomunicación, de la Universidad de Vigo, Manuel José Fernández:

En primer lugar, desde un punto de vista antropológico, todas las herramientas que utilizamos nos debilitan. En segundo lugar, desde un punto de vista del aprendizaje, teorías como la del esfuerzo cognitivo (Ausubel, 1968) o la de la carga cognitiva (Sweller, 2011), señalan que el aprendizaje profundo y duradero no se produce de forma automática o pasiva. Para que tenga lugar, el estudiante debe invertir esfuerzo cognitivo, debe comprender, resolver, relacionar e integrar la nueva información con lo que ya sabe previamente. El aprendizaje proviene del esfuerzo cognitivo y el reto para el profesorado siempre fue conseguir que el alumnado realice el esfuerzo cognitivo adecuado. Demasiado esfuerzo conduce al cansancio, a la frustración y a la desmotivación. Poco esfuerzo, a la nada. La IAG parece que inclinó la balanza hacia la nada, por lo que es nuestra tarea como docentes procurar el equilibrio (la traducción de gallego a castellano es nuestra). (Fernández, 2026, pp. 29-30).

Por otra parte, la discusión sobre la autoría de este TT número 15 es un punto que forma parte del debate en las universidades gallegas, entre otras, ya que se está regulando:

Un punto clave es enseñarle al estudiantado a utilizar la IAG como apoyo de su propio trabajo, no para la realización completa de las tareas que los libere de su esfuerzo.

Aunque la IAG puede ser una excelente herramienta para generar ideas y redactar textos (algo que, por otra parte, deberíamos fomentar), el trabajo final debe reflejar pensamientos, análisis y conclusiones propios del alumnado (la traducción de gallego a castellano es nuestra). (Fernández, 2026, p. 30).

El protocolo mencionado es una herramienta acorde con un uso de la IAG que priorice las prácticas éticas, la transparencia y la responsabilidad en el ejercicio de la traducción, tal y como también promueve el catedrático Fernández:

Por supuesto, deberá quedar claro que (el estudiantado) no debe utilizar la IAG para realizar tareas o exámenes de forma deshonestas, ya que este uso indebido deturpa el proceso educativo y su desarrollo personal. Debemos abordar las evaluaciones desde esta consideración y penalizar aquellos casos en que no se respeten estas cuestiones sobre la integridad académica (la traducción de gallego a castellano es nuestra). (Fernández, 2026, p. 32).

Para esto, la recomendación es que el estudiantado se familiarice con las buenas prácticas sobre la IAG que pauta la universidad en sus políticas:

Lo instruye (al estudiantado) sobre la importancia de familiarizarse con las directrices y políticas éticas de la universidad relacionadas con el uso de la IAG. Deben comprender las normas que rigen el uso de estas tecnologías para garantizar que su aplicación sea crítica, ética y responsable, y que esté alineada con los valores institucionales y académicos (la traducción de gallego a castellano es nuestra). (Fernández, 2026, p. 45).

DISCUSIÓN

Yo considero que es inevitable que la IAG siga empleándose como herramienta para traducir (ya hace años que se utiliza profesionalmente, pero ahora se ha popularizado exponencialmente porque está disponible a nivel usuario y usuaria), pero, por una parte, la calidad no es idónea, así que el objetivo es controlar la calidad de los datos masivos extraídos con IAG para resultar en una herramienta de traducción mejorada y, por otra, los derechos de autoría no se respetan en la extracción y es necesario advertirlo.

En este contexto profesional, el resultado (*output*) no importa, sino el proceso que describe el flujo de trabajo (cf. ISO,

2017/2017), en el mismo sentido que se controlaba la calidad de la postedición (revisión de traducciones automáticas) en la era anterior a la IAG, es decir, en tiempos de TA. Con todo, este es un trabajo académico que está en fase de estudio para su posterior publicación, que dejó abierto en este artículo de investigación.

Para finalizar, una herramienta de traducción mejorada que controle la calidad y la autoría de los datos masivos extraídos con IAG podría basarse en el protocolo mencionado, que sería capaz de formar a la persona usuaria (no experta, principalmente) para que pudiese generar pensamiento crítico en la sociedad, así como transmitir valores éticos para un uso honesto de la IAG y democratizar el conocimiento digital con ética y deontología (persona experta) ante la cultura de medios que difunde datos masivos, tal y como ya sucede en otros países.

BIBLIOGRAFÍA

1. Barro, S. (2026). "Cienc-IA". *Faro de Vigo*, 61, 525. [https://www.farodevigo.es/opinion/2026/02/22/cienc-ia-127123240.html]
2. Barro, S. (2026). "Sabes o que é un algoritmo?" *Faro de Vigo*, 61, 566. [https://www.farodevigo.es/opinion/2026/04/05/o-algoritmo-128751551.html]
3. Barro, S. (2026). "Nesgo de automatización". *Faro de Vigo*, 61, 629. [https://www.farodevigo.es/opinion/2026/06/07/nesgo-automatizacion-131104091.html]
4. Burguillo, J. C. (2026). "Como funciona?" En M. Caeiro. (Ed.), *A intelixencia artificial xerativa na práctica académica. Manual para uso crítico, ético e responsable* (pp. 13-28). Servizo de Publicacións da Universidade de Vigo.
- Comisión Europea (2025). "Glosario sobre inteligencia artificial". *Punto y Coma. Boletín de los traductores e intérpretes de lengua española de las instituciones de la Unión Europea*, 188, 8-24.
5. Caeiro, M. (2026). "Limiar". En M. Caeiro. (Ed.), *A intelixencia artificial xerativa na práctica académica. Manual para uso crítico, ético e responsable* (pp. 1-2). Servizo de Publicacións da Universidade de Vigo.
6. Fernández, M. J. (2026). "A IAX para o noso estudantado" En M. Caeiro. (Ed.), *A intelixencia artificial xerativa na práctica académica. Manual para uso crítico, ético e responsable* (pp. 29-46). Servizo de Publicacións da Universidade de Vigo.
- ISO. (2015/2017). UNE-EN ISO 17100: Translation Services - Requirements for Translation Services. ISO.
7. López-García, X., y González, C. A. (2026). "¿Está empobreciendo la IA el lenguaje periodístico (y de la sociedad)?" En E. Sanz, (Ed.), *The Conversation*, [https://theconversation.com/esta-empobreciendo-la-ia-el-lenguaje-periodistico-y-de-la-sociedad-280765].
8. Muñoz, R. (2023). *Traductología cognitiva. Tratado general*. ULPGC ediciones.
9. Parra, A. (2011). Historia de la traducción automática. *La linterna del traductor*, 6, 82-91.
10. Pena, E. A. (2025). La transparencia algorítmica. *Punto y Coma. Boletín de los traductores e intérpretes de lengua española de las instituciones de la Unión Europea*, 188, 56-61. reFIA (2026). "Quiénes somos". [https://refia.es].
11. Suárez, O. (2026). "Héctor García Tellado". *La Voz de Galicia*, [https://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/mercados/2026/07/03/hector-garcia-tellado-microsoft-abrazamos-regulacion-beneficia-gente-ia/00031783087515897815777.htm].
12. Toledo-Báez, C. (2026). Propuesta de enseñanza-aprendizaje de posesición con la paridad humano-máquina como base. En G. Corpas. (Ed.), *Tecnologías lingüísticas multilingües* (pp. 79-99). Editorial Comares.
13. Tomlinson, K.; Jaffe, S.; Wang, W.; Counts, S., y Suri1, S. (2025). *Working with AI: Measuring the Applicability of Generative AI to Occupations*. Microsoft.
- Universidade de Vigo (2026). Normativa sobre o uso da intelixencia artificial na Universidade de Vigo. Universidade de Vigo.
14. Valado, L. (2012). *Tradución na edición de libro de texto. Proposta de protocolo de actuación do castelán ao galego na procura de calidade*. [Tesis doctoral, Universidade de Vigo]. Servizo de publicacións da Universidade de Vigo.
15. Valado, L. (2025). Marcando rumbo al "Planeta Traducción": traducciones de calidad a través de tecnologías profesionales aplicadas a la formación del alumnado del Grado en Traducción e Interpretación. *Investigación. Cultura, ciencia y tecnología, volumen 17* (número 34), 47-53, [http://www.institutociencia.es/sites/default/files/revista_34-_ano_2025.pdf].



XUNTA
DE GALICIA

Xacobeo



2027



INSTITUTO CULTURA CIENCIA Y TECNOLOGÍA