



# INVESTIGACION

CULTURA CIENCIA Y TECNOLOGIA

VOLUMEN 16

Nº 32

2024

# INVESTIGACION

CULTURA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Revista Nº 32  
VOLUMEN 16 2024

## 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 Briera

## Comité Científico

Jesús Souza Troncoso  
José Luis Legido Soto  
Juan Manuel Vieites Baptista de Sousa  
Francisco Javier Rodríguez Berrocal  
Almudena Fernández Briera  
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



AXENCIA  
GALEGA DE  
INNOVACIÓN



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 publican 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 16 N° 32 2024

Editorial

6

L

**A REVOLUCIÓN DEL SUEÑOS**

**Tomás Camacho García, MD, PhD**

*Dr. Especialista en Análisis Clínicos y Toxicología.*

*Directivo del Instituto de Cultura, Ciencia y Tecnología (ICCT).*

Divulgación científica

8

Q

**UNCE AÑOS DE LA REVISTA "INVESTIGACIÓN" (2009-2024)**

**José Luis Vázquez López**

*Presidente del Instituto de Cultura, Ciencia y Tecnología (ICCT).*

*Director de la revista "Investigación".*

Ciencias de la salud

## 10 SISTEMA DE CONTROL Y PREVENCIÓN DE CONTAMINANTES EN AGUAS MINEROMEDICINALES MEDIANTE INTELIGENCIA ARTIFICIAL (AQUAPRED SUDOE)

**Lourdes Mourelle<sup>1</sup>, Elena Hernández Pereira<sup>2</sup>, Daniela Correia<sup>3</sup>, Francisco Maraver<sup>4</sup>, María J. Alves<sup>5</sup>, Odile Eloy-Tran Van Chuoi<sup>6</sup>, Lidia Casás<sup>7</sup>, Laurence Delpy<sup>8</sup>, Miguel A. Fernández Torán<sup>9</sup>, Ignacio Cortés Moro<sup>10</sup>, José Luis Legido<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> FA2 Research Group. Department of Applied Physics. University of Vigo. Spain.

<sup>2</sup> CITIC. Research and Development Laboratory in Artificial Intelligence (LIDIA). Universidade da Coruña. Spain.

<sup>3</sup> AquaValor. Centro de Valorização e Transferencia de Tecnologia da Água. Chaves. Portugal.

<sup>4</sup> Department of Radiology. Rehabilitation and Physiotherapy. University Complutense of Madrid. Spain.

<sup>5</sup> Escola Superior de Hostalaria e Bem-Estar. Instituto Politécnico de Bragança. Portugal.

<sup>6</sup> Institut du Thermalisme Campus de Dax. Université de Bordeaux. Dax. France.

<sup>7</sup> Université de Pau et des Pays de l'Adour, E25 UPPA, LaTEP. Pau. France.

<sup>8</sup> AQUÍ O Thermes, cluster thermal Nouvelle-Aquitaine. Dax. France.

<sup>9</sup> Hervideros de Cofrentes. Cofrentes. Valencia. Spain.

<sup>10</sup> Balneario El Raposo. El Raposo-Badajoz. Spain.

Ecología Espacial y Conservación

## 15 HISTORIA VITAL, COMPORTAMIENTO ESPACIAL Y CONSERVACIÓN DEL MARRAJO AZUL, ISURUS OXYRINCHUS

**Gonzalo Mucientes Sandoval<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Research Centre in Biodiversity and Genetic Resources, InBIO Associate Laboratory CIBIO-InBIO). Universidade do Porto. Portugal.

<sup>2</sup> BIOPOLIS Program in Genomics, Biodiversity and Land Planning- CIBI. Vairao. Portugal. 4 Servicio de Neumología, Complejo Hospitalario-Universitario Ourense. España.

Ciencias: Enseñanza de la Ingeniería

## 27 EL PROYECTO DE ÁREAS RECREATIVAS COMO TRABAJO ACADÉMICO FIN DE ESTUDIOS EN TITULACIONES DE INGENIERIA FORESTAL

**Guillermo Riesco Muñoz**

Escuela Politécnica Superior de Ingeniería. Campus Terra (Lugo). Universidad de Santiago de Compostela. España.

Prevención cardiovascular

## 38 PREVENCIÓN CARDIOVASCULAR Y DETERMINANTES DE LA SALUD. ESTUDIO BASADO EN LA ENCUESTA NACIONAL DE SALUD EN ESPAÑA

**María José Ferreira Díaz-PhD**

Escuela de Enfermería de Lugo. Universidad de Santiago de Compostela. España.

Ciencias del trabajo

## 45 EL MERCADO LABORAL ACTUAL: ¿UNA VISIÓN DE FUTURO?

**Raquel María Vázquez Jiménez**

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

Diplomada en Relaciones Laborales. Universidade de Vigo. España.

Técnico en Orientación Laboral. Universidad de Comillas. España.

Terapia Biológica Génica Celular

## 55 NUEVOS AVANCES TERAPÉUTICOS EN ENFERMEDADES INFECCIOSAS: APLICACIONES CLÍNICAS DE LA TERAPIA CON CÉLULAS CAR-T

**Ana Cabanas López de Vergara<sup>1</sup>, Beatriz Cabanas López de Vergara<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Facultativo Especialista Adjunto en Microbiología y Parasitología. Complejo Hospitalario de Vigo. España.

<sup>2</sup> Facultativo Especialista Adjunto en Hematología y Hemoterapia. Médico Especialista en Hospital Comarcal O Barco de Valdeorras. Ourense. España. Máster en Profesorado y TFM por la Universidade de Vigo. España.

# editorial

## LA REVOLUCIÓN DEL SUEÑO

En la mitología griega Hipnos, el dios del sueño, era el hermano gemelo de Tánatos, el dios de la muerte. Es posible que esta sea una de las razones del por qué nuestra sociedad no ha mostrado demasiado interés por el sueño.

Resulta sorprendente que el sueño, una función fisiológica fundamental que utilizan absolutamente todos los animales que existen en la faz de la Tierra, haya sido despreciado por la especie que mayor desarrollo evolutivo ha alcanzado. Y esto solo puede ser fruto de la soberbia y el desconocimiento.

Quizás deberíamos echar la vista atrás y volver a rescatar de la mitología griega clásica el mito de Prometeo, el titán amigo de los mortales; por su delito de desafiar a los dioses robándoles el fuego para dar a la civilización el pistoletazo de salida, fue condenado por Zeus a una eternidad de sufrimiento cuando cada mañana un águila sanguinaria se comía su hígado regenerado cada noche. Aunque a primera vista el castigo

de Prometeo podría parecer una reacción exagerada, ahora que empezamos a comprender que jugar con el orden natural de la luz y la oscuridad afecta a los patrones del sueño, crea problemas de salud y afecta al rendimiento, tal vez ya Zeus intuía que nuestra especie no sabría emplear correctamente ese don...

Toda época tiene sus enfermedades emblemáticas. El mundo actual, acelerado, siempre conectado, constantemente privado de sueño, está conduciendo a una sociedad del cansancio a causa de lo que la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha definido como una epidemia de sueño; una epidemia que ha hecho sonar la alarma sobre nuestra crisis mundial de falta de sueño y sus profundas consecuencias para nuestra salud, nuestro desempeño laboral, nuestras relaciones y nuestra felicidad.

Lamentablemente, la evidencia real que deja claros todos los peligros que corren los individuos y sociedades cuando no se duerme lo suficiente no ha sido transmi-

tida al público. Tristemente, los seres humanos son la única especie que se priva de sueño deliberadamente sin que ello le represente una auténtica ventaja.

Si tomamos en cuenta los efectos que dormir tiene sobre la salud, resulta fácil aceptar un vínculo comprobado: cuanto menos se duerme, más corta será la vida. Todos los aspectos del bienestar están siendo erosionados por este estado de descuido del sueño, lo cual resulta tremendamente costoso. Dormir de forma habitual menos de seis horas por noche destroza el sistema inmunitario, multiplicando por más de dos el riesgo de sufrir cáncer. Las horas de sueño insuficientes son un factor clave del estilo de vida que determina si desarrollarás o no la enfermedad de Alzheimer o un severo cuadro depresivo. Un sueño inadecuado altera los niveles de azúcar en sangre, aumenta las probabilidades de que tus arterias coronarias se bloqueen, predisponiendo a sufrir alguna enfermedad cardiovascular, un ictus o un fallo cardíaco congestivo. Pero, además, incrementa el número de errores que se cometen y el número de accidentes que se sufren. Pensemos por un momento en la letal circunstancia de ponerse al volante de un automóvil sin haber dormido lo suficiente, causa de cientos de miles de accidentes de tráfico y muertes cada año. Y en este caso, no solo está en riesgo la vida de las personas privadas de sueño, sino también las de quienes los rodean. Resulta inquietante saber que los accidentes de automóvil causados por conducir con sueño superan a todos los causados por el alcohol y las drogas. Y por si todo esto no fuera suficiente, el déficit de sueño genera un incremento de la infertilidad y un envejecimiento acelerado.

Pero, además, la privación de sueño degrada muchas de las facultades esenciales para la mayoría de los empleos, generando un mayor absentismo laboral y una velocidad de realización de las tareas más lentas; dicho de otra forma, los empleados soñolientos son empleados improductivos. Por eso sorprende que en muchos ambientes empresariales se considere el sueño como algo inútil; es algo que resulta extraño

si tenemos en cuenta lo sensible que se muestra ese mismo mundo empresarial respecto de otras áreas de la salud, la seguridad y la conducta del empleado. Así, aunque existen innumerables políticas laborales referidas al tabaco, el abuso de sustancias, el comportamiento ético y la prevención de lesiones y enfermedades, el sueño insuficiente, un factor dañino y potencialmente letal, se tolera comúnmente al creer, erróneamente, que el tiempo invertido en una tarea es proporcional a la productividad de la misma.

Esta falta de sueño no es más que un reflejo del mal que azota nuestra civilización, el agotamiento. Es paradójico que la vida moderna, que nos lleva a vivir en un estado de continuo agotamiento, también nos impide dormir. Por eso no resulta sorprendente que exista una cultura de consumo de pastillas para dormir, un mercado valorado en 80.000 millones de dólares en el año 2020. No es más que la consecuencia de un estilo de vida, propio de nuestra arrogancia, donde pretendemos vencer al sueño, obligarlo a doblegarse ante nosotros. Dentro de unas décadas veremos el consumo de somníferos con la misma incredulidad con la que contemplamos hoy el consumo de cigarrillos. Las píldoras para dormir no son la solución a un problema de falta de sueño, sino el síntoma de otra crisis. Son una falsa promesa que en realidad nos aleja un paso más del sueño restaurador y auténtico que necesitamos.

No estamos ante un problema médico, sino de estilo de vida. Lo que ocurre es que nadie invierte en enseñarnos cómo resolverlo. Por eso nuestra obligación es enviar un mensaje claro: el sueño es lo más eficaz que podemos hacer para restablecer nuestra salud cerebral y corporal todos los días, el mayor esfuerzo de la naturaleza contra la muerte.

### **Tomás Camacho García, MD, PhD**

Dr. Especialista en Análisis Clínicos y Toxicología  
Directivo del Instituto de Cultura, Ciencia y Tecnología (ICCT)

# divulgación científica

## Revista "INVESTIGACIÓN, Cultura, Ciencia y Tecnología": Uniendo Conocimiento & Sociedad durante 15 años"

**¡Bienvenidos a una nueva edición de "Investigación"! Nos complace seguir siendo desde Galicia el puente entre la comunidad científica y el mundo, difundiendo conocimientos y descubrimientos en las cinco ramas fundamentales de la ciencia.**

### **LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA**

Desde nuestra fundación hace quince años, nos hemos dedicado a cubrir un importante vacío que consideramos existía en la divulgación científica y tecnológica, de manera que se integren en una sola revista las cinco ramas de la ciencia, así como potenciar la relación de los centros de investigación, universidades y otras instituciones científicas con la sociedad, como centros de enseñanza, bibliotecas, etc., hasta donde fuese necesario llegar, con el fin de dar a conocer los importantes trabajos de nuestros investigadores a la sociedad, en especial, al tejido empresarial e industrial para que sirva de canal conductor con la actividad investigadora de Galicia. Considero que hemos logrado el objetivo, ya que nuestra activi-

dad se difundió más allá, llegando incluso a darse a conocer la revista no solo en nuestras Comunidades Autónomas, sino también en distintos países (desde Galicia para el mundo), con el apoyo de la Axencia Galega de Innovación (Gain) - Xunta de Galicia.

### **¿DÓNDE SE EXPLORAN LOS LÍMITES DEL CONOCIMIENTO?**

1. Artes y Humanidades.
2. Ciencias.
3. Ciencias de la Salud.
4. Ciencias Sociales y Jurídicas.
5. Ingeniería y Arquitectura.

## **NACIMIENTO DE LA REVISTA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA “INVESTIGACIÓN”**

En el año 2009, en que fundé esta revista, para compartir el conocimiento científico con todos los públicos, colaborar e involucrar a la sociedad en el importante conocimiento de la investigación (aglutinando las cinco ramas de la ciencia), fueron momentos muy duros, ya que una revista de este tipo es distinta a otras, requiere un equipo científico, técnico, y académico, especializado en los distintos ámbitos del saber, para mantener un equilibrio perfecto en el control y la calidad de los manuscritos en cuanto a la divulgación que interesa a la sociedad y el aporte de artículos innovadores de esos investigadores, pensemos, que gracias a sus trabajos se logra mejorar nuestra salud, calidad de vida, etc. Como decía en la primera revista cuando publiqué mi Editorial de presentación: “Esas personas y esos equipos a los que hago referencia, son los que quiero que vean en nuestra revista que nace ahora, el conductor idóneo para llegar a los lectores, que necesitan saber cómo se invierte en I+D+i desde las universidades, instituciones e incluso empresas privadas, en toda la dimensión de investigación, ciencia, cultura y tecnología”, así seguía diciendo: “Son muchos los profesionales, doctores, académicos e investigadores en general, que conocedores de mi experiencia en el mundo de la comunicación y dirección, me han animado a llevar adelante este proyecto”.

Una vez con todos sus permisos legales y conocimientos suficientes para comenzar esta importante labor que llevaba a cabo y sin ánimo de lucro, sin esperármelo, observé la gran acogida que tenía por parte de excelentes profesionales, universitarios, investigadores, empresas e instituciones públicas y privadas, así como del CSIC.

## **RESOLUCIÓN**

Hoy, son ya quince años de trayectoria y doy las gracias a esos académicos e investigadores de la Universidade de Vigo, a los doctores en medicina, ingenieros, biólogos, y a otros colaboradores de distintas universidades e instituciones de España y otros países que han participado, etc., con los que se consiguió este puente que une la ciencia y la sociedad, gracias a la colaboración de más de cuatrocientos investigadores, que para tomar parte en la publicación han tenido que cumplir normas, condiciones y copyright para lograr la publicación de sus trabajos.

También, la revista “INVESTIGACIÓN” está adscrita al

INSTITUTO DE CULTURA, CIENCIA Y TECNOLOGÍA (ICCT), que aporta todo lo necesario para fortalecer esa divulgación con un Órgano Directivo que hoy, es un pilar fundamental para todos.

Gracias al apoyo de nuestros lectores y colaboradores, seguimos fortaleciendo este puente entre la ciencia y la sociedad con un gran éxito.

## **FUTURO**

Os invitamos a seguir explorando con nosotros las maravillas del mundo científico, descubriendo los avances que nos acercan a un futuro más prometedor y sostenible.

Investigadores, universitarios y doctores de las cinco ramas de la ciencia, os invitamos a apoyar la divulgación científica y tecnológica, formando parte del ICCT.

¡Hasta la próxima edición de “INVESTIGACIÓN”!

## **AGRADECIMIENTOS**

Nuestro equipo del Comité Científico, Consejo de redacción, Departamentos de Dirección Creativa e Innovación de la revista, así como Órgano Directivo del ICCT y miembros numerarios, consultores y de honor, os dan las ¡Gracias por ser parte de esta increíble travesía durante estos quince años! y a la Axencia Galega de Innovación - Xunta de Galicia por su apoyo.

No olvidamos a todos los investigadores que son los que trabajan para mejorar nuestras vidas.

He tratado de resumir este mensaje con el que busco como Fundador reconocer y agradecer a los lectores y a todo nuestro equipo su apoyo, al mismo tiempo que celebrar los logros de la revista en sus quince años de existencia, y expresar el compromiso de continuar siendo un referente en el ámbito científico.



## **JOSÉ LUIS VÁZQUEZ LÓPEZ**

Presidente del Instituto Cultura Ciencia y Tecnología  
Director de la revista “INVESTIGACIÓN”

# SISTEMA DE CONTROL Y PREVENCIÓN DE CONTAMINANTES EN AGUAS MINEROMEDICINALES MEDIANTE INTELIGENCIA ARTIFICIAL (AQUAPRED SUDOUE)

Lourdes Mourelle<sup>1</sup>, Elena Hernández-Pereira<sup>2</sup>, Daniela Correia<sup>3</sup>, Francisco Maraver<sup>4</sup>, Maria J. Alves<sup>5</sup>, Odile Eloy-Tran Van Chuoi<sup>6</sup>, Lidia Casás<sup>7</sup>, Laurence Delpy<sup>8</sup>, Miguel A. Fernández-Torán<sup>9</sup>, Ignacio Cortés-Moro<sup>10</sup>, José L. Legido<sup>1</sup>

<sup>1</sup> FA2 Research Group, Department of Applied Physics, University of Vigo. Campus Lagoas-Marcosende s/n. 36310 Vigo. Spain.

<sup>2</sup> CITIC, Research and Development Laboratory in Artificial Intelligence (LIDIA). Universidade da Coruña. Campus de Elviña s/n. 15071 A Coruña. Spain.

<sup>3</sup> AquaValor - Centro de Valorização e Transferência de Tecnologia da Água - Associação. Rua Dr. Júlio Martins, Nº 1.5400-342 Chaves. Portugal.

<sup>4</sup> Department of Radiology, Rehabilitation and Physiotherapy, Complutense University of Madrid. 28040 Madrid. Spain.

<sup>5</sup> Escola Superior de Hotelaria e Bem-Estar. Instituto Politécnico de Bragança. Av. D. Afonso V. 5300-121 Bragança. Portugal.

<sup>6</sup> Institut du Thermalisme Campus de Dax. Université de Bordeaux. 8 Rue Sainte-Ursule. 40100 Dax. Francia.

<sup>7</sup> Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, LaTEP. Pau. France.

<sup>8</sup> AQUÍ O Thermes, cluster thermal Nouvelle-Aquitaine. 15 Av. de la Gare. 40100 Dax. France.

<sup>9</sup> Hervideros de Cofrentes, S.L. Calle Balneario, s/n. 46625 Cofrentes. Valencia. Spain.

<sup>10</sup> Balneario El Raposo. Raposo, s/n. 06392 El Raposo. Badajoz. Spain.

## RESUMEN

AQUAPRED SUDOUE es un proyecto multiterritorial, multidisciplinario e interdisciplinario de física, medicina, farmacia, química, biología e informática enfocado a la monitorización y control del agua termal/mineromedicinal de los balnearios y a la predicción de contaminantes basándose en la digitalización de los datos en tiempo real de los parámetros fundamentales del agua mineromedicinal.

El proyecto determinará los parámetros fundamentales de las aguas termales, así como sus rangos de fluctuación en el agua termal dentro de una instalación termal; también se estudiará su influencia en la seguridad terapéutica y la calidad del agua y posibles modelos de relación.

Adicionalmente, se establecerá en el proyecto un modelo de hidrobioma de las aguas termales y se asociará a sus propiedades terapéuticas.

Para la implementación del proyecto, se desarrollarán e instalarán sistemas piloto de toma de datos en tiempo real en

balnearios de la zona SUDOUE, en los que se monitorizarán los parámetros, utilizando dispositivos diseñados especialmente para la función, para su posterior digitalización y análisis.

Durante este proceso, se desarrollará un sistema inteligente que, en base a esos datos, permita realizar un control sobre los elementos de tratamiento del agua (desinfectantes...) y un modelo de aprendizaje automático que permita predecir la posibilidad de aparición de contaminantes en dichas aguas (microorganismos).

Se aplicarán también, en base a los datos capturados, modelos de eficiencia energética que optimicen el consumo y permitan reducir su demanda.

## INTRODUCCIÓN

La investigación en tecnologías avanzadas y su aplicación en el espacio SUDOUE en un tema de relevancia económica y social como es el termalismo, ayudando desde los centros de

innovación a los territorios más despoblados y fortaleciendo redes ya establecidas en proyectos anteriores como TERMA-RED, es la base del proyecto AQUAPRED.

Los desafíos del Proyecto serían los siguientes:

- Ausencia de sinergias entre centros de investigación y sector privado en el ámbito de la balneoterapia, lo que se traduce en necesidades empresariales sin respuesta e investigaciones sin aplicación práctica.
- Reducida relación entre centros de investigación y las necesidades empresariales, lo que se refleja en una escasa tradición innovadora en el sector de la balneoterapia.
- Sector con escasa tradición en cultura de la innovación y digitalización, y mucho menos en la aplicación de tecnologías avanzadas y automatización en los procesos internos del balneario.
- Reducida inversión en I+D+i de las empresas y administraciones del espacio SUDOE, por debajo de la media europea.
- Escasez de investigaciones en materia de mejora de la calidad del agua usando métodos físicos y tecnologías avanzadas como sensórica, internet de las cosas, big data e inteligencia artificial.
- Insuficiente investigación en el ámbito de los tratamientos terapéuticos.
- Creciente competencia del entorno mundial, agravada por la situación periférica del SUDOE en la UE.
- Dado el carácter rural de la mayor parte de los balnearios en la zona SUDOE, la insuficiencia de personal con alta preparación técnica escasea y hace más difícil el acceso a tecnologías avanzadas.
- Escaso aprovechamiento de la energía residual del agua termal frente al alto coste de la energía.

La experiencia conjunta del equipo de proyecto y las diferentes especializaciones y terrenos sobre los que se actúa hacen necesario un enfoque transnacional para abordar el problema.

## CONSORCIO

El consorcio se compone de socios que, desde los tres países, dotan al proyecto de las herramientas tecnológicas y científicas

necesarias para su éxito, donde unos cubren carencias de otros y complementan las posibilidades. En Portugal, el Instituto Politécnico de Bragança y el Centro de Valorización y Transferencia de Tecnología del Água (AQUAVALOR) de Chaves son expertos en análisis de aguas termales y en su uso lúdico; en España, la Universidad de Vigo, el departamento de Física Aplicada tiene un largo recorrido en el análisis y valorización de las aguas termales, de los barros medicinales y en su promoción al uso farmacológico; también participa el departamento de Ingeniería de sistemas y automática, así como investigadores del Campus del agua de Ourense; la Universidad Complutense de Madrid, con la escuela de Hidrología Médica que posee una amplia experiencia en la valoración de las aguas y sus efectos medicinales; la Universidad de Bordeaux con el Instituto de Termalismo que ha invertido en el entendimiento de las aguas termales, su comportamiento y desarrollando entornos de prueba; la Universidad de Pau con el laboratorio de Térmica, Energética y Procesos que es experto en el estudio de los sistemas energéticos, de la ingeniería química y la composición de las aguas; la Universidad de A Coruña con el Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial, experto en la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial, y Big Data; AQUÍ O Thermes, que es clúster termal de la región de Nouvelle-Aquitaine; Hervideros de Cofrentes, balneario situado en la provincia de Valencia y el Balneario El Raposo en la provincia de Badajoz. También participan como asociados del Proyecto la Agencia de Turismo de Galicia, Caldaria Termal con el Balneario de Laias, el municipio de Chaves, la Comunidad Intermunicipal de Viseu y la cadena de hoteles-balneario Iberik. En la figura 1 se muestran los logotipos de los socios y asociados participantes.



Figura 1. Logotipos del proyecto, de los socios y los asociados participantes.

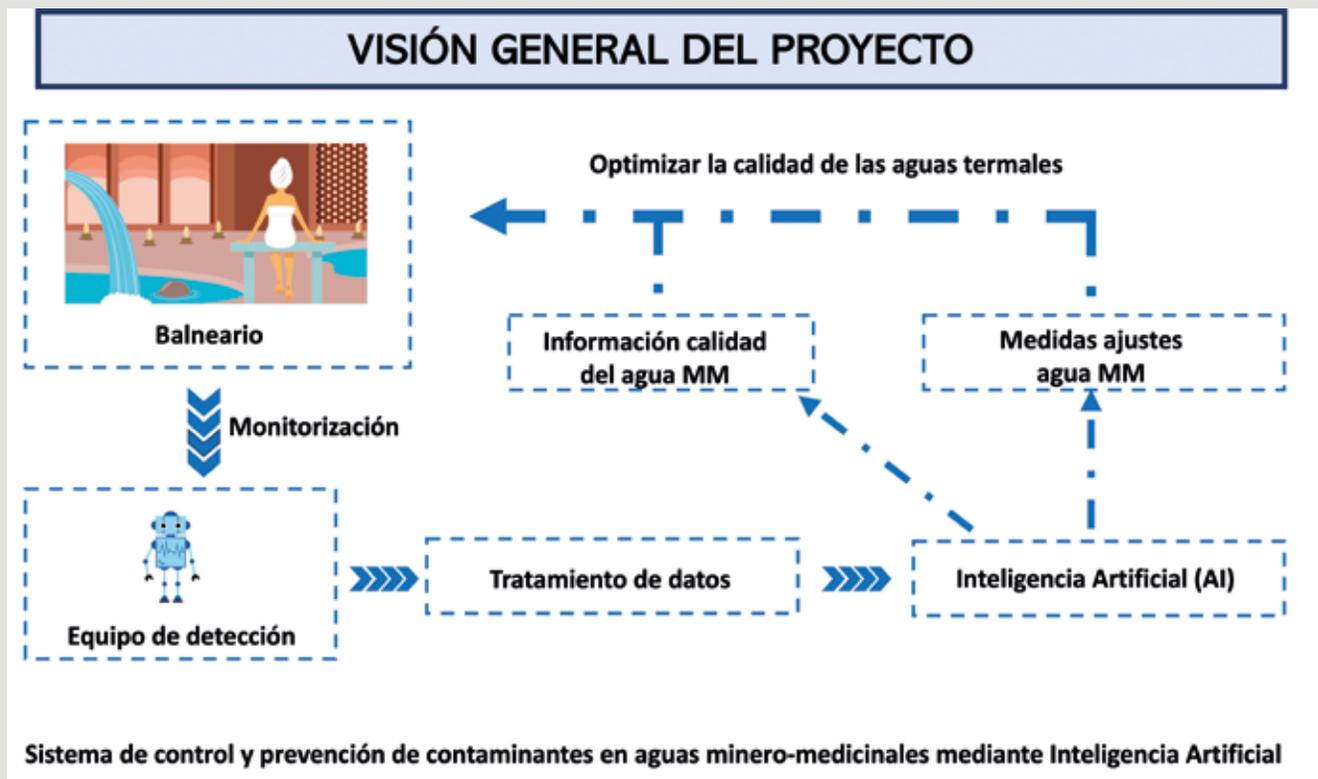


Figura 2. Esquema del Proyecto AQUAPRED SUDOE.

## OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo del Proyecto es el desarrollo conjunto de herramientas de control automático de las aguas que se emplearán para mejorar los procesos de control de calidad de los balnearios y que podría ser extensible al espacio de la UE. En la figura 2 se muestra un esquema del Proyecto.

## DESARROLLO

El Proyecto se desarrolla en tres etapas:

1. Mejora del conocimiento y utilización de la innovación para fortalecer el sector termal del SUDOE.
2. Despliegue del sistema de monitorización y medida de parámetros de aguas termales.
3. Mejora de seguridad sanitaria e incremento de la calidad y confianza en el producto termal del SUDOE.

La primera etapa se centra en mejorar el conocimiento y utilizar la innovación para fortalecer el sector termal del SUDOE (muy especialmente en su vertiente sanitaria), a través del de-

sarrollo y prueba de un sistema de monitorización y medida de parámetros de aguas termales, aumentando las competencias regionales en innovación e investigación termal, fomentando la co-innovación y la cooperación transnacional y reforzando la cohesión y equilibrio de los territorios termales del espacio SUDOE.

En esta primera etapa se realizan las siguientes actividades:

- a) Diseño del sistema de captura de datos y sensores.
- b) Desarrollo de un modelo a escala y obtención inicial de datos.
- c) Desarrollo de un modelo de control y predictivo.
- d) Modelado y caracterización del hidrobioma.
- e) Desarrollo de modelos de aprovechamiento energético.

Se instalarán 6 prototipos piloto para la captura de datos en: Balneario de Laias en Ourense (España), Instituto de Termalismo de Dax (Francia), Balneario de Chaves (Portugal), Balneario de El Raposo en Badajoz (España), Centro Termal de Saubusse Dax (Francia) y Balneario de Cofrentes en Valencia (España).



**Figura 3. Centros de instalación de los pilotos.**

En la figura 3 se muestran los centros de instalación de los pilotos.

En la segunda etapa se busca el fomento de la innovación de proximidad y refuerzo de la hélice triple del sector termal del espacio SUDOE mediante el trabajo conjunto entre universidades, empresas y administración, para el despliegue del sistema de monitorización y medida de parámetros de aguas termales, promoviendo la transferencia de la innovación/tecnología y del conocimiento entre ellos y entre los territorios del proyecto.

Las actividades de la segunda etapa son:

- Desarrollo de una estrategia conjunta de gestión y control de la calidad de las aguas termales.
- Despliegue del sistema de monitorización en entornos reales.
- Captura y análisis de datos en tiempo real.
- Valoración del modelo predictivo y mejora de su comportamiento.

La tercera y última etapa estará centrada en la mejora de la seguridad sanitaria e incremento de la calidad y confianza en el producto termal del SUDOE derivado del proceso de co-innovación y transferencia del proyecto que tiene como resultado un sistema predictivo de prevención de contaminaciones.

En esta tercera etapa se proponen las siguientes actividades:

- Definición de los rangos de valores posibles de los parámetros y reglas de actuación.

- Evaluación de datos en el marco de la estrategia de control de la calidad de las aguas termales.

- Incorporación del sistema predictivo a la estrategia de control de la calidad de las aguas.

En todas las etapas se desarrollará una estrategia de comunicación que permita la diseminación del conocimiento adquirido en la ejecución del proyecto.

## RESULTADOS ESPERADOS

Los resultados esperados del proyecto serían los siguientes:

- Captura de los datos en tiempo real para alimentar un sistema de monitorización de la calidad de las aguas minero-medicinales de la región SUDOE y que permita y mejore los modelos de calidad, alimente un conjunto de datos que se complementa con la caracterización del hidrobioma y los modelos de eficiencia energética, dando una visión holística de la gestión de la calidad de las aguas mineromedicinales del territorio SUDOE.
- Adopción de las estrategias de control de calidad de las aguas termales en el territorio SUDOE fomentando el uso de sistemas automáticos de monitorización y control de la calidad de las aguas.
- Solución desarrollada al amparo del proyecto y validada en éste, y respaldada por una estrategia en territorio SUDOE

que sea adoptado como referente de los sistemas automáticos de control de calidad de las aguas mineromedicinales.

## CONCLUSIONES

El proyecto AQUAPRED está dirigido a desarrollar y mejorar las capacidades de investigación e innovación y asimilar tecnologías avanzadas por parte del sector termal del espacio SUDOE, y responde a la Política de investigación y desarrollo tecnológico de la UE al fomentar acciones de investigación e innovación aplicadas y con demostradores de sus resultados (6 pilotos de colaboración universidades/centros de investigación y tecnológicos y el sector privado con la supervisión y seguimiento de la administración). Esto ayudará también a minimizar el gasto energético maximizando la circularidad de la energía de origen natural.

Otra aportación importante del Proyecto es el modelado y caracterización del hidrobioma de los balnearios en el área SUDOE del Proyecto, ya que es esencial para comprender la biodiversidad y la ecología acuática en estos entornos termales.

Por último, se beneficiarán las políticas de protección y gestión de las aguas de la UE ya que el proyecto generará y testeará herramientas dirigidas a la protección y gestión de un tipo de aguas en concreto: el agua termal. En este marco, la aportación del proyecto verificará, a través de la valorización de las aguas de origen termal, su uso como recurso medicinal a la vez que mejora el control que se efectúa sobre dichas aguas para reducir su impacto ambiental una vez usadas y maximizar su valor.

## AGRADECIMIENTOS

Este proyecto está apoyado por el programa Interreg - Sudoe, AQUAPRED, red de actores franceses, españoles y portugueses que trabajan en la creación de una herramienta de Inteligencia Artificial para monitorizar la calidad y el control de las aguas termales en tiempo real.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Alén, E.; Rodríguez, L. Evaluación de la calidad percibida por los clientes de establecimientos termales a través del análisis de sus expectativas y percepciones. *Revista Galega de Economía*, vol. 13, núm. 1-2 (2004), pp. 1-18.
2. Maraver, F.; Vázquez, I.; Armijo, F. *Vademécum III de aguas mineromedicinales españolas*. Ed. *Universidad Complutense de Madrid* (2020).
3. Domahidi, I.; Csiszer, A.; Buksa, C.; Jeszenszy, K.; Tarcea, M.; Butiurcă, Z.; Menyhart, E.; Oroian, M.; Vítalyos, O.; Fărcaș, O.; Palcu, C.; Moldovan, Ș.; Șandru, A.; Varga, C. Monitoring of mineral waters for the cure in mureș county. *Revista de Igienă și Sănătate Publică*, 2009, vol.59, nr.1, pp 97-116).
4. Paduano, S.; Valeriani, F.; Romano-Spica, V.; Bargellini, A.; Borella, P.; Marchesi, I.; Microbial biodiversity of thermal water and mud in an Italian spa by metagenomics: a pilot study., *Water Science & Technology: Water Supply*, 18.4, p1456, 2018.
5. Rice, E. W.; Baird, R. B.; Eaton, A. D. (editors). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 23rd edition. Washington DC: American Public Health Association, American Water Works Association, *Water Environment Federation*, 2017.
6. UNE Normalización Española. UNE-EN ISO 11731:2017. Fecha de acceso: abril 2021. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0059300>.
7. Basu, S.; Meckesheimer, M. Automatic outlier detection for time series: an application to sensor data. *Knowl. Inf. Syst.* 11, 137-154 (2007). <https://doi.org/10.1007/s10115-006-0026-6>.
8. Alghawli, Abed. Complex methods detect anomalies in real time based on time series analysis. *Alexandria Engineering Journal*, vol. 61, 2021, 10.1016/j.aej.2021.06.033.
9. M. Mehdi; Owrang, O. *Database Systems Techniques and Tools in Automatic Knowledge Acquisition for Rule-Based Expert Systems*, Editor(s): Cornelius T. Leondes,
10. *Knowledge-Based Systems*, Academic Press, 2000, pp. 201-248, <https://doi.org/10.1016/B978-012443875-0/50009-4>.
11. Tu Bao Ho. *Knowledge Discovery from Unsupervised Data in Support of Decision Making*, Editor(s): Cornelius T. Leondes, *Knowledge-Based Systems*, Academic Press, 2000, pp. 435-461, <https://doi.org/10.1016/B978-012443875-0/50016-1>.

# HISTORIA VITAL, COMPORTAMIENTO ESPACIAL Y CONSERVACIÓN DEL MARRAJO AZUL, *ISURUS OXYRINCHUS*

Gonzalo Mucientes Sandoval<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Research Centre in Biodiversity and Genetic Resources, InBIO Associate Laboratory CIBIO-InBIO). Universidade do Porto. Portugal.

<sup>2</sup> BIOPOLIS Program in Genomics, Biodiversity and Land Planning-CIBIO. Vairão. Portugal.

## RESUMEN

En el presente trabajo de tesis doctoral llevada a cabo a lo largo de varios años se recopilan diferentes estudios que engloban aspectos clave de la biología y ecología del marrajo azul, *Isurus oxyrinchus*. Los hábitos alimentarios analizados en dos grandes cuencas oceánicas indicaron que los peces y los cefalópodos pelágicos fueron las presas mayoritarias para esta especie. Se constató una marcada segregación sexual en el Pacífico, además de un área de agrupación de juveniles hacia la que parecen viajar las hembras preñadas para dar a luz. En el Atlántico norte se identificaron los movimientos horizontales a gran escala y se estudió el comportamiento vertical diario, observando que aquellos ejemplares que realizan mayores desplazamientos están en un menor riesgo frente a la pesca industrial. Se estimaron, gracias al marcado y recaptura durante diez años, la tasa supervivencia, dispersión y mortalidad por pesca, tanto de marrajos como la especie acompañante en el palangre de superficie, la tintorera. La presencia de plásticos y anzuelos retenidos fue constatada para ambas especies, en los dos océanos estudiados. Finalmente, la captura incidental de otras especies de tiburones protegidos internacionalmente que acompañan a esta especie en la pesquería, fue extrapolada en base a observaciones directas, llegando a estimaciones de los descartes que sobrepasan varios órdenes de magnitud los datos oficiales reportados. Los resultados aquí expuestos son especialmente relevantes para la optimización de los sistemas de gestión enfocados al marrajo azul y otras especies de tiburones oceánicos amenazados.

## SUMMARY

In the present work, key aspects of the biology and ecology of the shortfin mako were studied. Feeding habits, analysed in

two ocean basins, indicated that pelagic fish and cephalopods were the main prey items. In the South Pacific Ocean, a marked sexual segregation was found, with females being more common in the SE region; this was also the area with a higher abundance of juveniles and late-stage pregnant females. In the North Atlantic Ocean, large-scale horizontal movements (including trans-Atlantic migrations) were identified and diel vertical behaviour patterns described. Importantly, individuals that performed wider movements away from the tagging location were less at risk from surface longline fishing. Using tagging and recapture data that spanned a ten-year period, survival, dispersal, and fishing mortality rates for both mako and blue sharks were estimated. The presence of plastics and hooks was also observed for both species, in two studied ocean basins. Finally, bycatch rates for other internationally protected shark species that are commonly caught using surface longlines was estimated based on direct observations, which were several times higher than the official reported data. The results presented here are especially relevant for improving the management measures focused on pelagic sharks.

## INTRODUCCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

Este artículo es una compilación de diversos trabajos conducentes a la tesis doctoral centrada en la biología y ecología del marrajo azul (Mucientes, 2023), realizados a lo largo de más de 10 años, sobre una especie de tiburón oceánico explotado hasta tiempos recientes. En la actualidad se encuentra en estricto estado de protección en el océano Atlántico (y Mediterráneo) como consecuencia del descenso alarmante constatado en las

evaluaciones de sus poblaciones (ICCAT, 2019, 2017). Además, ha sido incluido en el apéndice II de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), junto a otras especies, quedando su comercio estrictamente regulado por las autoridades competentes (Kai, 2021).

Entrando en la descripción de la especie, el marrajo azul o dientuso *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1810 (Lamniformes: Lamnidae) es un tiburón de hábitos pelágicos y oceánicos, cosmopolita y altamente migrador presente en todos los océanos templados y tropicales del mundo (Compagno, 2001). La familia Lamnidae engloba únicamente tres géneros *Lamna*, *Carcharodon* e *Isurus* con cinco especies: *L. nasus*, *L. ditropis*, *I. oxyrinchus*, *I. paucus*, *C. carcharias*, todas de ámbito global excepto *L. ditropis* circunscrita al Pacífico norte (Compagno *et al.*, 2004). Desde un punto de vista morfológico el marrajo hace honor al adjetivo de su nombre, presentando una coloración azul-grisácea en el dorso y flancos, degradándose paulatinamente a blanco en el vientre. La cabeza es de color más oscuro extendiéndose este tono por las hendiduras branquiales, hasta la parte inferior de la segunda y tercera hendidura branquial, que son ya blancas. Los ojos son pequeños y negros, destaca una pupila horizontal visible fuera del agua. El

cuerpo es fusiforme con un morro prominente, afilado y alargado. La primera aleta dorsal es la de mayor dimensión, mientras que la segunda y las aletas anales son considerablemente más pequeñas. Presenta una robusta quilla en el pedúnculo de la aleta caudal, y carece de quillas secundarias. La boca tiene forma de “U”, ipsiloide, y la dentición está formada por grandes dientes afilados lisos, sin cúspides ni sierras. Estos son renovados por filas secundarias formadas por una dentición prácticamente horizontal que se yergue a medida que avanza a la parte anterior.

### SOBRE LAS PRESAS Y ESTACIONALIDAD

Los hábitos alimentarios del marrajo azul fueron estudiados en base al análisis de los contenidos estomacales de 667 individuos obtenidos en dos cuencas oceánicas, es decir, el Atlántico norte (n=271) y el Pacífico sur (n=396). En el caso del Atlántico norte se llevó a cabo un análisis estacional ya que el muestreo se distribuyó a lo largo del año y durante varios años consecutivos; en el Pacífico sur el muestreo se hizo en cuatro meses y únicamente desde un punto de vista cualitativo. Los resultados, en términos generales, muestran

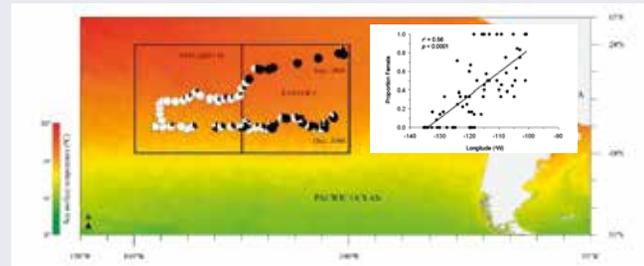


**Ilustración 1. Izquierda: toma submarina de un ejemplar de marrajo azul (*Isurus oxyrinchus*) con doble marca satelital sobre la aleta dorsal. Derecha: marrajo recién capturado en alta mar (Atlántico norte) momentos antes de ser marcado; la manipulación del tiburón y el tiempo empleado en la operación para la implantación de la marca satelital son cruciales para el éxito de la operación.**

una importante contribución a la dieta del marrajo azul los peces óseos y los cefalópodos pelágicos, en ambas cuencas oceánicas prospectadas. En el Atlántico norte se encontraron 34 grupos taxonómicos, mientras que en el Pacífico sur se identificaron 24 taxones diferentes (Mucientes, 2008). Además, en el Atlántico no se determinaron diferencias significativas en la dieta en cuanto a tamaño y sexo de los individuos, pero sí se observaron diferencias en los hábitos alimentarios desde un punto de vista estacional (Figura 1). Las grandes presas como cetáceos o túnidos aparecen de forma ocasional completando la dieta de este escualo. En conclusión, se considera al marrajo azul como un depredador generalista de amplio espectro que depreda sobre aquellas presas más frecuentes encontradas en la columna de agua.

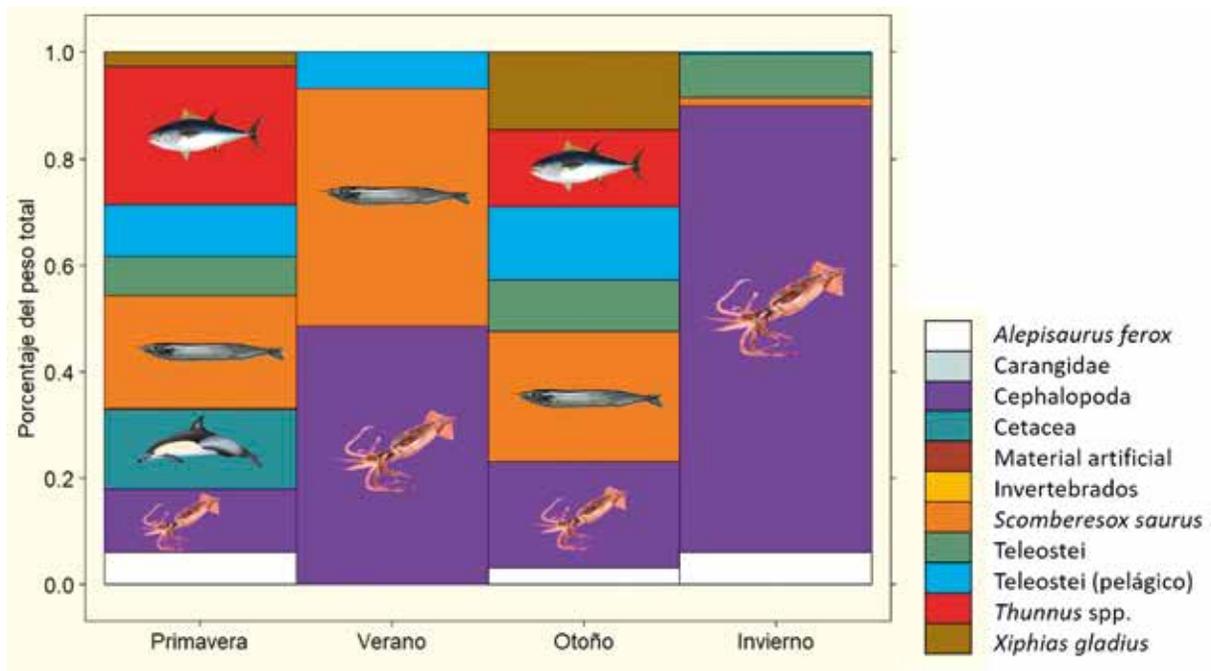
### BIOLOGÍA REPRODUCTIVA Y SEGREGACIÓN ESPACIAL

De forma general y en las últimas décadas, los grandes tiburones pelágicos están disminuyendo su abundancia de forma global debido, fundamentalmente, a la explotación pesquera intensiva en aguas internacionales (Dulvy *et al.*, 2021; Pacou-



**Figura 2. Segregación espacial de ambos sexos en el marrajo azul hallada en el Pacífico sur (los círculos en el interior del rectángulo de color negro indican los porcentajes de cada sexo, siendo blanco mayor % de machos, negro mayor % de hembras). El recuadro interior en blanco muestra la regresión lineal de la proporción de hembras con respecto a la longitud geográfica. Fuente: Mucientes *et al.*, 2009.**

reau *et al.*, 2021; Worm *et al.*, 2024). Teniendo en cuenta este problema de conservación, todavía se desconocen aspectos clave de la biología reproductiva y social, como pueden ser la segregación sexual y espacial, los cuales podrían incrementar la vulnerabilidad de las especies como consecuencia de una explotación diferencial entre los sexos y/o tamaños. En los últimos años hemos demostrado un fenómeno de segregación sexual espacial en el Pacífico sur central protagonizado por el marrajo azul (Figura 2; Mucientes *et al.*, 2009), y nunca antes

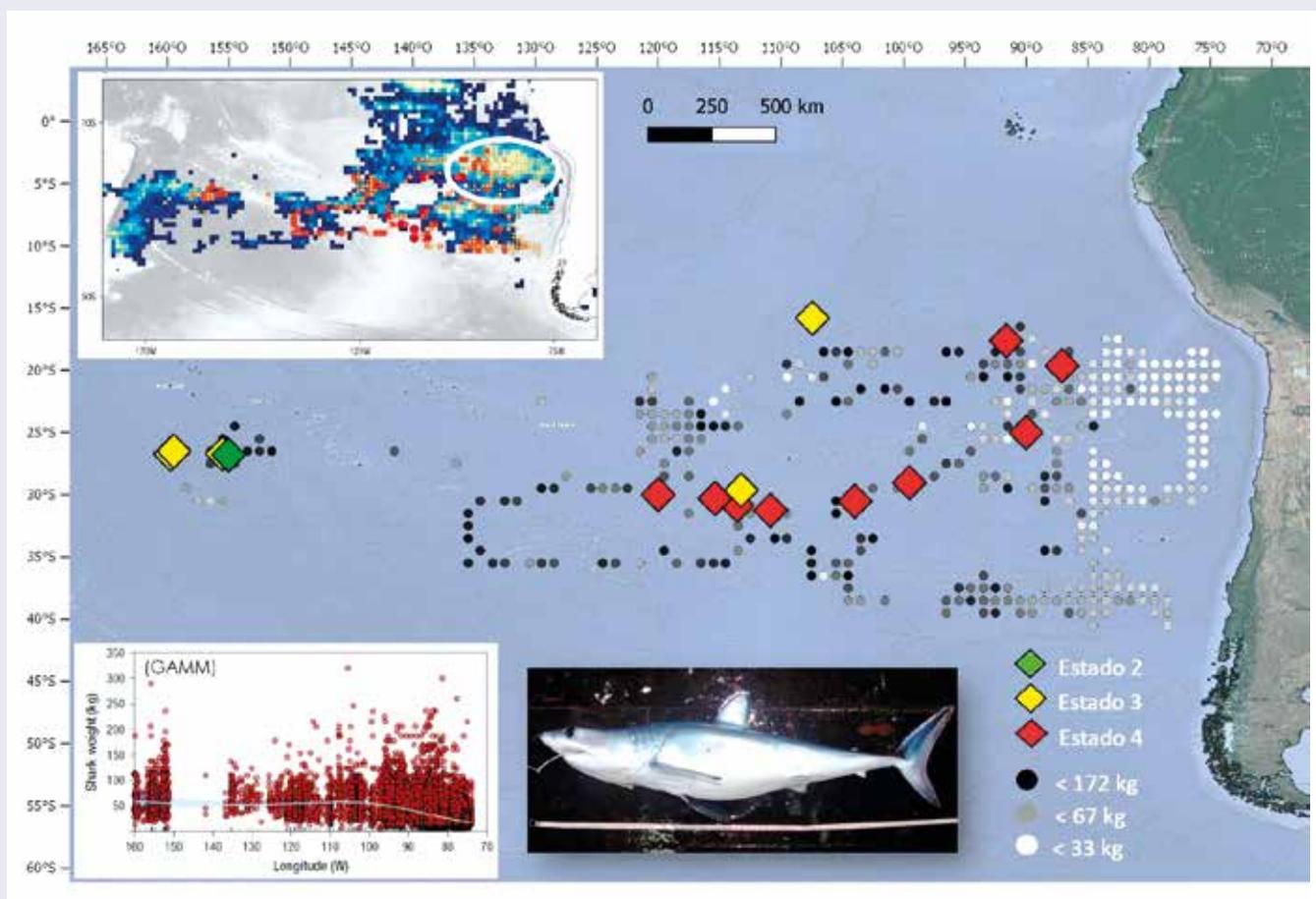


**Figura 1. Porcentaje del peso total de cada grupo de presas detectado en los contenidos estomacales de los marrajos azules estudiados en relación a la estación del año en la que fueron muestreados durante el estudio en el Atlántico norte.**

descrito. Este inesperado hallazgo de una 'línea sexual' en mar abierto que separa machos y hembras es sorprendente habida cuenta de que se trata de un animal de gran movilidad capaz de llevar a cabo migraciones de largo recorrido. En el trabajo se constató, además, que históricamente parece existir una intensidad de explotación desigual por parte de los palangreros de superficie entre ambas áreas de distribución, lo que sugiere un posible sesgo en la explotación para cada sexo. Esto podría exacerbar y acelerar mermas en las poblaciones de tiburones, un fenómeno demostrado en otras especies (Mucientes *et al.*, 2009).

Por otro lado, se investigó la distribución espacial por tamaños

y estados reproductivos de hembras preñadas de marrajo azul utilizando las capturas reportadas por un barco colaborador en el Pacífico sur. Los resultados sugieren la existencia de una concentración o agregación (posible "nursery") de ejemplares juveniles e inmaduros en áreas oceánicas frente a las costas de Chile (Figura 3), y una migración de miles de millas en sentido este de las hembras de marrajo gestantes hacia dicha zona (Figura 3), área que experimenta una presión pesquera superior según los datos de esfuerzo pesquero compilados para los años 2012 a 2016 de una única flota comercial (recuadro superior, Figura 3). En su conjunto, los resultados aquí expuestos ponen de relieve la necesidad de conocer en profundidad la ecología espacial de esta especie a la hora de



**Figura 3.** Distribución de los tamaños medios de los marrajos azules capturados por un palangrero (años 1996 a 2009), y hembras preñadas según su estado de gestación (color verde, estado inicial; amarillo, estado intermedio; rojo, estado avanzado cercano al parto). En el recuadro superior se muestra la distribución espacial del esfuerzo pesquero calculado en base datos AIS (Sistema de Identificación Automática) obtenidos de una única flota para los años 2012-2016, superpuesto al tamaño medio de las capturas en peso fresco de marrajo azul obtenidos en este trabajo, donde se resalta el área de interacción con los individuos de menor tamaño (elipse de color blanco). En los recuadros inferiores: izquierda, GAMM ("Generalized additive mixed effect model") de la distribución de los tamaños de los marrajos en base a la longitud geográfica; derecha, un ejemplar neonato de marrajo azul capturado en la campaña.

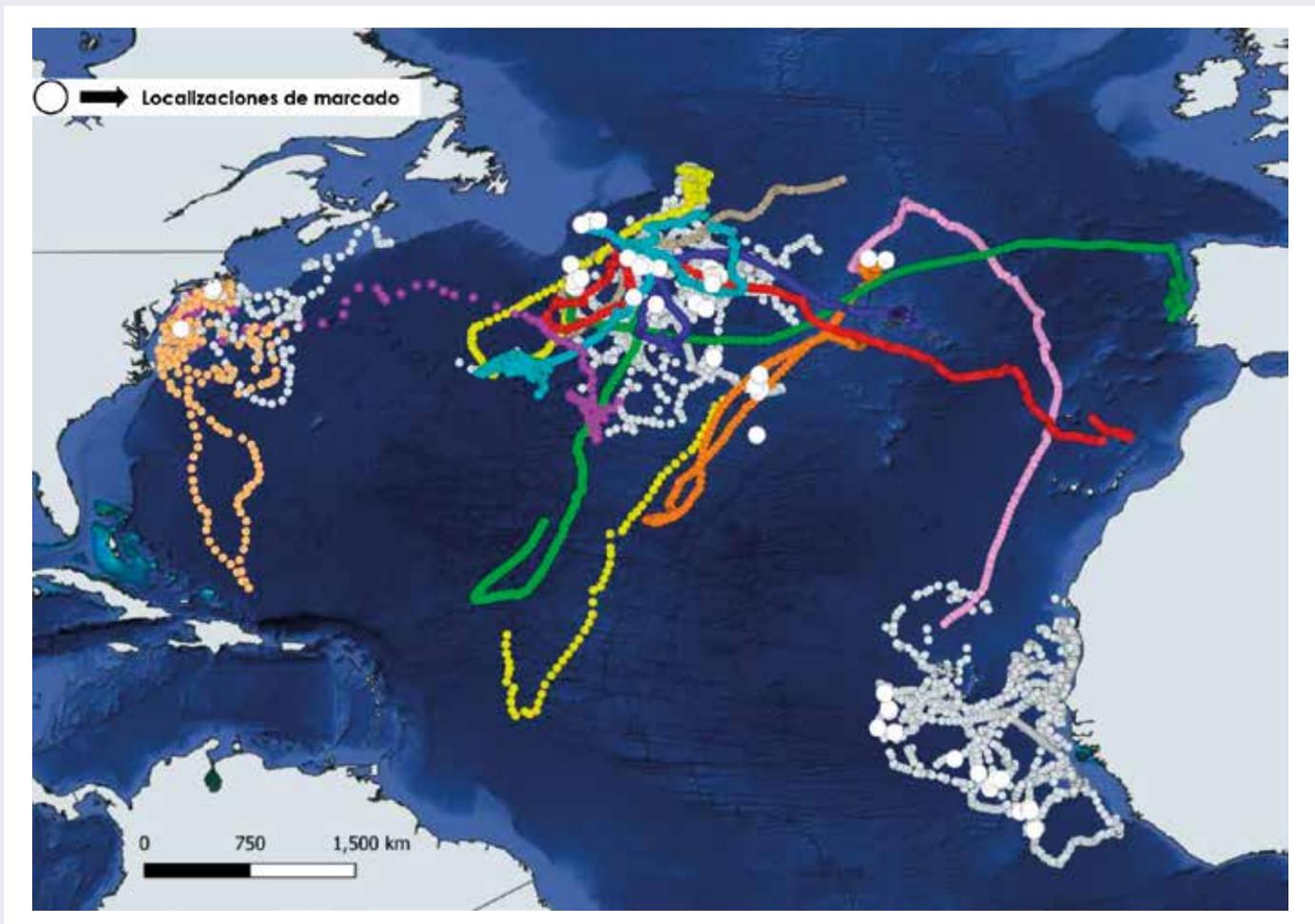
proponer medidas de gestión que puedan ser eficaces en la regulación y gestión de sus pesquerías.

## MIGRACIONES Y COMPORTAMIENTO ESPACIAL

A lo largo del desarrollo del presente trabajo se marcaron 58 marrajos azules con el objeto de describir sus movimientos a gran escala y la utilización de la columna de agua en el Atlántico norte. La metodología de trabajo se basó en la captura de ejemplares en alta mar y su mar-

cado *in situ* con transmisores *satellite linked* en menos de cuatro minutos. De esta manera se lograron registrar un total de 4.597 días de seguimiento en libertad, donde la trayectoria individual más larga fue de 325 días y las más corta fue de 11 días.

Se constataron al menos seis migraciones transoceánicas (>2.500km), siete movimientos oceánicos (>1.500km) y 35 de ámbito local (<1.500km; *Figura 4*) describiendo tres áreas fundamentales en cuanto al uso del espacio horizontal (*Figura 5*). En el plano vertical, los individuos se desplazaron desde la superficie hasta, al menos, los 1.480m y el rango térmico total soportado fue de 2,8°C a 29,3°C. Se determinaron cinco grupos



**Figura 4. Posiciones y trayectorias calculadas (además de localizaciones de marcado) correspondientes a los movimientos locales (en gris, n=35), desplazamientos oceánicos (n=7) y migraciones transoceánicas (n=6, ambos tipos en color) de los ejemplares de marrajo azul, *Isurus oxyrinchus*, estudiados en el Atlántico norte para el período 2009-2018."**

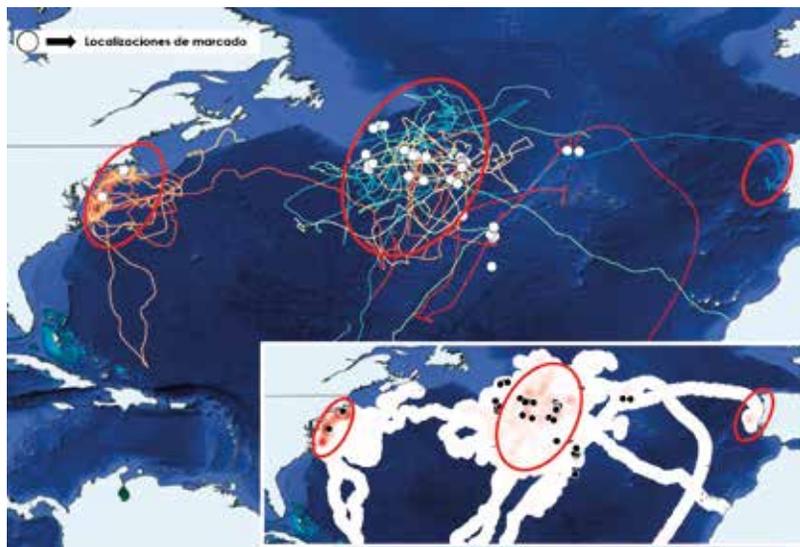
de comportamiento vertical, según el tiempo a cada segmento de profundidad durante las horas de día y de noche; dos de estos grupos representaron el 97% del total correspondiendo con un patrón de migración vertical diario normal (Figura 6). El comportamiento orientado a la superficie presentó mayor frecuencia en latitudes más septentrionales, mientras que el orientado a profundidad, predominó en latitudes meridionales (Figura 7). Estos resultados ponen de relieve una posible influencia de la temperatura de superficie en el comportamiento vertical.

Además, se examinó la vulnerabilidad frente a la actividad extractiva gracias a un índice de exposición a la pesca (IEP) calculado en base la biomasa extraída espacialmente de marrajo azul. Este índice varía con los desplazamientos de los individuos estudiados, donde los tiburones de ámbito local en las zonas septentrionales sufren un mayor índice de exposición, y los individuos que practican migraciones de carácter transoceánico experimentan el menor índice de exposición (Figura 8). Finalmente, unos nueve marrajos (15,5%) que portaban transmisores satelitales fueron recapturados durante el estudio. Los resultados obtenidos, tanto en lo referente a los desplazamientos horizontales como movimientos de buceo verticales, nos permiten concluir que la gestión espacial es una herramienta útil a tener en cuenta en los planes de regulación pesquera para garantizar la sostenibilidad de la explotación.

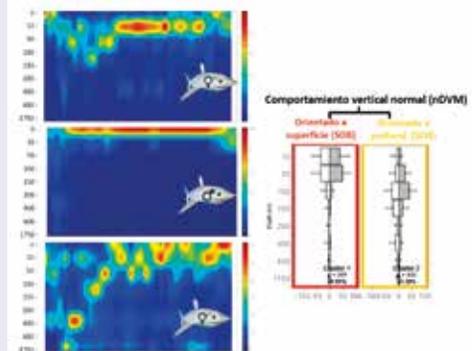
## SUPERVIVENCIA Y DISPERSIÓN JUVENIL DEL MARRAJAZO AZUL Y TINTORERA

Comprender los movimientos de dispersión y la mortalidad inducida por la pesca es la base para generación de medidas de gestión y conservación marinas eficaces para su desarrollo en aguas internacionales (Worm *et al.*, 2024). Existen pocas estimaciones de supervivencia y dispersión de especies de tiburones oceánicos basadas en juveniles en el Atlántico norte a pesar de ser una de las regiones más pescadas del mundo. En este trabajo se muestran los principales hallazgos obtenidos en las operaciones de marcado convencional llevadas a cabo en el Atlántico norte central, y se proporcionan nuevos datos y conocimiento sobre los movimientos de dispersión y la supervivencia del marrajo azul, y la tintorera, *Prionace glauca*, especie simpátrica y acompañante en la pesquería.

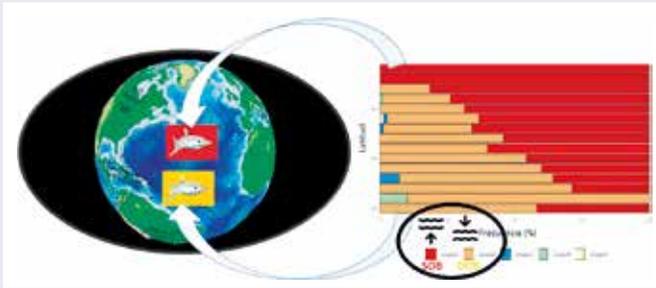
Los resultados se basan en modelos de eventos múltiples aplicados a datos de recuperación de las marcas convencionales de 700 tintoreras y 132 marrajos azules marcados durante una década. De esta manera, fue posible recuperar 60 tintoreras (8,57% de los marcados) y 30 marrajos (22,73%) por la pesquería entre los años 2009 y 2017 (Figura 9; Mucientes *et al.*, 2023). Para estos, la tasa de notificación de mar-



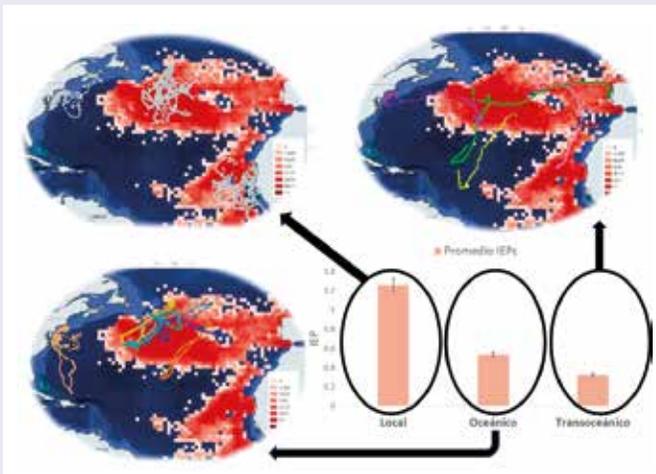
**Figura 5.** Áreas oceánicas de mayor preferencia (mapa de calor en pequeño) para el Atlántico norte (excluyendo el área de influencia de Cabo Verde, donde existe una zona de oxígeno mínimo, OMZ) determinadas por el uso del espacio horizontal (rutas de desplazamiento) de los ejemplares de marrajo azul marcados.



**Figura 6.** Izquierda: se muestran tres comportamientos de buceo diferentes de marrajo azul, interpolados en base al uso de la columna de agua (el gradiente de color indica la proporción del tiempo pasado a cada segmento de profundidad: más cálido >%, más frío <%). El primer ejemplar, hembra, hace un uso repartido de la columna, el segundo, macho, utiliza de forma especialmente intensa los primeros metros cercanos a la superficie, finalmente el tercero, nuevamente hembra, utiliza mayores profundidades en promedio. Derecha: perfiles de inmersión de los dos tipos principales registradas (97% de 549 inmersiones); grupo 1 (en rojo), 66,6% y grupo 2 (en amarillo), 30,4%. Ambos tipos se identifican con un comportamiento vertical normal (mayor proporción en aguas superficiales durante el día, el primer grupo más orientado a superficie, el segundo, más orientado profundidad).



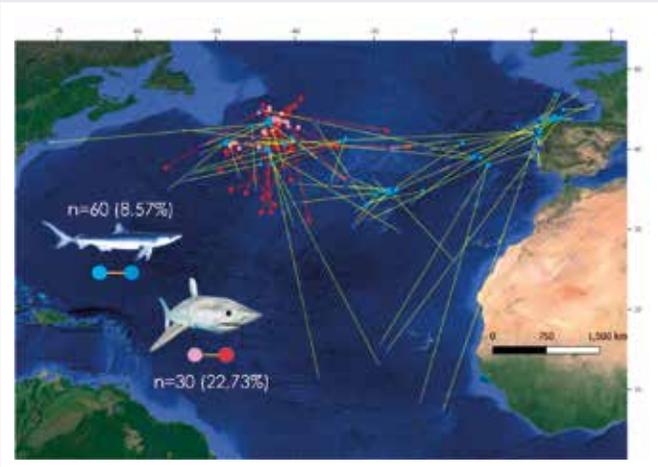
**Figura 7.** Diagrama de frecuencias de cada grupo (clúster) de comportamiento vertical encontrados en los ejemplares marcados de marrajo azul, en base a la latitud geográfica. Los grupos 1 y 2 son los dominantes: el grupo 1 (comportamiento vertical normal orientado a la superficie) es predominante en latitudes septentrionales, el grupo 2 (comportamiento vertical normal orientado a profundidad) principal en latitudes meridionales.



**Figura 8.** Análisis de vulnerabilidad (índice de exposición a la pesca, IEP según las capturas históricas) donde se muestra el tipo de comportamiento horizontal (local, oceánico, transoceánico) de los marrajos azules estudiados con respecto a las capturas históricas en el Atlántico norte. El solapamiento espacial indica una mayor vulnerabilidad para aquellos comportamientos de tipo "local".

cas (porcentaje de envío de la información cuando se capturó un tiburón marcado) estimada fue alta ( $79,4\% \pm 23,2$  SE). Los valores de supervivencia anual media estimados en base a los modelos fueron mayores para la tintorera ( $83,5\% \pm 4$  SE) que para el marrajo azul ( $61,8\% \pm 18,9$  SE). Además, la pesca causó más de la mitad de la mortalidad total de tiburones (incluida la mortalidad natural) en el área de estudio para ambas especies ( $57,6\% \pm 20,9$  SE), y más de un tercio de los individuos marcados se dispersaron desde el área de estudio de forma permanente ( $35,9\% \pm 7,3$  SE), (Mucientes *et al.*, 2023). A la luz de estos resultados, en cuanto al marrajo azul, el 20% de los machos y menos del 5% de las hembras llegarían a la edad de reproducción.

Este trabajo se centró fundamentalmente en la fracción juvenil, lo que contribuye a una mejor comprensión de la dinámica



**Figura 9.** Localizaciones de marcado y recaptura de tiburones oceánicos durante los más de 10 años de estudio: marrajo azul ( $n=30$ , 22,73% de recuperaciones; rosa, marcado; rojo, recaptura) y tintorera ( $n=60$ , 8,57% de recuperaciones; azul claro, marcado; azul oscuro, recaptura). Fuente: Mucientes *et al.*, 2023.

de la población de tiburones en el Atlántico norte y destaca la necesidad de más medidas de conservación para el marrajo azul y tintorera, como la implementación de herramientas eficientes de mitigación de la captura incidental y cierres espacio-temporales estático/dinámicos de áreas concretas en mar abierto.

## PLÁSTICOS Y ANZUELOS PRESENTES EN EL MARRAJO AZUL Y TINTORERA

En un contexto global donde el problema de la contaminación derivada de los plásticos está aumentando a nivel mundial, son cada vez más necesarios estudios para evaluar el impacto real de este fenómeno sobre la mega fauna que habita en los océanos. En sendas campañas pesqueras realizadas en los océanos Atlántico norte y Pacífico sur, se obtuvo la incidencia directa de los restos plásticos y, también, de anzuelos retenidos en dos especies de tiburones pelágicos explotados comercialmente en dos grandes cuencas oceánicas, el Atlántico norte y el Pacífico sur. En el Pacífico sur, el 1,18% de las tintoreras capturadas fueron observadas con restos/desechos plásticos en el cuerpo y el 1,76% con anzuelos retenidos, mientras que los marrajos no presentaron restos plásticos y el 5,05% se registraron con anzuelos retenidos. En el Atlántico norte, el 0,21% de las tintoreras presentaron desechos plásticos y, nuevamente, los marrajos no portaron plásticos, mientras que el 0,37% de las tintoreras y el 0,78% de los marrajos, se observaron con anzuelos retenidos (Mucientes and Queiroz,



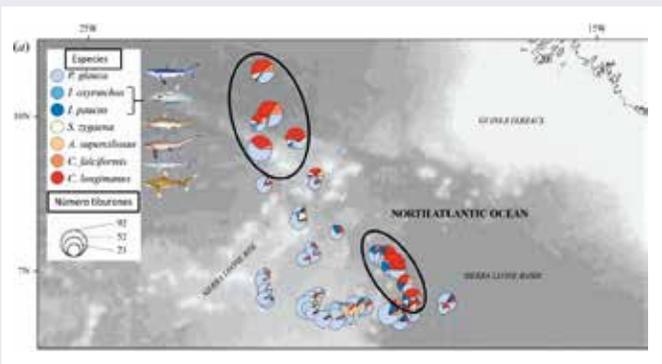
**Ilustración 2.** A-B, plásticos adheridos y lesiones producidas en el cuerpo de los ejemplares de tintorera. C-D, anzuelo adherido a la boca de una tintorera. D, lesión en el hígado producido por un anzuelo, probablemente ingerido. E, crecimiento del tejido sobre los restos plásticos en una tintorera. F, lesión por abrasión de una cuerda plástica. Fuente: Mucientes and Queiroz, 2019.

2019). Las lesiones producidas fueron observadas en diferentes partes del cuerpo, incluyendo en el interior del sistema digestivo (Ilustración 2). A la luz de estos resultados se hace necesario, en términos generales, continuar este tipo de estudios de observación, para evaluar el impacto real, y como evoluciona la incidencia de las actividades antrópicas en la megafauna oceánica.

### TIBURONES PROTEGIDOS (ETP) ASOCIADAS AL PALANGRE DE SUPERFICIE

Como se indicaba al comienzo este artículo, la abundancia mundial de tiburones pelágicos y oceánicos ha disminuido debido, mayormente, a la sobrepesca (Pacoureau *et al.*, 2021; Worm *et al.*, 2024). Las especies de tiburones protegidas internacionalmente se mantienen en riesgo debido a la captura incidental indiscriminada en las pesquerías de palangre de superficie, con capturas no reportadas que afectan la confiabilidad de las evaluaciones de las poblaciones y stocks. Sin embargo, la magnitud de esta falta de información sigue siendo poco conocida y no está estimada.

Para abordar el problema descrito, se utilizaron datos detallados de las capturas de tiburones en un área importante para la pesca en aguas internacionales con el objeto de mostrar que los descartes de tres especies 'En peligro' o 'En peligro crítico' a nivel mundial o regional (zorro ojón, *Alopias superciliosus*; jaquetón oceánico, *Carcharhinus longimanus*; tiburón martillo común, *Sphyrna zygaena*) están potencialmente infra estimados a gran escala. Los descartes totales realizados por un solo barco observado entre los meses de abril a junio de 2018 en el Atlántico tropical oriental superaron en algunos casos las capturas comerciales (Figura 10), y excedieron en 1,3-11,8 veces los descartes notificados oficialmente para estas especies en todo el Atlántico para el año 2018 (Tabla 1; Mucientes *et al.*, 2022). Extrapolando las capturas observadas (descartes) de un solo barco a los posibles descartes realizados por la flota de una sola bandera en el área de estudio, se estimó una media anual total de 1.526,2t (rango  $\pm 1SD$ : 415,3-2.637t), que excede



**Figura 10.** Frecuencias de capturas por localización de las especies de tiburones pelágicos (comerciales y protegidos/amenazados) y zonas de agregación espacial en el área de estudio en el Atlántico norte (elipses en color negro). Fuente: Mucientes *et al.*, 2022.

Especie	Observado en este estudio (Abr-Jun 2018)			Base ICCAT
	Tiburones (n)	Fuerzas (t)	Capturas (t)	(2018, Año-fuente N y S)
<i>Alopias superciliosus</i>	137		16,8	12,9
Viva	80	38,4	9,7	0,5
Muerto	57	41,6	4,9	12,5
<i>Carcharhinus longimanus</i>	416		23,2	2,1
Viva	238	54,5	13,1	0,6
Muerto	181	43,5	10,1	1,8
<i>Carcharhinus bicoloratus</i>	90		10,4	134,8
Viva	33	16,9	4,1	44,4
Muerto	57	41,1	4,3	488,2
<i>Sphyrna zygaena</i>	84		11,2	3,1
Viva	24	31	3,5	0,8
Muerto	60	69	7,7	1,3
<b>TIBURONES ETP</b>	727		41,4	-
Viva	394	34,2	32,4	-
Muerto	333	43,8	29,0	-

**Tabla 1.** Datos de las capturas descartadas de especies de tiburones protegidos/amenazados observadas a bordo de un buque comercial durante tres meses, comparadas con los descartes oficiales reportados por el ICCAT (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas). Fuente: Mucientes *et al.*, 2022.

en 89,2 veces (rango  $\pm 1SD$ : 24,3-154,2 veces) los descartes reportados oficialmente para estas tres especies de tiburones protegidos (Mucientes *et al.*, 2022). Sin lograr reducir la mortalidad debida a captura incidental, que en la actualidad parece hallarse oculta por un problema de infraestimación importante, las poblaciones de escualos del océano Atlántico seguirán en serio riesgo en cuanto a su conservación.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN GENERALES

Se ha desentrañado un amplio abanico de aspectos biológicos y ecológicos, incluyendo hábitos de alimentación, cuestiones de ámbito reproductivo, comportamiento horizontal/vertical e interacciones con la pesca comercial del marrajo azul. La información generada podrá dar respuestas a las preocupaciones de gestores y legisladores y generar políticas realmente eficaces enfocadas específicamente a esta especie, tan necesarias a luz de las últimas evaluaciones (Sims *et al.*, 2021, 2018).

Desde un punto de vista trófico, se trata de un depredador con un amplio rango de potenciales presas, basado en especies pelágicas que habitan en la columna y con amplia distribución. Una mayor permanencia en estas áreas y cambios de comportamiento sugieren que los tiburones podrían dirigirse a áreas de concentración de presas en el océano abierto. El mar abierto es un entorno diverso y que cambia rápidamente, con presas dispersas. Sin embargo, las características oceanográficas cambiantes a menudo agregan presas en un parche de mar abierto, ya que pueden crear barreras para los organismos marinos, concentrando en un corto espacio una amplia gama de especies, o promover el afloramiento de nutrientes, constituyendo una zona de alimentación temporal. Por lo tanto, no sorprende que los tiburones se dirijan hacia estas zonas con características altamente productivas para mejorar la eficiencia a la hora de alimentarse (Braun *et al.*, 2023, 2019; Queiroz *et al.*, 2017; Vedor *et al.*, 2021).

La constatación de grandes migraciones realizadas por esta especie, llegando a atravesar de lado a lado el Atlántico norte, pone de relieve la altísima capacidad de desplazamiento, superando límites geopolíticos y zonas de exclusividad económica con diferentes normativas pesqueras y planes de gestión que varían sustancialmente (Cronin *et al.*, 2022; Hays *et al.*, 2019). Los resultados obtenidos en esta tesis apuntan a que el hábitat vertical del marrajo azul está caracterizado por un alto uso de las capas superficiales (principalmente los primeros 10-50m) con excursiones frecuentes a aguas más profundas, superando los 1.500m. Este uso del hábitat ver-

tical del marrajo es similar a otros tiburones acompañantes en la pesquería de palangre de superficie y ecológicamente simpátricos, predominando los patrones de buceo día-noche normales (Andrzejczek *et al.*, 2022; Queiroz *et al.*, 2017). Además de la actividad propiamente extractiva, se ha constatado la presencia y permanencia de plásticos y anzuelos retenidos en los marrajos (y tintorerías como especie acompañante) que pueden afectar negativamente a los tiburones y producir severas lesiones físicas (Mucientes and Queiroz, 2019).

Cambiando de cuenca oceánica, en el Pacífico sur podría existir una "nursery" para el marrajo y una consiguiente migración de grandes madres gestantes. Esta especie puede emplear zonas de agregación de juveniles en el Pacífico sur que además podrían estar siendo explotadas sin conocer todavía sus consecuencias. Así mismo, se constató la existencia de una significativa segregación espacial de los sexos, y de mantenerse anualmente, podría derivar en una explotación diferencial alterando la ratio de machos/hembras (Mucientes *et al.*, 2009).

A la luz de estos resultados, el comportamiento del marrajo azul todavía presenta importantes lagunas por lo que es de urgente importancia obtener más datos sobre el movimiento a gran escala y de mayor resolución de esta especie. Por consiguiente, teniendo en cuenta la naturaleza pelágica de estos tiburones, a menudo es difícil comprender con precisión cómo responden al entorno circundante y a las variables oceanográficas (Francis *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2021; Vaudo *et al.*, 2017). Esto plantea un serio desafío para la gestión pesquera y la conservación de especies altamente migratorias, en un mundo en rápida transformación y con poblaciones cada vez más mermadas (Dulvy *et al.*, 2021; Juan-Jordá *et al.*, 2022; Pacoureaux *et al.*, 2021; Queiroz *et al.*, 2019, 2016; Dinkel and Sánchez-Lizaso, 2020; Dunn *et al.*, 2019).

Históricamente, el marrajo azul ha estado sujeto a una intensa presión pesquera. Algunos aspectos de su ecología espacial y comportamiento estudiados aquí, parece que podrían haberle dotado de cierta resiliencia, haciendo menos vulnerables a las hembras de mayor tamaño que realizan mayores migraciones. Sin embargo, otras características biológicas y de comportamiento espacial como la segregación sexual, y agregación de inmaduros (con una intensa presión extractiva), y maduración tardía con largos periodos de gestación, entre otras, han hecho que las poblaciones de esta especie se encuentren en clara regresión debido a la sobrepesca (Sims *et al.*, 2021, 2018).

De forma global, los tiburones oceánicos presentan importantes y diversos problemas de conservación, gran parte de ellos derivados de la intensa actividad pesquera en las últimas décadas en zonas donde se concentran (Queiroz *et al.*, 2019,

2016). La gestión basada en la prohibición de desembarques no parece ser la solución ideal si se mantienen las capturas accidentales de especies protegidas, muchas veces no reportadas. Además, se sigue produciendo de esta manera una mortalidad directa importante, y una post-mortalidad inducida tras la liberación que es urgente mitigar (Ellis *et al.*, 2017; Lima *et al.*, 2023; Wosnick *et al.*, 2023). Sería recomendable, y necesario, incluir las medidas de gestión adicionales, que se apuntan en el presente trabajo, tales como una gestión espacial en áreas de concentración de individuos juveniles o adultos en estado de gravidéz avanzada, así como incorporar medidas de mitigación de la captura no deseada efectivas, vedas estáticas/dinámicas espacio-temporales en mar abierto donde se concentran especies protegidas, y la mejora en la obtención de datos realistas de las interacciones con especies no comerciales incluyendo las capturas no deseadas.

## AGRADECIMIENTOS

A todas aquellas tripulaciones pertenecientes a las embarcaciones profesionales que han participado activamente en este trabajo. A todas aquellas personas que me han ayudado en este largo camino.

## BIBLIOGRAFÍA

- Andrzejczak, S.; Lucas, T. C. D.; Goodman, M. C.; Hussey, N. E.; Armstrong, A. J.; Carlisle, A.; Coffey, D. M.; Gleiss, A. C.; Huvneers, C.; Jacoby, D. M. P.; Meekan, M. G.; Mourier, J.; Peel, L. R.; Abrantes, K.; Afonso, A. S.; Ajemian, M. J.; Anderson, B. N.; Anderson, S. D.; Araujo, G.; Armstrong, A. O.; Bach, P.; Barnett, A.; Bennett, M. B.; Bezerra, N. A.; Bonfil, R.; Boustany, A. M.; Bowlby, H. D.; Branco, I.; Braun, C. D.; Brooks, E. J.; Brown, J.; Burke, P. J.; Butcher, P.; Castleton, M.; Chapple, T. K.; Chateau, O.; Clarke, M.; Coelho, R.; Cortes, E.; Couturier, L. I. E.; Cowley, P. D.; Croll, D. A.; Cuevas, J. M.; Curtis, T. H.; Dagorn, L.; Dale, J. J.; Daly, R.; Dewar, H.; Doherty, P. D.; Domingo, A.; Dove, A. D. M.; Drew, M.; Dudgeon, C. L.; Duffy, C. A. J.; Elliott, R. G.; Ellis, J. R.; Erdmann, M. V.; Farrugia, T. J.; Ferreira, L. C.; Ferretti, F.; Filmlalter, J. D.; Finucci, B.; Fischer, C.; Fitzpatrick, R.; Forget, F.; Forsberg, K.; Francis, M. P.; Franks, B. R.; Gallagher, A. J.; Galvan-Magana, F.; Garcia, M. L.; Gaston, T. F.; Gillanders, B. M.; Gollock, M. J.; Green, J. R.; Green, S.; Griffiths, C. A.; Hammerschlag, N.; Hasan, A.; Hawkes, L. A.; Hazin, F.; Heard, M.; Hearn, A.; Hedges, K. J.; Henderson, S. M.; Holdsworth, J.; Holland, K. N.; Howey, L. A.; Hueter, R. E.; Humphries, N. E.; Hutchinson, M.; Jaine, F. R. A.; Jorgensen, S. J.; Kanive, P. E.; Labaja, J.; Lana, F. O.; Lassauce, H.; Lipscombe, R. S.; Llewellyn, F.; Macena, B. C. L.; Mambasar, R.; McAllister, J. D.; McCully Phillips, S. R.; McGregor, F.; McMillan, M. N.; McNaughton, L. M.; Mendonça, S. A.; Meyer, C. G.; Meyers, M.; Mohan, J. A.; Montgomery, J. C.; Mucientes, G.; Musyl, M. K.; Nasby-Lucas, N.; Natanson, L. J.; O'Sullivan, J. B.; Oliveira, P.; Papastamtiou, Y. P.; Patterson, T. A.; Pierce, S. J.; Queiroz, N.; Radford, C. A.; Richardson, Andy J.; Richardson, Anthony J.; Righton, D.; Rohner, C. A.; Royer, M. A.; Saunders, R. A.; Schaber, M.; Schallert, R. J.; Scholl, M. C.; Seitz, A. C.; Semmens, J. M.; Setyawan, E.; Shea, B. D.; Shidqi, R. A.; Shillinger, G. L.; Shipley, O. N.; Shivji, M. S.; Sianipar, A. B.; Silva, J. F.; Sims, D. W.; Skomal, G. B.; Sousa, L. L.; Southall, E. J.; Spaet, J. L. Y.; Stehfest, K.M.; Stevens, G.; Stewart, J. D.; Sulikowski, J. A.; Syakurachman, I.; Thorrold, S. R.; Thums, M.; Tickler, D.; Tolloti, M. T.; Townsend, K. A.; Travassos, P.; Tyminski, J. P.; Vaudo, J. J.; Veras, D.; Wantiez, L.; Weber, S. B.; Wells, R. J. D.; Weng, K. C.; Wetherbee, B. M.; Williamson, J. E.; Witt, M. J.; Wright, S.; Zilliacus, K.; Block, B. A.; Curnick, D. J.; 2022. Diving into the vertical dimension of elasmobranch movement ecology. *Sci. Adv.* 8, 1-20. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abo1754>
- Braun, C. D.; Gaube, P.; Sinclair-Taylor, T. H.; Skomal, G. B.; Thorrold, S. R. 2019. Mesoscale eddies release pelagic sharks from thermal constraints to foraging in the ocean twilight zone. *Proc. Natl. Acad. Sci.* <https://doi.org/10.24431/rw1k329>
- Braun, C. D.; Penna, A. Della; Arostegui, M. C.; Afonso, P.; Berumen, M. L.; Block, B. A.; Brown, C. A.; Fontes, J.; Furtado, M.; Gallagher, A. J.; Gaube, P.; Golet, W. J.; Kneebone, J.; Macena, B. C. L.; Mucientes, G.; Orbesen, E. S.; Queiroz, N.; Shea, B. D.; Schratwieser, J.; Sims, D. W.; Skomal, G. B.; Snodgrass, D.; Thorrold, S. R. 2023. Linking vertical movements of large pelagic predators with distribution patterns of biomass in the open ocean. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 120, 1-8. <https://doi.org/10.1073/pnas.2306357120>
- Compagno, L. J. V.; Dando, M.; Fowler, S. 2004. *Field guide to the Sharks of the World* 1-368. <https://doi.org/10.3/JQUERY-UI.JS>
- Compagno, L. J. V. 2001. *Sharks of the World. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Volume 2. Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes)*. FAO Species Cat. *Fish. Purp.* 278. <https://doi.org/10.3/JQUERY-UI.JS>

6. Cronin, M. R.; Amaral, J. E.; Jackson, A. M.; Jacquet, J.; Seto, K. L.; Croll, D. A. 2022. Policy and transparency gaps for oceanic shark and rays in high seas tuna fisheries 1-15. <https://doi.org/10.1111/faf.12710>
7. Dinkel, T. M.; Sánchez-Lizaso, J. L. 2020. Involving stakeholders in the evaluation of management strategies for shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) and blue shark (*Prionace glauca*) in the Spanish longline fisheries operating in the Atlantic Ocean. *Mar. Policy* 120. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104124>
8. Dulvy, N. K.; Pacoureau, N.; Rigby, C. L.; Pollom, R. A.; Jabado, R. W.; Ebert, D. A.; Finucci, B.; Pollock, C. M.; Cheok, J.; Derrick, D. H.; Herman, K. B.; Sherman, C. S.; VanderWright, W. J.; Lawson, J. M.; Walls, R. H. L.; Carlson, J. K.; Charvet, P.; Bineesh, K. K.; Fernando, D.; Ralph, G. M.; Matsushiba, J. H.; Hilton-Taylor, C.; Fordham, S. V.; Simpfendorfer, C. A. 2021. Overfishing drives over one-third of all sharks and rays toward a global extinction crisis. *Curr. Biol.* 31, 4773-4787.e8. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.08.062>
9. Dunn, D. C.; Harrison, A. L.; Curtice, C.; DeLand, S.; Donnelly, B.; Fujjoka, E.; Heywood, E.; Kot, C. Y.; Poulin, S.; Whitten, M.; Åkesson, S.; Alberini, A.; Appeltans, W.; Arcos, J. M.; Bailey, H.; Ballance, L. T.; Block, B.; Blondin, H.; Boustany, A. M.; Brenner, J.; Catry, P.; Cejudo, D.; Cleary, J.; Corkeron, P.; Costa, D. P.; Coyne, M.; Crespo, G. O.; Davies, T. E.; Dias, M. P.; Douvère, F.; Ferretti, F.; Formia, A.; Freestone, D.; Friedlaender, A. S.; Frisch-Nwakanma, H.; Froján, C. B.; Gjerde, K. M.; Glowka, L.; Godley, B. J.; González-Solis, J.; Granadeiro, J. P.; Gunn, V.; Hashimoto, Y.; Hawkes, L. M.; Hays, G. C.; Hazin, C.; Jiménez, J.; Johnson, D. E.; Luschi, P.; Maxwell, S. M.; McClellan, C.; Modest, M.; Di Sciara, G. N.; Palacio, A. H.; Palacios, D. M.; Pauly, A.; Rayner, M.; Rees, A. F.; Salazar, E. R.; Secor, D.; Sequeira, A. M. M.; Spalding, M.; Spina, F.; Van Parijs, S.; Wallace, B.; Varo-Cruz, N.; Virtue, M.; Weimerskirch, H.; Wilson, L.; Woodward, B.; Halpin, P. N. 2019. The importance of migratory connectivity for global ocean policy. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 286. <https://doi.org/10.1098/rspb.2019.1472>
10. Ellis, J. R.; McCully Phillips, S. R.; Poisson, F. 2017. A review of capture and post-release mortality of elasmobranchs. *J. Fish Biol.* 90, 653-722. <https://doi.org/10.1111/jfb.13197>
11. Francis, M. P.; Shivji, M. S.; Duffy, C. A. J.; Rogers, P. J.; Byrne, M. E.; Wetherbee, B. M.; Tindale, S. C.; Lyon, W. S.; Meyers, M. M. 2019. Oceanic nomad or coastal resident? Behavioural switching in the shortfin mako shark (*Isurus oxyrinchus*). *Mar. Biol.* 166, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s00227-018-3453-5>
12. Hays, G. C.; Bailey, H.; Bograd, S. J.; Bowen, W. D.; Campagna, C.; Carmichael, R. H.; Casale, P.; Chiaradia, A.; Costa, D. P.; Cuevas, E.; Nico de Bruyn, P. J.; Dias, M. P.; Duarte, C. M.; Dunn, D. C.; Dutton, P. H.; Esteban, N.; Friedlaender, A.; Goetz, K. T.; Godley, B. J.; Halpin, P. N.; Hamann, M.; Hammerschlag, N.; Harcourt, R.; Harrison, A. L.; Hazen, E. L.; Heupel, M. R.; Hoyt, E.; Humphries, N. E.; Kot, C. Y.; Lea, J. S. E.; Marsh, H.; Maxwell, S. M.; McMahon, C. R.; Notarbartolo di Sciara, G.; Palacios, D. M.; Phillips, R. A.; Righton, D.; Schofield, G.; Seminoff, J. A.; Simpfendorfer, C. A.; Sims, D. W.; Takahashi, A.; Tetley, M. J.; Thums, M.; Trathan, P. N.; Villegas-Amtmann, S.; Wells, R. S.; Whiting, S. D.; Wildermann, N. E.; Sequeira, A. M. M. 2019. Translating Marine Animal Tracking Data into Conservation Policy and Management. *Trends Ecol. Evol.* 34, 459-473. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2019.01.009>
13. ICCAT, 2019. Report of the 2019 Shortfin Mako Shark Stock Assessment Update Meeting. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT* 76, 1-77.
14. ICCAT, 2017. Report of the 2017 Iccat Shortfin Mako Assessment Meeting 12-16.
15. Juan-Jordá, M. J.; Murua, H.; Arrizabalaga, H.; Merino, G.; Pacoureau, N.; Dulvy, N. 2022. Seventy years of tunas, billfishes, and sharks as sentinels of global ocean health 0211. <https://doi.org/10.1126/science.abj0211>
16. Kai, M.; 2021. Are the current IUCN category and CITES listing appropriate for the conservation and management of shortfin mako, *Isurus oxyrinchus*, in the North Pacific Ocean? *Mar. Policy* 134, 104790. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104790>
17. Lima, F. D.; Parra, H.; Alves, R. B.; Santos, M. A. R.; Bjørndal, K. A.; Bolten, A. B.; Vandeperre, F. 2023. Effects of gear modifications in a North Atlantic pelagic longline fishery: A multiyear study. *PLoS One* 18, 1-22. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0292727>
18. Mucientes, G. 2023. Life history, spatial behaviour and conservation of the shortfin mako shark *Isurus oxyrinchus*. *Cybiuim* 47, 36208.
19. Mucientes, G. 2008. ACERCAMIENTO A LA COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE *Isurus LAMNIDAE* EN AGUAS INTERNACIONALES DEL PACÍFICO SUR. *Rev. Investig. Mar.* 29, 145-150.
20. Mucientes, G.; Fernández-Chacón, A.; Queiroz, N.; Sims, D. W.; Villegas-Ríos, D. 2023. Juvenile survival and movements of two threatened oceanic sharks in the North Atlantic Ocean inferred from tag-recovery data. *Ecol. Evol.* 13, 1-15. <https://doi.org/10.1002/ece3.10198>
21. Mucientes, G.; Queiroz, N. 2019. Presence of plastic debris and retained fishing hooks in oceanic sharks. *Mar. Pollut. Bull.* 143, 6-11. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.04.028>
22. Mucientes, G.; Vedor, M.; Sims, D. W.; Queiroz, N. 2022. Unreported discards of internationally protected pelagic sharks in a global fishing hotspot are potentially large. *Biol. Conserv.* 269, 109534. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109534>
23. Mucientes, G. R.; Queiroz, N.; Sousa, L. L.; Tarroso, P.; Sims, D. W. 2009. Sexual segregation of pelagic sharks and the potential threat from fisheries. *Biol. Lett.* 5, 156-159. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2008.0761>
24. Pacoureau, N.; Rigby, C. L.; Kyne, P. M.; Sherley, R. B.; Winker, H.; Carlson, J. K.; Fordham, S. V.; Barreto, R.; Fernando, D.; Francis, M. P.; Jabado, R. W.; Herman, K. B.; Liu, K. M.; Marshall, A. D.; Pollom, R. A.; Romanov, E. V.; Simpfendorfer, C. A.; Yin, J. S.; Kindsvater, H. K.; Dulvy, N. K. 2021. Half a century of global decline in oceanic sharks and rays. *Nature* 589, 567-571. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-03173-9>
25. Queiroz, N.; Humphries, N. E.; Couto, A.; Vedor, M.; da Costa, I.; Sequeira, A. M. M.; Mucientes, G.; Santos, A. M.; Abascal, F. J.; Abercrombie, D. L.; Abrantes, K.; Acuña-Marrero, D.; Afonso, A. S.; Afonso, P.; Anders, D.; Araujo, G.; Arauz, R.; Bach, P.; Barnett, A.; Bernal, D.; Berumen, M. L.; Lion, S. B.; Bezerra, N. P. A.; Blaison, A. V.; Block, B. A.; Bond, M. E.; Bradford, R. W.; Braun, C. D.; Brooks, E. J.; Brooks, A.; Brown, J.; Bruce, B. D.; Byrne, M. E.; Campana, S. E.; Carlisle, A. B.; Chapman, D. D.; Chapple, T. K.; Chisholm, J.; Clarke, C. R.; Clua, E. G.; Cochran, J. E. M.; Crochelet, E. C.; Dagorn, L.; Daly, R.; Cortés, D. D.; Doyle, T. K.; Drew, M.; Duffy, C. A. J.; Erikson, T.; Espinoza, E.; Ferreira, L. C.; Ferretti, F.; Filmalter, J. D.; Fischer, G. C.; Fitzpatrick, R.; Fontes, J.; Forget, F.; Fowler, M.; Francis, M. P.; Gallagher, A. J.; Gennari, E.; Goldsworthy, S. D.; Gollock, M. J.; Green, J. R.; Gustafson, J. A.; Guttridge, T. L.; Guzman, H. M.; Hammerschlag, N.; Harman, L.; Hazin, F. H. V.; Heard, M.; Hearn, A. R.; Holdsworth, J. C.; Holmes, B. J.; Howey, L. A.; Hoyos, M.; Hueter, R. E.; Hussey, N. E.; Huveneers, C.; Irion, D. T.; Jacoby, D. M. P.; Jewell, O. J. D.; Johnson, R.; Jordan, L. K. B.; Jorgensen, S. J.; Joyce, W.; Daly, C. A. K.; Ketchum, J. T.; Klimley, A. P.; Kock, A. A.; Koen, P.; Ladino, F.; Lana, F. O.; Lea, J. S. E.; Llewellyn, F.; Lyon, W. S.; MacDonnell, A.; Macena, B. C. L.; Marshall, H.; McAllister, J. D.; McAuley,

- R.; Meÿer, M. A.; Morris, J. J.; Nelson, E. R.; Papastamatiou, Y. P.; Patterson, T. A.; Peñaherrera-Palma, C.; Pepperell, J. G.; Pierce, S. J.; Poisson, F.; Quintero, L. M.; Richardson, A. J.; Rogers, P. J.; Rohner, C. A.; Rowat, D. R. L.; Samoily, M.; Semmens, J. M.; Sheaves, M.; Shillinger, G.; Shivji, M.; Singh, S.; Skomal, G. B.; Smale, M. J.; Snyders, L. B.; Soler, G.; Soria, M.; Stehfest, K. M.; Stevens, J. D.; Thorrold, S. R.; Tolotti, M. T.; Towner, A.; Travassos, P.; Tyminski, J. P.; Vandeperre, F.; Vaudo, J. J.; Watanabe, Y. Y.; Weber, S. B.; Wetherbee, B. M.; White, T. D.; Williams, S.; Zárata, P. M.; Harcourt, R.; Hays, G. C.; Meekan, M. G.; Thums, M.; Irigoien, X.; Eguiluz, V. M.; Duarte, C. M.; Sousa, L. L.; Simpson, S. J.; Southall, E. J.; Sims, D. W. 2019. Global spatial risk assessment of sharks under the footprint of fisheries. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1444-4>
26. Queiroz, N.; Humphries, N. E.; Mucientes, G.; Hammerschlag, N.; Lima, F. P.; Scales, K. L.; Miller, P. I.; Sousa, L. L.; Seabra, R.; Sims, D. W. 2016. Ocean-wide tracking of pelagic sharks reveals extent of overlap with longline fishing hotspots. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 113, 1582-1587. <https://doi.org/10.1073/pnas.1510090113>
27. Queiroz, N.; Vila-Pouca, C.; Couto, A.; Southall, E. J.; Mucientes, G.; Humphries, N. E.; Sims, D. W. 2017. Convergent foraging tactics of marine predators with different feeding strategies across heterogeneous ocean environments. *Front. Mar. Sci.* 4. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00239>
28. Santos, C. C.; Domingo, A.; Carlson, J.; Natanson, L. J.; Travassos, P.; Macías, D.; Cortés, E.; Miller, P.; Hazin, F.; Mas, F.; Ortiz de Urbina, J.; Lino, P. G.; Coelho, R. 2021. Movements, Habitat Use, and Diving Behavior of Shortfin Mako in the Atlantic Ocean. *Front. Mar. Sci.* 8, 1-16. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.686343>
29. Sims, D. W.; Mucientes, G.; Queiroz, N. 2021. Shortfin mako sharks speeding to the brink. *Science* (80-. ). 371, 355. <https://doi.org/10.1126/science.abg2355>
30. Sims, D. W.; Mucientes, G.; Queiroz, N. 2018. Shortfin mako sharks threatened by inaction. *Science* (80-. ). 359, 1342. <https://doi.org/10.1126/science.aat0315>
31. Vaudo, J.J., Byrne, M.E., Wetherbee, B.M., Harvey, G.M., Shivji, M.S., 2017. Long-term satellite tracking reveals region-specific movements of a large pelagic predator, the shortfin mako shark, in the western North Atlantic Ocean. *J. Appl. Ecol.* 54, 1765–1775. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12852>
32. Vedor, M.; Mucientes, G.; Hernández-Chan, S.; Rosa, R.; Humphries, N.; Sims, D. W.; Queiroz, N. 2021. Oceanic Diel Vertical Movement Patterns of Blue Sharks Vary With Water Temperature and Productivity to Change Vulnerability to Fishing. *Front. Mar. Sci.* 8, 1-16. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.688076>
33. Worm, B.; Orfino, S.; Burns, E. S.; D'Costa, N. G.; Feitosa, L. M.; Palomares, M. L. D.; Schiller, L.; Bradley, D. 2024. Global shark fishing mortality still rising despite widespread regulatory change. *Science* (80-. ). 383, 225-230. <https://doi.org/10.1126/science.adf8984>
34. Wosnick, N.; Giaretta, E. P.; Leite, R. D.; Hyrcena, I.; Charvet, P. 2023. An overview on elasmobranch release as a bycatch mitigation strategy. *ICES J. Mar. Sci.* 80, 591-604. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsac164>

# EL PROYECTO DE ÁREAS RECREATIVAS COMO TRABAJO ACADÉMICO FIN DE ESTUDIOS EN TITULACIONES DE INGENIERÍA FORESTAL

Guillermo Riesco Muñoz

*Escuela Politécnica Superior de Ingeniería. Campus Terra (Lugo). Universidad de Santiago de Compostela.*

## RESUMEN

Entre las actividades profesionales del ingeniero técnico forestal y del ingeniero de montes se encuentra la redacción de proyectos de construcción de áreas recreativas en zonas forestales. Las áreas recreativas son espacios naturales acondicionados y equipados para el esparcimiento del público, en lugares apreciados desde el punto de vista paisajístico y ambiental. La capacitación y competencia profesional para proyectar este tipo de espacios se pueden adquirir en España en las titulaciones universitarias de grado en ingeniería forestal y de máster en ingeniería de montes, que recogen en sus planes de estudio las enseñanzas necesarias para redactar proyectos de esta naturaleza. En el presente estudio se analizaron los proyectos de adecuación de espacios forestales para su uso recreativo que se presentan como trabajos fin de grado o fin de máster en las titulaciones forestales de la Universidad de Santiago de Compostela (España), poniendo especial énfasis en la descripción de las carencias más recurrentes que se han detectado, que fueron principalmente dos: a) escasa conexión entre la descripción de la zona de proyecto y el tipo de actuación proyectada, y b) insuficiente descripción de las actuaciones a realizar, lo cual dificultaría la ejecución de las obras con arreglo al proyecto. Se pretende que este trabajo contribuya a la mejora de la calidad de los futuros proyectos de ingeniería (tanto los académicos como los profesionales) relacionados con el uso lúdico del monte.

## 1. INTRODUCCIÓN

La última actividad académica de un estudiante de grado o máster en España consiste en la redacción de un documento original, cuyo contenido y profundidad sean acordes con la titulación cursada, donde cada alumno/a de forma individual, pero generalmente bajo la supervisión de un profesor/a de la propia universidad, demuestre que es capaz de aplicar las enseñanzas recibidas en la titulación. La evaluación positiva de dicho documento por parte de un tribunal académico es requisito indispensable para acceder al título de grado o máster.

El documento se llama proyecto fin de carrera, trabajo fin de carrera, trabajo fin de grado o trabajo fin de máster, dependiendo de la titulación a la que dé acceso, aunque en lo que sigue se les va a dar a este tipos de trabajos la denominación conjunta de *proyectos*.

Los proyectos que van a tratarse son aquellos que describen las actuaciones de ingeniería necesarias para el establecimiento, acondicionamiento, mejora o recuperación de un área recreativa.

Un área recreativa es un espacio situado en un entorno natural, con una dotación de servicios que facilita el uso recreativo del lugar por parte del público visitante, que busca diversión y seguridad, pero también aprendizaje o socialización en entornos diferentes de los habituales (Blanco Andray, 1991) (*Figura 1*).



**Figura 1. Equipamiento para zona de merendero y de juegos infantiles en un área recreativa en un pinar abierto situado sobre suelos de arenas en Tordesillas (Valladolid, España).**



**Figura 2. Equipamiento para merendero y señalización en un área recreativa situada en la costa de Foz (Lugo, España).**

Las áreas recreativas son los equipamientos más demandados por los usuarios que acuden a un espacio natural a desarrollar actividades lúdicas. Suelen ser lugares de acceso libre y gratuito situados en ecosistemas forestales (González Doncel, 1994). Las áreas suelen acoger a personas que residen cerca y que pretenden pasar un día al aire libre. Son visitantes numerosos pero poco exigentes: les basta un lugar con aspecto de naturalidad (Vodak *et al.*, 1985) y con sombra, donde poder descansar y estacionar el vehículo (Young, 1991; Valladares Conde, 2005). Por ello, un área recreativa no necesita demasiadas construcciones (Camp *et al.*, 1991; Florensa *et al.*, 2005; Taboada, 2008), las cuales, por otra parte, reducirían la apariencia natural del sitio (*Figura 2*).

Proyectar áreas recreativas es una actividad frecuente en el quehacer del profesional forestal (Crespo de Nogueira y Greer, 2002). Posiblemente, ésta es una razón por la que los proyectos de esta clase son elegidos en algunas ocasiones por el alumnado como proyecto fin de carrera.

El proyecto brinda al estudiante la posibilidad de tener un primer contacto con el desarrollo de un trabajo de ingeniería en el que debe exponer la situación de un lugar sobre el que ha de proponer actuaciones de carácter técnico. Será un proyecto académico, por lo que probablemente no se llevará a la práctica. Sin embargo, al estudiante se le orienta para que lo redacte como si se tratase de un proyecto auténtico, a modo de simulacro de una actividad real de ingeniería. Es un tipo de documento al que el estudiante tendrá oportunidad de dedicar más tiempo que a ninguno de los proyectos que tenga que desarrollar en su futura vida profesional como proyectista (Innes, 2010).

Para redactar el proyecto, el estudiante necesitará poner en práctica sus conocimientos acerca de algunas de las materias incluidas en el plan de estudios que haya cursado en la titulación universitaria forestal. La evaluación del proyecto ante un tribunal formado por docentes permite a los profesores/as comprobar el grado de consecución de ciertos objetivos del aprendizaje como son la adquisición de competencias, tanto las de tipo transversal, genéricas para cualquier ámbito de la ingeniería, como las competencias técnicas, específicas de cada profesión (Valderrama *et al.*, 2009).

Se pretende mostrar qué aspectos de los proyectos académicos relacionados con la construcción de áreas recreativas en espacios forestales suelen elaborarse de forma deficiente. Se indicarán, además, formas sencillas de mejorar la calidad de este tipo de proyectos.

## 2. METODOLOGÍA

El estudio se basa en el análisis de 18 proyectos fin de carrera que fueron redactados durante el periodo 1996-2021 por estudiantes de las siguientes titulaciones: Ingeniería de montes, Máster en ingeniería de montes, Ingeniería técnica forestal o Grado en ingeniería forestal y de medio natural, todas ellas impartidas en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Lugo (Universidad de Santiago de Compostela, España). Se trataba de proyectos de creación o reforma de áreas recreativas en espacios forestales situados principalmente en Galicia (España). Los proyectos fueron evaluados, pero no dirigidos ni tutorados, por el autor de este trabajo.

La labor de evaluación de los proyectos fue efectuada por el autor de este trabajo como parte de su actividad como profesor de la Universidad de Santiago de Compostela en disciplinas relacionadas con la planificación forestal y el paisajismo.

Se analizaron todos los proyectos que reunían la doble condición de ser trabajos de creación o reforma de áreas recreativas y de haber sido evaluados por el autor en el periodo de 25 años considerado, sin efectuar muestreo entre los proyectos que reunían dichas características. Por tanto, el tema y el evaluador es lo único que tienen en común los proyectos analizados y es lo que los distingue del resto de proyectos presentados en las titulaciones forestales de la Universidad de Santiago de Compostela durante el periodo. Este procedimiento tiene el inconveniente de que el estudio se basa solamente en las apreciaciones del profesor que evaluó, por lo que está muy sesgado hacia aquellos aspectos que el profesor y autor de este trabajo considera más importantes. Sin embargo, se ha suprimido la fuente de variación en los resultados que supondría la participación de agentes evaluadores distintos en momentos distintos de la formulación del proyecto (Valderrama *et al.*, 2009).

A fin de efectuar una evaluación homogénea que permitiera comparar los proyectos se analizó el logro de determinadas competencias (Valderrama *et al.*, 2009). Para ello, en cada uno de los aspectos evaluados, que se presentan en el siguiente capítulo, se valoró si se había logrado o no adquirir la competencia genérica o específica correspondiente. Por tanto, el indicador elegido para valorar el grado de adquisición de cada competencia admitía dos niveles de cumplimiento: Sí/No. Esta valoración fue efectuada tras examinar el proyecto y tras asistir a la defensa oral que el alumno/a realizó del mismo ante el tribunal.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. NIVEL DE CONOCIMIENTO DE LAS DISCIPLINAS RELATIVAS AL TEMA DE PROYECTO

Numerosos errores conceptuales en torno a las disciplinas implicadas en el tema del proyecto podrían subsanarse si el estudiante proyectista repasara el material que manejó cuando cursaba las asignaturas correspondientes. Empezar este capítulo con una obviedad como la que se acaba de exponer es necesario a la vista de los resultados observados en los proyectos que se analizaron, en los que fue muy amplia la gama de errores de fondo que se detectaron. No obstante, existe un corto número de errores conceptuales que se repiten a lo largo de los años en la mayoría de los proyectos.

Un sencillo indicador de desconocimiento de una materia es la confusión semántica en torno a conceptos básicos. Así, fueron habituales errores como el de confundir monte “comunal” (terreno forestal público, propiedad de la autoridad municipal) con monte “vecinal” (terreno forestal privado, propiedad de un grupo de vecinos), o bien confundir tratamientos selvícolas diferentes como “entresaca”, “clara” y “huroneo”.

#### 3.2. COHERENCIA ENTRE INTENSIDAD DEL PROYECTO E IMPORTANCIA DE LA ACTUACIÓN PROYECTADA

La intensidad del proyecto puede evaluarse por la profundidad del análisis y por el detalle de los documentos. No siempre la intensidad del proyecto era acorde con la relevancia del espacio objeto de intervención y con la magnitud de las actuaciones que iban a llevarse a cabo. Así, lugares de importancia menor (pequeña extensión, escaso valor ambiental, mínimo uso recreativo) fueron sometidos a proyectos laboriosos. Lo deseable en tales circunstancias sería la redacción de proyectos más sencillos, memorias descriptivas o memorias provisionales. También sucedió el caso opuesto y para espacios de alto valor se propusieron proyectos con una pobre descripción del medio y con soluciones técnicas sin detallar y débilmente argumentadas (Bücking *et al.*, 2000).

Estos desequilibrios son importantes porque obtener información excesivamente detallada del lugar de actuación supone un coste innecesario de toma de datos mientras que conseguir información poco precisa o inexacta del sitio supone un conocimiento insuficiente o erróneo del mismo y, en consecuencia, una intervención mal orientada. En el 39 % de los proyectos analizados se aportaba información excesiva del lugar de actuación mientras que en el 56 % la información era insuficiente (escasa revisión documental, desconocimiento del entorno socioeconómico). Un inventario poco informativo

sobre el número de visitantes y sobre los recursos que oferta el espacio repercute en el proyecto ya que se puede estar subestimando o sobrestimando la demanda real del espacio y la oferta de valores ambientales y recreativos para el usuario/a (Gómez Orea, 1993; Fundación Amigos de la Naturaleza, 2009). En el 6 % de los proyectos analizados las demandas de los visitantes se presentaron de forma inconcreta.

Las descripciones más pobres suelen encontrarse en los estudios sobre la fauna, suelos, geología y vegetación existente, referidos las más de las veces a comarcas extensas y no al propio lugar de proyecto. Suelen ser estudios basados en bibliografía y escasamente fundados en reconocimiento de campo, repitiéndose esta circunstancia en muchos proyectos de ingeniería redactados por profesionales, aspecto este que también ha sido tratado en un estudio sobre proyectos de repoblación forestal (Riesco Muñoz y Rodríguez Soalleiro, 2007).

En su mayoría, los proyectos trataban extensamente los condicionantes físicos, que influyen poco en las intervenciones a realizar, y apenas trataban los condicionantes sociales, que influyen mucho. Así, por ejemplo, ninguno de los proyectos analizados estudió la incidencia del vandalismo y los medios para controlarlo, a pesar del daño que supone para los equipamientos, para el patrimonio natural y para la imagen del espacio, con alto coste de reparación (Benayas del Álamo, 1992).

También se incurre en incoherencia cuando el proyecto plantea inversiones de una cuantía impropia para el tipo de promotor y para los rendimientos que se espera obtener, como en el caso de la propuesta de tratamientos complejos sobre el arbolado cuando éste no constituye un recurso destacado en el proyecto (Holgén *et al.*, 2000) o bien la propuesta de construcciones costosas para espacios poco visitados (error detectado en el 17 % de los proyectos que se analizaron).

#### 3.3. COHERENCIA INTERNA DEL DOCUMENTO

En la práctica, no está al alcance del profesor/a que evalúa un proyecto el contrastar si todos los datos que se plasman en el mismo reflejan la realidad del lugar de actuación, pero sí está en su mano comprobar que la información recogida sea consistente a lo largo del documento. En este sentido, se detectó como características esenciales del proyecto tomaban valores diferentes en páginas diferentes, como es el caso de la superficie de la zona de actuación o la superficie de cada una de las zonas que resultan de fraccionar el espacio. A veces la suma de las superficies parciales no coincidía con la superficie total del área recreativa o se planteaban repoblaciones forestales sobre más superficie de la disponible. Este tipo de incoherencias se encontró en el 28 % de los proyectos analizados.

Aparte de la necesaria coherencia de los valores numéricos y de las características esenciales del proyecto a lo largo del documento, destaca por la frecuencia con que aparece (33 % de los proyectos analizados) la marcada desconexión entre la descripción del lugar de proyecto y las actuaciones que se propone ejecutar. No se aprecia nexo ni relación causa-efecto entre la descripción de la situación de partida y la propuesta de actuaciones. Esta deficiencia, con más o menos gravedad, se da en todos los proyectos analizados. En teoría, la descripción del territorio y su entorno sirve para justificar las intervenciones que se proyectan (U.S. Department of the Interior, 1997), pero lo que se encuentra en la práctica es una prolífica descripción de la situación actual del sitio seguida de una propuesta de actuaciones obvias y esperables, ajenas a la descripción realizada, con lo cual carece de sentido el derroche de tiempo y recursos que implica el inventario descriptivo del lugar.

Un ejemplo frecuente de este tipo de error es analizar la vegetación potencial (la que llegaría a ocupar la zona a largo plazo si no existiese intervención antrópica), independientemente de que la vegetación potencial sea de interés o no para un proyecto de un área recreativa donde la vegetación juega un papel ornamental o paisajístico, sin pretenderse la restauración ecológica de la supuesta vegetación primigenia.

En ocasiones, la desconexión entre las partes se da dentro de la propia descripción del territorio. Ejemplo de ello es la medición sistemática en campo de ciertas variables de obtención laboriosa, como diversos índices climáticos relacionados con la producción agrícola y forestal, que no se emplean en ningún cálculo ni en ningún apartado posterior del proyecto, mientras que no se presentan indicadores de la bondad del clima para el visitante del área recreativa.

La mayoría de las veces un anejo climático, geológico o faunístico demasiado extenso es inútil. Antes de hacer acopio de la información para redactar cualquiera de dichos documentos el estudiante proyectista ha de preguntarse: ¿qué datos climáticos, geológicos, faunísticos, etc. condicionan las actuaciones proyectadas?, ¿realmente voy a utilizar en el resto del proyecto toda la información que recopilé y elaboré en el estudio del medio físico? ¿para qué me sirven tantos antecedentes legales, administrativos, fisiográficos, demográficos y climáticos? Debe por lo tanto planificarse cuál es la información estrictamente necesaria que hay que recopilar. En el pasado, podía entenderse como un mérito adicional del proyecto aportar información muy abundante porque ello daba a entender un gran esfuerzo de búsqueda documental. Sin embargo, actualmente las revisiones bibliográficas suponen una carga de trabajo mucho menor debido

a la existencia de medios informáticos accesibles por lo que en el proyecto ya no se aconseja ni se valora positivamente presentar exceso de información.

### 3.4. LAS DECISIONES INJUSTIFICADAS

En la fase de justificación del proyecto se apreció generalmente un tono muy reglamentista. Es decir, el estudiante afirma que el proyecto se elabora por imperativo legal o bien por exigencias de la ordenación territorial, y no porque con ello vaya a asegurarse la calidad de la construcción del área recreativa. De esta forma, el redactor del documento y futuro ingeniero muestra escasa confianza en la utilidad del proyecto como instrumento para la correcta ejecución de la obra.

Las decisiones que se van tomando a lo largo de la formulación del proyecto no pueden ser arbitrarias y deben derivar del análisis detenido de las ventajas e inconvenientes de cada alternativa. Las razones para tomar una decisión u otra deben quedar plasmadas de forma explícita en el proyecto. Sin embargo, fue habitual que decisiones importantes se presentaran sin justificar (en el 44 % de los proyectos analizados). En el 22 % de los proyectos no se exponían alternativas entre las que elegir la más apropiada para lograr los objetivos, quedando sin justificar aspectos clave como la extensión escogida para el área recreativa (Pascual Trillo, 2007), la zonificación del área, el tipo de equipamiento a instalar (Wenger, 1984), la capacidad de acogida (López Bonilla y López Bonilla, 2008), las posibles restricciones al uso público, etc.

En cuanto a la dotación de infraestructuras, se proyectaba, por ejemplo, el cerramiento perimetral de toda el área recreativa sin justificar si era necesario, a pesar de que una obra de cierre supone un capítulo muy importante de la inversión en un proyecto de este tipo. Los tipos de cerramientos que se proponían, por otra parte, no tenían en cuenta consideraciones estéticas ni buscaban naturalidad en el diseño.

En ocasiones se proyectaba ajardinar parte del área recreativa, efectuar plantaciones forestales de enriquecimiento u otro tipo de medidas de introducción de vegetación, considerando en estos casos solo especies autóctonas, principalmente caducifolias, sin justificar esta restricción en cuanto a especies. La preferencia por especies autóctonas caducifolias por parte del estudiante proyectista contrastaba con la preferencia que declara el usuario por el arbolado de sombra y de gran tamaño, con independencia de su carácter autóctono o alóctono.

Al tratarse de estudiantes, las decisiones técnicas no pueden justificarse apelando a "nuestra experiencia en el tema", que es el manido recurso de las empresas de consultoría para

justificar muchas decisiones. Por ello, con frecuencia los estudiantes basaban sus decisiones técnicas en una supuesta “exigencia del promotor”, condicionante que resulta poco creíble cuando se refiere a detalles técnicos que al promotor le son probablemente indiferentes.

### 3.5. ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA

En un proyecto de construcción de áreas recreativas hay que disponer de información reciente sobre el estado natural del medio en el que va a actuarse (Ministerio de Medio Ambiente, 2004). También deben conocerse las circunstancias legales, administrativas y sociales acerca del lugar de actuación y acerca de las actuaciones proyectadas, junto con las restricciones económicas que condicionan la magnitud e intensidad de la actuación. Es muy orientativo además disponer de información reciente sobre el estado de conservación, nivel de utilización y dinámica de las áreas recreativas próximas (Escribano *et al.*, 2001). La descripción del sitio y de su entorno socioeconómico ha de corresponder al momento de la intervención ya que la descripción queda pronto obsoleta en un medio rural dinámico y cambiante (Belinchón Callejo, 2005).

Acerca de la actualización de la información aportada, es un error frecuente citar y emplear textos legales derogados (Ley 4/1989 de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre, Ley 1/1970, de Caza) y fuentes documentales anticuadas: Mapa de Clases Agrológicas, Mapa de Cultivos y Aprovechamientos, Atlas de Vertebrados de Galicia de 1983, Bioclimatología de Galicia de 1983, etc. Debe hacerse una mención especial a lo inapropiado de consultar mapas de usos del suelo o imágenes aéreas de más de 5 años de antigüedad en regiones en las que el paisaje evoluciona rápidamente, ya sea por cambios de especie forestal, incidencia de los incendios forestales o incluso cambios de uso del suelo (Cáncer Pomar, 1999). Por tanto, es necesario que la información digital que se utilice esté puesta al día, siendo necesaria la comprobación en campo de la información extraída de la cartografía temática.

El descuido en esta fase de adquisición de información cartográfica actualizada y detallada es un error más que comete el estudiante, aunque lo más grave es que este tipo de error trasciende el ámbito puramente académico ya que es habitual que los técnicos de las empresas de consultoría proyecten actuaciones sobre terrenos que no han visitado, apoyando sus propuestas de actuaciones sobre imágenes aéreas, de modo que la previsible falta de encaje entre la obra proyectada y el medio a transformar da lugar a una

calidad de los proyectos menor de la esperada. Cuando esta deficiencia de calidad es significativa se hace necesario reformar el proyecto, lo que lleva aparejado retrasos en la ejecución de las obras y sobrecostes.

### 3.6. CARENCIAS EN LA ELABORACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Los proyectos analizados suelen mostrar lagunas importantes en aquellos apartados que exigen un análisis de la información que va más allá de la mera crónica de los hechos observados. Es decir, el estudiante proyectista suele naufragar en tareas que requieren un esfuerzo de cierta altura intelectual, ofreciendo resultados claramente insuficientes en las partes del proyecto en las que hay que plasmar objetivos de forma explícita, interpretar y comentar los resultados de la toma de datos de campo, ofrecer opiniones técnicas, aportar detalles y obtener conclusiones.

En la muestra analizada, el 100 % de los proyectos incurrían en errores relativos a la escasez de detalle en la formulación de las propuestas de intervención. Son ejemplos notables de estos errores el proyectar la construcción de estanques de ornamento sin abordar el problema de su aireación y depuración o considerar el uso nocturno del área recreativa y no contemplar la iluminación artificial, o proponer un ajardinamiento sin considerar la instalación de sistema de riego cuando la vegetación a introducir lo precisa, omitir referencias a la necesaria señalización o instalación de puntos de agua, o no detallar el modo de anclaje al terreno de columpios, mesas, bancos, papeleras, barbacoas, etc.

Otro resultado que se apreció es la fragmentación excesiva en subzonas de actuación sin que el medio físico o el tipo de intervención a realizar lo justifique, complicándose a menudo los proyectos a causa de ello. Como las áreas recreativas no suelen ser extensas es innecesario subdividir la zona de proyecto, aunque si esta división se realiza deberá estar basada en la variabilidad del territorio y de los usos previstos, que en el 11 % de los proyectos analizados quedaban sin concretar.

Tras zonificar el uso (merendero, zona juegos infantiles, aparcamiento, etc.), hay que localizar con detalle las construcciones proyectadas y la conexión entre las diferentes zonas. La descripción de las actuaciones o instalaciones fue incompleta en el 28 % de los proyectos.

#### 3.6.1. Elaboración de conclusiones

En los proyectos analizados faltan unas conclusiones generales y bien argumentadas acerca de la situación de la zona de

proyecto. Se hace amplios estudios del medio natural y no tan amplios del medio socioeconómico, pero de ellos no se concluye nada. Lo que se presenta como conclusiones suele ser un largo resumen descriptivo del medio. A veces, las conclusiones ni siquiera están fundadas en los resultados del estudio de la zona y se limitan a transcribir conclusiones procedentes de bibliografía o de apuntes de las asignaturas. Otras veces las conclusiones son tan triviales y previsibles que no necesitarían de un estudio previo de la situación actual. Como regla general, un apartado de conclusiones es inespecífico y, por tanto, inútil cuando el mismo serviría para cualquier otro proyecto sobre el tema.

### 3.6.2. Planteamiento de objetivos

Al proyectar la construcción de un área recreativa hay que fijar cuáles son los objetivos de la misma y cómo se va a equipar el área para que cumpla esos objetivos. Es decir, hay que definir en primer lugar qué experiencias lúdicas o educativas se pretende que alcance el usuario. El paso siguiente será proyectar la dotación de infraestructuras necesarias para que el visitante pueda desarrollar las actividades que van a proporcionarle las experiencias deseadas (Bell, 1998).

Pese a lo anterior, en algunos de los proyectos evaluados se confundían los objetivos del proyecto con los medios para alcanzarlos. Por ejemplo, se llegó a plantear como objetivo realizar un análisis detallado de la situación actual, cuando efectuar ese análisis solo es un medio para conocer la zona de proyecto. Otro caso era proponer como objetivo construir una determinada infraestructura o desarrollar cierto programa de actividades cuando eso no era un objetivo en sí mismo sino un medio para lograr el objetivo.

Mucho más frecuente que lo anterior fue la falta de identificación clara de objetivos para las intervenciones proyectadas, cuestión que también se ha destacado en proyectos de repoblación forestal (Riesco Muñoz y Rodríguez Soalleiro, 2007).

En los proyectos de áreas recreativas solía plantearse inicialmente un amplio abanico de objetivos diversos y ambiciosos cuando lo que realmente se pretendía lograr es tan solo un lugar para el esparcimiento en un entorno más o menos naturalizado, descartando la maximización de usos del territorio, la optimización del uso u otros planteamientos tan maximalistas como ingenuos.

Cuando se planteaban objetivos, éstos eran a veces inespecíficos, inconcretos y generalistas (circunstancia que se daba en el 33 % de los proyectos analizados). Es decir, eran objetivos válidos para cualquier proyecto de área recreativa en cualquier

parte y, por ello, no eran objetivos útiles pues no permiten orientar al proyectista en la toma de decisiones acerca de una actuación sobre un espacio concreto.

Los objetivos del proyecto deben ser precisos, cuantificados, medibles, realizables y con plazos de cumplimiento. Por ejemplo, afirmar que se pretende ofrecer oportunidades para que los visitantes tengan ocasión de relacionarse es un objetivo impreciso mientras que un objetivo concreto es fijar cierta densidad de visitantes en un área de acampada para que las relaciones sociales tengan lugar.

### 3.6.3. Originalidad de las soluciones aportadas

Otro aspecto en el que los proyectos eran manifiestamente mejorables es en el de la originalidad de las soluciones aportadas. El evaluador se ha encontrado con proyectos muy convencionales y poco innovadores, incluso en titulaciones de segundo ciclo o máster, en las cuales se valora la innovación en las propuestas. Los proyectos eran aquí fiel trasunto de los proyectos que redactan los profesionales en las oficinas técnicas (Innes, 2010) y no debería ser así porque en los gabinetes de ingeniería se dispone de plazos muy cortos para la redacción de los proyectos, lo cual impide alcanzar altos niveles de calidad con bajos presupuestos. Sin embargo, los alumnos/as no tienen más limitación temporal que la que ellos mismos se impongan.

Esto no quiere decir que todo proyecto deba incluir propuestas innovadoras para considerarse un documento de calidad. Tan solo se pretende dejar aquí constancia de que fueron muy escasas las propuestas innovadoras en los proyectos que se han valorado. Las actuaciones innovadoras que se proyecten, de haberlas, deben estar justificadas frente a actuaciones alternativas, ya que un proyecto original no es necesariamente el más adecuado para dar respuesta a la necesidad que pretende solucionarse.

### 3.6.4. Viabilidad económica de las actuaciones

Ha de justificarse la factibilidad económica de las obras proyectadas y además se ha de exponer el modo de financiarlas. Se comprobó que el estudiante proyectista calculaba los costes del proyecto pero no siempre los analizaba. Es decir, no obtenía los índices que permiten sintetizar y caracterizar el proyecto desde el punto de vista económico, para poder comparar con proyectos similares o con la bibliografía. En el 22 % de los proyectos analizados no se efectuó análisis económico.

Frente a lo que algunos alumnos/as planteaban, en la propuesta de vías de financiación hay que tener en cuenta que la viabilidad económica del proyecto no se puede supeditar a la percepción, incierta, de subvenciones.

Se dio el caso, así mismo, de que algún proyecto planteaba inversiones de una cuantía impropia para el tipo de promotor.

En la mayoría de los proyectos el presupuesto no incluía los honorarios del proyectista ni el coste de los trabajos de campo necesarios para obtener la información con la que redactar el documento, siendo paradigma en este sentido que el levantamiento topográfico del área de trabajo no estuviera presupuestado.

### 3.7. LOS ASPECTOS FORMALES

Las obras que se proponen han de quedar completamente definidas en el proyecto, que debe ser formulado de forma clara e inteligible, para que pueda ser comprendido y ejecutado por ingenieros diferentes de los que lo redactaron. El documento deberá ser breve y se redactará con estilo natural, evitando oraciones largas con sintaxis y léxico complicados.

La redacción de los proyectos fue aceptable en el 50 % de los casos analizados, siendo muy pocas veces ininteligible. El 39 % de los proyectos fueron considerados globalmente correctos desde el punto de vista formal, si bien solían aparecer los siguientes errores gramaticales y de estilo:

- Oraciones muy largas (11 % de los proyectos analizados).
- Párrafos muy cortos.
- Enunciados que forman frases, pero que no forman oraciones.
- Menudeo o proliferación de faltas de ortografía y de puntuación.
- Mezcla de términos en gallego, en español y en inglés (en Galicia, región en la que se ha efectuado el estudio, existen dos lenguas cooficiales: el gallego y el español).
- Empleo de la primera persona y de registros coloquiales del idioma (17 % de los proyectos).
- Errores en los nombres científicos de las especies animales y vegetales (28 %).
- Uso excesivo de abreviaturas.
- Tablas y figuras no auto explicativas.

Cuando la redacción de un proyecto es defectuosa resulta muy notorio si el estudiante ha copiado párrafos íntegros de alguna fuente bibliográfica ya que el estilo y la corrección gramatical del material copiado destacan ostensiblemente respecto del tono general del documento.

La proliferación más o menos soportable de errores ortográficos es un indicador de lagunas formativas del estudiante proyectista en una competencia básica del futuro ingeniero como es el manejo correcto del lenguaje escrito. Sin embargo, cuando se cometen faltas de ortografía que serían fácilmente subsanables con un corrector ortográfico informático, lo que muestra el estudiante es abandono y desinterés por efectuar un trabajo de calidad.

La evaluación del proyecto incluía una exposición oral en público de diez a veinte minutos por parte del alumno/a, ante un tribunal evaluador constituido por tres o cinco profesores. En este examen se evalúa la coherencia del documento, la estructura y aspectos formales del mismo, la originalidad de las soluciones técnicas aportadas, así como la calidad de la exposición oral en aquellos aspectos que aclaren el trabajo. La exposición oral es, por tanto, objeto de evaluación y es habitual encontrarse con errores debidos en buena parte a la falta de práctica del alumno/a en este tipo de exposiciones. Ante esta circunstancia se propone incluir la presentación oral de trabajos como parte del trabajo en el aula, cuidando especialmente aspectos como la definición del contenido de la exposición y el control del tiempo, el manejo adecuado de las ayudas visuales, la precisión, claridad y cuidado del lenguaje, así como una actitud positiva del alumno/a, que denote interés y seguridad, todo lo cual aconseja realizar ensayos frecuentes.

Una mención adicional requiere la forma de presentación de las fuentes documentales. Para que las referencias bibliográficas tengan valor informativo es necesario que exista una relación biunívoca entre las citas que se presentan a lo largo del texto y las referencias bibliográficas que se detallan en un listado al final de la memoria o en forma de anejo. Es decir, toda cita que aparezca en el texto tiene que estar referenciada de forma ordenada en la bibliografía y, a la inversa, toda referencia bibliográfica debe aparecer en uno o más lugares del texto. Sin embargo, esta regla se incumplía sistemáticamente en todos los proyectos analizados, aun teniendo en cuenta que éstos son textos en los que la lista de fuentes bibliográficas necesaria no suele ser amplia. Los errores en la presentación de las fuentes bibliográficas fueron muy graves en el 22 % de los proyectos analizados.

### 3.8. EL ORDEN EN LA EXPOSICIÓN DE CONTENIDOS

Una primera evidencia de desorden expositivo en el texto es la elaboración de un proyecto cuya estructura y contenido no se ajusten a lo que establece la normativa oficial para proyectos de ingeniería en España. Realmente, la cuestión de la estructura del proyecto no es un aspecto solo formal, ya que la posibilidad de que el proyecto sea autorizado por la Administración competente y que en consecuencia el promotor pueda percibir fondos públicos para ejecutar las obras planificadas depende de que el proyecto se ajuste en cuanto a formato y contenidos a las normas oficiales (Vendrell Muñoz, 2015).

Resulta difícil de explicar que en un proyecto de ingeniería, en el que está legalmente establecido qué material hay que incorporar en cada capítulo, sean muy frecuentes las dudas acerca de dónde alojar determinados contenidos y, sobre todo, lo que más incertidumbre generaba entre los estudiantes en este punto era si ciertos resultados debían incluirse en la memoria o en anejos. En el 28 % de los proyectos analizados los contenidos estaban repartidos de forma errónea entre la memoria del proyecto y los anejos.

Otra muestra habitual de desorden en el desarrollo del texto fue manejar conceptos que no habían sido previamente definidos ni caracterizados. Fue el caso de la referencia a zonas de actuación que no habían sido presentadas con anterioridad. También era frecuente el empleo sin definición previa de abreviaturas que no son de todos conocidas.

El desorden en la exposición obligó a veces a avanzar muchas páginas antes de localizar datos básicos como la superficie de la finca o el tipo de titularidad de los terrenos.

### 3.9. LOS PLANOS

Son una parte muy visible del proyecto. El evaluador, que tiene que informarse rápidamente del contenido del proyecto, es posible que no lea algún anejo pero sí va a revisar los planos, por los que éstos deben estar muy cuidados en su elaboración. La impresión general que cause el proyecto vendrá dada en buena parte por la cartografía que se presente. Sin embargo, en el 56 % de los proyectos analizados se detectaron errores en los planos.

Los planos fisiográficos (planos de rangos de altitudes, planos de pendientes, planos de orientaciones) fueron productos cartográficos muy frecuentes en los proyectos analizados, aunque eran generalmente inútiles y, de hecho, el estudiante proyectista no los empleó en ningún caso para desarrollar su propuesta de actuaciones.

### 3.10. EL PLIEGO DE CONDICIONES

Según la legislación española, uno de los documentos que ha de incluirse de forma preceptiva en un proyecto de ingeniería es el pliego de condiciones. En él se establece de forma detallada y exhaustiva las condiciones obligatorias en la contratación de las obras del proyecto entre las dos partes implicadas: de una parte la empresa o entidad que ha de ejecutar las actuaciones y de otra el director de obra, que es el representante técnico del promotor, y que velará porque la ejecución de la obra se ajuste al proyecto (Pemán y Navarro, 1998).

En el 44 % de los pliegos de condiciones analizados se apreciaron deficiencias, que frecuentemente pasan del nivel académico al ámbito profesional, repercutiendo en la falta de calidad en los proyectos de ingeniería comerciales y en las obras ejecutadas a partir de ellos, dada la importancia del pliego de condiciones para fijar aspectos mínimos de calidad en los materiales empleados y en la ejecución de las obras (Vendrell Muñoz, 2015).

En el 6 % de los proyectos se observaron carencias destacables en relación a la descripción y selección de los materiales de construcción a emplear en las obras del área recreativa.

## 4. CONCLUSIONES

Los proyectos fin de carrera relativos a la construcción de áreas recreativas suelen incurrir en unos mismos errores y carencias, tanto formales como de contenido. Numerosas deficiencias detectadas en estos proyectos académicos se transmiten posteriormente a la actividad profesional que el recién titulado desarrolla en empresas consultoras, lo que explica en parte la insuficiente calidad de los proyectos profesionales.

La deficiencia más frecuente fue la falta de conexión entre la descripción de la situación actual de la zona de trabajo y las actuaciones proyectadas sobre dicha zona. Esta desconexión ocasionaba una toma de datos insuficiente o excesiva, una escasa interpretación de resultados, contradicciones dentro del proyecto, objetivos no realistas y toma de decisiones no fundamentadas.

Otro problema recurrente fue la falta de detalle (textual y gráfico) en la exposición de las actuaciones proyectadas.

Para mejorar la calidad y utilidad de los proyectos debe hacerse frente a las carencias indicadas reforzando la capacitación de los estudiantes en técnicas de selección de información,

favoreciendo además el desarrollo de su capacidad de observación, síntesis y elaboración de soluciones imaginativas. Es necesario poner énfasis en la necesidad de conexión entre los diferentes apartados del proyecto y subrayar el valor de las características formales de los documentos y de la presentación oral.

Se pretende que este estudio constituya una guía para el estudiante que afronta por primera vez la redacción de un proyecto de ingeniería. Se busca además aportar orientaciones a los profesores/as que dirigen y evalúan proyectos vinculados con la creación de áreas recreativas.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

1. Belinchón Callejo, G. (2005). El turismo como actividad económica en la Cordillera Cantábrica. En Fernández-Manso, A.; San Román Rodríguez, J. M.; Valbuena Relea, M. L. (Eds.). *Nuevos retos de la ordenación del medio natural* (pp. 49-57). Ourense: Universidad de León.
2. Bell, S. (1998). *Forest Design Planning: A Guide to Good Practice. Forestry Practice Guide*. Belfast: Forestry Commission.
3. Benayas del Álamo, F. J. (1992). *Paisaje y educación ambiental: evaluación de cambios de actitudes hacia el entorno*. Madrid: Centro de Publicaciones, Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
4. Blanco Andray, A. (1991). El uso recreativo en los espacios naturales. En *Seminario sobre Inventario y Ordenación de Montes*. Segovia: Centro Nacional de Educación Ambiental.
5. Bücking, W.; Al, E.; Falcone, P.; Latham, J., & Sohlberg, S. (2000). Strict forest reserves in Europe and forests leith to free development in other categories of protection. En Directorate-General for Research, *COST Action E4. Forest reserves research network* (pp. 39-134). Brussels: European Comission.
6. Camp, W. G.; Daugherty, T. B., & Kirts, C. (1991). *Managing our natural resources*. New York: Delmar Publishers Inc.
7. Cáncer Pomar, L. A. (1999). *La degradación y la protección del paisaje*. Madrid: Ediciones Cátedra.
8. Crespo de Nogueira y Greer, E. (2002). Profesión forestal, espacios protegidos y ordenación del territorio. *Primer Congreso Profesional de los Ingenieros de Montes*. Madrid: Asociación y Colegio de Ingenieros de Montes.
9. Escribano, R.; Rubio, R.; Aramburu, M. P., y Perán, J. (2001). Modelos de evaluación de la capacidad de acogida de espacios naturales: propuesta de aplicación al Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. *III Congreso Forestal Español*. Granada: Sociedad Española de Ciencias Forestales.
10. Florensa, R. M.; Domínguez, G.; Domenjó, I., y Castillo, E. (2005). Nuevas actividades económicas en la zona periférica de los espacios naturales protegidos. Un análisis en los espacios naturales protegidos de Lérida. *IV Congreso Forestal Español*. Zaragoza: Sociedad Española de Ciencias Forestales.
11. Fundación Amigos de la Naturaleza. (2009). *20 años conservando la biodiversidad de Bolivia*. Santa Cruz de la Sierra: Editorial FAN.
12. Gómez Orea, D. (1993). Gestión de recursos naturales y ordenación del territorio. En Universidad Politécnica de Madrid, *III Curso Master en Ingeniería Geológica y ambiental*. Madrid.
13. González Doncel, I. (1994). El paisaje y el recreo en la ordenación de montes arbolados. En Madrigal, A. *Ordenación de montes arbolados* (pp. 315-331). Madrid: ICONA.
14. Holgén, P.; Mattsson, L., & Li, C. Z. (2000). Recreational values of boreal forest stand types and landscapes resulting from different silvicultural systems: an economic analysis. *Journal of Environmental Management*, 60, 173-180.
15. Innes, J. L. (2010). Professional education in Forestry. En Commonwealth Forestry Association, *Commonwealth Forests 2010* (pp. 76-93). Dinchope:

- Commonwealth Forestry Association.
16. López Bonilla, J. M., y López Bonilla, L. M. (2008). La capacidad de carga turística: revisión crítica de un instrumento de medida de sostenibilidad. *El periplo sustentable*, 15, 123-150.
  17. Ministerio de Medio Ambiente (2004). *Guía para la elaboración de estudios del medio físico: contenido y metodología (5ª reimpresión)*. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Medio Ambiente.
  18. Pascual Trillo, J. A. (2007). *La gestión del uso público en espacios naturales*. Madrid: Miraguano.
  19. Pemán, J., y Navarro, R. (1998). *Replantaciones forestales*. Lleida: Universitat de Lleida.
  20. Riesco Muñoz, G., y Rodríguez Soalleiro, R. (2007). Principales características y carencias de los proyectos académicos de repoblación forestal en Galicia. *XI Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos*. Lugo: AEIPRO, Universidad de Santiago de Compostela.
  21. Taboada, J. (2008). Uso recreativo y deportivo del monte: creación de una red de rutas de senderismo en la zona Ferrol-Ortega. *I Congreso Internacional de Valorización Integral del Monte*. Santiago de Compostela: Xunta de Galicia.
  22. U.S. Department of the Interior. (1997). *The Visitor Experience and Resource Protection (VERP) Framework. A Handbook for Planners and Managers*. Washington D.C.: National Park Service.
  23. Valderrama, E.; Rullán, M.; Sánchez, F.; Pons, J.; Mans, C.; Giné, F.; Seco, G.; Jiménez, L.; Peig, E.; Carrera, J.; Moreno, A.; García, J.; Pérez, J.; Vilanova, R.; Cores, F.; Renau, J. M.; Tejero, J., y Bisbal, J. (2009). La evaluación de competencias en los Trabajos Fin de Estudios. *XV Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática*. Barcelona: Universidad Politècnica de Catalunya.
  24. Valladares Conde, A. (2005). *Prontuario forestal*. Madrid: Asociación y Colegio de Ingenieros de Montes.
  25. Vendrell Muñoz, Ó. F. (2015). *Estudio de los errores detectados en los documentos de los proyectos forestales y de medio ambiente gestionados por la Generalitat Valenciana* (Tesis doctoral). Universitat Politècnica de València.
  26. Vodak, M. C.; Roberts, P. L.; Wellman, J. D., & Buhyoff, G. J. (1985). Scenic impacts of Eastern Hardwoods Management. *Forest Science*, 31 (2), 289-301.
  27. Wenger, K. F. (1984). *Forestry handbook. 2nd ed. Society of American Foresters*. New York: John Wiley and Sons.
  28. Young, R. A. (1991). *Introducción a las ciencias forestales*. México: Limusa Noriega.

# PREVENCIÓN CARDIOVASCULAR

## Y DETERMINANTES DE LA SALUD. ESTUDIO BASADO EN LA ENCUESTA NACIONAL DE SALUD EN ESPAÑA

María José Ferreira Díaz- PhD

*Escuela de Enfermería de Lugo. Universidad de Santiago de Compostela. España.*

### RESUMEN

El objetivo del estudio es dar a conocer la relevancia de los datos en relación con el estilo de vida abordando los factores determinantes en la salud cardiovascular publicados en la Encuesta Nacional de Salud de España (ENS-2017). Se trata de un estudio transversal en el que participaron 29.195 personas, los datos se recogieron a través de entrevistas realizadas entre octubre de 2016 y octubre de 2017, 23.089 en adultos (15 y más años) y 6.106 en menores (0-14 años).

Los cuestionarios utilizados facilitan conocer indicadores asociados al control de la enfermedad cardiovascular como son el consumo de tabaco y bebidas alcohólicas, actividad física, sobrepeso/obesidad y el tipo de alimentación. Los resultados permiten vincular los estilos de vida no saludables con el riesgo cardiovascular para seguir trabajando en el diseño de intervenciones dirigidas a la prevención de la enfermedad.

**Palabras clave:** *Estilo de vida; Enfermedad cardiovascular; Determinantes de la salud.*

### INTRODUCCIÓN

La enfermedad cardiovascular (ECV) sigue siendo la principal causa de mortalidad prematura y discapacidad en el mundo representando un tercio de todas las muertes, con un impacto considerable en la calidad de vida y la economía (Jiang *et al.*, 2020). Los estilos de vida poco saludables particularmente relacionados con el tabaquismo, consumo de alcohol y obesidad son los precursores de esta enfermedad. Se hace por tanto

necesario resaltar la necesidad de una intervención multifactorial en el estilo de vida, ya que como sugiere la literatura podría tener un papel en la reducción del riesgo de ECV (Sisti *et al.*, 2018).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el estilo de vida saludable es una forma general de vida basada en una interacción entre las condiciones de vida y unos patrones individuales de conducta determinados por factores socioculturales y por las características personales. La OMS considera además que hay siete hábitos imprescindibles que identifican el estilo de vida saludable, que son: la actividad física diaria, una alimentación equilibrada, reducir el consumo de alcohol, evitar el consumo de tabaco, una buena higiene personal y ambiental y la importancia de las relaciones sociales y el bienestar emocional (OMS, 2017).

El presente trabajo tiene como objetivo, conocer los datos de salud en España relacionados con las variables relacionadas con el estilo de vida: consumo de tabaco, consumo de alcohol, obesidad y actividad física en aras de seguir profundizando en la prevención y control del riesgo cardiovascular a través del abordaje de estas cuatro variables.

### MÉTODO

#### PARTICIPANTES

Las entrevistas van dirigidas al conjunto de personas que reside en viviendas familiares principales de todo el territorio nacional. La recogida de la información se ha realizado a lo

largo de un año, desde octubre de 2016 a octubre de 2017. Se realizaron entrevistas en 23.860 hogares, a 23.089 adultos (de 15 y más años) y a 6.106 menores de 15 años a través de entrevista a la madre, padre o tutor. Realizándose un total 29.195 entrevistas.

### INSTRUMENTO Y VARIABLES

La encuesta consta de tres cuestionarios: Cuestionario de Hogar, Cuestionario de Adultos y Cuestionario de Menores. El método de recogida de información es el de entrevista personal asistida por ordenador (CAPI), directa en el caso de los adultos, y a la madre, padre o tutor en el caso de los menores de 15 años. El cuestionario consta de cuatro grandes bloques (sociodemográfico, estado de salud, asistencia sanitaria y determinantes de la salud), utilizando para este estudio los datos de este último bloque.

Las variables seleccionadas para este estudio fueron:

**Obesidad y sobrepeso:** estudia el tipo de alimentación: consumo de fruta y verdura y consumo de refrescos azucarados.

**Nivel de actividad física y sedentarismo:** detalla el nivel de actividad física, el sedentarismo en tiempo de ocio y el tiempo libre diario frente a una pantalla.

**Consumo de tabaco:** contempla el consumo diario de tabaco.

**Consumo de bebidas alcohólicas:** estudia la frecuencia de consumo de alcohol, el consumo habitual de alcohol y el consumo intensivo.

### PROCEDIMIENTO

La población a estudio de la ENS-2017 fue seleccionada mediante un muestreo trietápico estratificado. Las unidades de primera etapa son las secciones censales. Las unidades de segunda etapa son las viviendas familiares principales.

Dentro de las viviendas se investigan todos los hogares que tienen su residencia habitual en ellas. Dentro de cada hogar se selecciona a una persona adulta (de 15 y más años) para cumplimentar el cuestionario individual. En el caso de hallar menores (de 0 a 14 años) se selecciona además un menor para cumplimentar el cuestionario de menores.

Se ha seleccionado una muestra de 37.500 viviendas distribuidas en 2.500 secciones censales. La muestra se distribuye entre comunidades autónomas asignando una parte uniformemente y otra proporcionalmente al tamaño de la comunidad, de manera que, además de ser representativa a nivel nacional, también lo es a nivel de comunidad autónoma al menos para las principales variables.

El número de hogares encuestados sobre el total de hogares encuestables alcanzó el 72,2% y el método de recogida de información es el de entrevista personal asistida por ordenador (CAPI), directa en el caso de los adultos, y a la madre, padre o tutor en el caso de los menores de 15 años.

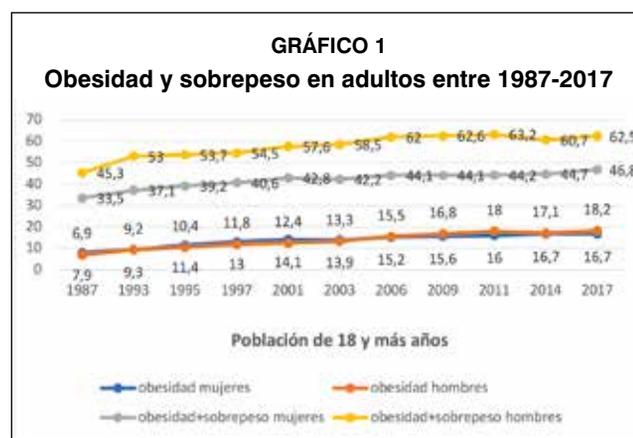
### ANÁLISIS DE DATOS

Se ha llevado a cabo un análisis descriptivo de los determinantes de la salud en relación con la enfermedad cardiovascular. Las variables seleccionadas han sido consumo de tabaco y alcohol, obesidad/sobrepeso y actividad física/sedentarismo. En relación con la variable obesidad/sobrepeso se han analizado datos relativos a la alimentación como son el consumo de frutas y verduras además de las bebidas azucaradas.

### RESULTADOS

A continuación, se analizan las variables seleccionadas en relación con el riesgo de ECV.

La **obesidad** es más frecuente en los hombres (18,2%), frente a las mujeres (16,7%), al igual que el sobrepeso (62,5% hombres vs 46,8% mujeres). Continúa aumentando la obesidad en España, que afecta ya al 17,4% de la población adulta (18 y más años). Considerando la obesidad y el sobrepeso conjuntamente, más de la mitad (54,5%) de los adultos tiene exceso de peso. En los últimos 30 años la prevalencia de obesidad en adultos se ha multiplicado por 2,4, del 7,4% en 1987 al 17,4% en 2017 (*Gráfico 1*).



En 2017 también continúa el aumento paulatino de la prevalencia de la obesidad infantil, que alcanza ya a más de uno de cada diez menores (10,3% en 2-17 años), ligeramente superior a la de 2011 (9,6%). La obesidad infantil se mantiene en cifras elevadas y desde 2003, en cada edición de la encuesta se ha producido un leve incremento (*Gráfico 2*).

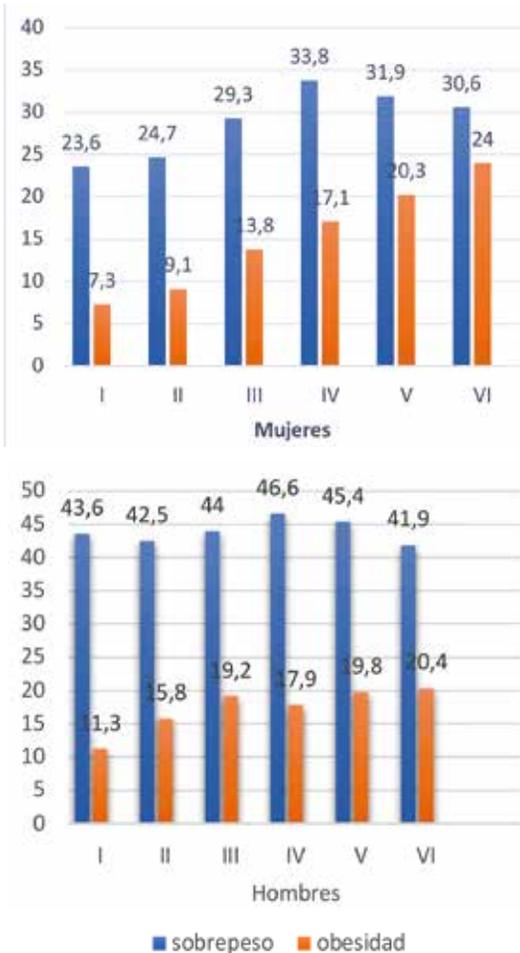
Cabe destacar, sin embargo, que la obesidad refleja una gran

**GRÁFICO 2**  
**Obesidad y sobrepeso infantil entre 1987-2017**  
**Población entre 2-17 años**



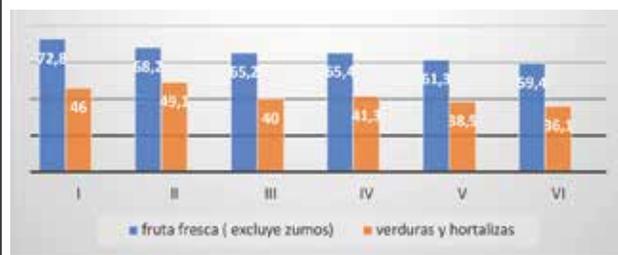
disparidad social. Los patrones de variación de prevalencia con la clase social son particularmente acusados en mujeres, de 7,3% en clase I a 24% en clase VI (Gráfico 3).

**GRÁFICO 3**  
**Obesidad y sobrepeso en adultos por clase social**



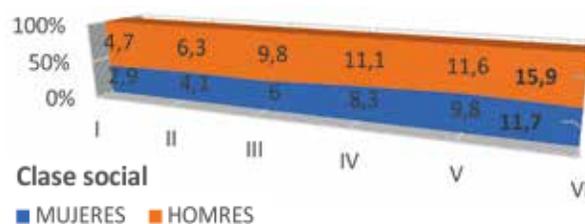
Por otro lado, hay que reseñar que la alimentación, también vinculada con la clase social, es uno de los principales factores relacionados con la obesidad. En España, el 64% come fruta fresca a diario, y el 45% verduras, ensaladas u hortalizas (Gráfico 4).

**GRÁFICO 4**  
**Consumo diario de fruta y verdura por clase social**



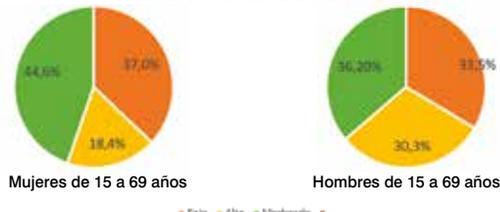
En cuanto a otro de los factores relacionados con el aumento de peso, como es el consumo de refrescos azucarados, el 5,6% de la población toma refrescos con azúcar a diario y este consumo alcanza su máximo entre los 15-24 años en ambos sexos, más elevado en hombres (15,9%) que en mujeres (11,7%) (Gráfico 5).

**GRÁFICO 5**  
**Consumo diario de refrescos azucarados por clase social**  
**Población de 1 y más años**

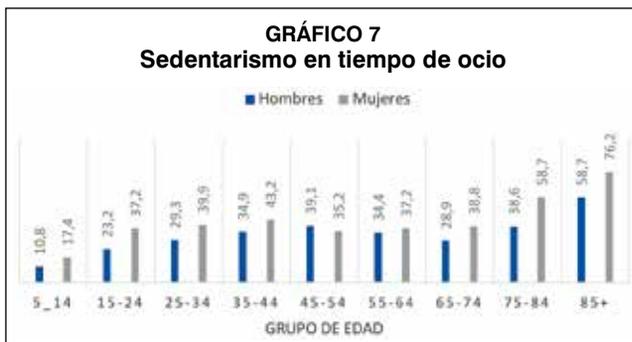


En cuanto al nivel de actividad física, el 35,3% de la población entre 15 y 69 años no alcanza el nivel de actividad física saludable recomendado por la OMS, pudiendo observar que el incumplimiento de las recomendaciones es mayor en mujeres (37%) que en hombres (33,5%) (Gráfico 6).

**GRÁFICO 6**  
**Nivel de actividad física**



Hombres y mujeres refieren que pasan la mayor parte de su actividad principal sentados, en proporciones similares (38%). El aumento en las actividades principales mayoritariamente sedentes que se observó en 2011 se mantiene. En el tiempo libre, el 37,8% de la población de 15 y más años refiere que lo ocupa de forma casi completamente sedentaria (leer, ver la televisión, ir al cine, etc.), aunque en conjunto parece observarse una tendencia descendente. El sedentarismo en tiempo de ocio es mayor en mujeres (41,9%) que en hombres (33,5%). Esta diferencia a favor de los hombres ocurre en todos los grupos de edad excepto el de 45 a 54 años, y este menor sedentarismo en las mujeres de este grupo es la primera vez que se observa en la serie ENSE. Por otro lado, el tiempo medio diario que se pasa sentado es de 5 horas, algo mayor en hombres (5,2) que en mujeres (4,8). Es muy similar en todos los grupos de edad excepto en el grupo de 15 a 24 años, mucho más elevado (6,4) (Gráfico 7).

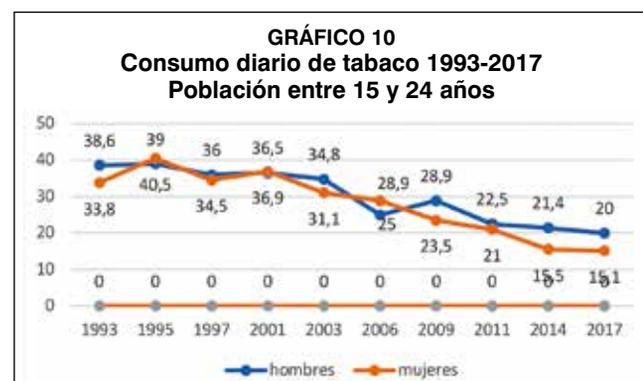
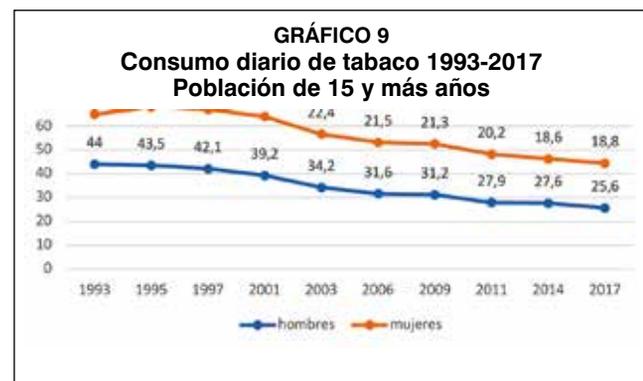


En cuanto al tiempo invertido frente a una pantalla, cabe destacar que el 73,9% de la población infantil (1-14 años) pasa a diario una hora o más de su tiempo libre entre semana frente a una pantalla, incluyendo ordenador, tablet, TV, vídeos, videojuegos o la pantalla del teléfono móvil. Más de uno de cada dos pequeños de 1 a 4 años pasa más de una hora (Gráfico 8).

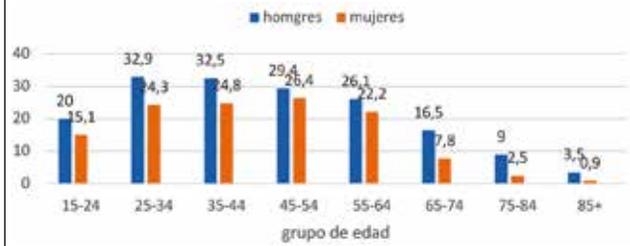


En relación con el **uso del tabaco**, se puede evidenciar que el consumo baja, pero cada vez más despacio. El

enlentecimiento se debe a las mujeres. El 22,1% de la población de 15 y más años afirma que fuma a diario, el 2,3% es fumador ocasional, el 24,9% se declara exfumador y el 50,7% nunca ha fumado. Siguen fumando más los hombres, aunque las diferencias son menores entre los jóvenes. El porcentaje de fumadores es del 25,6% en hombres y del 18,8% en mujeres. 6 de cada 10 mujeres nunca han fumado, mientras que en hombres esta proporción es de 4 de cada 10. El hábito tabáquico en los jóvenes entre 15 y 24 años afecta al 17,6%, acentuándose levemente la diferencia por sexo (20% de los hombres frente al 15,1% de las mujeres). La prevalencia de fumadores diarios continuó descendiendo, pero más lentamente. La caída es de 10 puntos desde 1993 hasta 2017, pero con respecto a 2014, en 2017 fue menos de un punto porcentual más baja (22,1% vs 23%), lo mismo que descendió entre 2011 y 2014. Entre 1993 y 2017, la proporción de hombres que fuma a diario ha caído 18 puntos, mientras que la proporción de mujeres ha caído 2. Mientras que en los hombres el año 2017 parece confirmar la tendencia a la baja que se había ralentizado en 2014 (27,6% en 2014 y 25,6% en 2017), en las mujeres no se observa mejoría (18,6% en 2014 y 18,8% en 2017). En mujeres es la primera vez que no desciende este indicador desde 1997 (Gráficos 9, 10 y 11).



**GRÁFICO 11**  
Consumo diario de tabaco  
Población de 15 y más años



En lo que al **consumo de alcohol** se refiere, se puede evidenciar que desciende su consumo habitual y destaca el consumo intensivo de riesgo entre los jóvenes. Un tercio de la población de 15 y más años bebe habitualmente (al menos una vez por semana), otro tercio no bebe nunca y casi otro tanto lo hace solo ocasionalmente, según los datos de la encuesta. Los bebedores habituales son el doble en hombres -uno de cada dos-, que en mujeres -una de cada cuatro. En 2017 la prevalencia de bebedores habituales (36,5%) es semejante a la de 2014 (36,8%) y parece mantenerse la tendencia levemente descendente observada desde 2006, más evidente en jóvenes. Entre jóvenes el patrón de consumo es diferente. La prevalencia de consumo intensivo ocasional de alcohol es elevada, pero muestra un pequeño descenso. El 11,9% de los de 15-24 años refiere al menos un episodio en el último mes, 14,2% de los hombres (18% en 2014) y 9,5% de las mujeres (10% en 2014). La proporción más alta se observa en hombres de 25 a 34 años (19,1%) y en mujeres el grupo de 15 a 24 años. La distribución por clase social de quienes declararon haber hecho binge drinking en el último mes mostró un patrón irregular (Gráficos 11, 12, 13).

**GRÁFICO 12**  
Consumo habitual de alcohol 2006-2017  
Población de 15 y más años



**GRÁFICO 13**  
Consumo intensivo episodio de alcohol  
Población de 15 y más años

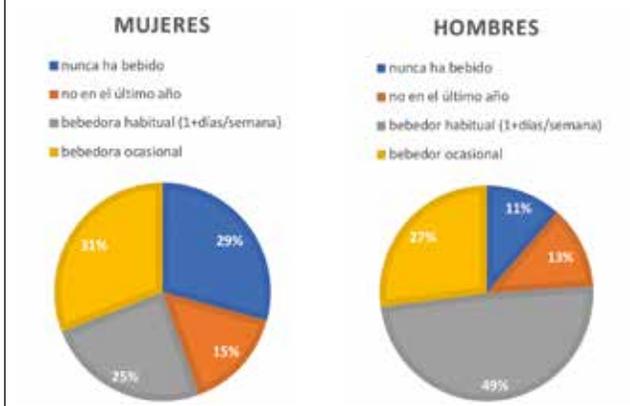


## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los determinantes de la salud en general mejoran ligeramente o, al menos, lo hacen en los grupos de posición socioeconómica más favorecida (mejora el tabaquismo, se reduce el consumo de tabaco y alcohol, aumenta la actividad física y el consumo de fruta), aunque otros no (consumo de verduras, de refrescos azucarados).

Las recomendaciones según las guías de práctica clínica de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC) en materia de prevención de riesgo cardiovascular van enfocadas en el ámbito de la dieta, la actividad física, el hábito de fumar y el consumo de alcohol (Consentino *et al.*, 2019). Estas directrices europeas sobre la prevención en la práctica clínica recomiendan mejorar el estilo de vida y reducir los factores de riesgo en pacientes con ECV establecida y sugieren que todas las personas sanas apuesten por seguir estilos de vida saludables (Piepoli *et al.*, 2016). Si luchamos contra los factores de riesgo comportamentales podemos afirmar que la ECV es más prevenible que irremediable, ya que se estima que un 90% de los infartos en todo el mundo están asociados a causas como la hipertensión, el tabaquismo, niveles de colesterol elevado, obesidad o diabetes (Mendieta Torres *et al.*, 2020).

**GRÁFICO 11**  
Frecuencia de consumo de alcohol  
Población 15 y más años



Remitiéndonos a la **alimentación**, la ingesta calórica debería estar equilibrada en base a la energía consumida si queremos conseguir un índice de masa corporal adecuado (entre 20 y 25 kg/m<sup>2</sup>). Se ha evidenciado que los patrones alimentarios de base vegetal, bajos en colesterol, sodio y ácidos grasos, con un alto contenido en fibra, potasio y ácidos grasos insaturados reducen el riesgo cardiovascular, sin olvidarnos tampoco de la importancia de la disminución en el consumo de bebidas azucaradas que no solo pueden favorecer el aumento de la obesidad, sino también de la ECV y la diabetes tipo 2 (DM2) (Mostaza *et al.*, 2019).

Las recomendaciones dietéticas de la American Heart Association (AHA) se basan fundamentalmente en una dieta rica en frutas y verduras, alimentos integrales, pescado azul, lácteos bajos en grasas, reducción de azúcares, evitar la sal y como norma general limitar la ingesta de grasas saturadas a menos del 7% de las calorías; las grasas trans, a menos del 1% y el colesterol, a menos de 300 mg/día mediante la elección de carnes magras y verduras (Davis, 2020).

En cuanto a la **prescripción de ejercicio**, cabe decir que una actividad física regular mejora los factores de riesgo cardiovasculares, como la tensión arterial, el peso corporal, los lípidos séricos y la sensibilidad a la insulina, así como la densidad ósea, la capacidad funcional, la fuerza muscular y la función cognitiva y psíquica, factores todos ellos esenciales para conservar la salud y favorecer el bienestar (Forman *et al.*, 2019). Se ha demostrado que la inactividad física se asocia con una mayor mortalidad cardíaca, mientras que incluso el ejercicio moderado se asocia con un beneficio de supervivencia (Patti *et al.*, 2021). Teniendo claro, por tanto, que la actividad física debería formar parte de nuestra vida habitual, hay diferentes publicaciones en las que se refleja que incrementando la actividad física se mejora el estado de salud, con independencia de la edad, el sexo, la raza o la etnia (véase la revisión bibliográfica realizada por Barbosa Granados y Urrea Cuéllar, 2018).

En lo referido al **consumo de tabaco**, la epidemia del tabaquismo sigue siendo un reto para la salud pública, ya que causa más de 8 millones de muertes al año, de las cuales 1,2 millones se estiman que se deben a la exposición pasiva. En este sentido se hace importante señalar que causa más de 8 millones de muertes al año en el mundo. En un reciente estudio se evidenció que la exposición ambiental al humo de tabaco en España está asociada con 1,5% de todas las muertes por cáncer de pulmón y cardiopatía isquémica en la población de 35 años o más. Por otro lado, el consumo de cigarrillos electrónicos está aumentando en la población más joven, más del 44% de los estudiantes españoles de

14 a 18 años ha consumido en alguna ocasión un cigarrillo electrónico y, si se preguntan los motivos, hasta el 21% de la población de entre 15 y 24 años señala que lo utilizan para reducir el consumo de tabaco o, incluso, para dejar de fumar, lo que llama la atención a pesar de las advertencias sanitarias que alertan de los peligros de su consumo. Cabe señalar que el consumo de cigarrillos electrónicos durante la adolescencia son la puerta de entrada al tabaco y que la nicotina puede provocar daños en las partes del cerebro que controlan la atención, el aprendizaje, el estado de ánimo y los impulsos. (Pérez-Ríos *et al.*, 2023).

En relación al consumo de alcohol se debe dejar claro que no existe un consumo de alcohol sin riesgo. Entre otros de los muchos efectos nocivos que se le atribuyen al alcohol se puede citar que el consumo excesivo de alcohol puede producir arritmias graves en personas sanas y el consumo regular puede provocar hipertensión (Cedeño Zambrano *et al.*, 2016). Además, se debe de considerar atribuible a su consumo el aumento de la cifra de triglicéridos en sangre (marcador de riesgo cardiovascular), algo muy negativo para los pacientes que ya de por sí padecen hipertrigliceridemia (Pérez-Jiménez *et al.*, 2018). Cabe señalar que aunque la literatura recoge diferentes recomendaciones para hombres y mujeres etiquetadas de cifras límite. Para los hombres sería de 2-3 copas al día de una bebida fermentada (máximo 30 gr. De alcohol al día) y para las mujeres 1-2 copas al día (máximo 15-20 gr.). Es necesario remarcar una vez más que nunca debe ser una recomendación de salud incitar a su consumo, basándonos en su posible efecto cardioprotector.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Barbosa Granados, S. H., y Urrea Cuellar, A. M. (2018). Influencia del deporte y la actividad física en el estado de salud físico y mental: una revisión bibliográfica. *Katharsis: Revista de Ciencias Sociales*, 25, 141-159.
2. Cedeno Zambrano, J. E.; Vasquez Jaramillo, P. A., y Roca Lino, V. E. (2016). Riesgo cardiovascular relacionado con el consumo de alcohol. *Dominio de las Ciencias*, 2(4), 17-27.
3. Consentino, F.; Grant, P.; Aboyans, V.; Bailey, C. J.; Ceriello, A.; Delgado, V.; Federici, M.; Filippatos, G.; Grobbee, D. E.; Hansen, T. B.; Huikuri, H. V.; Johansson, I.; Juni, P.; Lettino, M.; Marx, N.; Mellbin, L. G.; Ostgren, C. J.; Rocca, B.; Roffi, M.; Sattar, N.; Seferovic, P. M.; Sousa-Uva, M.; Valensi, P., y Wheeler, D. C. *Revista Española de Cardiología*, 73(5), 404.e1-404.e9. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2019.11.024>
4. Davis, A. M. (2020). Cardiac rehabilitation. En W. R. Frontera, J. K. Silver y T. D. Rizzo (Eds.), *Essentials of physical medicine and rehabilitation* (4a Edición) (pp. 678–683). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-54947-9.00123-1>
5. Forman, D. E.; Fleg, J. L., y Wenger, N. K. (2019). Enfermedad cardiovascular en las personas mayores. En D. P. Zipes, P. Libby, R. O. Bonow, D. L. Mann y G. F. Tomaselli, *Braunwald. Tratado de cardiología* (11a ed.) (pp. 1735–1766). Elsevier.
6. Jiang, W.; Zhang, Y.; Yan, F.; Liu, H., y Gao, R. (2020). *Effectiveness of a nurse-led multidisciplinary self-management program for patients with coronary heart disease in communities: A randomized controlled trial. Patient Education and Counseling*, 103(4), 854-863. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2019.11.001>
7. Mendieta Torres, M. M.; Castro Moreira, G. A.; Santana Bailon, X. T.; Posligua Anchundia, J. J.; Arteaga Castro, Y. X., y Sancan Zambrano, C. F. (2020). Riesgo cardiovascular y rehabilitación cardíaca de pacientes cardiopatas. *RECIMUNDO*, 4(1), 442-452. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(1\).enero.2020.442-452](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(1).enero.2020.442-452)
8. Mostaza, J. M.; Pinto, X.; Armario, P.; Masana, L.; Ascaso, J. F.; Valdivielso, P.; Arrobas Velilla, T.; Unidad de Lípidos, A. B.; Calmarza, P.; Cebollada, J.; Civeira, F.; Cuende Melero, J. I.; Salan, M. E.; Fernandez Pardo, J.; Godoy, D.; Guijarro, C.; Jerico, C.; Laclaustra, M.; Rallo, C. L.; ... Vila, L. (2019). *Estandares SEA 2019 para el control global del riesgo cardiovascular. Clínica e Investigación en Arteriosclerosis*, 31, 1-43. <https://doi.org/10.1016/j.arteri.2019.03.004>
9. Organización Mundial de la Salud (OMS). (2017). *Enfermedades cardiovasculares*. [https://www.who.int/topics/cardiovascular\\_diseases/es/](https://www.who.int/topics/cardiovascular_diseases/es/)
10. Patti, A.; Merlo, L.; Ambrosetti, M., y Sarto, P. (2021). Exercise-based cardiac rehabilitation programs in heart failure patients. *Heart Failure Clinics*, 17(2), 263-271. <https://doi.org/10.1016/j.hfc.2021.01.007>
11. Pérez-Jiménez, F.; Pascual, V.; Meco, J. F.; Pérez Martínez, P.; Delgado Lista, J.; Domenech, M.; Estruch, R.; León-Acuna, A.; López-Miranda, J.; Sánchez-Ramos, A.; Soler i Ferrer, C.; Soler-Rivas, C.; Sola Alberich, R. M.; Valdivielso, P., y Ros, E. (2018). Documento de recomendaciones de la SEA 2018. *El estilo de vida en la prevención cardiovascular. Clínica e Investigación en Arteriosclerosis*, 30(6), 280-310. <https://doi.org/10.1016/j.arteri.2018.06.005>
12. Pérez-Ríos, M.; López-Medina, D. C.; Guerra-Tort, C.; Rey-Brandariz, J.; Varela-Lema, L.; Santiago-Pérez, M. I.; Candal, C.; Montes, A.; López, M. J.; Dalmau, R.; Provencio, M.; Fernández, E.; Blanco, A., & Ruano-Ravina, A. (2023). Mortality Attributable to Environmental Tobacco Smoke Exposure in Spain in 2020. *Archivos de bronconeumología*, 59(5), 305-310. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2023.02.017>
13. Piepoli, M. F.; Hoes, A. W.; Agewall, S.; Albus, C.; Brotons, C.; Catapano, A. L.; Cooney, M.-T.; Corra, U.; Cosyns, B.; Deaton, C.; Graham, I.; Hall, M. S.; Hobbs, F. D. R.; Locher, M.-L.; Lollgen, H.; Marques-Vidal, P.; Perk, J.; Prescott, E.; Redon J., ... Zamorano, J. L. (2016). Guía ESC 2016 sobre prevención de la enfermedad cardiovascular en la práctica clínica. *Revista Española de Cardiología*, 69(10), 939.e1–939.e87. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2016.09.004>
14. Sisti, L. G.; Dajko, M.; Campanella, P.; Shkurti, E.; Ricciardi, W., y de Waure, C. (2018). The effect of multifactorial lifestyle interventions on cardiovascular risk factors: A systematic review and meta-analysis of trials conducted in the general population and high risk groups. *Preventive Medicine*, 109, 82–97. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.12.027>

# EL MERCADO LABORAL ACTUAL: ¿UNA VISIÓN DE FUTURO?

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

La **precariedad laboral** se refiere a la inestabilidad, falta de protección y la calidad insuficiente de los empleos que impiden que los trabajadores tengan una vida digna y estable. La **pobreza laboral** en España es fruto de una combinación de inestabilidad laboral, bajos salarios y políticas familiares insuficientes. Estar empleado debería bastar para cubrir necesidades básicas, pero la realidad es otra: trabajar no basta para escapar de la pobreza. Lo que significaba tener un empleo ha cambiado. El problema es que ese empleo que nos protegía social y económicamente “ha dejado de tener esa capacidad”.

Por otro lado, está la **inmigración** y la concentración de los inmigrantes en puestos de baja cualificación y bajos salarios, junto con su menor tasa de ocupación, provocan un aumento de la desigualdad y la pobreza en nuestro país, pero la inmigración afecta también a otros ámbitos: el estado de bienestar, el sistema de pensiones, la desigualdad, la pobreza, la productividad, la riqueza del país, el mercado de la vivienda, la política exterior, el sistema de partidos, el ámbito cultural.

**Otro aspecto a tratar es la dificultad de encontrar trabajadores.** El 83% de las empresas españolas están encontrando serias dificultades para encontrar empleados que cumplan con las habilidades demandadas para el puesto.

**Todo esto va unido también al relevo generacional**, por ejemplo en el sector del metal, agricultura y ganadería, panadería y pastelería y también en actividad pesquera y acuícola puesto que armadores ya avisan sobre la falta de relevo generacional en la flota.

**A continuación, igualmente se hace un repaso de las nuevas**

**tendencias laborales**, que se prevé que el crecimiento del empleo a gran escala esté impulsado por la tecnología, la digitalización y la sostenibilidad, de ahí que los especialistas en Inteligencia Artificial ocupen el primer puesto en la lista de funciones de más rápido crecimiento.

## ABSTRACT

Job insecurity refers to the instability, lack of protection and insufficient quality of jobs that prevent workers from having a dignified and stable life. Working poverty in Spain is the result of a combination of job instability, low wages and insufficient family policies. Being employed should be enough to cover basic needs, but the reality is different: working is not enough to escape poverty. What it meant to have a job has changed. The problem is that this job that protected us socially and economically “no longer has that capacity.” On the other hand, there is immigration and the concentration of immigrants in low-skilled and low-paid positions, together with their lower employment rate, cause an increase in inequality and poverty in our country, but immigration also affects others. areas: the welfare state, the pension system, inequality, poverty, productivity, the country's wealth, the housing market, foreign policy, the party system, the cultural sphere.

Another aspect to address is the difficulty of finding workers. 83% of Spanish companies are finding serious difficulties in finding employees who meet the skills required for the position.

All this is also linked to generational change, for example in the metal sector, agriculture and livestock, bakery and pastry

and also in fishing and aquaculture activities since shipowners are already warning about the lack of generational change in the fleet.

Next, there is also a review of new job trends, which is expected to see large-scale employment growth driven by technology, digitalization and sustainability, hence Artificial Intelligence specialists occupy first place in the fastest growing list of features.

## INTRODUCCIÓN

En el artículo se plantea un recorrido por el mundo del trabajo tocando diferentes aspectos como son la precariedad, la inmigración, el relevo generacional hasta llegar a la actualidad.

Analizar las tendencias futuras de empleo es muy importante para que los profesionales puedan anticiparse a las demandas del mercado y así, desarrollar las competencias que son necesarias, por ello, es imprescindible estar al corriente de las áreas que están en auge en un futuro cercano. Algunas de las tendencias que se divisan en el horizonte serían el aumento de la digitalización en todos los sectores, la automatización, y el impulso de la economía verde. Los pronósticos para el mercado de trabajo dicen que las profesiones que estén relacionadas con la inteligencia artificial, el análisis de datos, la ciberseguridad y la sostenibilidad tendrán una gran demanda próximamente y es necesario que los trabajadores se preparen para adaptarse y se formen continuamente. La flexibilidad, resiliencia y la capacidad de aprender serán habilidades clave para sobresalir en el mercado laboral futuro. Tendrán mayores posibilidades de éxito quienes se reinventen y adquieran nuevas competencias.

Para garantizar una carrera profesional sólida en un entorno laboral tan cambiante es fundamental mantenerse informado sobre las futuras tendencias de empleo y afrontar los consiguientes desafíos. El análisis detallado de las expectativas laborales nos brinda información sobre las oportunidades emergentes en diferentes sectores. También, la aparición de nuevas profesiones es un elemento que impacta en las expectativas laborales del futuro. En este contexto, son muy valoradas la flexibilidad y la capacidad de innovación, así como la capacidad de aprender de forma continua. Es necesario que los trabajadores se preparen para este escenario cambiante, adquiriendo capacidad de adaptación, habilidades digitales y una mentalidad emprendedora.

## POBRES CON EMPLEO: UN ANÁLISIS DE TRANSICIONES DE POBREZA LABORAL EN ESPAÑA

España registra una de las tasas más altas de pobreza laboral en Europa y una alta inestabilidad laboral. Se muestra que los hogares con menores tienen mayor probabilidad de pobreza laboral y ésta es más persistente. Las entradas y salidas están sobre todo asociadas a eventos laborales. El empleo es descrito como una vía de salida de la pobreza. España es, actualmente, el segundo país europeo con la mayor tasa de pobreza laboral, únicamente por detrás de Rumania (Eurostat, 2023).

La alta prevalencia de la pobreza laboral en España se ha asociado con el empleo de baja calidad, bajos salarios, la expansión del sector servicios, la deslocalización de empresas y el aumento del precio de la vivienda. La pobreza laboral es particularmente elevada en hogares jóvenes, hogares con menores, con un solo sustentador, con bajo nivel educativo y también entre los trabajadores por cuenta propia (Cantó, 2003; Tejero, 2018; Lanau y Lozano, 2022; Peña-Casas *et al.*, 2019).

El mercado laboral español se caracteriza por tener elevadas tasas de desempleo y una alta prevalencia de la precariedad laboral. El desempleo es especialmente elevado entre la población joven (Torre, 2021). En España, estudios anteriores han indicado que los empleos precarios están muy afectados por los contratos temporales (Miguélez, 2010; Banyuls y Recio, 2012). Por otra parte, existe un grupo pequeño pero preocupante de hogares pobres para los que entrar al mercado laboral no es suficiente para salir de la pobreza (Marguerit y Salagean, 2021). El trabajo temporal, la presencia de menores en el hogar y vivir de alquiler se asocian con mayor probabilidad de estar en esta situación.

## POBREZA LABORAL EN ESPAÑA. UN ANÁLISIS DINÁMICO

Observar la pobreza laboral desde la perspectiva de la cronicidad ha permitido diferenciar los trabajadores que están en la pobreza ocasionalmente, siendo una situación con menos probabilidades de disminuir la calidad de vida de sus hogares, de aquellos que persisten en dicha situación y pueden enfrentarse a un mayor riesgo de carencias materiales y exclusión social. El concepto de cronicidad también identifica a los ocupados que están en la pobreza recurrente, de manera intermitente, y se enfrentan a una

mayor inestabilidad e incertidumbre. Esta diferenciación es fundamental para el diseño de políticas públicas que tendrían que orientarse en función de la gravedad temporal de sus situaciones.

### **ENTRAR Y SALIR DE LA POBREZA LABORAL EN ESPAÑA (INFORME DE JULIO 2022, EL OBSERVATORIO SOCIAL FUNDACIÓN “LA CAIXA”)**

Para un número creciente de hogares, tener un trabajador no es suficiente para evitar esta situación. Se considera que viven en pobreza laboral aquellos hogares en situación de pobreza monetaria pese a tener uno o más trabajadores. España tiene una de las tasas más altas de pobreza laboral de Europa. Los hallazgos de este estudio sugieren que entrar y salir de la pobreza laboral se asocia principalmente a salarios bajos y períodos de inactividad o desempleo de uno o más miembros del hogar. Finalmente, el estudio pone de relieve la necesidad de tener un doble ingreso en el hogar para evitar la pobreza laboral.

### **LA PRECARIEDAD LABORAL EN ESPAÑA. UNA DOBLE PERSPECTIVA (INSTITUTO DE ECONOMÍA INTERNACIONAL. UNIVERSIDAD DE ALICANTE)**

Este informe tiene un objetivo que es examinar la precariedad laboral en España desde una doble perspectiva novedosa, centrada, por una parte, en la precariedad general que existe en el conjunto del mercado de trabajo, y por otra, en la precariedad que sufre específicamente el colectivo más amplio de la fuerza laboral, el conformado por asalariados.

El Índice de Precariedad Laboral Global cuantifica la precariedad asociada al conjunto de categorías laborales que se considera que forman parte del fenómeno (precariedad asalariada multidimensional, desempleo y desánimo).

La precariedad laboral global tiene una gran incidencia en España. Existen diferencias muy relevantes entre colectivos y comunidades autónomas en el alcance de la precariedad laboral global. Entre ellos, destacan las mujeres, los inmigrantes, los jóvenes, las personas con estudios primarios, así como los residentes en territorios como Andalucía, Canarias o Extremadura y especialmente, Ceuta y Melilla.

### **LA PRECARIEDAD LABORAL ¿UN NUEVO PROBLEMA DE SALUD PÚBLICA?**

Se ha observado que la inseguridad en el empleo, es decir, el temor a perder el puesto de trabajo, se halla asociado con una mayor exposición a varios factores de riesgos laborales y a tener una peor salud mental. Son numerosas las preguntas que se pueden formular: ¿Cuál es el impacto de los distintos niveles de precariedad sobre la salud y en particular sobre la salud mental?, ¿cómo afecta al sufrimiento de las personas?, ¿es el trabajo precario un problema para las clases más privilegiadas?, ¿tiene un impacto distinto entre ambos géneros?, ¿cuál es el impacto de la precariedad en trabajadores inmigrantes? Tener un nivel de precariedad laboral mayor puede ser causa y consecuencia de tener una peor salud; el trabajo precario probablemente incrementa el riesgo de peor salud entre aquellos trabajadores que ya tienen las peores condiciones de trabajo y provienen de las clases sociales con menores ingresos; los pasos sucesivos de la precariedad al desempleo o incluso a la economía sumergida pueden originar un proceso acumulativo de daños que, a través de diversos mecanismos psicosociales o biológicos, comporte peor salud. Las cuatro dimensiones más relevantes dentro de la precariedad laboral serían: la temporalidad, vulnerabilidad, nivel salarial y posibilidad de acceder a ciertos beneficios sociales de la seguridad social y el seguro de desempleo.

### **INCERTIDUMBRE LABORAL, SALUD MENTAL Y APOYO SOCIAL EN TRABAJADORES POBRES**

Los trabajadores pobres son aquellos que incluso trabajando, no logran salir de los umbrales de la pobreza, marcados por los organismos internacionales. Representa una situación creciente en Europa y especialmente relevante en los países mediterráneos. Este estudio analiza el bienestar y la salud mental en trabajadores pobres, trabajadores fuera del riesgo de pobreza y en desempleo. Los resultados muestran que el estado de salud mental de los trabajadores pobres es equiparable al de personas en situación de desempleo, y siempre peor que el de los trabajadores fuera del riesgo de pobreza. Ello obliga a reevaluar el valor del trabajo a todos los niveles: como garantía de bienestar y salud mental, como herramienta principal de inclusión social, como vía para conformar la identidad, y también como fuente de apoyo social.

## INFOCOP (CONSEJO GENERAL DE LA PSICOLOGÍA DE ESPAÑA)

### Un estudio aborda el impacto negativo de la precariedad laboral sobre la salud mental

Cuanto mayor es el nivel de precariedad laboral, mayor es a su vez la probabilidad de tener mala salud mental. Algunos grupos presentan mayor vulnerabilidad (personas migrantes, mujeres). Hay algunos estudios que señalan que los/as investigadores pre-doctorales tienen una probabilidad mayor de sufrir depresión por la incertidumbre, estrés económico, la erosión de las redes de apoyo social y el agotamiento.

Preocupa la falta de medios y recursos apropiados y la escasa visibilidad y reconocimiento profesional y social para llevar a cabo la labor de forma eficaz.

El informe concluye exponiendo una serie de recomendaciones orientadas a reducir el impacto de la precariedad sobre la salud mental, como son: desarrollar organizaciones más saludables, formación de todo el personal laboral en materia de riesgos psicológicos y sociales e incorporar la salud mental en las estrategias empresariales de prevención, incorporar las Psicopatologías en el listado de enfermedades profesionales y salud mental universal, equitativa, gratuita y de calidad.

### ¿Empleos cinco estrellas? Reflexión sobre la precariedad laboral en la hostelería española

La hostelería es uno de los pilares del turismo, y de la economía española, tanto por la evolución de negocio como su aportación al Producto Interior Bruto. Pero sus buenas cifras no pueden ocultar que su fuerza laboral soporta unas duras condiciones de trabajo que los sitúan ante situaciones de vulnerabilidad. Como conclusión, los resultados obtenidos confirmaron la elevada temporalidad del sector, rasgo estructural compartido con el mercado de trabajo español de manera general, la intensificación de los empleos a tiempo parcial, un elevado uso de las horas extraordinarias no remuneradas y la persistencia de unos bajos salarios en relación a la media total de actividades. Este aspecto crítico respecto a unas actividades que, como las hosteleras, generan elevadas cifras económicas y de empleo resulta necesario de cara a valorar el nivel de satisfacción de su fuerza laboral. El aumentar el conocimiento sobre el bienestar en el puesto de trabajo es básico, tanto desde la perspectiva del buen funcionamiento y resultados de las empresas que lo conforman, como de la motivación de las personas que trabajan en estas organizaciones, tanto más teniendo en cuenta lo frecuente

que suele resultar su trato con los clientes. También, sería necesario avanzar en el conocimiento de las dimensiones subjetivas de la precariedad laboral a través de la realización de entrevistas que permitan conocer el discurso y los valores de las personas que trabajan en este sector.

## INMIGRACIÓN

En un Informe del Observatorio Demográfico CEU de julio de 2023, que trata sobre la inmigración en el mercado laboral español, se dice que el principal fundamento teórico que justifica la inmigración laboral masiva es cubrir con mano de obra foránea vacantes en el mercado laboral.

Ello ha permitido cubrir huecos en el mercado laboral español, huecos creados por la persistente falta de natalidad, que implica entre otras cosas, que se jubile más gente de la que ingresa de joven en el mercado laboral. También la inmigración ha servido para cubrir algunas ocupaciones ante la falta de españoles dispuestos a realizar ciertas tareas con sueldos bajos.

Este informe del Observatorio Demográfico está dedicado a analizar lo que realmente está sucediendo en este asunto desde diferentes puntos de vista: cuántos inmigrantes trabajan y cuántos están en el paro o son inactivos laboralmente, qué solapamiento laboral hay entre la mano de obra foránea y la nacional, en qué sectores trabajan más extranjeros según la nacionalidad y el sexo, qué niveles de desempleo tienen, cuál es su nivel de formación, cómo ha variado en el tiempo su presencia en el mundo laboral, qué niveles de responsabilidad y retributivos tienen, si están o no discriminados.

Las conclusiones son: la inmigración tiene un peso relevante y creciente entre la fuerza laboral (20% de los empleos en el primer trimestre de 2023 estaban ocupados por inmigrantes) y en especial, en ciertos tipos de trabajos y sectores de actividad, como la agricultura o la construcción. En los últimos años, la inmensa mayoría del nuevo empleo neto lo ocupan extranjeros, cerca del 100% en el nuevo empleo privado y España está gestionando de forma pésima sus flujos migratorios, dados sus altísimos niveles estructurales de paro, tanto entre los españoles nativos como entre los extranjeros, pese a lo cual sigue llegando nueva inmigración de forma masiva.

### Inmigración, trabajo, productividad y desigualdad en España. Real Instituto Elcano

No se ha producido en España un debate sobre qué tipo de inmigración debería atraer el país, ni sobre cómo afrontar los problemas relacionados con la alta tasa de abandono escolar

de las segundas generaciones y la amenaza que esto supone para el futuro o sobre el impacto en el sistema sanitario, sobre cómo afecta al sistema de pensiones un crecimiento del empleo basado en bajos salarios -y por tanto bajas cotizaciones-, sobre los problemas políticos que puede causar el aumento de la desigualdad y la pobreza, o sobre cómo debemos interpretar la tasa de paro de los autóctonos a la luz de los datos sobre el crecimiento del empleo inmigrante. En conjunto, falta una reflexión sobre la relación entre la inmigración y el modelo económico y social deseado para el país.

El debate migratorio está dirigido hacia cuestiones más visibles en los medios de comunicación, como el reparto de los llegados por vía marítima y específicamente de los Menores No Acompañados (“MENA”) y en general, por todo lo relacionado con la inmigración irregular. También la inmigración que llega con un visado de turista o estudiante, o sin necesidad de visado, es muy relevante en términos de impacto a largo plazo sobre la sociedad y la economía española.

### **Los sectores con más problemas para encontrar trabajadores en España en 2023**

Las tensiones entre oferta y demanda no solo vienen de la escasez del talento necesario, sino que en nuestro país debe sumarse la escasez del talento disponible o en algunos casos, del talento dispuesto a aceptar un empleo o que esté capacitado para el mismo, esto tiene que ver con la escasa activación de nuestro mercado de trabajo y con problemas de cualificación. Tres de cada cuatro empresas en España reconocen tener problemas para cubrir sus puestos de trabajo. Existe un porcentaje importante de ofertas que quedan sin cubrir o que son de difícil cobertura en nuestro mercado laboral y esto ocurre en mayor medida en algunos sectores, los cuales se ven más afectados que otros, según el último informe de julio de 2023 sobre necesidades del mercado de trabajo de The Adecco Group Institute y serían transporte y almacenamiento, industria, servicios técnicos de arquitectura e ingeniería, comercio y ventas, construcción, hostelería.

### **¿POR QUÉ CUESTA CUBRIR ALGUNOS PUESTOS DE TRABAJO Y CÓMO AFRONTARLO DESDE RRHH?**

- Por desajustes entre mercado y formación.
- Salarios bajos (revisar el rango salarial).

- Malas condiciones laborales (horarios rígidos, entornos inseguros).

### **Consejos para cubrir puestos de trabajo desde RRHH**

1. Renovar la selección de personal con IA (puede ayudar a reducir los sesgos en el proceso de contratación al evaluar a los candidatos de forma objetiva según sus cualificaciones, las herramientas de IA pueden analizar grandes cantidades de datos para identificar dónde se encuentran los mejores candidatos).
2. Revisar la redacción de la oferta de trabajo (describir las tareas y responsabilidades del puesto de forma clara y concisa).
3. Comprobar si las condiciones salariales se ajustan al mercado.
4. Ofrecer un plan de formación continua.
5. Trabajar en la conciliación familiar.
6. Optimizar la gestión de turnos (ayuda a evitar los puestos de trabajo sin cubrir).
7. Apostar por el talento.

### **RAZONES QUE EXPLICAN EL DRAMA DE VACANTES EN ESPAÑA**

- Demografía: “Las empresas decrecen porque a la gente que se jubila no la estamos reponiendo”.
- Jóvenes. Cada vez hay menos jóvenes que busquen empleo.
- Desajuste en la formación.
- Ineficiencia del SEPE.
- Despoblación.
- El problema de las ayudas: “Cada vez que las empresas buscan personal aparecen candidatos, pero algunos piden cobrar en B para no perder la ayuda, y otros demandan media jornada, también para no perderla”.

El 80% de las empresas tiene dificultades para encontrar perfiles adecuados. Numerosas empresas contribuyen al desarrollo de sus empleados a través de programas de formación internos y externos, certificaciones, y programas de tutoría. Este enfoque no solo beneficia a los empleados, sino que también fortalece la propuesta de valor al empleado (EVP), siendo crucial en mercados altamente competitivos como el Digital o el de Tecnologías de la Información.

Por otra parte, cabe hablar del **RELEVO GENERACIONAL**.

En el último Informe Adecco sobre Perfiles más demandados en 2024, se ahonda en los orígenes del problema de falta de mano de obra en España y encuentra tres causas fundamentales: falta de formación, de relevo generacional y brecha de género.

Hay un reto laboral en España: la falta de relevo generacional y escasez de talento ya que ha habido emigración significativa de profesionales altamente cualificados en busca de oportunidades laborales en otros países con mejores perspectivas económicas, y esto tiene como consecuencia la pérdida de competitividad empresarial, está impactando negativamente en la capacidad de las empresas para innovar y competir a nivel nacional e internacional. Una solución serían los incentivos para el retorno de profesionales que puede ayudar a cubrir la escasez de talento en ciertas áreas.

Según el informe "Infoempleo Adecco: Oferta y Demanda de Empleo en España" de Infoempleo y Grupo Adecco se habla del nuevo conflicto del relevo generacional, puesto que tres de cada diez empresas tendrán problemas para sustituir a trabajadores jubilados.

En un documento de la Universidad de Córdoba "El relevo generacional y su importancia para el desarrollo de los territorios rurales", se dice que el aspecto más importante y probablemente, el más difícil de resolver es que las zonas rurales brindan pocas oportunidades a las nuevas generaciones para desarrollar sus proyectos profesionales y vitales. Esto hace que, al escaso atractivo que tiene la actividad agraria se le una las dificultades que encuentran los jóvenes en el medio rural, creando un escenario poco propicio a implicarse en la profesión de agricultor. Es necesario proyectar hacia la sociedad una imagen atractiva de la actividad agrícola y ganadera, fuera ya de los estereotipos tradicionales del atraso, la precariedad y su dependencia de las condiciones climatológicas. Es importante difundir la idea de que la agricultura de hoy es un sector tan profesionalizado como cualquier otro, y tan tecnificado y organizado para hacer frente a los mercados, que permite desarrollar con perspectiva de negocio una carrera profesional a cualquier joven que lo desee.

Por otra parte, seis años de avances laborales en España que reducen pero no cierran la brecha con Europa, puesto que desde 2018 España ha mejorado sus indicadores en materias como la reducción de la temporalidad (después de la reforma laboral) o el incremento del salario mínimo, pero mantiene una importante brecha salarial y en desempleo con Europa.

Microsoft y LinkedIn publican el Índice de Tendencias del Trabajo 2024, un informe sobre el estado de la Inteligencia Artificial (IA) en el trabajo. La investigación muestra cómo en tan solo un año, la IA está influyendo en la forma en que las personas trabajan, lideran y contratan en todo el mundo. El presidente y director ejecutivo de Microsoft dice que esta última investigación destaca la oportunidad para que cada organización aplique esta tecnología para tomar decisiones mejores, colaborar y en última instancia, obtener resultados empresariales.

Según los expertos reunidos en Davos en la Reunión Anual del Foro Económico Mundial, uno de los mensajes clave fue que las inversiones en la economía no pueden tener éxito sin una inversión equivalente en las personas y éstas son algunas de las tendencias en el mercado laboral y el lugar de trabajo a las que habrá que prestar atención en 2024: la IA generativa aumentará la productividad y la innovación en los países de renta alta, los empleos digitales siguen creciendo, los niveles de desempleo podrían aumentar, más oficinas "pop-up" (itinerantes), las habilidades serán aún más importantes.

## LAS 9 TENDENCIAS QUE DEFINIRÁN EL FUTURO DEL TRABAJO EN 2024

- La crisis del coste del trabajo llega al límite.
- La IA crea oportunidades para la fuerza laboral.
- La semana laboral de cuatro días.
- La resolución de conflictos entre empleados, nueva habilidad esencial de los directivos.
- La experimentación con la IA generativa.
- Las habilidades pesan más que los títulos.
- La protección contra el cambio climático es la nueva prescripción esencial para los empleados.
- Las cuestiones de diversidad, igualdad e inclusión se integran en nuestra forma de trabajar.
- Los estereotipos profesionales se derrumban con el cambio en la fuerza laboral.

Por otro lado, el Informe de **TENDENCIAS DEL MERCADO DE TRABAJO EN ESPAÑA 2024** del Observatorio de las Ocupaciones del SEPE contiene un análisis de los sectores o actividades económicas que han presentado buenas pers-

pectivas en el mercado de trabajo.

La **selección de actividades económicas mejor posicionadas** en el mercado de trabajo y con mejores perspectivas a corto plazo, se ha realizado a partir de un análisis cuantitativo para obtener y ordenar las ocupaciones y actividades más representativas, que mantienen un comportamiento estable en el empleo y una tendencia positiva de crecimiento. De cada una de las actividades se analiza diferentes indicadores laborales, las principales variables que determinan sus perspectivas y las ocupaciones más relevantes con la actividad.

#### **El informe también recoge información sobre:**

- Necesidades formativas de las ocupaciones más relevantes en el mercado de trabajo.
- El empleo de reposición ligado al relevo generacional, que se constituye como principal fuente de generación de empleo.
- Resultados de la prospección sobre el desajuste entre la oferta y la demanda de empleo que origina la existencia de vacantes de puestos de trabajo sin cubrir.

Aparecen las actividades ordenadas según peso de la contratación sobre total de las actividades de la clasificación nacional de actividades económicas: Servicios de comidas y bebidas, comercio al por menor, excepto vehículos de motor, servicios a edificios y actividades de jardinería, servicios de alojamiento, educación, etc.

Según LinkedIn, se habla del futuro del empleo y de la nueva era de la revolución tecnológica, pues la inteligencia artificial, la automatización y la robótica están desempeñando un papel cada vez más importante. Desde la fabricación hasta la atención médica, pasando por la banca y el transporte, estas tecnologías están redefiniendo los roles laborales y creando nuevas oportunidades, pero también plantean desafíos significativos para los trabajadores y las empresas. Según un informe del Foro Económico Mundial, se estima que para 2025, alrededor de 85 millones de empleos podrían verse afectados por la automatización en todo el mundo. Sin embargo, al mismo tiempo, se espera que surjan millones de nuevos empleos en áreas relacionadas con la tecnología, la ciencia de datos y la innovación. La IA y la automatización no son necesariamente una amenaza para el empleo, sino más bien una oportunidad para mejorar la eficiencia y productividad.

## **EL TRABAJO QUE CAMBIA: NUEVOS TRABAJOS Y NUEVAS IDENTIDADES LABORALES**

---

En este monográfico se dice que desde hace al menos tres décadas asistimos a una crisis de la norma social de empleo (Prieto, 2007). Esta crisis es consecuencia del efecto combinado de un conjunto de procesos económicos como la globalización, la transformación del modelo productivo, los cambios en las políticas de gestión empresarial, y de iniciativas de política laboral como la desregulación y la flexibilización del mercado de trabajo o los cambios en las políticas y en los valores promovidos por el Modelo Social Europeo (Nelf *et al.*, 2005; Paller, 2018; Serrano y Jepsen, 2019). A estos desarrollos se unen los cambios en las tecnologías de la información y la comunicación que han facilitado la extensión del uso de las mismas (Stark y Pais, 2020). Algunas de las consecuencias en los mercados laborales del siglo XXI son la fisuración del trabajo (Well, 2014), la fragmentación del empleo vinculada en muchos casos a la expansión de la economía de las plataformas (Pais, 2019), el incremento de las formas atípicas de empleo, y la consiguiente exposición progresiva de los trabajadores a las incertidumbres del mercado laboral (De Stefano, 2016; Vallas, 2019; Pérez de Guzmán, 2023).

En el mercado de trabajo, surgen nuevas categorías no solo de trabajadores autónomos, sino también asalariados, y se extienden las situaciones híbridas de empleo (Riesco-Sanz, 2020). Riders, influencers o youtubers son algunos ejemplos de modalidades de ejercicio de la actividad laboral y de ocupaciones emergentes vinculadas al desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y comunicación. El trabajo en plataformas está muy fragmentado en el tiempo y el espacio y, en general, conlleva el empeoramiento de las condiciones laborales (Bogliacino *et al.*, 2020; Pais *et al.*, 2021).

## **CLAVES DE LA SOCIOLOGÍA DEL TRABAJO. LA EVOLUCIÓN DEL EMPLEO Y EL TRABAJO EN EL MUNDO**

---

El autor lleva tiempo investigando sobre el mundo laboral, y en contraposición a las tesis de la precarización y polarización de la estructura ocupacional, Martínez Pastor ofrece datos para la Unión Europea de los 28 que muestran un aumento del peso de las mejores ocupaciones, una disminución de las ocupaciones intermedias y la estabilidad de las peores. Ciertamente, detrás de estas grandes tendencias hay que profundizar en

las transformaciones de las relaciones laborales, como son el auge de los contratos temporales, el trabajo a tiempo parcial, el empleo informal, los falsos autónomos y las consecuencias de la sobrecualificación sobre las condiciones de trabajo y la remuneración de las ocupaciones mejores.

## **AUTOMATIZACIÓN DEL TRABAJO, MODELOS HÍBRIDOS Y RRHH. LAS SEÑALES DEL FUTURO DEL MERCADO LABORAL**

El mundo del trabajo está experimentando una serie de cambios. Aunque el número de empleos que, de una u otra forma, se van a ver afectados por la proliferación de soluciones de IA se contarán por millones, el número de empleos susceptibles de ser aumentados gracias a esta nueva tecnología supera con creces el número de empleos que corren riesgo de ser eliminados. Para ello, la educación juega un papel esencial.

**“AÚN QUEDA TRABAJO POR HACER. EL FUTURO DEL TRABAJO DECENTE EN EL MUNDO” (Revista Sociología del Trabajo)**. Se habla de los problemas fundamentales que ha de encarar la regulación del trabajo en el futuro inmediato (pp.242-243) de los que sin lugar a dudas la desigualdad es el más acuciante que se conecta tanto con las consecuencias de la globalización sobre los mercados de trabajo como con la demografía y los flujos migratorios, más allá de las difíciles cuestiones que plantean a la regulación del trabajo las transiciones digital y ambiental. La reflexión más comprometida se desarrolla sobre las nuevas formas de trabajo, donde el autor introduce la problemática de las plataformas digitales como empleadoras, y el objetivo de un trabajo de calidad. Lo cierto es que la relación entre trabajo típico y las diversas subespecies del trabajo atípico ofrece un panorama complicado, porque a escala mundial solo el 26% de las personas que trabajan lo hacen en lo que se denomina pleno empleo, y dentro del trabajo “atípico” existen lo que el autor denomina “muchos excesos”, entre los que enumera el trabajo de agencia no regulado, el trabajo involuntario a tiempo parcial o de corta duración, las formas del trabajo en plataformas no reguladas o de manera insuficiente, el falso trabajo por cuenta propia, el trabajo a domicilio, el trabajo multitarea que combina muchos pequeños trabajos, y otras formas de trabajo flexible como los contratos de cero horas, los contratos por horas o días, las guardias de hospitales, etc. (p.226).

Surgen preguntas sobre el mundo laboral como: ¿Qué sectores demandan más empleo en 2024? o ¿Qué trabajo tiene más salida laboral en 2024? Se vislumbran tanto oportunidades como desafíos. La digitalización y la tecnología marcan la pauta pero

con especialización en ingeniería y seguridad informática.

### **Sectores que demandarán más empleo en 2024**

- Gran incremento en la demanda de profesionales especializados en áreas como la programación, el diseño y el desarrollo.
- Sectores clave como la ciberseguridad, el comercio y la sanidad.
- Sectores como el sociosanitario, la logística y el transporte, así como la hostelería y el turismo.
- El proceso de digitalización continúa su expansión en todos los sectores. Demanda de profesionales con habilidades especializadas en tecnología de la información y la comunicación.

Puestos de trabajo que más se demandarán en 2024: Ingeniero de IA, experto en ciberseguridad, analista de datos, especialista en marketing digital, especialista en comercio electrónico.

## **EL FUTURO DEL TRABAJO EN LA ERA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

En 2023, cerca de 5.000 ofertas de empleo en Data e IA quedaron sin cubrirse por falta de profesionales con las habilidades necesarias.

El impacto de la IA en el empleo lleva consigo una preocupación por el desplazamiento de puestos de trabajo y la automatización. En lugar de limitarse a sustituir a los humanos, tiene el potencial de complementar sus capacidades y aumentar su productividad, puesto que permite a los trabajadores centrarse en los aspectos más creativos e innovadores de su trabajo.

Adoptando la IA e invirtiendo en capital humano, se puede conseguir que humanos y máquinas trabajen juntos para crear una sociedad más innovadora y productiva.

## **CONCLUSIONES**

Las condiciones laborales de precariedad tienen un impacto negativo sobre el bienestar de los trabajadores. España registra una de las tasas más alta de pobreza laboral en Europa y una alta inestabilidad laboral. Por otro lado, está el reto del relevo generacional del mercado laboral que se antoja complicado en las circunstancias actuales, pues a la dificultad de cubrir las vacantes que se abren por jubilación, se le unen profundos cambios en las habilidades y competencias que

demandan hoy en día las empresas, así como la necesidad de formación permanente para seguir siendo competitivos.

Así pues lo que está detrás de las vacantes de empleo es la falta de formación, de relevo generacional y brecha de género. Por otro lado, España desperdicia el talento extranjero: uno de cada dos inmigrantes trabaja por debajo de su cualificación. La inmigración tiene un peso relevante y creciente entre la fuerza laboral y en especial, en ciertos tipos de trabajos y sectores de actividad, como la agricultura o construcción. Contribuyen a la capacidad productiva de la economía. Esto puede conducir a un mayor crecimiento del PIB. Los inmigrantes hacen frente a la escasez de la mano de obra.

Finalmente, hacia qué profesiones o perfiles se dirige el empleo? En la era de la transformación digital, los perfiles relacionados con los servicios TIC encabezan los rankings de empleos más solicitados. Todo estaría marcado por las nuevas tecnologías, cambios en la industria y la apuesta por las energías renovables.

El futuro del empleo estará influenciado por la capacidad de los trabajadores para adquirir nuevas habilidades, adaptarse a entornos laborales cambiantes y aprovechar las oportunidades que surjan en este contexto dinámico.

El análisis de las tendencias futuras de empleo es crucial para que los profesionales puedan anticiparse a las demandas del mercado laboral.

La visión de futuro del mercado laboral actual es un tema complejo, marcado por una serie de factores que incluyen la tecnología, la globalización, las políticas gubernamentales y las tendencias demográficas.

La tecnología, especialmente la Inteligencia Artificial, y la automatización, están transformando el mercado laboral. Aunque por un lado, estas tecnologías están eliminando algunos puestos de trabajo, por otro, crean nuevos roles y oportunidades en sectores como la tecnología de la información y la ciberseguridad. La globalización ha ampliado las oportunidades laborales, permitiendo a las empresas acceder a una fuerza laboral global y a los trabajadores buscar empleo más allá de sus fronteras nacionales, lo cual ha llevado a una mayor competencia.

A medida que la población activa envejece, hay una creciente necesidad de trabajadores jóvenes y cualificados. Esto también está impulsando una demanda de profesionales en el sector de la salud.

Por otro lado, la sostenibilidad y la responsabilidad social están cobrando importancia en el mercado laboral. Las empresas

están cada vez más comprometidas con prácticas sostenibles y responsables.

Las políticas gubernamentales y las regulaciones laborales también juegan un papel crucial en la configuración del mercado laboral. Esto incluye leyes sobre salario mínimo, derechos de los trabajadores y medidas de protección social. También las políticas que promueven la educación y la formación profesional pueden ayudar a preparar a la fuerza laboral para los trabajos del futuro.

La conclusión que se extrae es que el mercado laboral actual tiene una visión de futuro impulsada por la tecnología y la globalización, y aunque enfrenta desafíos significativos, por otra parte, también ofrece numerosas oportunidades para aquellos que están preparados para adaptarse y evolucionar con los cambios.

La clave del éxito en este mercado laboral en evolución es la flexibilidad, la educación continua y el desarrollo de habilidades tanto técnicas (programación, diseño gráfico, contabilidad, análisis de datos, gestión de proyectos) como blandas (soft skills), que serían la comunicación efectiva, empatía, resolución de conflictos, trabajo en equipo, gestión del tiempo y adaptabilidad.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Pobres con empleo: un análisis de transiciones de pobreza laboral en España. *Reis. Rev. Esp. Investig. Social*. Nº186, Abril-Junio 2024, pp 83-102.
2. "Pobreza laboral en España. Un análisis dinámico". Tejero Pérez, A. 2018. *Revista Internacional de Sociología*.
3. Entrar y salir de la pobreza laboral en España. Informe. *Observatorio Social Fundación "La Caixa"*. Julio 2022.
4. La precariedad laboral en España. Una doble perspectiva. Instituto de Economía Internacional. Universidad de Alicante.
5. La precariedad laboral ¿un nuevo problema de salud pública?. M. Amable, J. Benach. Unidad de Recerca en Salut Laboral. Department de Ciències Experimentals i de la Salut Universitat Pompeu Fabra, Barcelona. *Gac Sanit* 2000; 14(6): 418-421.
6. Incertidumbre laboral, salud mental y apoyo social en trabajadores pobres. José Antonio Llosa, Esteban Agulló-Tomás, Sara Menéndez-Espina, Julio Rodríguez Suárez, Joan Boada-Grau. *Athenea Digital* 20(1). Marzo 2020.
7. El impacto negativo de la precariedad laboral sobre la salud mental. Infocop (Consejo General de la Psicología en España). *Abril 2023*.
8. ¿Empleos cinco estrellas? Martínez-Gayo, G. (2019). *Revista Internacional de Turismo, Empresa y Territorio*, 3(2), 1-15.
9. Inmigración, trabajo, productividad y desigualdad en España. Real Instituto Elcano.
10. "Los sectores con más problemas para encontrar trabajadores en España en 2023". Business Insider.
11. ¿Por qué cuesta cubrir algunos puestos de trabajo y cómo afrontarlo desde RRHH? [www.sesamehr.es](http://www.sesamehr.es).
12. Informe "Oferta y Demanda de Empleo en España" elaborado por Infoempleo y Adecco.
13. El relevo generacional y su importancia para el desarrollo de los territorios rurales. José Emilio Guerrero Ginel, Pablo Lara López, Francisco Maroto Molina, Leovigilda Ortiz Medina. Universidad de Córdoba. *Mediterráneo Económico* Nº 35, 2022. págs.219-235.
14. Microsoft y LinkedIn publican el Índice de Tendencias del Trabajo 2024. *Revista SUMMA*.
15. Ediciones Complutense. Cuadernos de Relaciones Laborales. El trabajo que cambia: nuevos trabajos y nuevas identidades laborales. Sofía Pérez de Guzmán, Universidad de Cádiz. Ivana Pais. Università Católica del Sacro Cuore, Dipartimento di Sociologia. Pérez de Guzmán, S., y Pais, I. *Cuad. Relac. Labor.* 42(1), 2024: 13-20.
16. Claves de la sociología del trabajo. La evolución del empleo y del trabajo en el mundo. Juan Ignacio Martínez Pastor Madrid, Universidad Nacional de Educación a Distancia, (2022). *Reis. Rev. Esp. Investig. Social*, Nº 183, Julio-Septiembre 2023, pp145-156.
17. Automatización del trabajo, modelos híbridos y RRHH las señales del futuro del mercado laboral. Santi García. *Capital humano: Revista para la integración y desarrollo de los recursos humanos*, Nº 391 (Noviembre 2023), 2023.
18. Aún queda trabajo por hacer: el futuro del trabajo decente en el mundo. Luc Cortebeek. Libros de la Catarata, Madrid, 2023. *Sociol. trab.* 103, 2023; 107-111.
19. ¿Qué sectores demandan más empleos en 2024? ¿Qué trabajo tiene más salida laboral en 2024? *Revista Inesem*.

# NUEVOS AVANCES TERAPÉUTICOS

## EN ENFERMEDADES INFECCIOSAS: APLICACIONES CLÍNICAS DE LA TERAPIA CON CÉLULAS CAR-T

Ana Cabanas López de Vergara<sup>1</sup>, Beatriz Cabanas López de Vergara<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Facultativo Especialista Adjunto en Microbiología y Parasitología. Complejo Hospitalario de Vigo. España.*

<sup>2</sup> *Facultativo Especialista Adjunto en Hematología y Hemoterapia. Médico Especialista en el Hospital Comarcal O Barco de Valdeorras. Ourense. España.*

### RESUMEN

A pesar del progreso científico con la aparición de nuevos antibióticos y nuevos avances científicos la incidencia de las enfermedades infecciosas continúa aumentando año tras año. Por otro lado, la aparición de resistencias a los antimicrobianos continúa en aumento debido a las modificaciones por transferencia genética y mutaciones producidas en los microorganismos que les permiten adaptarse al medio y seguir multiplicándose y propagándose haciendo ineficaces los tratamientos antibióticos, antifúngicos, antivíricos y antiparasitarios.

Una de las medidas para conseguir la disminución de las resistencias es la búsqueda de nuevos tratamientos mediante la cual en concreto se están realizando prometedoras investigaciones se basa en la Terapia con células CAR-T (Inmunoterapia celular adoptiva con células T anti-receptor de antígeno quimérico). También aplicable al campo de las vacunas.

Esta es una terapia que combina la inmunoterapia con la terapia génica de células T con receptores de antígenos. Generalmente, se fundamenta en la modificación genética de los linfocitos T utilizando como vector un retrovirus. Permite de esta forma introducir material genético que va a ser traducido en un receptor de membrana quimérico que está dirigido a una proteína específica (Cuenca, *et al.*, 2022).

Se aplica de forma general en enfermedades tumorales como Leucemia mieloide aguda y también tiene éxito en el Linfoma no Hodgkin, de forma que los linfocitos se multiplican y atacan a las células tumorales generando una respuesta inflama-

toria que en muchos casos conduce a la curación. Así mismo, ha sido aplicada y con éxito en el tratamiento de algunas enfermedades infecciosas (Cuenca, *et al.*, 2022).

El comienzo de la aplicación de la terapia CAR T en el campo de las enfermedades infecciosas surgió en la década de 1990 cuando un grupo de investigadores demostraron que la especificidad de las células T se podía redirigir mediante la fusión de un resto de direccionamiento que reconoce una proteína de la superficie celular con un dominio de activación de células T, como la cola citoplásmica CD3 (Maldini, *et al.*, 2018).

La transferencia celular adoptiva (TCA) continúa siendo importante en la lucha contra el cáncer y comenzó con la aplicación como tratamiento de los linfocitos infiltrantes de tumores (TIL) contra el melanoma. Posteriormente, el desarrollo de nuevos enfoques de TCA ha conducido a nuevas tecnologías eficientes que se basan en linfocitos T modificados genéticamente, con células T que poseen receptores de antígenos quiméricos (CAR).

Los CAR constan de un dominio extracelular representado por una cadena variable (scFv), un anticuerpo monoclonal (mAb) responsable del reconocimiento de la diana y el dominio intracelular. Con el objetivo de mejorar la señalización y la eficacia, se ha diseñado una segunda generación de CARs, que poseen un dominio de señalización coestimuladora derivado de CD28 o 4-1BB que potencian la función de la célula T2 y permiten una mejor respuesta. Por otro



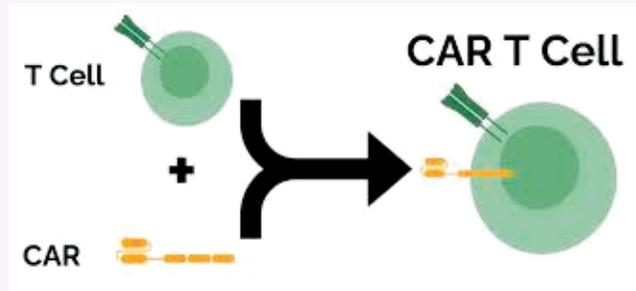
lado, CD19 se trata de una glicoproteína transmembrana que está implicada en el proceso de regulación de la activación de las células B (Maldini, *et al.*, 2018; Notario, *et al.*, 2020; Zmievskaia, *et al.*, 2021).

El éxito del desarrollo de las células CAR-T para la terapia de enfermedades oncológicas ha sido utilizado en otras enfermedades como algunas enfermedades autoinmunes autoinmunes y puede ser considerada una terapia útil e innovadora en enfermedades infecciosas incluyendo enfermedades virales como la producida por el SARS-CoV-2 (Zmievskaia, *et al.*, 2021).

## METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica literaria en las principales bases de datos científicos para la búsqueda de artículos científicos publicados en los últimos cinco años.

La Revisión bibliográfica es un tipo de investigación, en este caso cualitativa, de tipo narrativa que tiene como objetivo responder un problema específico y alcanzar los objetivos planteados, concretamente pretende responder a la



cuestión del avance en los últimos años sobre las ventajas o desventajas de aplicación de la terapia Car T Cell en el tratamiento de las enfermedades infecciosa, presentando los resultados de las investigaciones seleccionadas de forma descriptiva (Aguilera, 2014).

## RESULTADOS

Según los artículos seleccionados en la revisión bibliográfica llevada a cabo, las ventajas de la aplicación de la terapia Car-T Cell en el tratamiento de las infecciones se pueden observar

cuando son aplicadas a ciertas infecciones virales, bacterianas o fúngicas.

Ventajas:

### 1. Virus

Tzannou, *et al.* (2017), realizó su trabajo sobre Células T específicas para el tratamiento del virus BK, el herpesvirus humano 6, citomegalovirus, virus de Epstein-Barr y las infecciones por adenovirus tras un trasplante alogénico de células madre hematopoyéticas (HSCT), con la finalidad de disminuir la tasa de mortalidad y aumentar la tasa de curación por estas infecciones graves en este tipo de pacientes.

Estos investigadores utilizaron Células T específicas de virus (VST) transferidas a partir de donantes que podrían proporcionar una amplia protección antiviral a los receptores de HSCT como un producto listo para usar inmediatamente.

Los VST se administraron a 38 pacientes con 45 infecciones en un ensayo clínico de fase II. El beneficio clínico se logró en 31 pacientes tratados por una infección y en siete pacientes tratados por múltiples infecciones coincidentes. Sus efectos se observaron después de 12 semanas durante el seguimiento.

El estudio llegó a la conclusión que el uso de bancos de VST es viable, eficaz, seguro y proporciona una cobertura antiviral importante para tratar las enfermedades infecciosas graves y refractarias a los medicamentos después de un HSCT.

En la misma línea y en relación con los virus, Liu, *et al.* (2021), desarrollaron un tratamiento con Car-T Cell derivadas de anticuerpos ampliamente neutralizantes con actividad citotóxica específica contra células infectadas por el HIV-1. El ensayo realizado tomó en cuenta la seguridad, efectos secundarios, farmacocinética y actividad antiviral de la terapia con células T CAR derivadas de anticuerpos neutralizantes contra el HIV-1 en individuos infectados con interrupción de la terapia antirretroviral (TAR).

Los resultados obtenidos demostraron que en 14 participantes del estudio la terapia fue segura y bien tolerada, que no se producen rebotes de la enfermedad viral si no se interrumpe durante un promedio de 5 a 6 semanas y que en todo caso las Car-T Cell ejercieron presión sobre las células de rebrote por lo que el tratamiento puede considerarse seguro y beneficioso ya que demostró disminuir el reservorio viral.

Continuando con las ventajas de la CAR-T Cell en la terapia viral, (Haeseleer, 2020) desarrolló un ensayo de destrucción

de CD4 infectados por SIV que evaluó en tiempo real la actividad citotóxica de las células CAR-T específicas de la cubierta del VIS contra las células infectadas por este. Mediante este ensayo se consiguió evaluar la potencia destructora con la frecuencia necesaria y el tiempo necesario después de añadir células efectoras a las células diana. De esta forma se desarrolló un método que permitió el monitoreo de cualquier citólisis mediada por células CAR-T de células infectadas con un virus recombinante que codifica a una proteína fluorescente (FP).

Para realizar el análisis de la unión de la proteína gp140 a las células CD8 AR se realizó el procedimiento mediante la incubación de células T D8 CAR o células T CD8 EGFR con gp140 en PBS más albúmina de suero bovino (BSA) a temperatura ambiente durante 30 minutos.

El gp140 se detectó mediante células lavadas de anticuerpo ITS52 específico de SIV-ENV. Para evaluar la infección de células T EGFR las células se infectaron con SIV-FP y a continuación se añadieron células T EGFR en diversas proporciones. Pasados 3 días del cultivo se determinó el porcentaje de EGFR+ y EGFR- CD8-T infectados mediante citometría de flujo tras la selección de linfocitos, células individuales y CD8.

Como conclusión en este estudio desarrollaron nuevos ensayos rápidos y prometedores para evaluar la potencia *in vitro* de los linfocitos T con CAR antivirales para la eliminación de objetivos de SIV.

(Tamari, 2021) nos habla de una de las grandes aplicaciones de la Terapia CAR-T Cell en un tema que continúa siendo puntero en nuestros días por la gran pandemia producida COVID-19. El objetivo de su estudio consistió en observar la respuesta inmune a la vacuna mRNA COVID-19 entre pacientes tratados con terapias celulares en su centro para conseguir identificar predictores de respuesta y determinar el momento ideal de vacunación, identificando a los pacientes con un alto riesgo de no obtener una respuesta inmune vacunal los cuales podrían beneficiarse de una dosis adicional de la vacuna.

El estudio observacional prospectivo se realizó en un período de tiempo aproximado de un año en un total de 217 pacientes vacunados contra el SARS-CoV-2. La vacunación de los pacientes se produjo dos meses después del tratamiento celular. La media de tiempo entre el tratamiento y la primera dosis de vacuna fue de 1007 días. Se analizaron los títulos de anticuerpos IgG anti-SARS-CoV-2 (spike Ab) y anticuerpos neutralizantes entre 217 receptores de tratamientos celulares (alo-HCT). Pasados 3 meses después de la vacunación el 87% de los pacientes tenían niveles de pico de Ab positivos y el 77% poseían una actividad neutralizante positiva. El 70%

de los pacientes se vacunaron con la vacuna BNT162b2 (Pfizer-BioNTech) y el 30% con la vacuna MRNA-1273 (Moderna). En la respuesta a las vacunas se asociaron tanto el tiempo desde la terapia celular hasta la vacunación con recuperación inmunológica posterior a la terapia celular. Estos predictores de respuesta tanto cuantitativa como cualitativa permitieron la toma de decisiones clínicas sobre el momento óptimo de vacunación y establecer la necesidad de dosis de refuerzo. A pesar de los resultados positivos obtenidos hay que destacar que se observó en un grupo de pacientes que si obtuvieron respuesta serológica continuaron siendo vulnerables a la infección por SARS-CoV-2 al no ser capaces de neutralizar el anticuerpo. Por ello se deduce que los límites establecidos para la protección clínica inmunitaria continúan sin estar claros independientemente de los puntos de corte establecido por el fabricante de 50 AU/ml para el pico de IgG del SARS-CoV-2, por lo que en los pacientes vacunados con tratamientos posteriores a la terapia CAR-T las medidas preventivas siguen siendo cruciales.

(Sha, 2020) continuando con el tema del COVID-19 realizó este estudio con el fin de conocer los resultados y las características inmunológicas de los receptores de terapia celular con SARS-CoV-2 Y comprobar su eficacia. El estudio se realizó sobre 77 pacientes con SARS-CoV-2 que recibieron terapia celular CAR dirigido por CD19 en pacientes receptores de Transplante alogénico (Allo) y Transplante autólogo (Auto) de células hematopoyéticas durante un período de terapia de 782 días. La supervivencia global a los 30 días fue del 78%. Como resultado del estudio no se identificó empeoramiento de la enfermedad de injerto contra el huésped entre los receptores de Allo y se demostró a su vez reducciones en las poblaciones de linfocitos junto con una amplia recuperación en todos los subconjuntos de estos. También se obtuvieron respuestas de anticuerpos en un subconjunto de pacientes. Por lo tanto, los resultados clínicos obtenidos en este estudio son favorables para el conocimiento de los pacientes sobre las poblaciones de linfocitos que son los factores fundamentales en la respuesta viral y la reconstitución inmunitaria.

Por su parte (García-García,2021) realizó este estudio el objetivo de determinar la seguridad y eficacia de la administración de la terapia CAR-T de memoria alogénicas y células asesinas naturales (NK) en un ensayo de fase I constituido por 18 pacientes con neumonía y /o linfopenia relacionada con COVID-19 en pacientes sin requerimiento o no de tratamiento de oxígeno. Para llevar a cabo el estudio se dividió a los pacientes en dos grupos: En el primero de ellos se le administró un tratamiento que consistía en la

administración de dosis crecientes de células T de memoria junto con atención estándar (SoC). El tratamiento utilizado en el segundo grupo consistió en la administración de dosis crecientes de células NK (Natural Killer) junto con atención estándar (SoC). Posteriormente en el ensayo de fase II se incluyeron un total de 182 pacientes con neumonía y/ o linfopenia relacionada con COVID-19 con requerimiento o no de oxígeno pero sin ventilación mecánica y se dividieron en dos grupos según la tipificación HLA.

En el primer grupo los pacientes recibieron SoC o RP2D para células T de memoria más el SoC. Mientras que en el segundo grupo los pacientes recibirán SoC o RP2D para células NK más el SoC.

Los resultados obtenidos concluyen que los linfocitos T de memoria específicos de SARS-CoV 2 obtenidos de donantes convalecientes recuperados de COVID-19 pueden utilizarse como inmunoterapia celular pasiva para tratar neumonía y linfopenia en pacientes moderados/graves constituyendo una gran ventaja ya que la linfopenia inducida por COVID-19 conduce al paciente hasta su recuperación.

(Cui, 2020) aporta otro estudio en cuanto a la aplicación de la terapia CAR-T en el campos de otras infecciones como la Hepatitis B realizando un estudio cuyo objetivo consistió en evaluar la eficacia y seguridad de la terapia humana anti-CD19 CAR-T (hCAR-T) en las neoplasias malignas de células B con infección por VHB (Virus Hepatitis B). Para ello se reclutaron 20 pacientes de los cuales fueron 13 casos de LDCBG r/r y 7 casos de LLA-B. El HBsAg fue positivo en 5 pacientes en el momento de la infusión de células hCAR-T y el anti-HBc fue positivo en los otros 15 pacientes. Entre los 5 pacientes positivos para HBsAg, 3 de ellos presentaban infección crónica para el HBsAg y los otros 2 eran infección crónica por VHB negativa para HBsAg. El ADN detectado en 3 de los pacientes pasó a ser indetectable después de la administración de células CAR-T de forma que estos pacientes alcanzaron la respuesta virológica completa. A Los 5 pacientes con infección crónica VHB se les administraron tenofovir y entecavir diariamente desde un mes antes de la terapia con infusión de células h CAR-T continuando con esta terapia hasta el final del seguimiento.

Como resultado entre los 15 pacientes con infección por VHB resuelta el ADN del virus fue indetectable y 11 de ellos dieron positivo los anticuerpos contra el HBsAg (anti-HBs) en el momento de la infusión de células hCAR-T. Con los resultados obtenidos el estudio sugiere que el hCAR-T es un tratamiento seguro y eficaz en pacientes con DLBCL y LLA con infección por VHB crónica y resuelta incluso en pacientes que se some-

terán a alo-TPH después de la inmunoterapia HCAR-T. El uso del tratamiento antiviral profiláctico demostró ser adecuado para pacientes con infección por VHB crónica y resuelta durante y después de la terapia con h CAR-T. Para garantizar una mayor seguridad estos estudios se verificarían en nuevos ensayos incluyendo un mayor número de casos para continuar garantizando su seguridad y eficacia.

Por su parte (Lai, 2020) continuando con los estudios en relación con la Hepatitis B realizó un ensayo clínico cuyo objetivo consistía en la investigación de la seguridad y eficacia de la terapia con células CAR-T en pacientes con B-ALL en casos de recaída o refractarios. Para ello en este estudio revisaron retrospectivamente la situación de 3 pacientes con LLA-B en recaída/refractaria que presentaban una infección concomitante por VHB del ensayo clínico. Estos pacientes carecían de enfermedad extramedular y eran resistentes a la terapia estándar o trasplante alogénico de células madre hematopoyéticas (alo-TPH).

Los resultados del estudio sugirieron que las células CAR-T de pacientes VHB positivos, también ejercían potentes efectos antileucemia sin inducir la reactivación del VHB bajo supervisión estrecha del ADN, del VHB y de la función hepática. Los pacientes recibieron profilácticos antivirales frente al VHB (entecavir y tenofovir) antes de la terapia con células CAR-T y se debería continuar la duración adecuada de la terapia con profilácticos antivirales en próximos ensayos junto con futuros ensayos prospectivos multicéntricos. No obstante, en los resultados del estudio se concluyó que la infección por VHB posiblemente no sea una contradicción absoluta para la terapia con células CAR-T de aplicación en pacientes con LLA refractarios/resistentes con una administración adecuada conjunta de antivirales efectivos.

Se han realizado a su vez estudios para garantizar la seguridad y eficacia de la terapia CAR-T entre los cuales destacaron los siguientes:

(Hill, 2018) realizó un estudio realizado es el estudio de las complicaciones infecciosas del tratamiento con la terapia CAR-T CD19/r durante los 90 días después de la inmunoterapia en un grupo formado por 133 pacientes adultos con una edad superior o igual a 18 que eran VIH negativos con neoplasias malignas de células B R/R. De ellos 47 presentaban LLA, 24 LLC y 62 LNH identificando los factores que predisponen a los pacientes a un mayor riesgo de infección.

Como resultados se demostró un mayor número de infecciones en los pacientes que tenían LLA. A su vez, los pacientes que recibieron un régimen de inmunoterapia con células T-CAR-CD19 optimizado para reducir el SRC grave presentaron me-

nos infecciones y fueron raras las infecciones de causa mortal. La incidencia de infecciones después de la inmunoterapia CAR-T CD19 fueron equivalentes a las observadas en pacientes con neoplasias malignas de células B R/R que recibieron quimioinmunoterapia de rescate.

El mayor riesgo de adquisición de infecciones se produjo en los pacientes con una mayor inmunosupresión y toxicidad asociada por lo que se concluyó la necesidad de mejora de estrategias profilácticas en este grupo de pacientes. Asimismo, en este grupo de pacientes fueron raras las infecciones mortales, destacando en los pacientes que recibieron quimioterapia optimizada para el agotamiento de los linfocitos y régimen de dosificación de células CAR-T.

En otros campos de aplicación también destaca la Terapia Car-T como ventaja en relación a la aplicación en el campo de las vacunas.

(Walti, 2021) realizó un estudio prospectivo cuyo objetivo fue estudiar la inmunogenicidad de las vacunas en receptores de terapia con células CAR-T ya que estos pacientes se encuentran inmunocomprometidos antes y durante los meses posteriores a la aplicación de la terapia. En el grupo de pacientes se incluyeron 26 adultos con edad mayor o igual a 18 años que iban a vacunarse antes o después de la terapia con CD19, CD20 o antígeno de maduración de células B (BCMA)-CAR-T. Entre los criterios de exclusión aplicados a los pacientes incluidos en el estudio en los que se encontraban aquellos pacientes que presentaban terapia de reemplazo de inmunoglobulinas (IGRT) dentro de los dos meses anteriores a la inscripción, junto con los que recibieron quimioterapia puente después de la vacunación o bien aquellos que presentaban una enfermedad persistente o recidivante después de la terapia con células CAR-T o inicio de nuevas terapias antitumorales. En el grupo de pacientes de la cohorte pre CAR-T se incluyeron 5 adultos que tenían neoplasias malignas de células B recidivantes o refractarias y se vacunaron entre 14 y 29 días antes de la terapia con células CAR-T, mientras que en el grupo de pacientes de la cohorte post CAR-T se incluyeron 13 adultos que se vacunaron entre los 13 y 57 días.

Como resultado de este estudio se detectaron buenas respuestas en la calidad de los anticuerpos con un número igual o mayor a 1 de cepas vacunales en el 31-40% de los individuos mientras que se observaron respuestas parciales de anticuerpos en un 60-77% a pesar de la importante inmunodeficiencia celular y humoral de los pacientes, siendo positivo con relación a la protección frente a las infecciones de los pacientes estudiados.

### **En relación a las nuevas aplicaciones de la terapia CAR-T Cell en la Hepatitis B:**

(Yang, 2020) Realizó un estudio cuyo objetivo consistió en determinar el aumento del número de datos sobre el riesgo de reactivación del VHB. En el estudio se incluyeron en la terapia un grupo de 30 pacientes que presentaban neoplasias malignas de células B e infección por el VHB resuelta sin profilaxis antiviral. De este grupo 2 de los pacientes tuvieron una reactivación del VHB en un período comprendido entre 2 y 14 meses después de la aplicación de la terapia CAR-T respectivamente de los cuales uno de ellos desarrolló una hepatitis grave. La incidencia de reactivación del VHB fue del 6,67%. Ninguno de los 21 pacientes de los que tenían anticuerpos HBs positivos sufrieron reactivación del VHB. Existen un posible factor de riesgo de reactivación en pacientes del estudio que al inicio de este eran seronegativos que es un factor importante a considerar. En nuestro estudio no se asoció un mayor riesgo de reactivación del VHB en de los pacientes que recibieron corticoterapia o bien tratamiento con tocilizumab dado que existe un riesgo de reactivación considerable. Se concluyó en este estudio que esta población requiere estrecha vigilancia y se recomendó profilaxis antiviral en las subpoblaciones con anticuerpos HBs negativo. Por lo que la desventaja debido a la reactivación del virus es una desventaja importante a considerar,

Por otro lado (Wei, 2019) realizó también otro estudio de investigación sobre el riesgo de reactivación del VHB después de la inmunoterapia de células T con el receptor de antígeno quimérico CAR-T para el tratamiento del linfoma de células B maligno refractario/recidivante. En el estudio presentaron el caso de un paciente que se sometió a profilaxis antiviral durante 26 meses. La paciente retiró voluntariamente el tratamiento antiviral 1 mes después de la infusión secuencial de dos inmunoterapias específicas de tercera generación de células T con CAR anti-CD19 y anti-CD22 para células B grandes difusas refractarias. La remisión temprana de la enfermedad se produjo a los 2 meses y medio pero el paciente presentó un cuadro con vómitos, ictericia, prurito y orina oscura de 7 días de evolución. Al reintroducirse el antiviral entacavir se observó una disminución en las copias de ADN-VHB. Sin embargo el paciente presentó una elevación de bilirrubina, ALT y AST sin mejoría en la clínica el paciente.

El estudio proporcionó un primer informe de reactivación temprana grave de un portador de HBsAg inactivo después de la terapia con células T en un paciente DLBCL con resultados desfavorables.

Por su parte (Han, 2020) realizó un estudio también relacionado con establecer el riesgo de reactivación del VHB tras

la infusión de células T receptoras del antígeno quimérico CAR en pacientes con mieloma múltiple refractario/recidivante (R/R). Se administraron antígeno de maduración de células B (BCMA) células CAR-T mediante infusión a 9 pacientes con R/R MM que presentaban una infección por VHB crónica o resuelta. Se analizó el suero para determinar la expresión de 5 componentes del VHB y el número de copias del ADN del VHB. Se definió como reactivación si un paciente volvió a presentar hepatitis o bien cuando el antígeno de superficie B (HBsAg) o el ADN reaparecían tras la terapia CAR-T. En uno de los pacientes que era HBsAg positivo no se observó una reactivación del VHB después de la administración de antivirales antes y después de la terapia CAR-T. En un conjunto de 8 pacientes con mieloma múltiple que habían resuelto la infección por el VHB 2 de los pacientes a los que se les administraron antivirales profilácticos no presentaron reactivación del VHB. Del resto de los 6 pacientes a los que no se les suministró terapia antiviral sólo uno de ellos tuvo una recurrencia de HbsAg sin detección del ADN del virus o algún tipo de daño hepático.

Como conclusión los resultados mostraron que la terapia celular podría usarse en pacientes con R/R MM con infección crónica o resuelta por VHB junto con la administración de fármacos antivirales por lo que el resultado de este estudio fue favorable en contraposición con los anteriores sobre la Hepatitis B.

En el estudio de los factores de riesgo de infecciones en pacientes a los que se les aplicó la terapia con células CAR (Wittman, 2021) realizó un ensayo cuyo objetivo fue el estudio de las características y de los factores de riesgo de infección siguiendo CD28-CD19 CART-Cell. En este estudio recopilaron los datos de 27 pacientes inscritos en un estudio de fase 1 b/2 de un solo centro de células CAR-T CD19 producidas durante un período aproximado de 3 años. El criterio de la elección de los pacientes consistió en seleccionar aquellos que tenían una neoplasia maligna de células B que expresaban CD19 recidivante o refractario después de recibir al menos 2 ciclos con terapia estándar. A todos los pacientes se les administró un régimen preparatorio de ciclofosfamida y fludarabina en 3 dosis y a continuación se les administró una infusión intravenosa de CD19 CAR-T autólogo con células con un dominio coestimulador CD28.

Se observó la respuesta clínica a los 28 días después de la administración celular y aquellos pacientes que respondieron con LLA fueron derivados a un trasplante alogénico de células madre hematopoyéticas (TPH) durante 2 meses tras la infusión de células CAR-T. En los resultados se documentaron 46 in-

fecciones en 27 pacientes (31%) durante el período de estudio comprendido entre -4 a 60 días después de la infusión de CAR. El tiempo medio hasta la primera infección fue de 3,5 días.

En los resultados del estudio resultado el 30% de los 88 pacientes que recibieron terapia CAR-T para tumores malignos de células B desarrollaron complicaciones infecciosas en los primeros 60 días posteriores a la infusión de células CART. El 80% de estas ocurrió en el primer mes posterior a la infusión de células. Un total de un 19% de los pacientes presentaron una infección grave de grado 3 o superior. Por otro lado 3,4% de los pacientes fallecieron durante el período de estudio aunque se desconocen la causa principal del fallecimiento. El 25% de los pacientes pediátricos y el 31% de los adultos tenían infecciones inmediatamente posteriores al tratamiento con células CAR-T. En adultos el 21% de las infecciones fueron graves y la tasa de infecciones graves posteriores a la CAR en niños fue sólo del 3% en nuestra cohorte.

Los resultados de este estudio concluyeron que la tasa de infecciones después de células T CD19-CAR basadas en CD28 fue significativa, pero la tasa de bacteriemia verdadera o infecciones graves fue pequeña especialmente en pacientes pediátricos. En los cuales sería importante tener en cuenta el riesgo-beneficio de los tratamientos profilácticos. Por lo que la aplicación de esta terapia presentó desventajas en cuanto a la aparición de infecciones tras su administración.

Así mismo (Wang, 2021) realizó otro estudio con objetivo de caracterizar y examinar los factores de riesgo de las complicaciones infecciosas que siguen a las células CAR-T basadas en poblaciones CD28 adultas y pediátricas, mediante un ensayo clínico de fase 1b/2 realizado entre julio del 2016 y mayo del 2019 que utilizó células CAR-T CD19 producidas localmente para el tratamiento de la enfermedad recidivante y tumores malignos de células B refractarios, como la LLA y LNH-

Se seleccionó a aquellos pacientes con neoplasia maligna de células B que expresan CD19, en recaída o refractario después de que recibieran al menos 2 ciclos de terapia estándar. El régimen preparatorio de los pacientes consistió en recibir un tratamiento preparatorio inicial para la eliminación de linfocitos con ciclofosfamida y fludaravina seguido de una infusión intravenosa de células CAR-T CD19 autólogas con un dominio coestimulador CD28

La respuesta clínica obtenida se determinó a los 28 días después de la administración celular. Aquellos pacientes que respondieron a la terapia se sometieron a un alotrasplante de células madre hematopoyéticas (TPH) pasados 2 meses tras la infusión de células CAR-T. La media de edad en el momento de la infusión de CAR fue de 33 años. El

41% de los pacientes eran niños y adultos jóvenes y el 59% estaba constituido por adultos de 25 años de los cuales el 31% eran mujeres. El 43% de los pacientes presentaban LLA, el 57% LNH. En el grupo de los pacientes el 35% habían sido sometidos anteriormente a trasplante con células madre hematopoyéticas (TPH). La media de tiempo de infusión de células CAR fue de 10 meses.

Los resultados obtenidos en el estudio concluyeron que el 30% de los 88 pacientes que recibieron células T con CAR par tumores malignos de células B presentaron complicaciones infecciosas en los primeros 60 días posteriores a la infusión de células T con CAR. 80% de ellas surgieron durante el primer mes posterior a la infusión de células. El 3,4% de los pacientes fallecieron durante el período de estudio por padecer infección grave. Como conclusión es importante resaltar que en el estudio realizado el 25% de los pacientes pediátricos y el 30% de los adultos presentaron complicaciones infecciosas en el período inmediatamente posterior a la terapia CAR-T Cell. Estos resultados coincidieron con los obtenidos en el anterior estudio en señalar las complicaciones infecciosas que presentaba la terapia CAR-T.

La gravedad de las infecciones en adultos fue de un 21%, sin embargo, la tasa de infecciones graves posteriores a CAR en niños fue sólo de un 3%. La tasa de infecciones relacionadas con neutropenia fue baja por lo que en pacientes pediátricos podrían no ser necesarias las recomendaciones emergentes con antibióticos profilácticos. Es importante resaltar que en este estudio la tasa de infecciones tardías posteriores a la terapia con CAR-T fue del 10% provocando bacteriemias sin ningún caso de mortalidad derivado. Estos resultados coincidieron con los obtenidos en el anterior estudio en señalar las complicaciones infecciosas que presentaba la terapia CAR-T.

A su vez (Whidikarn, 2020) realizó un estudio sistémico sobre las complicaciones infecciosas de la Terapia T-CAR CD 19. En este estudio se incluyó un grupo formado por 133 pacientes adultos con edad mayor o igual a 18 años VIH negativos con neoplasias malignas de células B R/R (LLA, LLC o LNH) tratados con quimioterapia de reducción de linfocitos y células CAR-T CD19 y se identificaron los factores predisponentes a la adquisición de un mayor riesgo de infección informándose la epidemiología de las infecciones ocurrida durante los primeros 90 días. En los resultados se observó que el 80% de las primeras infecciones ocurrieron dentro de los 10 días.

Durante los 28 primeros días se produjeron un total del 23% de infecciones. de las cuales las bacterianas (17%) fueron las más frecuentes La incidencia de infecciones virales fue del

8% destacando las infecciones por virus respiratorios y virus Epstein-Barr y CMV en dos de los casos. A su vez, se produjeron un 3% de infecciones fúngicas invasivas.

Como conclusión se observó que los pacientes tratados con quimioterapia de reducción de linfocitos y células CAR-T CD19 para LLA, LLC y LNH presentaron un mayor riesgo de infecciones en pacientes que tenían LLA junto con un tratamiento tumoral previo. Por otro lado, los pacientes que recibieron un régimen de inmunoterapia con células T-CAR-19 mejorado para reducir el SRC grave tuvieron menos infecciones muy graves o de riesgo mortal. Por lo tanto, en este estudio se señalan las desventajas de la aplicación de la terapia CAR-T Cell debido a las complicaciones infecciosas derivadas.

Por su parte (Marron, 2022) realizó también un estudio cuyo objetivo consistió en demostrar que cuando se aplica la Terapia CAR-T a pacientes pediátricos, adolescentes y adultos jóvenes con Leucemia linfoblástica aguda (LLA) de células B en recaída/refractaria las infecciones fueron comunes en los 90 días posteriores al tratamiento con células CAR-T. En este estudio retrospectivo se realizó con un número de 38 pacientes. Los pacientes recibieron quimioterapia de reducción de linfocitos seguida de una infusión de células T CD19-CAR. Los productos de células T CD19-CAR incluyeron tisagenlecleucel CD19/4-1BB o CD19/4. Uno de los pacientes recibió tratamiento con los dos productos en un tiempo mayor de un año recibiendo un AlloHCT entre las infusiones repetidas de células T CD19-CAR del mismo producto como consecuencia a neoplasias malignas recurrentes o a una pérdida temprana de BCA.

Como resultado de análisis se informaron las complicaciones infecciosas de los pacientes y se concluyó que la incidencia de las infecciones después de la terapia CAR-T en este grupo de pacientes sigue siendo similar a estudios anteriores. Las infecciones producidas al inicio de la infusión tuvieron una mayor incidencia. Las infecciones bacterianas fueron las más frecuentes y generalmente se produjeron a los 28 días después del inicio de la terapia celular CAR-T. La tasa de infecciones virales fue similar durante el período de estudio y destacaron en este grupo las debidas a reactivaciones virales sistémicas y patógenos gastrointestinales. Las infecciones fúngicas fueron escasas. Estos resultados fueron equiparables a otros centros. Como conclusión del estudio se describe la incidencia y distribución de complicaciones infecciosas en los grupos de pacientes que reciben terapia con células CD19-CAR por lo que es importante el establecimiento de protocolos

adecuados para la vigilancia junto con la profilaxis y el tratamiento de las infecciones.

## **2. En relación a la terapia CAR-T Cell aplicada en las bacterias se encontraron las siguientes aplicaciones ventajosas:**

Primeramente se puede resaltar el ensayo llevado a cabo por Liang, *et al.* (2018). Este estudio se aplicó a un grupo de ocho pacientes de entre 15 y 50 años diagnosticados de tuberculosis mediante exámen microscópico del frotis de esputo, cultivo y pruebas de sensibilidad a los medicamentos antituberculosos. Cada paciente recibió 12 ciclos con terapia celular de transferencia. El resultado del estudio fue muy favorable ya que la administración de células alogénicas Vg9Vd2 inhibió el progreso de las lesiones durante los ciclos aplicados y el tamaño de las lesiones cavitarias también disminuyó de forma considerable. Las proporciones de prevalencia de curación fueron del 87,5% cuando los pacientes fueron tratados conjuntamente con ambas terapias mientras que si la tasa de prevalencia fue únicamente del 54% cuando los pacientes fueron tratados únicamente con medicamentos anti-MDR. Por lo tanto, concluyeron que la terapia CAR-T presenta resultados alentadores y prometedores en la terapia frente a las micobacterias multirresistentes.

## **3. En relación a la terapia CAR-T Cell aplicada en hongos se encontraron las siguientes aplicaciones ventajosas:**

(Da Silva, 2021) en relación con la criptococosis realizó un estudio para atacar a la cápsula de los criptococos compuesta por el polisacárido glucuronoxilomanano (GXM) que constituye su principal factor de virulencia. Para ello redirigió las células T mediante el uso de partículas lentivirales para apuntar a distintos tipos de célula titán procedentes del *C. neoformans* y *C. gattii* mediante GXMR-CAR. Se usaron partículas lentivirales que portaban la secuencia GXMR-CAR para transducir células Jurkat, y estas células modificadas interactuaron a su vez con el GXM de la cepa *C. gattii* R265.

Como resultado el reconocimiento de GXM por parte de las células T GXMR-CAR derivó en la secreción de granzima e interferón gamma, Por otra parte la capacidad de unión de las células T GXMR-CAR se detectó mediante microscopía fluorescente. También se observó un número menor de células titán en las secciones de tejido pulmonar teñidas con metenamina plata evaluadas con NanoZoo-

mer. Por lo tanto, concluyeron que las células creadas mediante bioingeniería que utilizan CAR pueden mejorar el tratamiento de la criptococosis. Estos resultados resultan prometedores para la aplicación en modelos animales y comprobar su eficacia en un futuro próximo.

A su vez (Dos Santos, 2021) realizó también un estudio basado en incidir sobre las células titán del *Cryptococcus spp* mediante la terapia GXMR-CAR para redirigir las células T hacia las células titán objetivo ya que estas células son útiles para escapar de la respuesta inmunitaria del huésped al *Cryptococcus* contribuyendo a la patogenicidad de este. Las células Titan se formaron utilizando medio TCM mediante el cultivo de levaduras durante 24 horas en caldo SD y se inocularon  $5 \times 10^4$  células/ml en placas que contenían medio de células Titan. Las levaduras se mantuvieron a 27°C en una atmósfera de CO<sub>2</sub> al 5% durante 24 horas y se determinó la formación de células Titan mediante microscopía óptica. El dominio de unión a GXM estaba constituido por una bisagra de IgG4 humana modificada y regiones Fc y a continuación dominios transmembrana y coestimuladores de CD28 y el dominio de señalización de CD3. Posteriormente el GXMR-CAR se clonó en un vector lentiviral junto con plásmidos para realizar la transfección celular. En el estudio se comprobó la unión de las células que expresaban GXMR-CAR a la forma titanizada de los hongos por lo que estos resultados demuestran la capacidad del GXMR-CAR para redirigir a las células T para conducir las a la levadura *C. gatti* R265 y *C. neoformans* H99 permitiendo actuar sobre la cápsula de este e impedir su virulencia.

(Seif, 2022) nos muestra en su estudio otra gran aplicación de la terapia CAR-T que tuvo como objetivo demostrar la capacidad de las células T del receptor de antígeno quimérico específico de *A. fumigatus* (Af-CAR) manifestándose su capacidad de proporcionar reactividad antifúngica en modelos preclínicos *in vitro* e *in vivo*. Para ello en el estudio crearon un dominio CAR AB90-E8 capaz de reconocer un antígeno proteico conservado en la pared de las hifas de *A. fumigatus*. Las cepas de *A. fumigatus* y aislados clínicos fueron reconocidas por las células T que expresan Af-CAR proporcionando un efecto antifúngico directo contra las hifas de *A. fumigatus*. En concreto las células T CD8 +Af-CAR las cuales produjeron perforina y granzima B dañando las hifas de *A. fumigatus*. Por otro lado, las células T CD8+ y CD4+ Af-CAR liberaron citoquinas que activaron a los macrófagos para incrementar el efecto antifúngico. Como resultado los autores de este estudio mostraron como el estudio realizado contribuyó a

resaltar el potencial de las células T modificadas genéticamente para tratar enfermedades infecciosas agresivas de difícil control con la terapia antimicrobiana convencional y confirma la importancia del desarrollo clínico de la terapia con células T Af-CAR para tratar la IPA.

Por otro lado (Little, 2022) realizó un estudio cuyo objetivo consistió en determinar la incidencia de IFD después de la terapia CAR-T Cell sin la administración de profilaxis antimicótica de rutina y para informar las pautas clínicas para la profilaxis frente a la terapia preventiva. Para ello se realizó un estudio de cohorte retrospectivo en un centro con 280 pacientes adultos de edad superior o igual a 18 años sometidos a tratamiento de linfoma de células B grandes, linfoma folicular y linfoma de células del manto con terapia de células T CD19 CAR. La duración del tratamiento comprendió un período aproximado de 2 años de duración. La media de duración del seguimiento fue de 259 días. La media de edad fue de 64 años de los que un 66% eran hombres y un 34% mujeres. Todos los pacientes tenían Linfoma No Hodgking y el 56% Linfoma difuso de células grandes. Los pacientes recibieron una media de 3 ciclos de quimioterapia. Aproximadamente un tercio de los pacientes se habían sometido a un TCH previo autólogo en un 90% de los casos.

En los resultados del estudio, los pacientes presentaron un cuadro de neutropenia de grado 3 y 4 después del día 30. El 35% de los pacientes tenía hipogammaglobulinemia y el 20% de los pacientes tenía un recuento de CD4 de 200 después del día 30 de la infusión con células CAR-T. La aparición de neutropenia fue más frecuente entre los días 30 y 100, mientras que la hipogammaglobulinemia fue más frecuente a partir del día 100. En relación a la infusión de células CAR-T el 44% de los pacientes tuvieron una progresión de la enfermedad en una media de 83 días después de la infusión de células. El mayor porcentaje de muertes se relacionó con la enfermedad primaria. Hubo un caso de muerte de un paciente por shock séptico debido a una fungemia por *Candida tropicalis*. No se produjo ningún otro caso de muerte por IFD. Este estudio es novedoso por ser el único en el que la población de estudio no recibió profilaxis antifúngica de rutina. Se identificaron algunos casos de IFD con una incidencia del 3,8%. Los resultados de este estudio sugieren que es posible evitar la profilaxis antifúngica de rutina en pacientes en tratamiento con terapia CAR-T para el LNH en entornos con una baja incidencia institucional ya que según los resultados del estudio solo se produjo una incidencia en la aparición de levaduras del 0,4% durante el período de

neutropenia, demostrando que esta incidencia fue baja. Sin embargo, estos resultados junto con las desventajas de la profilaxis antimicótica que incluye toxicidades, interacciones farmacológicas y resistencia a los antimicrobianos y la baja incidencia general de IFI en el grupo estudiado hace concluir que sea posible que no sea necesaria la profilaxis antimicótica de rutina para pacientes con baja incidencia aportando posibles ventajas en la terapia del grupo estudiado.

terapia con células CAR-T resaltando las enormes ventajas que presenta mucho mayores que sus inconvenientes sin embargo es importante establecer medidas de vigilancia y seguridad junto con protocolos adecuados para garantizar la seguridad y eficacia junto a medidas de profilaxis antivirales en los casos necesarios y conseguir un resultado óptimo el tratamiento de las infecciones.

## CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos concluimos que la Terapia CAR-T es una prometedora alternativa en tratamientos antimicrobianos complicados debido al incremento constante de resistencias antimicrobianas y a su vez es una nueva alternativa con resultados muy alentadores como alternativa de tratamiento en las infecciones por bacterias como Mycobacterias presenta unos resultados muy satisfactorios y ventajosos.

Con relación a la aplicación de la Terapia en el campo de las infecciones fúngicas analizadas en este estudio los resultados también presentan claramente las ventajas de la terapia en relación a la bibliografía revisada sobre las aplicaciones en la terapia en *Cryptococcus*, *Aspergillus* y infecciones fúngicas invasivas presentan también unos resultados favorables como nueva terapia aplicada.

En cuanto a la aplicación de la Terapia-CAR-T en las infecciones víricas como el VIH y SARCOCV-2 los resultados de los estudios han sido muy favorables. En el campo de las aplicaciones de la terapia CAR en el VHB los resultados obtenidos también fueron ventajosos.

No tenemos datos en cuanto a la Terapia con células CAR en el campo de las enfermedades parasitarias por no haber encontrado bibliografía en la revisión bibliográfica sobre este tipo de infecciones.

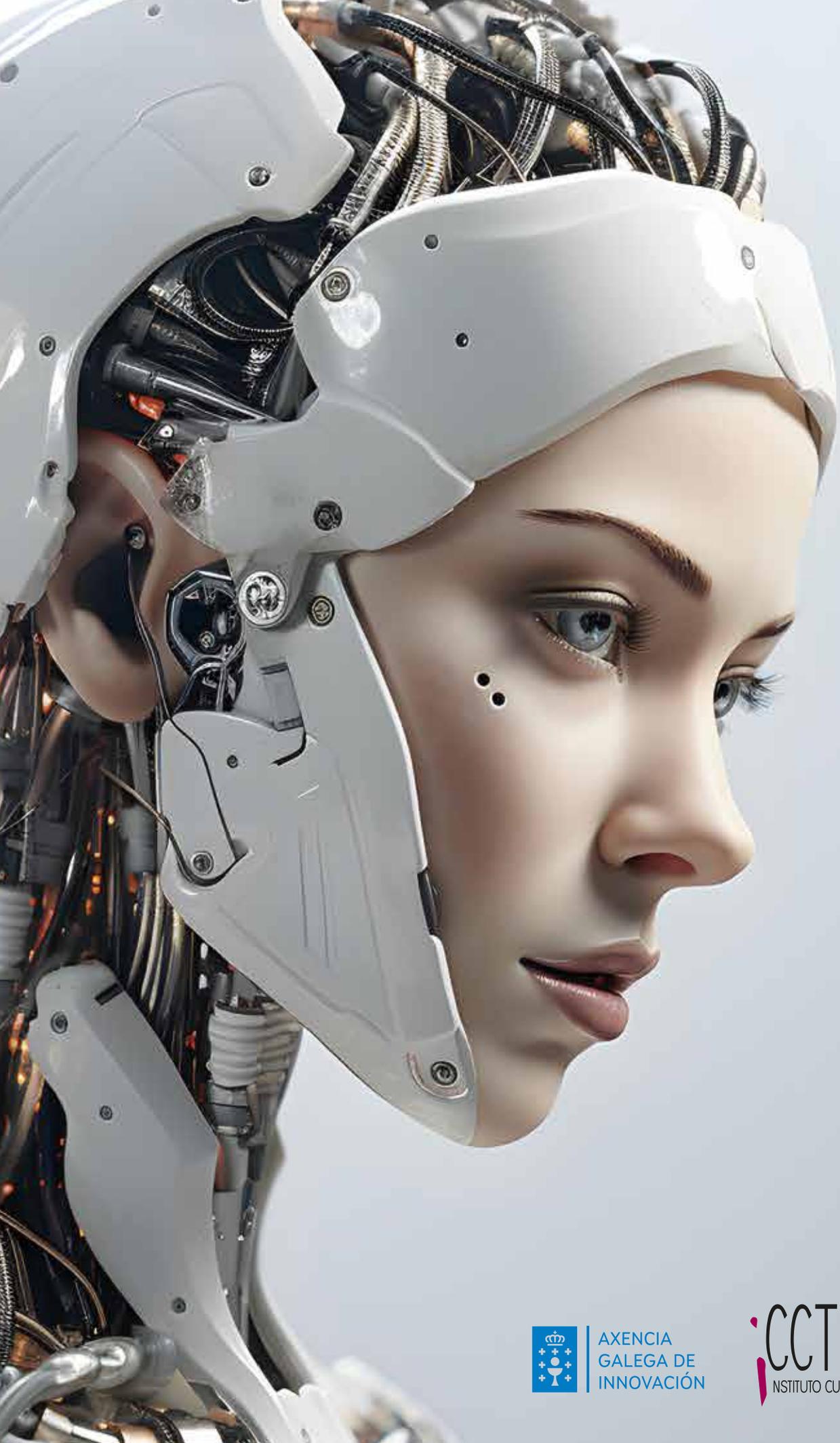
Como desventajas de la aplicación de la Terapia con células CAR-T se han encontrado estudios en las bibliografías revisadas que nos indican que en pacientes con neoplasias concomitantes como LLA, LLC y LNH presentan complicaciones infecciosas y recaídas derivadas de la aplicación de la terapia en este tipo de pacientes.

Es por ello que como conclusión personal derivada del estudio de los datos bibliográficos analizados concluyo que los resultados obtenidos confirman el enorme potencial del uso de la

## BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilera, E. (2014). ¿Revisión sistemática, revisión narrativa o metaanálisis? *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, 21(6), 359-360. <https://dx.doi.org/10.4321/S1134-80462014000600010>
2. Ayat, J.; Martín-Mazuelos, E.; Pemán, J.; Quindós, G.; Sánchez, F.; García-Rodríguez, J.; Guarro, J.; Guinea, J.; Linares, M.; Pontón, J.; Rodríguez-Tudela, J., y Cuenca-Estrella, M. Grupo de Estudio de Micología Médica de la SEIMC (GEMICOMED) (2010). Recomendaciones sobre el diagnóstico de la enfermedad fúngica invasora de la Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica (SEIMC). *Actualización 2010, Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 39. doi:10.1016/j.eimc.2010.08.005.
3. Bush, L., & Schmidt, C. (2022). Introducción a las bacterias. Florida Atlantic University.
4. Cuenca, J. A.; Schettino, M. G.; Vera, K. E., & Tamariz, L. E. (2022). Terapia de células T con receptores de antígenos quiméricos: revisión de la literatura. *Gaceta Mexicana de Oncología*, 21(1), 17-25. <https://doi.org/10.24875/j.gamo.21000181>
5. Cui, R.; Lyu, C.; Li, Q.; Jiang, Y.; Mou, N.; Yang, Z.; Liu, X.; Deng, Q.; Li, L. (2021). Humanized anti-CD19 chimeric antigen receptor-T cell therapy is safe and effective in lymphoma and leukemia patients with chronic and resolved hepatitis B virus infection. *Hematology and Oncology*. 39(1): 75-86. doi: 10.1002/hon.2807.
6. Da Silva, T. A.; Hauser, P. J.; Bandey, I.; Laskowski, T.; Wang, Q.; Najjar, A. M., & Kumaresan, P. R. (2021). Glucuronoxylomannan in the *Cryptococcus* species capsule as a target for chimeric antigen receptor T-cell therapy. *Cytotherapy*, 23(2), 119-130. <https://doi.org/10.1016/j.jcyt.2020.11.002>
7. Dantzer KW & Jagannathan P. (2018).  $\gamma\delta$  T Cells in Antimalarial Immunity: New insights into their diverse functions in protection and tolerance. *Frontiers in Immunology*. 23(9): 2445. doi: 10.3389/fimmu.2018.02445.
8. Dos Santos, M. H.; Machado, M. P.; Kumaresan, P. R.; da Silva, T. A. (2021). Titan Cells and Yeast Forms of *Cryptococcus neoformans* and *Cryptococcus gattii* Are Recognized by GXMR-CAR. *Microorganisms*, 9(9): 1886. doi: 10.3390/microorganisms9091886.
9. Drobnic, I. (2003). Diagnóstico y tratamiento de las enfermedades infecciosas en atención primaria. Grupo Vita.
10. García, J., & Pemán, J. (2018). Diagnóstico microbiológico de las micosis invasoras. *Revista Iberoamericana de Micología*, 35(4), 179-185. <https://doi.org/10.1016/j.riam.2018.05.003>
11. García-García, I.; Guerra-García, P.; Ferreras, C.; Borobia, A. M.; Carcas, A. J.; Queiruga-Parada, J.; Vicario, J. L.; Mirones, I.; Solano, C.; Eguizabal, C.; Soria, B.; Pérez-Martínez, A. (2021). A phase I/II dose-escalation multi-center study to evaluate the safety of infusion of natural killer cells or memory T cells as adoptive therapy in coronavirus pneumonia and/or lymphopenia: RELEASE study protocol. *Trials*, 22(1): 674. doi: 10.1186/s13063-021-05625-7
12. Gonzalez de Buitrago, J. (2010). Técnicas y Métodos de Laboratorio Clínico. *Elsevier*. <http://ifssa.ddns.net/biblioteca/files/original/4f57017ea5b967990be23341739f2231.pdf>
13. Haeseleer, F.; Eichholz, K.; Tareen, S. U.; Iwamoto, N.; Roederer, M.; Kirchoff, F.; Park, H.; Okoye, A. A.; Corey, L. (2020). Real-Time Killing assays to assess the potency of a new anti-simian immunodeficiency virus chimeric antigen receptor T Cell. *AIDS Research and Human Retroviruses*, 36(12): 998-1009. doi: 10.1089/AID.2020.0163.
14. Han, L.; Zhou, J.; Zhou, K.; Zhu, X.; Zhao, L.; Fang, B.; Yin, Q.; Wei, X.; Zhou, H.; Li, L.; Xu, B.; Zhang, J.; Song, Y.; Gao, Q. (2020). Safety and efficacy of CAR-T cell targeting BCMA in patients with multiple myeloma coinfecting with chronic hepatitis B virus. *Journal of Immunotherapy Cancer*, 8(2): e000927. doi: 10.1136/jitc-2020-000927.
15. Hill, J. A.; Li, D.; Hay, K. A.; Green, M. L.; Cherian, S.; Chen, X.; Riddell, S. R.; Maloney, D. G.; Boeckh, M.; Turtle, C. J. (2018). Infectious complications of CD19-targeted chimeric antigen receptor-modified T-cell immunotherapy. *Blood*, 131(1): 121-130. doi: 10.1182/blood-2017-07-793760.
16. Kenetz, R. (Ed.). (2021). Sherris. Microbiología médica. McGraw Hill. <http://ifssa.ddns.net/biblioteca/files/original/8330679743987ea4d48b74419346d18a.pdf>.
17. Lai, P.; Chen, X.; Qin, L.; Jiang, Z.; Luo, C.; Huang, X.; Wu, S.; Ling, W.; Wang, Y.; Wang, J.; Deng, C.; Huang, L.; Zeng, L.; Lu, Z.; Zhong, L.; Liao, P.; Li, M.; Chen, D.; Geng, S.; Wu, P.; Tang, Z.; Pei, D.; Du, X.; Li, P.; Weng, J. (2020). The efficacy and safety of CAR-T cell therapy in patients with refractory ALL and concomitant HBV infection. *Leukemia*, 34(10): 2790-2793. doi: 10.1038/s41375-020-0952-4.
18. Liang, J.; Fu, L.; Li, M.; Chen, Y.; Wang, Y.; Lin, Y.; Zhang, H.; Xu, Y.; Qin, L.; Liu, J.; Wang, W.; Hao, J.; Liu, S.; Zhang, P.; Lin, L.; Alhaggar, M.; Zhou, J.; Zhou, L.; Guo, H.; Wang, Z.; Liu, L.; Deng, G.; Zhang, G.; Wu, Y.; Yin, Z. (2021). Allogeneic V $\gamma$ 9V $\delta$ 2 T-Cell therapy promotes pulmonary lesion repair: An open-label, single-arm pilot study in patients with multidrug-resistant tuberculosis. *Frontiers in Immunology*, 15;12:756495. doi: 10.3389/fimmu.2021.756495.
19. Little, J. S.; Aleissa, M. M.; Beluch, K.; González-Bocco, I. H.; Marty, F. M.; Manne-Goehler, J.; Koo, S.; Hammond, S. P.; Jacobson, C. A. (2022). Low incidence of invasive fungal disease following CD19 chimeric antigen receptor T-cell therapy for non-Hodgkin lymphoma. *Blood Advances*, 6(16): 4821-4830. doi: 10.1182/bloodadvances.2022007474
20. Liu, B.; Zhang, W.; Xia, B.; Jing, S.; Du, Y.; Zou, F.; Li, R.; Lu, L.; Chen, S.; Li, Y.; Hu, Q.; Lin, Y.; Zhang, Y.; He, Z.; Zhang, X.; Chen, X.; Peng, T.; Tang, X.; Cai, W.; Pan, T.; Li, L.; Zhang, H. (2021). Broadly neutralizing antibody-derived CAR T cells reduce viral reservoir in individuals infected with HIV-1. *Journal Clinical Investigation*, 131(19): e150211. doi: 10.1172/JCI150211.
21. +Maldini, C. R.; Ellis, G., & Riley, J. L. (2018). Células CAR T para infección, autoinmunidad y alotrasplante. *Nature Reviews Immunology*, 18, 605-616. <https://doi.org/10.1038/s41577-018-0042-2>.
22. Maron, G. M.; Hijano, D. R.; Epperly, R.; Su, Y.; Tang, L.; Hayden, R. T.; Naik, S.; Karol, S. E.; Gottschalk, S.; Triplett, B.M.; Talleur, A. C. (2022). Infectious Complications in Pediatric, Adolescent and Young Adult Patients Undergoing CD19-CAR T Cell Therapy. *Frontiers in Oncology*, 12:845540. doi: 10.3389/fonc.2022.845540.
23. Murray, P.; Rosenthal, K., & Phaller, M. (2021). *Microbiología Médica*. Elsevier.
24. Notario Dongil, C.; Fuentes, F.; Gómez Lluch, M. T.; Marcos de La Torre,

- A.; Andrés Navarro, N., & Valenzuela Gámez, J. C. (2020). CAR-T: luces y sombras. *Revista de la OFIL*, 30(4), 329-333.
25. Organización Panamericana de la Salud (2011). Epidemiología para el control de enfermedades (MOPECE). *Segunda Edición Revisada*. <https://www.paho.org/col/dmdocuments/MOPECE4.pdf>.
  26. Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2019). Tratamiento de las enfermedades infecciosas 2020-2022. *Washington, D.C.* <https://iris.paho.org/handle/10665.2/51695>
  27. Palomo, J. D.; Agüero, J.; Parra, J., y Santos, M. (2010). Enfermedades infecciosas. Concepto. Clasificación. Aspectos generales y específicos de las infecciones. Criterios de sospecha de enfermedad infecciosa. Pruebas diagnósticas complementarias. *Criterios de indicación. Medicina*. 10(49): 3251-3264. doi: 10.1016/S0304-5412(10)70027-5.
  28. Ruiz, V. A., & Guillén, S. M. (2006). Tratado SEIMC de enfermedades infecciosas y microbiología clínica. *Editorial Médica Panamericana*.
  29. Seif, M.; Kakoschke, T. K.; Ebel, F.; Bellet, M. M.; Trinks, N.; Renga, G.; Pariano, M.; Romani, L.; Tappe, B.; Espie, D.; Donnadieu, E.; Hünninger, K.; Häder, A.; Sauer, M.; Damotte, D.; Alifano, M.; White, P. L.; Backx, M.; Nerreter, T.; Machwirth, M.; ... Löffler, J. (2022). CAR T cells targeting *Aspergillus fumigatus* are effective at treating invasive pulmonary aspergillosis in preclinical models. *Science translational medicine*, 14(664), eabh1209. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.abh1209>.
  30. Shah, G. L.; DeWolf, S.; Lee, Y. J.; Tamari, R.; Dahi, P. B.; Lavery, J. A.; Ruiz, J.; Devlin, S. M.; Cho, C.; Peled, J. U.; Politikos, I.; Scordo, M.; Babady, N. E.; Jain, T.; Vardhana, S.; Daniyan, A.; Sauter, C. S.; Barker, J. N.; Giralt, S. A.; Goss, C.; Maslak, P.; Hohl, T. M.; Kamboj, M.; Ramanathan, L.; van den Brink, M. R.; Papadopoulos, E.; Papanicolaou, G.; Perales, M. A. (2020). Favorable outcomes of COVID-19 in recipients of hematopoietic cell transplantation. *Journal Clinical Investigation*, 130(12): 6656-6667. doi: 10.1172/JCI141777.
  31. Tamari, R.; Politikos, I.; Knorr, D. A.; Vardhana, S. A.; Young, J. C.; Marcello, L. T.; Dodd, S.; Devlin, S. M.; Ramanathan, L. V.; Pessin, M. S.; Dunn, E.; Palazzo, M.; Bravo, C. D.; Papanicolaou, G. A.; Kamboj, M.; Perales, M. A.; Chung, D. J.; Shah, G. L. (2021). Predictors of Humoral Response to SARS-CoV-2 Vaccination after Hematopoietic Cell Transplantation and CAR T-cell Therapy. *Blood Cancer Discovery*, 2(6): 577-585. doi: 10.1158/2643-3230.
  32. Tzannou, I.; Papadopoulou, A.; Naik, S.; Leung, K.; Martínez, C. A.; Ramos, C. A.; Carrum, G.; Sasa, G.; Lulla, P.; Watanabe, A.; Kuvalekar, M.; Gee, A. P.; Wu, M. F.; Liu, H.; Grilley, B. J.; Krance, R. A.; Gottschalk, S.; Brenner, M. K.; Rooney, C. M.; Heslop, H. E., et al. (2017). Off-the-Shelf Virus-Specific T Cells to Treat BK Virus, Human Herpesvirus 6, Cytomegalovirus, Epstein-Barr Virus, and Adenovirus Infections After Allogeneic Hematopoietic Stem-Cell Transplantation. *Journal of Clinical Oncology: Official Journal of the American Society of Clinical Oncology*, 35(31), 3547-3557. <https://doi.org/10.1200/JCO.2017.73.0655>
  33. Walti, C. S.; Loes, A. N.; Shuey, K.; Krantz, E. M.; Boonyaratanakornkit, J.; Keane-Candib, J.; Loeffelholz, T.; Wolf, C. R.; Taylor, J. J.; Gardner, R. A.; Green, D. J.; Cowan, A. J.; Maloney, D. G.; Turtle, C. J.; Pergam, S. A.; Chu, H. Y.; Bloom, J. D.; Hill, J. A. (2021). Humoral immunogenicity of the seasonal influenza vaccine before and after CAR-T-cell therapy: a prospective observational study. *Journal Immunotherapy Cancer*, 9(10): e003428. doi: 10.1136/jitc-2021-003428.
  34. Wang, D.; Mao, X.; Que, Y.; Xu, M.; Cheng, Y.; Huang, L.; Wang, J.; Xiao, Y.; Wang, W.; Hu, G.; Zhang, S.; Zhang, T.; Li, C.; Zhou, J. (2021). Viral infection/reactivation during long-term follow-up in multiple myeloma patients with anti-BCMA CAR therapy. *Blood Cancer Journal*, 11(10): 168. doi: 10.1038/s41408-021-00563-8.
  35. Wang, X.; Sandberg, M. L.; Martin, A. D.; Negri, K. R.; Gabrelow, G. B.; Nampe, D. P.; Wu, M. L.; McElvain, M. E.; Toledo Warshaviak, D.; Lee, W. H.; Oh, J.; Daris, M. E.; Chai, F.; Yao, C.; Furney, J.; Pigott, C.; Kamb, A.; Xu, H. (2021). *Potent, Selective CARs as Potential T-Cell Therapeutics for HPV-positive Cancers Journal Immunotherapy*, 44(8): 292-306. doi: 10.1097/CJI.0000000000000386.
  36. Wei, J.; Zhu, X.; Mao, X.; Huang, L.; Meng, F.; Zhou, J. (2019). Severe early hepatitis B reactivation in a patient receiving anti-CD19 and anti-CD22 CAR T cells for the treatment of diffuse large B-cell lymphoma. *Journal Immunotherapy Cancer*, 7(1): 315. doi: 10.1186/s40425-019-0790-y.
  37. Wittmann Dayagi, T.; Sherman, G.; Bielora, B.; Adam, E.; Besser, M. J.; Shimon, A.; Nagler, A.; Toren, A.; Jacoby, E.; Avigdor, A. (2021). Characteristics and risk factors of infections following CD28-based CD19 CAR-T cells. *Leukemia & Lymphoma*, 62(7): 1692-1701. doi: 10.1080/10428194.2021.1881506.
  38. Wudhikarn, K.; Palomba, M. L.; Pennisi, M.; García-Recio, M.; Flynn, J. R.; Devlin, S. M.; Afuye, A.; Silverberg, M. L.; Maloy, M. A.; Shah, G. L.; Scordo, M.; Dahi, P. B.; Sauter, C. S.; Batlevi, C. L.; Santomaso, B. D.; Mead, E.; Seo, S. K.; Perales, M. A. (2020). Infection during the first year in patients treated with CD19 CAR T cells for diffuse large B cell lymphoma. *Blood Cancer Journal*, 10(8): 79. doi: 10.1038/s41408-020-00346-7.
  39. X Yang, C.; Xie, M.; Zhang, K.; Liu, H.; Liang, A.; Young, K. H.; Qian, W. (2020). Risk of HBV reactivation post CD19-CAR-T cell therapy in DLBCL patients with concomitant chronic HBV infection. *Leukemia*. 34(11): 3055-3059. doi: 10.1038/s41375-020-0913-y.
  40. Zmievskaia, E.; Valiullina, A.; Ganeeva, I.; Petukhov, A.; Rizvanov, A.; Bulatov, E. (2021) Application of CAR-T Cell Therapy beyond Oncology: Autoimmune Diseases and Viral Infections. *Biomedicines*, 59. doi: 10.3390/biomedicines9010059.



AXENCIA  
GALEGA DE  
INNOVACIÓN



INSTITUTO CULTURA CIENCIA Y TECNOLOGIA