



MEMORIAS DE PROYECTOS  
30 DE ABRIL DE 2022

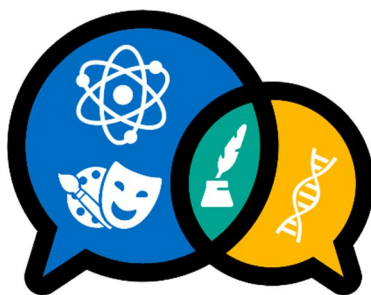
I CONGRESO DE  
JÓVENES INVESTIGADORES  
LUIS AMIGÓ











**I Congreso de  
Jóvenes Investigadores**

**LUIS AMIGÓ**

**Memorias de proyectos**



Primera edición: abril de 2022

© de los autores

Colegio Luis Amigó

Carretera Tajonar Km.2 – 31192 – Mutilva

Editor: Colegio Luis Amigó

Web: <http://www.colegioamigo.es/>

Twitter: @colegioamigo

Facebook: @colegioamigo

Instagram: @colegioamigo

YouTube: <https://bit.ly/3gHbS7R>

|                           |          |
|---------------------------|----------|
| <b>Presentación .....</b> | <b>7</b> |
|---------------------------|----------|

|                                                                                                                                                                                                       |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>La soledad en pacientes hospitalizados y en personas mayores en residencias del Área de Salud de Tudela. Lucía Vitas Cornago, Nerea Aznárez Ochoa y Sandra López Pino (IES Valle del Ebro) ...</b> | <b>9</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|

|                                                                                                                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Las mega constelaciones: el gran desafío para la astronomía actual. Raúl Ros Bengochea, Laura Esparza Flórez y Pablo Poveda García (Colegio Luis Amigó) .....</b> | <b>25</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

|                                                                                                                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Estudio de las bacteriemias en un hospital de segundo nivel y su área de salud. Laia Andrés Cabezas, Imane Khoudi y Lydia Virto Zardoya (IES Valle del Ebro) .....</b> | <b>43</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

|                                                                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>El papel de la lectura en el desarrollo del deterioro cognitivo. Lorena Martínez y Aizea García (IES Valle del Ebro) .....</b> | <b>59</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

|                                                                                                                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Biogalaxy3: A Project to provide UV protection for plants in Mars. Leyre Ortiz Llull, Andrea Urdániz Martínez y Nahia Eza Arruti (Planetario de Pamplona) .....</b> | <b>75</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

|                                                                                                                                                                                                    |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Desarrollo de una aplicación que calcule la herencia fenotípica de caracteres sanguíneos. Patricia Vital Pagola, Maitane Lizarraga Lopez y Marta Fernández Pérez (Colegio Luis Amigó) .....</b> | <b>89</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

|                                                                                                                                                                              |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>El antes y el después de la COVID-19 en el Área de Salud de Tudela. Nuevas estrategias. Maider Miramón Fernández y Adriana Prieto Aldunate (IES Valle del Ebro) .....</b> | <b>103</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|

**¿Cómo funcionan las vacunas?** Ponencia ilustre, Dr. Ignacio López-Goñi (Universidad de Navarra) ..... **119**

**Los vehículos de competición: la tecnología detrás de la movilidad eléctrica.** Ponencia ilustre, Javier Iribarren López (Universidad Pública de Navarra) ..... **121**



## PRESENTACIÓN

---

Tienes en tus manos un ejemplar de algo increíble. Y lo tienes ya que hace unos meses te animaste a participar en el I Congreso de Jóvenes Investigadores Luis Amigó. Lo primero que te queremos decir es, ¡GRACIAS!

Gracias porque nos alegra ver cómo los jóvenes os implicáis día a día en la investigación, sobre todo de aquello que os gusta y llama la atención; cómo aportáis ideas y no os quedáis sentados en el sofá viendo la vida pasar, cómo acudís a eventos como este, con el que queremos daros voz para que nos contéis de qué van vuestros trabajos, por qué es importante lo que hacéis, qué repercusiones puede tener eso para nuestra sociedad, qué dificultades habéis tenido y cómo las habéis solucionado.

Este es el primer evento de este tipo que se celebra en el Colegio Luis Amigó y esperamos poder realizar muchos más en el futuro. También esperamos que lo hayáis disfrutado y hayáis aprendido durante la mañana en la que ha tenido lugar, que la experiencia haya merecido la pena. Nosotros solo podemos decir que ha sido un placer haberlo preparado para vosotros.

El número 1 es el símbolo de la unidad, el punto de partida y el inicio de todo, la unidad de referencia en matemáticas. La simbología del número 1 se plasma con el Sol y se caracteriza por su potencia. Es energía en estado natural pero también fuerza creativa, original y positiva. En matemáticas, el número 1 es el cociente de cualquier número distinto de cero entre sí mismo. También es el primer y segundo número de la sucesión de Fibonacci. En informática, el uno forma parte del sistema binario. Y en química, es el número atómico del hidrógeno o del grupo de la tabla periódica de los elementos alcalinos. Es la tecla que desaparecía en las máquinas de escribir antiguas porque se podía sustituir por la I latina mayúscula. El número que esta temporada lleva el piloto Max Verstappen. Y para Philo de Alejandría representaba el número de Dios, lo que sirvió para que se convirtiera en la base de todos los demás números.

En este libro recoge las memorias de investigación del I Congreso de Jóvenes Investigadores Luis Amigó. En él podrás leer cómo contribuir en la mejora diagnóstica y el tratamiento de las bacteriemias; cómo se han desarrollado aplicaciones para averiguar caracteres sanguíneos; cómo se ha estudiado la relación entre la soledad y la depresión en personas mayores con la intención de concienciar a las nuevas generaciones en su acompañamiento; o qué tratamientos protectores no farmacológicos existen para el trastorno del deterioro cognitivo en función de la edad, el sexo o la actividad física de los pacientes. También verás cómo se han analizado los cambios epidemiológicos en estructuras sanitarias y las consecuencias psicológicas en el personal sanitario entre las dos primeras olas de la COVID-19. E incluso podrás viajar al espacio para comprobar cómo modificar genes de plantas y hacerlas resistentes a la radiación UV o buscar los mejores materiales y colores para construir las constelaciones de satélites.

De nuevo, gracias por investigar todos estos temas (psicología, biotecnología, medicina, genética o astronomía) y, sobre todo, gracias por haber venido a contárnoslo porque, si las investigaciones no se divulgan, la sociedad no avanza.

Esperamos haber podido cumplir con vuestras expectativas y que continuéis con ganas de buscar y aprender.

No queremos terminar sin agradecer al Dr. Ignacio López-Goñi y a Javier Iribarren López su presencia y sus ponencias ilustres en el Congreso; y a José Manuel Durá Cervera, Director del Colegio Luis Amigó, por permitirnos realizar el Congreso en el Centro.

Una vez más, ¡gracias a todos!

Verónica Pérez Lanes y Javier Elizalde Razquin

*Comité Organizador del  
I Congreso de Jóvenes Investigadores  
Luis Amigó.*

# **LA SOLEDAD EN PACIENTES HOSPITALIZADOS Y EN PERSONAS MAYORES EN RESIDENCIAS EN EL ÁREA DE SALUD DE TUDELA.**

---

## **AUTORAS**

Lucía Vitas Cornago, Nerea Aznárez Ochoa y Sandra López Pino.

## **TUTORA**

Natalia Martínez Marzo.

## **ENTIDAD COLABORADORA**

Hospital Reina Sofía de Tudela, en colaboración con Santiago Urmeneta Aguilar (coordinador Trabajo Social en el Hospital Reina Sofía de Tudela).

## **CENTRO**

IES Valle del Ebro – Tudela.

## **PROGRAMA**

Bachillerato BI+.

## RESUMEN

El propósito principal de este estudio es medir el grado de soledad en pacientes hospitalizados y en personas mayores de 65 años en residencias en el AST y darlo a conocer, analizar los factores asociados a la soledad, relacionar la soledad con la depresión y, sobre todo, concienciar a las nuevas generaciones sobre la situación de las personas mayores.

En la metodología, se emplearon tres cuestionarios mediante el formato papel: un cuestionario sociodemográfico de elaboración propia, la escala de soledad de UCLA revisada (RULS), que evalúa la soledad en poblaciones diversas a través de sus 20 ítems, y la escala de depresión geriátrica de Yesavage (EDG) en su versión reducida de 15 ítems, para conocer el grado de depresión.

En los resultados del cuestionario sociodemográfico, se obtuvo que las mujeres participan más en las actividades sociales que los hombres y que, en general, no se sienten una carga para sus familiares. A través de la escala de RULS se midió el estado de ánimo y se encontró una diferencia en la media de soledad entre los que se sienten animados (50,720) y los que se sienten desganados (53,333). Finalmente, el cuestionario de Yesavage confirmó que las personas que sienten más soledad padecen más depresión.

Como conclusión, la presente investigación ha aportado información sobre la situación de soledad de las personas mayores de 65 años. Se espera, que en un futuro este y otros estudios sirvan para mejorar la situación de aquellas personas que perciban el sentimiento de soledad.

## JUSTIFICACIÓN

“La soledad se relaciona negativamente con la salud mental, aunque la dirección de la causalidad es difícil de determinar” (Heinrich., Gullone., 2006). La soledad es una experiencia inevitable para toda persona, ya que todos la hemos sentido alguna vez, especialmente durante el periodo de aislamiento de marzo de 2020. A nivel personal, nos despierta un sentimiento afectivo por las personas mayores y nos motiva a dar a conocer la situación actual en el Área de Salud de Tudela para mejorar la calidad de vida de los mismos. Por lo tanto, el propósito principal de esta investigación es informar y dar a conocer los resultados tras un estudio sobre cómo afecta la soledad de mayores de 65 años en el Área de Salud de Tudela (AST) y concienciar a adolescentes y personas adultas y hacerles ver que, en un futuro, ellos se encontrarán en esa situación y les gustará hallarse en mejores condiciones. Como respuesta, se espera que se muestren receptivos y empáticos de cara a intentar mejorar el estado de las personas mayores.

## CONTEXTUALIZACIÓN

Se ha trabajado desde dos escenarios diferenciados, que son el AST y la red de centros residenciales de la Ribera de Navarra.

El AST integra siete zonas básicas de salud: Tudela Este, Tudela Oeste, Cascante, Corella, Cintruénigo, Valtierra, Cadreita y Buñuel. La población total en esta Área de Salud mayor de 65 años, según los últimos datos disponibles (Servicio Navarro de Salud - Osasunbidea, 2019), se compone de 8.334 hombres y 10.277 mujeres.

Por otra parte, los centros residenciales que se ubican en la zona del AST están en las localidades de Buñuel, Cascante, Castejón, Cintruénigo, Corella, Cortes, Fitero, Fustiñana, Tudela, Valtierra y Villafranca. En 2017, el Gobierno de Navarra aprobó un plan llamado “Estrategia de Envejecimiento Activo y Saludable de Navarra 2017-2022” cuyo objetivo es promover que el envejecimiento se produzca con la máxima capacidad funcional y con la mejor calidad de vida, posponiendo las situaciones de dependencia durante el mayor tiempo posible (Instituto de Salud Pública y Laboral de Navarra, 2017).

## OBJETIVOS

- O.1. Dar a conocer los resultados obtenidos en el estudio de la soledad en pacientes mayores de 65 años hospitalizados y en residencias en el AST.
- O.2. Analizar los factores asociados a la soledad en personas mayores en residencia.
- O.3. Medir el grado de soledad en una muestra del AST tanto en residencias como en hospitales.
- O.4. Establecer una comparación entre los resultados obtenidos en las residencias y en el hospital.
- O.5. Relacionar la soledad con la depresión de los pacientes mediante la escala de depresión geriátrica de Yesavage.
- O.6. Concienciar a generaciones venideras de la situación en la que se encuentran nuestros mayores y darles la importancia merecida que tienen tras haber luchado por conseguir unas condiciones de las que gozamos la población de hoy en día.

## HIPÓTESIS

Basándonos en el estudio realizado por Jürschik et al., las hipótesis planteadas son las siguientes:

- H.1. Se valora que entre el 40 y el 60% de pacientes hospitalizados y de personas mayores de 65 años en residencias del AST perciben el sentimiento de soledad. A. (O.1.)
- H.2. Entre este grupo, también se adopta que serán las mujeres las más afectadas. Esto se cree ya que, en la gran mayoría de los pueblos del AST casi más del doble de mujeres mayores de 65 años en comparación con los hombres, viven solas, y su esperanza de vida es mayor. (O.1.)
- H.3. Se estima que quienes hayan recibido peor educación académica y quienes menos participen en actividades sociales o de ocio padecerán más sentimiento de soledad. (O. 2.) (O.3.)

- H.4. Se prevé que las personas de mayor edad, quienes hayan tenido peores condiciones laborales y quienes hayan padecido o padezcan alguna enfermedad como la depresión, serán más propensos a padecer soledad. (O.3.) (O.5.)
- H.5. Se espera que sufrirán de soledad quienes tengan sentimiento de carga social y aquellos que lleven más tiempo ingresados o residiendo. Es por ello que, en relación al objetivo 4, se cree que los pacientes de las residencias padecerán mayor sentimiento de soledad. (O.2.) (O.4.)

## METODOLOGÍA

### 1. Diseño

Se trata de un estudio descriptivo de tipo transversal y retrospectivo para conocer la situación de soledad en pacientes hospitalizados y personas mayores en las residencias de la zona de la Ribera y en el AST en una muestra formada por personas mayores de 65 años llevada a cabo entre abril y agosto de 2021.

### 2. Estrategia de intervención

El primer paso a dar ha sido la realización de un cuestionario sociodemográfico de elaboración propia de 16 ítems y el cuestionario validado de UCLA con 20 ítems. En las residencias se añadirán la Escala de Depresión Geriátrica de Yesavage de 15 ítems (Anexo 4) y la prueba mental abreviada de Hodgkinson (AMTS). En el siguiente paso se determina la muestra, siendo un mínimo de 30 participantes hospitalizados y 30 personas en residencias e intentando que se aproxime al 50% de cada género. El periodo de recogida de datos ha sido entre abril y agosto de 2021. La recogida de datos se hizo de manera anónima. El último paso consistió en el análisis estadístico de los datos obtenidos mediante el programa IBM SPSS en su versión 25.0. Una vez consolidado el estudio, se ha elaborado un plan de divulgación en el IES Valle del Ebro.

### 3. Participantes

*Criterios de inclusión:* Sexo: femenino y masculino. Edad: 65 y

más. Lugar de residencia: Área Salud Tudela, Navarra. Tiempo en la residencia: mínimo 1 mes. Estar hospitalizado o ingresado en una residencia de ancianos. Capaz de tomar decisiones. Puntuación de 7 o más según la puntuación de la prueba mental abreviada de Hodgkinson (AMTS). Firmar el consentimiento informado.

*Criterios de exclusión:* Personas que no cumplan los criterios de inclusión o declinen participar en el proyecto.

#### **4. Instrumentos**

*Cuestionario sociodemográfico:* cuestionario de elaboración propia para medir la soledad social, que incluye los siguientes ítems: Edad, sexo, nivel de estudios, padecer enfermedades, actividad física, visitas al centro de salud, participación en actividades sociales, acudir a misa, tener familia, tener amigos, cantidad de visitas a la residencia, trato del personal de la residencia, motivo por el cual está residiendo, tiempo en la residencia, tiempo ingresado en el hospital, estado de ánimo, sentimiento de carga para los familiares.

*Escala de soledad UCLA revisada.* (Morejón., García-Bóveda., 1994). RULS: escala de 20 ítems diseñada para evaluar la soledad emocional o percibida en poblaciones diversas. El rango de puntuaciones va de 20 a 80, correspondiendo una mayor puntuación con un mayor grado de soledad.

*Depresión. Escala de Depresión Geriátrica (EDG) de Yesavage,* versión reducida de 15 ítems (Yesavage et al., 1982). Se valora de esta forma: 0-5: Normal; 6-9: Depresión leve; >10: Depresión establecida.

#### **5. Análisis estadístico**

Para el tratamiento estadístico de los datos recogidos se ha utilizado el programa IBM SPSS en su versión 25.0.

#### **6. Cuestiones éticas**

Para obtener datos de las residencias de personas mayores ha sido necesario haber obtenido previamente la aprobación de la dirección de la institución y los participantes han debido aceptar su colaboración



mediante la firma del consentimiento informado. Para éste, se ha tenido en cuenta la Ley Orgánica, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales y el artículo 26 de la Declaración de Helsinki.

## RESULTADOS

Tras la realización de los cuestionarios en las distintas residencias del AST, se obtuvo una muestra definitiva de 38 participantes, con 15 hombres (39,47%) y 23 mujeres (60,53%). 16 de ellos residían en Tudela (42,11%), 10 en Fustiñana (26,32%) y 12 en Cascante (31,58%). 32 de ellos recibieron educación hasta la enseñanza obligatoria (84,21%), siendo 20 mujeres (52,63%) y 12 hombres (31,58%). Tanto dos hombres (5,26%) como dos mujeres (5,26%) realizaron estudios superiores. El número de años de media que llevan residiendo los participantes es de 3,72 años ( $DT= 42,84; \pm 14,09$ ).

De los resultados del test sociodemográfico se obtuvo que 21 de ellos no padecen enfermedades actualmente agudas (55,26%), correspondiendo a 7 hombres (18,42%) y 14 mujeres (36,84%) y 13 afirmaron padecer enfermedades en ese momento, 6 hombres (15,79%) y 7 mujeres (18,42%). 25 participantes calificaron su salud entre buena y excelente y 13 personas (34,21%) la calificaron como justa o pobre.

Teniendo en cuenta los ítems que están relacionados con la evaluación de la soledad social u objetiva, el 44,73% de los residentes participan con mucha frecuencia en actividades sociales, siendo la gran mayoría mujeres (36,84%). La gran mayoría (92,11%) tiene familia y el 84,21% indica tener amigos. De todos ellos, el 73,68% no se sienten una carga para las personas cercanas y sólo una persona (2,63%) sí lo siente. La mayoría de los residentes reciben visitas, ya que un 21,05% tienen visita todos los días, frente al 15,79% que no tiene nunca. De todos ellos, 26 personas (70,27%) están residiendo a causa de su propia decisión, y el 29,73% lo hacen por decisión de sus familiares.

Los resultados en RULS para la medida de la soledad, fueron

51,11 ( $DT= 5,491; \pm 1,81$ ) de media para la muestra. Los hombres obtienen un resultado de 51,33 ( $DT= 7,669; \pm 4,246$ ) y las mujeres 50,957 ( $DT= 3,637; \pm 1,573$ ).

Los resultados en Yesavage para la medida de la depresión fueron 3,54 ( $DT= 3,25 \pm 1,08$ ) de media para la muestra. Los hombres obtienen un resultado de 3,21 ( $DT= 3,68 \pm 2,12$ ) y las mujeres 3,74 ( $DT= 3,03 \pm 1,31$ ). Los resultados de depresión entre hombres y mujeres son similares, aunque es mayor la de éstas. Se observa que sufren más grado de depresión aquellas personas que solo cursaron hasta la enseñanza obligatoria, aunque su media es baja, (3,87;  $DT= 3,43 \pm 1,26$ ) lo que se considera como normal. Además, los residentes que autoevalúan su salud como excelente o muy buena solo tienen 1 punto de media en el test, a diferencia de los que dicen tenerla buena o justa, que rondan los 4 puntos, y los que la evalúan como pobre, que están por encima de los 6 puntos. Por otra parte, las personas que acuden a misa padecen menos depresión (3,10;  $DT= 2,86 \pm 1,04$ ) que los que no lo hacen (5,83;  $DT= 4,45 \pm 4,67$ ), al igual que los que no tienen familia (5,67;  $DT= 4,04 \pm 10,04$ ) ni amigos (6,83;  $DT= 3,54 \pm 3,72$ ). Ver tablas 5 y 6.

Se buscaron diferencias estadísticamente significativas entre el sexo y los resultados obtenidos en RULS. Para ello, se realizó la prueba de U de Mann-Whitney, en la que se obtuvo una significación exacta de 0,535, por lo que no existe relación alguna. También se analizó la relación entre el sexo y Yesavage utilizando la misma prueba. No existe relación ya que la significación es de 0,377.

Para comprobar si existe una correlación entre los estudios y la soledad, se utilizó la prueba de Spearman cuyo resultado fue negativo.

Para evaluar si existe alguna relación entre la soledad y las distintas variables sociodemográficas (edad, sexo, estudios, enfermedades, actividad física, participación social, nº de visitas, motivo por el cual se está residiendo, estado de ánimo y tiempo residiendo) se realizó la prueba de U de Mann-Whitney cuyos resultados fueron todos negativos, excepto en la variable del estado de ánimo y la decisión por la cual se está residiendo, que fueron positivas.

Se evaluó la asociación entre la edad y los resultados de soledad utilizando una prueba de correlación de Spearman, que finalmente no ofreció significación estadística. Siguiendo con la evaluación de la edad relacionada con la soledad, se buscó su asociación con la prueba de Spearman. Como resultado, se obtuvo una significación de 0,010 y una correlación de 0,420 de signo positivo, y por lo tanto, de fuerza moderada, confirmando así la existencia de dicha correlación.

Del mismo modo, para evaluar la edad frente a la depresión, se realizó de nuevo la prueba de correlación de Spearman entre las variables de edad y depresión medida en Yesavage, pero no se obtuvo significación estadística. Al comparar las edades medias de los participantes sin depresión y aquellos que tienen una establecida, mediante U de Mann-Whitney, no existieron diferencias estadísticamente significativas.

Finalmente, se buscaron asociaciones entre el padecimiento de soledad y depresión a través de la prueba Anova, cuyos resultados afirman que aquellos que sienten más soledad padecen más depresión, ya que se obtiene una diferencia estadística significativa de 0.02. Para confirmar con mayor exactitud dicha asociación, se realizó la prueba de Tukey, en la que  $p < 0.5$ . En conclusión, las personas con una alta soledad son las que tienen datos de depresión más elevados, y esto es significativo, respecto a los otros dos grupos, con soledad media y baja.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Tras la obtención de datos de este estudio se han obtenido datos interesantes e inesperados. Evaluando los resultados del cuestionario sociodemográfico, es interesante que el 55,26% de las personas entrevistadas no suele participar en actividades sociales, siendo la mayoría hombres (34,29%), por lo que las mujeres tienen más tendencia a participar en ellas. Por otra parte, cabe destacar que la gran mayoría, el 92,11%, tiene familia, y el 84,21% amigos. De todos ellos, el 73,68% no se sienten una carga para estas personas cercanas, y solo una persona (2,63%) sí lo siente. Se cree que esto es debido a que se encuentran alojados en una residencia y no dependen directamente de

sus familiares. También acentuar que, de todos ellos, 26 personas (70,27%) están residiendo a causa de su propia decisión, y el resto (29,73%) lo hacen por decisión de sus familiares. Estos datos indican baja soledad social, y llevan a deducir que no deberían sentir gran sentimiento de soledad.

Analizando los resultados en RULS, un dato muy llamativo es que aquellos residentes que autoevalúan su salud como excelente tienen una media de 54,8, en comparación a los que la autoevalúan como pobre, cuya media es 50,600. Sin embargo, en cuanto al estado de ánimo, hay una diferencia en la media entre los que se sienten animados (50,720) y los que se sienten desganados (53,333), y aquellas personas que dicen tener enfermedades también tienen una media mayor. Es sorprendente que el tener amigos y familia y el residir por decisión propia no influya (y por tanto no haya significancia estadística) con respecto al nivel de su soledad.

Por último, en relación a la depresión medida con Yesavage, a pesar de no encontrar significancia estadística, las variables concuerdan con lo esperado en depresión, no así en soledad. Un dato fundamental es que las personas con una alta soledad son las que tienen datos de depresión más elevados.

A continuación, se procede a hacer una comparación entre los resultados del presente estudio y los de otros semejantes.

La puntuación media en el test de UCLA de los participantes es de 51,11 ( $DT=5,491 \pm 1,81$ ) sobre 80, lo que supone que en general padecen una soledad media. Esto quiere decir que sienten y tienen una soledad establecida pero no demasiado persistente, no se podría definir como tal.

En el estudio de Elsayed et al. (2009), un 86% reconoció tener un leve sentimiento de soledad, medido con el cuestionario UCLA y hasta un 56% una depresión leve, medido con Yesavage. En comparación a esta investigación, solo el 23,68% del presente estudio padecen un sentimiento de soledad bajo, y solo el 13,51% una depresión leve.

Nuestro estudio revela que las personas con mayor nivel de estudios tienen menos puntuación media (46,75 ( $DT=2,217 \pm 3,528$ )) en

UCLA que las personas sin estudios, es decir, existe una relación significativa, a diferencia del trabajo Espirito-Santo y Daniel (2018), que demuestra que el análisis de correlación entre las variables sociodemográficas y de estudios no obtuvo relaciones significativas ( $p > .05$ ).

El estudio de Jürschik et al. (2013) es un estudio similar a este, en el que utilizaron una muestra total de 398 sujetos y los participantes tenían una media de edad de 77 años. Casi la mitad de los individuos presentaban un nivel de educación bajo, el 15% vivía solo y el 33% tenían menos de tres amigos. La prevalencia de estado de ánimo negativo fue de 52,3%, siendo la proporción entre hombres y mujeres similar, lo que coincide con el estudio realizado.

De los resultados de dicho estudio se puede extraer que las mujeres, aquellas personas que viven solas, las de bajo nivel educativo y las que tienen pocas relaciones de amistad, presentan mayor soledad. Además de que las mujeres presentan peor estado de ánimo en edades más avanzadas. Adicionalmente, aquellos que declararon peor estado de salud experimentaron peor estado de ánimo. En nuestro trabajo estos resultados no son significativos, probablemente debido a causas culturales, al paso del tiempo, al número de participantes en la muestra, o a la diferencia de edades en ambas muestras.

En los resultados obtenidos en nuestro estudio se aprecia que la gran mayoría de los participantes (78,38%) padecen una depresión normal, de 2,69 de media ( $DT=1,646 \pm 0,626$ ) en el test de Yesavage y en general la media es de 3,54 ( $DT= 3,254 \pm 1,08$ ). Sin embargo, en un estudio realizado en ancianos coreanos y japoneses, Kim et al. (2009), los resultados fueron realmente significativos: “La incidencia de síntomas depresivos fue mayor que la tasa del 41,7% entre los ancianos japoneses ( $\chi^2 = 10,80$ ,  $p = .00$ ).” Kim et al. (2009). También demostraron que su autopercepción de la salud y su soledad eran predictores significativos para su depresión, a diferencia de los mayores del AST.

En esta investigación, se puede apreciar que las personas que padecen enfermedades junto con las mujeres, padecen más depresión que aquellas que no las padecen y que los hombres, aunque no se trata

de una diferencia significativa. Sin embargo, el trabajo de Abd-Allah et al. (2018) ha demostrado que el sexo, la edad y el hecho de padecer enfermedades afectan significativamente a su nivel de depresión ( $p = 0,004$ ,  $0,000$  y  $0,000$  respectivamente).

En otras investigaciones en las cuales realizan los mismos cuestionarios que en este estudio, se demostró que la soledad está directamente relacionada con la depresión de los participantes y la depresión que padecen, a su vez con su soledad (Aylaz et al., 2012), al igual que en este estudio.

## LIMITACIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Una de las más importantes ha sido la escasez de cuestionarios recibidos por parte del hospital Reina Sofía de Tudela. Esto era algo probable debido a las restricciones para prevenir la *COVID-19* que, como consecuencia, afectaron al transcurso normal de la investigación. Asimismo, se vio interrumpida por la corta estancia de los pacientes en ingreso hospitalario. Por ello, sólo se cuenta con seis cuestionarios de pacientes ingresados en dicho hospital, por lo que no se ha podido realizar el análisis estadístico de sus datos. Sin embargo, a pesar de que las residencias debían ser precavidas con la pandemia debido a su elevado riesgo de contagio, se han mostrado receptivas a colaborar en este estudio.

Por último, en el cuestionario podrían haberse incluido preguntas más específicas para conseguir un mayor acercamiento al paciente y notas aclaratorias para su mejor comprensión, como, por ejemplo, aquella en la que se preguntaba acerca de la familia, donde se podría haber preguntado por el estado civil o el número de hijos. Esto habría enriquecido el análisis estadístico y habría ayudado a percibir un mayor conocimiento de los pacientes sobre los que poder trabajar mejor.

Otras variables que podrían tenerse en cuenta en futuras investigaciones relacionadas con este mismo tema son la calidad del sueño, el tener compañero de habitación o la relación que tienen con éste y con sus propios familiares.

## CONCLUSIONES

Respecto a las hipótesis planteadas en el principio de la investigación, la primera queda confirmada en el estudio en residencias debido a que la media es de 51,11 en RULS y queda dentro del rango establecido en el trabajo. Teniendo en cuenta los rangos establecidos en este trabajo para clasificar el nivel de soledad, la suma de los porcentajes de la soledad media y alta asciende a un 76,31%, que supera el límite superior de los rangos establecidos en la primera hipótesis. En cualquier caso, se considera que este resultado, a pesar de ser mayor que el planteado, apoya dicha hipótesis.

Por otra parte, la segunda hipótesis quedaría rechazada ya que la variable del sexo no ha mostrado significancia estadística con respecto a la soledad y por lo tanto las mujeres del AST no son las más afectadas.

Al evaluarse de manera separada las variables en la tercera, cuarta y quinta hipótesis, se demuestra que sólo el padecer enfermedades y el nivel educativo afectan significativamente a la soledad de los residentes. Por contra, las actividades sociales y de ocio, el tener o no amigos, la edad, la carga social y el tiempo residiendo no afectan al nivel de soledad en el AST. La variable de vivir sólo y las condiciones laborales no han sido evaluadas en nuestra estadística.

De la cuarta hipótesis se resalta que la depresión (categorizada como enfermedad) medida con Yesavage afecta directamente al nivel de soledad de los participantes.

Se estima que las diferencias percibidas entre este estudio realizado en el AST y los estudios anteriores en los que se ha basado este trabajo pueden ser debidas a causas culturales, el paso del tiempo, el número de participantes en la muestra, la diferencia de edades en ambas muestras, etc. Se plantearía realizar el mismo estudio de aquí a unos años con los mismos criterios de inclusión y se estima que a lo largo del tiempo, estos resultados puedan ir cambiando.

## BIBLIOGRAFÍA

- Heinrich, L. M., & Gullone, E. (2006). The clinical significance of loneliness: A literature review. *Clinical psychology review*, 26(6), 695-718.
- Jürschik, P., Botigué, T., Nuin, C., & Lavedán, A. (2013). Estado de ánimo caracterizado por soledad y tristeza: factores relacionados en personas mayores. *Gerokomos*, 24(1), 14-17.
- Organización Mundial de la Salud, OMS. (2015). Informe Mundial sobre el envejecimiento y la salud. Geneva, CH: World Health Organization. Recuperado de:
- [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/186466/9789240694873\\_spa.pdf;jsessionid=3A6619EF312B97507F68D72198A19818?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/186466/9789240694873_spa.pdf;jsessionid=3A6619EF312B97507F68D72198A19818?sequence=1)
- Russell, D., Peplau, L. A., & Cutrona, C. E. (1980). The revised UCLA Loneliness Scale: concurrent and discriminant validity evidence. *Journal of personality and social psychology*, 39(3), 472.
- San Molina, L. (2010). Comprender la depresión. Editorial AMAT.
- Tilvis, R. S., Laitala, V., Routasalo, P. E., & Pitkälä, K. H. (2011). Suffering from loneliness indicates significant mortality risk of older people. *Journal of aging research*, 2011, 534781.
- Wilson, R. S., Krueger, K. R., Arnold, S. E., Schneider, J. A., Kelly, J. F., Barnes, L. L., ... & Bennett, D. A. (2007). Loneliness and risk of Alzheimer disease. *Archives of general psychiatry*, 64(2), 234-240.
- World Health Organization. (2018). *WHO clinical consortium on healthy ageing 2017: focus: development of comprehensive assessments and care plans: report of consortium meeting, 21-22 November 2017 in Geneva Switzerland* (No. WHO/FWC/ALC/18.1). World Health Organization.



- Yesavage, J. A., Brink, T. L., Rose, T. L., Lum, O., Huang, V., Adey, M., & Leirer, V. O. (1982). Development and validation of a geriatric depression screening scale: a preliminary report. *Journal of psychiatric research*, 17(1), 37-49.



# **LAS MEGA CONSTELACIONES: EL GRAN DESAFÍO PARA LA ASTRONOMÍA ACTUAL.**

---

## **AUTORES**

Raúl Ros Bengochea, Laura Esparza Flórez y Pablo Poveda García.

## **TUTORES**

Verónica Pérez Lanes y Javier Elizalde Razquin.

## **CENTRO**

Colegio Luis Amigó – Mutilva.

## **PROGRAMA**

Biología y Geología 4º E.S.O. – Luis Amigó Curiosity.

## RESUMEN

Mediante esta investigación se busca resolver el problema actual del brillo de las grandes constelaciones de satélites (sobre todo aquellas en órbitas bajas donde se produce mayor reflexión) y que interfieren con los estudios astronómicos desde la Tierra. Los satélites artificiales son un gran problema para astrónomos y aficionados que, al ver el gran impacto de las recientes constelaciones como *Starlink*, han hecho pública su insatisfacción con este hecho y han exigido medidas por parte de los fabricantes de estas constelaciones para minimizar su impacto. Aun así, a día de hoy estas siguen siendo visibles debido al gran número de satélites ya en órbita y los nuevos envíos periódicos de satélites, de los cuales apenas unos pocos presentan soluciones parciales o experimentales para el problema. Es debido a esto que en este proyecto se tratará de encontrar una forma factible para paliar y eliminar esta reflexión de la luz solar en los satélites. Esto se logrará mediante mediciones con distintos materiales y colores llegando a una solución final que logre una gran mejoría para el panorama astronómico actual, evitando problemas tales como la destrucción de los circuitos impresos presentes en satélites debido al calor o la búsqueda del mejor material para la construcción de estos satélites.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente se está hablando mucho al respecto de las constelaciones de satélites y nanosatélites y, preocupan en general, los problemas que estas pueden causar a la astronomía en el presente y a la industria aeroespacial en un futuro.

Uno de los problemas de estas constelaciones es la reflexión de la luz, principalmente solar, que hace que brillen y estropeen por completo el cielo nocturno (AURA, 2019). Esta alteración del cielo natural se puede ver a simple vista hoy en día como consecuencia de los primeros satélites *Starlink*, que no solo afectan a lo que se ve en una noche estrellada, sino que además interfieren en el trabajo de los observatorios científicos terrestres ya que, cuando tratan de hacer una foto de una zona concreta del universo, ven sus imágenes afectadas por el paso ultra rápido de los nanosatélites. Este problema se multiplicará con la llegada de miles o millones de nuevos satélites a la órbita terrestre baja.

Para saber si una constelación de satélites va a afectar a nuestras actividades, primero hay que saber qué es en sí una constelación de satélites, concepto que se puede definir como: “un grupo de ingenios espaciales con el mismo diseño y distribuidos entre una serie de órbitas con el fin de cubrir el planeta de la manera más completa posible” (SEA, 2020). Además, están localizados en “órbitas terrestres principalmente bajas para una variedad de propósitos” (IAU, 2019), y esta última parte es especialmente importante porque, al estar en una órbita más baja, los satélites reflejan la luz con mayor intensidad hacia la Tierra.

Se suele creer que las constelaciones de satélites tan solo tienen como objetivo “proporcionar servicios de comunicación, sobre todo en áreas con servicios deficientes por otros medios” (ESO, 2019); sin embargo, una de las constelaciones de satélites más famosas y que más utilizamos en nuestro día a día no tiene este objetivo. Esta constelación es el *Global Position System* (más conocido como GPS) o en sus orígenes NAVSTAR (*Global Position System*, s.f.). Cabe suponer, por lo tanto, que existen una gran variedad de aplicaciones para estas

constelaciones de satélites y nanosatélites, que van desde la cobertura global hasta constelaciones dedicadas únicamente a la observación de la Tierra (ALÉN, s.f.).

En definitiva, este trabajo se centrará en buscar un método para disminuir la reflexión de la luz en los satélites, para que así no sean perceptibles desde la Tierra y no interfieran con la actividad científica, la cual es vital para el continuo desarrollo del saber humano y la subsistencia de nuestra especie. Todo esto por supuesto sin que afecte la funcionalidad del satélite.

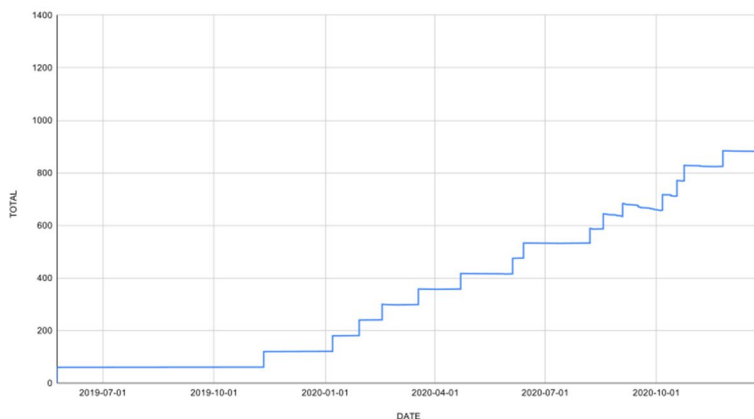
## ANTECEDENTES

Al ser este un problema actual, agencias privadas y públicas están trabajando ya en mejorarlo. La empresa que destaca en estas investigaciones es *SpaceX* que casualmente es, además, la que mayor demanda tiene. A partir de los lanzamientos masivos de sus satélites *Starlink* (*Starlink*, s.f.), (figura 1). Se han sucedido las quejas de astrónomos y asociaciones internacionales. Sin embargo, se continúan realizando peticiones para lanzar un número mucho más elevado de satélites (RTVE, 2018). Tal es la magnitud del problema que ya no es necesario utilizar un telescopio para poder verlos, se aprecian a simple vista, desde una ciudad, independientemente de la contaminación lumínica (La Vanguardia, 2019), como podemos ver en la figura 2.

*SpaceX*, al saber de estas quejas, empezó a desarrollar prototipos que redujesen la reflexión de la luz (De Córdoba, 2020), para esto trató de pintar los satélites de colores oscuros. Las tonalidades oscuras absorben más luz y por tanto se ven menos en la Tierra, sin embargo, uno de los inconvenientes de estos tonos es que, al absorber más luz, también se calientan más lo que, en un satélite que lleva circuitos impresos, no es factible por que se correría el riesgo de poder fundir los mismos.

Finalmente, *SpaceX* ha creado otro modelo de prueba que ya ha sido lanzado. Este lleva consigo una placa opaca que hace de barrera para los fotones lumínicos que rebotan en la estructura del artefacto (*SpaceX Updates*, 2020).

Starlink satellites in orbit since May 2019 (target=1440)



**Figura 1.** Satélites *Starlink* en órbita desde mayo de 2019. © Starlink. Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Starlink\\_satellites\\_in\\_orbit\\_since\\_May\\_2019\\_\(target\\_1440\).svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Starlink_satellites_in_orbit_since_May_2019_(target_1440).svg)



**Figura 2.** Satélites *Starlink* vistos en el cielo nocturno de un pueblo alemán. © Wikipedia. Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Starlink\\_%C3%BCber\\_dem\\_Rathaus\\_in\\_T%C3%BCbingen.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Starlink_%C3%BCber_dem_Rathaus_in_T%C3%BCbingen.jpg)

## HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Tras conocer la situación del problema, se plantea la hipótesis: ¿se podría diseñar una constelación de satélites que redujese o eliminase por completo la reflexión de la luz solar en los integrantes de la misma?

Los objetivos de la investigación son:

1. Buscar el color más adecuado para recubrir los satélites.
2. Obtener el material más adecuado para construir los satélites en función al color seleccionado.
3. Comprobar si una superficie plana o una con irregularidades influye en la reflexión de la luz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

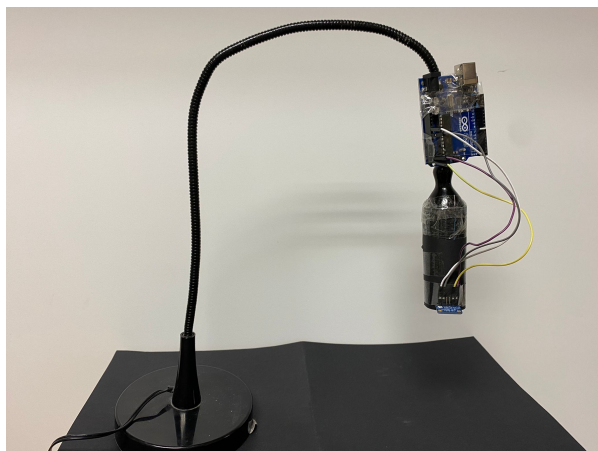
Para conseguir estos objetivos, y que el resultado tenga validez científica, se miden distintos materiales a distintas intensidades de luz para comprobar cuál de ellos refleja menos luz solar. Para lograr esto se ha hecho uso del software libre de Arduino, una placa Arduino UNO (que gestiona los datos), distintos colores con recubrimientos de plástico y colores sin este recubrimiento, además de materiales tales como superficies metálicas parecidas a las usadas en satélites, algunas de vidrio o plástico opaco.

Para datar todo esto se ha creado un medidor casero usando el sensor *TSL 2591* de *Adafruit* para realizar la medición, además de un montaje propio realizado con una lámpara, que actúa como emisora de luz, y un tubo para focalizar la luz emitida. El montaje real del experimento y el esquema del mismo se pueden ver en las figuras 3 y 4 respectivamente. Las mediciones captadas en el experimento se han apuntado en una hoja de Excel.

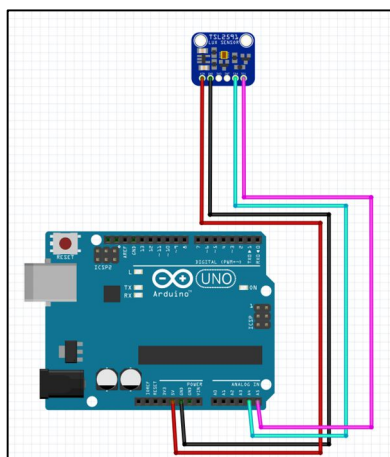
El sensor *TSL 2591* funciona midiendo la cantidad de luz que recibe de su entorno, sin embargo, ejecuta estas mediciones en luxes. El lux es la unidad de medida designada por el sistema internacional derivada del lumen y de la candela, esta unidad determina el número



de lúmenes reflejados por metro cuadrado, siendo por lo tanto el ideal para medir cantidad de luz reflejada por superficie (RAE, s.f.). Es por esto que las mediciones del experimento se realizan en luxes. Pese a todo, en caso de necesidad, se pueden transformar luxes a lúmenes y candelas mediante las fórmulas correspondientes.



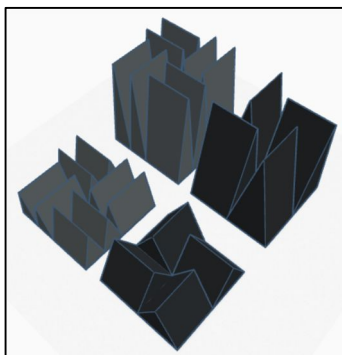
**Figura 3.** Montaje real del experimento durante una de las mediciones. Fuente: elaboración propia.



**Figura 4:** Esquema de montaje del sistema de Arduino. Fuente: elaboración propia.

El montaje del experimento es sencillo, primero se recubre la bombilla de la fuente emisora con un cilindro opaco de 8 cm. Esto servirá para focalizar la luz en un punto concreto y que resulte más fácil la medición. Tras esto se realizan las conexiones apropiadas entre la placa *Arduino UNO* y el sensor *TSL 2591*, usando la programación del siguiente enlace (<http://bit.ly/3t5LhW7>) y siguiendo el esquema de montaje de la figura 4. Una vez hecho esto, se adhiere el sensor al extremo final del tubo, procurando que el fotodiodo (la lámina amarilla transparente situada en el centro) quede por encima del borde del tubo.

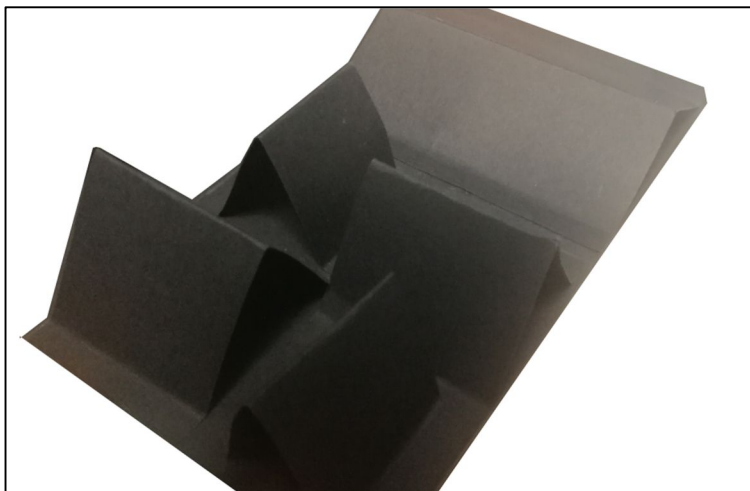
También hay que destacar que todas las mediciones se han de realizar con ausencia de luz ambiental. Esto se puede conseguir de dos formas: o bien se realiza la medición oportuna en una sala a oscuras, o se recubre el experimento con un material opaco. Así se consigue que las mediciones sean lo más exactas posibles. Para elaborar los distintos objetos y relieves para la medición se ha empleado una impresora 3D, se han confeccionado manualmente o por el contrario se han obtenido del entorno, como cartón de colores o fieltro. En el caso del experimento realizado para esta investigación se utilizaron los modelos de figuras 5 y 6, siendo el primero realizado mediante una impresora 3D y el segundo manualmente usando piezas de cartón fino.



**Figura 5:** Modelo 3D de las superficies medidas.

Fuente: elaboración propia.

Enlace: <http://bit.ly/2PW3wPz>



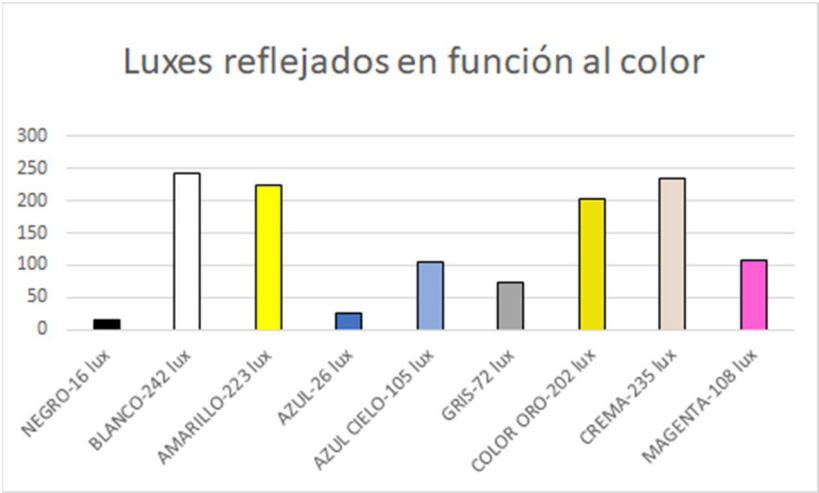
**Figura 6:** Modelo de prueba realizado manualmente con superficie triangular. Fuente: elaboración propia.

Con todos estos pasos completados ya tan sólo se debe posicionar el tubo emisor junto con el sensor (tomando como referencia para la altura este último) a la distancia que se desee. En el caso de este experimento se ha posicionado a 5 y 10 cm con los colores, a 10 cm con los distintos tipos de materiales y a 5 cm con las superficies plásticas. Es importante mantener esta distancia invariable durante todo el experimento para que los resultados sean válidos esto se debe a que la cantidad de luz reflejada depende de la distancia entre el emisor y el receptor.

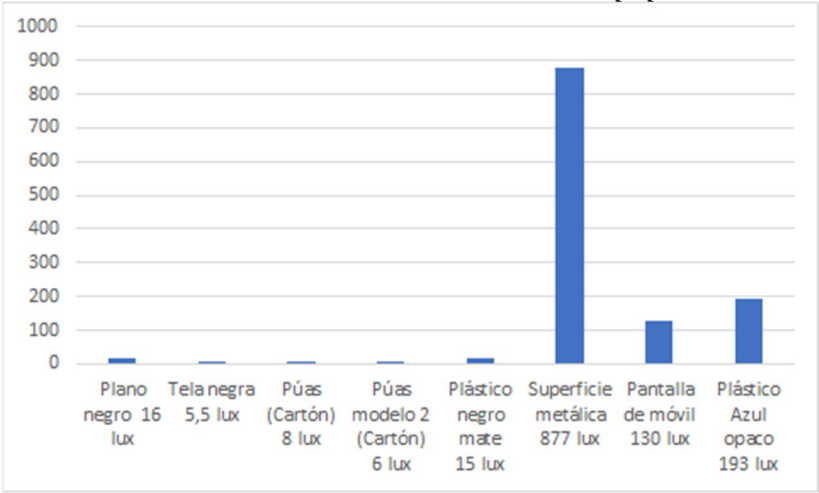
## RESULTADOS

Se empezó buscando métodos que disminuyesen la luz solar y mediante el experimento se determinó que el color más adecuado, sin duda, sería el negro ya que la cantidad de luxes que refleja es ínfima, en concreto 16 luxes a 10 cm de distancia, (figura 7). Sin embargo, este color supone un problema porque en vez de reflejar la luz la absorbe, lo que causa que la superficie que recubre se caliente. Esto no es bueno, pudiendo llegar a ocasionar que los circuitos de los

satélites se vieran dañados. Debido a esto se pensaron en otras soluciones para el problema, que combinase el uso de un color de tonalidades negras o grises, pero, a su vez, otro método distinto.



**Figura 7:** Datos recogidos en función al color al natural, es decir sin recubrimientos.  
 Distancia del emisor: 10 cm. Fuente: elaboración propia.

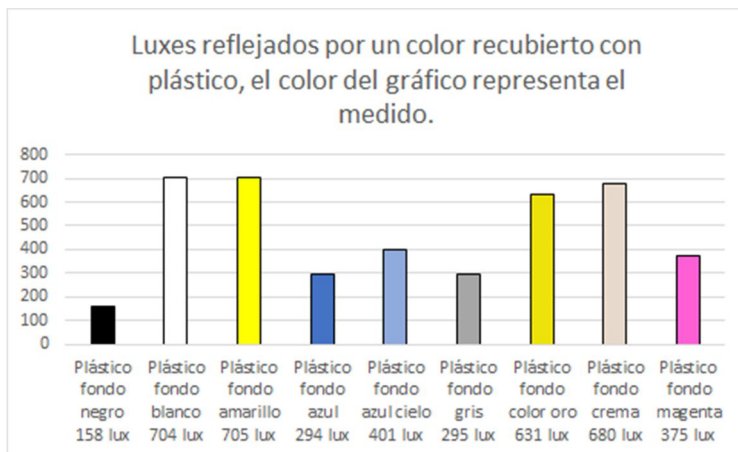


**Figura 8:** Datos recogidos de los distintos tipos de superficies.  
 Distancia del emisor: 10 cm. Fuente: elaboración propia.

Mediante distintas mediciones se concluyó que, además del color, el material utilizado para la medición era extremadamente importante ya que los datos obtenidos variaron considerablemente dependiendo de qué material se escogía. Por ejemplo, al medir el reflejo en una pieza de cartón fino de color negro se obtiene un valor de 16 luxes, sin embargo, al situar una pieza del mismo color, pero de tela se obtuvieron 5,5 luxes, (figura 8).

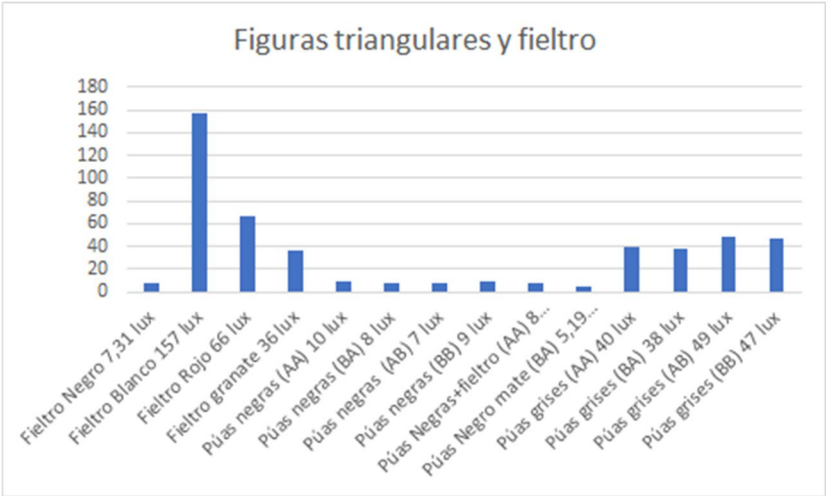
Se obtuvo el resultado opuesto al cubrir este primer color con una lámina de PVC transparente. Los luxes totales aumentaron, llegando a registrarse datos de 704 luxes en el caso del color blanco, (figura 9). Asimismo, se probó también con una superficie metálica similar al color habitual de las piezas de los satélites. El resultado evidenció que, efectivamente, esta superficie contaba con una pésima capacidad de absorción lumínica dando como resultado 877 luxes y siendo la mayor cantidad registrada en el experimento.

Se confirmó también que las tonalidades más próximas al negro, como el azul oscuro, poseen valores de reflexión menores, 26 luxes, que aquellos tonos con mayor porcentaje de blanco en ellos, como el amarillo, el crema o el propio blanco, que registraron datos de 223 luxes, 235 luxes y 242 luxes respectivamente.



**Figura 9:** Datos recogidos de los mismos colores recubiertos por una lámina de plástico transparente. Distancia del emisor: 5 cm. Fuente: elaboración propia.

Tras todo esto se realizaron mediciones en superficies no planas, es decir, con distintas estructuras 3D. Primero se dataron unas estructuras triangulares diseñadas e impresas en 3D, con esto se comprobó que el resultado no era el esperado ya que, al estar hechas de plástico gris, la estructura reflejaba una gran cantidad de luxes que variaban en función al modelo. El dato más alto registrado con esta estructura fue de 49 luxes en el modelo AB (leyenda debajo de la figura 10). Tras esto se realizaron los mismos modelos en color negro que dieron mejores resultados llegando a disminuir en un 37,5% los 16 luxes registrados en una superficie plana (la cantidad total final fue de 6 luxes).

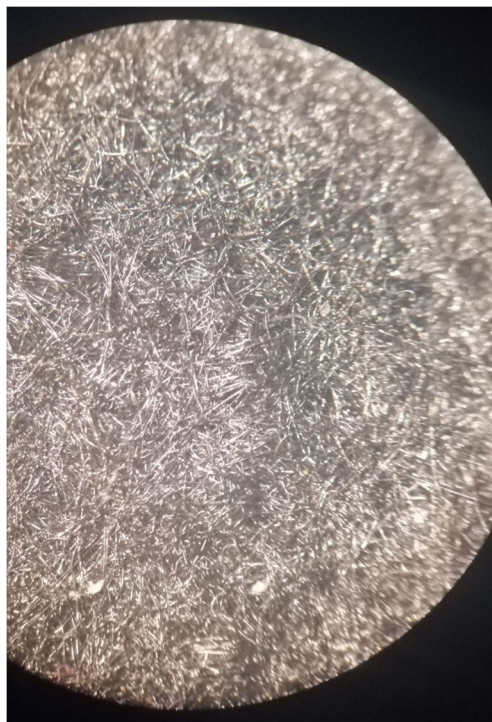


**Figura 10:** Datos recogidos de los distintos tipos de superficies.  
Distancia del emisor: 10 cm. Fuente: elaboración propia

**Leyenda de la tabla: Modelo entre paréntesis**

- Modelo AX--> Un solo pincho
- Modelo BX--> Dos pinchos
- Modelo XA--> Corta
- Modelo XB--> Larga

Se probaron los distintos modelos 3D (figura 5), impresos en gris claro y negro. Los datos fueron muy reveladores y la investigación se valió de ellos para definir la solución final del proyecto (figura 9), por ejemplo, con el modelo recubierto con fieltro se llegó a reducir el número de luxes emitidos hasta los 8 cuando su misma versión sin fieltro había registrado datos de 10 luxes en total. Este fenómeno ocurre debido a la composición macroscópica del fieltro que, como podemos observar en la figura 11, está compuesta por micro fibras dispuestas de una manera aleatoria entre sí. Al ser pequeños hilos colocados al azar, actúan como barreras para los fotones que rebotan contra ellos al tratar de salir de la estructura, lo que convierte a los materiales compuestos por fibras de este tipo en candidatos ideales para cubrir los satélites.



**Figura 11:** Estructura del fieltro vista al microscopio. Se pueden apreciar fibras de hilo microscópico. Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

Durante todo este proyecto se ha estado tratando de dar una solución al problema actual de la reflectancia de los satélites. Tras analizar los datos de todos los experimentos realizados, se puede concluir que la estructura en forma triangular reduce significativamente el número de luxes reflejados y, dependiendo de la altura y el número de púas de la estructura, refleja más o menos luxes. El candidato ideal sería el modelo BA, es decir el que dispone de una baja altura y tiene dos púas por cada sector, como podemos observar en la figura 12. Al recubrirse con una pintura especial de color negro mate nos proporciona resultados de hasta 4 luxes en su valor mínimo registrado y 5,14 de media.

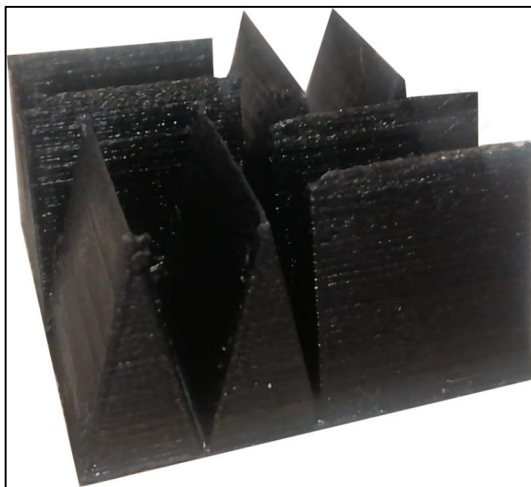
Es importante recalcar que esta es solo una de las múltiples soluciones posibles al problema. Entre otras posibles soluciones se encuentran los materiales como el fieltro, que es un buen candidato por su estructura a base de fibras y que se podría incluso combinar con las estructuras triangulares para una mayor efectividad.

El último inconveniente a tener en cuenta es la temperatura que pueden llegar a alcanzar los satélites si se revisten de un material poco adecuado. Analizando las propiedades de distintos materiales, se ha llegado a la conclusión de que el más apto para construir estas estructuras es la fibra de carbono, creada para su uso en la industria aeroespacial y ligera, lo que abarata los costes de lanzamiento. La razón principal de que se haya escogido este material es su alta tolerancia al calor y su baja conductividad térmica que, sumada a su baja expansión térmica, la convierten en la candidata principal de la investigación. La fibra de carbono tiene un inconveniente, su precio, para solventar este problema y disminuir aún más su conductividad térmica, las estructuras triangulares estarían huecas y pintadas de un color negro mate similar al usado en el experimento, como se puede ver un modelo del resultado en la figura 13.

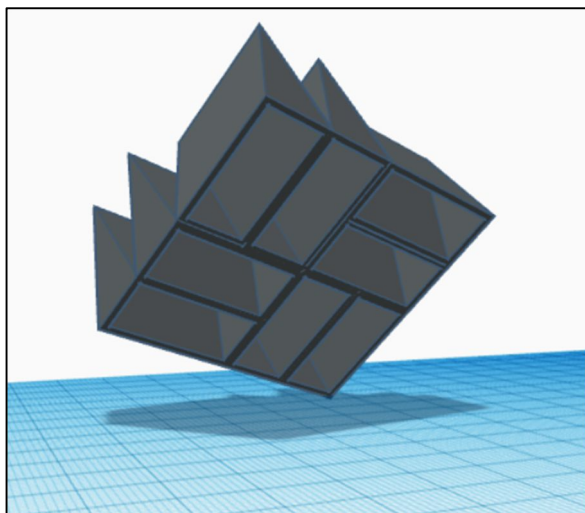
En resumen, el tipo de satélite propuesto tras esta investigación es el siguiente: un satélite recubierto con triángulos como los del



modelo BA, hecho de fibra de carbono, pintado en mate negro y hueco en su interior por todas las razones expuestas anteriormente.



**Figura 12:** Estructura triangular escogida como la ideal para recubrir los satélites.  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 13:** Modelo hipotético de la estructura hueca de fibra de carbono.  
Fuente: elaboración propia. Enlace: <http://bit.ly/3eAWdXS>

## AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría agradecer a una serie de personas por su colaboración con nosotros en este proyecto de investigación.

En primer lugar, a nuestros entrenadores, Javier Elizalde y Leyre González, por su ayuda y apoyo durante todo el proceso de investigación e impulsarnos a seguir adelante. Y a nuestra profesora Verónica Pérez, por revisar nuestro proyecto intensamente y ayudarnos a mejorarlo dándole un toque más científico.

A nuestros compañeros de equipo y amigos, Maitane Lizarraga, Patricia Vital, Leire Blanzaco, Aitana Díaz y Marta Fernández, por estar ahí apoyándonos y aportando ideas al proyecto, muchas gracias.

Al padre de Raúl, Eduardo Ros, por imprimir las piezas usadas como modelo durante el experimento y a su madre, Amaya Bengochea, por enseñarnos a realizar gráficos con Excel para poder plasmar los resultados del experimento.

También hemos de agradecer al colegio, por la cesión de sus instalaciones y materiales para la realización del experimento.

Para acabar, nos gustaría agradecer también a nuestros compañeros de foro de la línea del espacio, ya que, gracias a su curiosidad, su disposición al debate y su constante actividad, hemos podido mejorar y complementar nuestros conocimientos en este ámbito además de descubrir cosas nuevas de utilidad para mi proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

- ALÉN. (s.f.) *Guía básica de nanosatélites* [Online]. Disponible en: <https://alen.space/es/guia-basica-nanosatelites/> (Consultado el 15 de diciembre de 2020).
- AURA, Asociación de Universidades para la Investigación en Astronomía. (2019) *Comunicado de AURA sobre la constelación de satélites Starlink* [Online]. Disponible en: <https://www.aura-astronomy.org/news/comunicado-de-aura-sobre-la-constelacion-de-satelites-starlink/> (Consultado el 16 de diciembre del 2020).

- De Cordova, Antonio. (2020) *Contaminación lumínica: SpaceX busca reducir el brillo de sus satélites Starlink* [Online]. Disponible en: <https://www.muycomputer.com/2021/01/10/starlink-reduce-brillo-satelites/> (Consultado el 31 de diciembre de 2020).
- ESO, European Southern Observatory. (2019) *On the increasing number of satellite constellations* [Online]. Disponible en: <https://www.eso.org/public/announcements/ann19029/> (Consultado el 14 de diciembre de 2020).
- Global Position System. (s.f.) *Sistema de Posicionamiento Global. Al Servicio del Mundo* [Online]. Disponible en: <https://www.gps.gov/spanish.php> (Consultado el 14 de diciembre de 2020).
- IAU; International Astronomical Union. (2019) *Statement on Satellite Constellations* [Online]. Disponible en: <https://www.iau.org/news/announcements/detail/ann19035/> (Consultado el 14 de diciembre de 2020).
- La Vanguardia. (2019) *Un tren de 60 satélites luminosos, visibles en el cielo nocturno* [Online]. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/ciencia/20190529/462558131141/60-satelites-starlink-space-x-tren-luz.html> (Consultado el 17 de diciembre de 2020).
- SEA, Sociedad Española de Astronomía. (2020) *Las mega-constelaciones de satélites como amenaza para la observación astronómica* [Online]. Disponible en: <https://www.sea-astronomia.es/boletin/las-mega-constelaciones-de-satelites-como-amenaza-para-la-observacion-astronomica#:~:text=Una%20constelaci%C3%B3n%20de%20sat%C3%A9lites%20es,la%20manera%20m%C3%A1s%20completa%20posible.&text=Pero%20todas%20ellas%20incluyen%20un,siempre%20por%20debajo%20del%20centenar> (Consultado el 14 de diciembre de 2020).

- SpaceX, SpaceX Updates (2020) *Astronomy discussion with national academy of sciences* [Online]. Disponible en: <https://www.spacex.com/updates/starlink-update-04-28-2020/index.html> (Consultado el 10 de marzo de 2021).
- Starlink. (s.f.) [Online]. Disponible en: <https://www.starlink.com/> (Consultado el 16 de diciembre de 2020).
- RAE. (s.f.) [Online]. Disponible en: <https://dle.rae.es/lux> (Consultado el 7 de marzo de 2021).
- RTVE. (2018) *Proyecto Starlink: EE.UU. autoriza a SpaceX a poner en órbita más de 4.000 satélites de internet* [Online]. Disponible en: <https://www.rtve.es/noticias/20180330/proyecto-starlink-eeuu-autoriza-spacex-poner-orbita-mas-4000-satelites-internet/1705420.shtml> (Consultado el 17 de diciembre de 2020).

# **EL IMPACTO DE LA COVID-19 EN LA INCIDENCIA DE LAS BACTERIEMIAS: ESTUDIO DE CASO EN UN HOSPITAL DE SEGUNDO NIVEL Y SU ÁREA DE SALUD.**

---

## **AUTORAS**

Laia Andrés Cabezas, Imane Khoudi y Lydia Virto Zardoya.

## **TUTOR**

Pablo Ijalba Pérez.

## **CENTRO**

IES Valle del Ebro – Tudela.

## **PROGRAMA**

Bachillerato BI+.

## RESUMEN

Se han investigado la etiología, las susceptibilidades antibióticas y la epidemiología de los casos de bacteriemias ocurridos en un hospital de segundo nivel y su área de salud (Hospital Reina Sofía y Área de Salud de Tudela) en 2019 y 2020. El objetivo ha sido proporcionar información actualizada a este servicio para contribuir en la mejora diagnóstica y de tratamiento y, en segundo lugar, estudiar la evolución de esta enfermedad y compararla con otros registros del entorno. Para ello se ha llevado a cabo un trabajo de tipo descriptivo de tipo transversal y retrospectivo, en base fundamentalmente a las bases de datos y también a través de la observación directa del procedimiento. Los resultados han permitido aportar evidencia sobre las variables epidemiológicas de los pacientes involucradas en la enfermedad y, especialmente, determinar y medir el factor de riesgo principal, que es la vejez ( $RR=8,1013$  en 2019 y valor  $p=0,000$ ;  $RR=9,0095$  y valor  $p=0,000$ ). La incidencia (IA) es significativamente alta en edad pediátrica, sobre todo entre los 0-2 años, y entre ancianos. La tasa de contaminación queda dentro de los márgenes habituales para 2019 (5,58%) pero aumenta en 2020 (21,33%), un ejemplo de la influencia de la COVID-19 en la incidencia de las bacteriemias en este último año. Con todo, se han podido cubrir todos los objetivos propuestos y las hipótesis planteadas se demostraron válidas. Pero, sobre todo, creemos que se aportan datos que sirven de base para una adecuada elección de tratamientos empíricos.

## JUSTIFICACIÓN

Este trabajo es un estudio de las bacteriemias en el Hospital Reina Sofía desde el punto de vista del Servicio de Laboratorio que pretende detectar la influencia de algunas variables y, especialmente, indagar en el efecto que la COVID-19 ha generado en su evolución. Para ello se han utilizado datos proporcionados por los programas de gestión de laboratorio, sin posibilidad de acceder a algunos datos, como el origen del foco de infección (bacteriemia primaria o desconocida, comunitaria o nosocomial). Las sesiones a las que pudimos asistir a los laboratorios del hospital nos permitieron conocer algunos detalles sobre el procedimiento.

La bacteriemia se define como la presencia de bacterias en sangre. A nivel mundial, tiene una tasa de mortalidad aproximada de un 12% (Fernández Suárez, 2018); aunque este porcentaje varía según el microorganismo causante, el origen, el tiempo de diagnóstico y el posterior tratamiento de la enfermedad. Aunque el porcentaje de mortalidad ha descendido del año 2018 a 2017, la incidencia de casos en nuestro país se ha mantenido constante los años anteriormente mencionados según la población estudiada. La población con más riesgo de padecer la enfermedad son los ancianos y los niños.

## OBJETO DE ESTUDIO

Según los últimos datos disponibles, para 2020, integran en el área de salud de Tudela (AST) un total de 96.103 personas con Tarjeta Individual Sanitaria (TIS). El Hospital Reina Sofía nos ha ofrecido una muestra de 215 pacientes, los cuales han presentado esta enfermedad en el año 2019, y otra de 211 pacientes del año 2020. Las variables proporcionadas son: la edad, el sexo, el lugar de aparición (extrahospitalaria e intrahospitalaria), los microorganismos más relevantes, los antibióticos empleados y la interpretación de sensibilidad que tienen: sensible (S), intermedio (I) y resistente (R). Con estas variables vamos a estudiar la etiología, las susceptibilidades antibióticas y la epidemiología, además de comparativas entre el número de hemocultivos (HC), pacientes, rangos de edad, sexo,

servicio sanitario que realiza la petición, positivos (negativos) y contaminados.

## ESTADO DE LA CUESTIÓN

Cualquier microorganismo capaz de infectar al hombre puede producir bacteriemia. Pero habitualmente han sido los gérmenes gram negativos los causantes de esta enfermedad (*Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Proteus* y *Pseudomonas*...). Los focos más frecuentes son el tracto urinario, las vías respiratorias y la cavidad abdominal (Mikulska et al., 2014). Otro problema añadido a la gravedad de esta enfermedad, es la creciente resistencia a los antibióticos. Tanto que en mayo de 2015 la 68.<sup>a</sup> Asamblea Mundial de la Salud aprobó un plan de acción mundial para hacer frente al creciente problema de la resistencia a los antibióticos y a otros antimicrobianos (World Health Organization, 2015).

Una mayoría de estudios sobre bacteriemias se realizan con pacientes hospitalizados, o en estado crítico o en casos de bacteriemias causadas por microorganismos concretos. Se estima que alrededor del 15% de los casos atendidos en los Servicios de Urgencias (SU) presentan un diagnóstico de infección (Julián-Jiménez et al., 2017; Iqbal-Mirza et al., 2020). La incidencia en la unidad de cuidados intensivos (UCI) y en pacientes con graves quemaduras y con catéter vascular es muy alta, aunque en pacientes quirúrgicos la incidencia en el postoperatorio varía según el tipo de cirugía y la localización de la misma (Cisneros-Herreros et al., 2007). La estacionalidad, según estudios realizados, también juega un papel importante en el número de casos de bacteriemia. Por ejemplo, durante el invierno se muestra un incremento significativo de la tasa de contaminaciones (1,1%) y de la solicitud de HC (0,8 %), el descenso de la rentabilidad diagnóstica, mayor aislamiento de *Streptococcus pneumoniae* mientras que se produce un menor aislamiento de la bacteria *Escherichia coli* (Ferrerías Amezcua et al., 2019).



## HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

El objetivo del presente estudio ha sido obtener datos demográficos, etiológicos y epidemiológicos sobre casos de bacteriemias en el Área de Salud de Tudela durante dos anualidades, una de ellas afectada por la pandemia de COVID-19, para establecer comparaciones. Se estima, como hipótesis principal, que el número de casos aumentará, así como las contaminaciones, en 2020 respecto a 2019.

## METODOLOGÍA

### 1. Técnicas e instrumentos

En el hospital objeto de estudio<sup>1</sup>, tras la recogida de los cultivos, estos se introducen en sistemas de incubación automatizada que, en concreto, son unas máquinas que mantienen una temperatura similar a la del cuerpo humano y con agitación continua para favorecer la multiplicación bacteriana. Este dispositivo hace periódicamente unas lecturas de fluorescencia o colorimetría que detectan el crecimiento bacteriano en un intervalo de 48 horas hasta cinco días. Si se detecta un HC positivo, se deben realizar pruebas para la identificación del microorganismo causante y la susceptibilidad antibiótica del mismo. Para la primera parte del proceso, se llevan a cabo exámenes de tinción (tinción de gram) junto con procedimientos de cultivo y PCR, espectrometría de masas o aglutinación. En la segunda parte, se utilizan los antibiogramas con cultivos sólidos (gracias a un solidificante como el agar-agar) en placas de Petri o se realizan lecturas a máquina.

El examen de tinción de gram es un método identificativo mediante el cual el microorganismo es teñido con un colorante para poder observarlos mejor bajo un microscopio. Gracias a esto, se

---

<sup>1</sup> Los datos aquí proporcionados y las imágenes proceden de las dos sesiones que las autoras pudieron acudir a conocer las instalaciones y procedimientos que realiza el Hospital Reina Sofía, los días 22 y 23 de julio de 2021, en jornadas de 10:00 a 14:00. Sucede lo mismo en los epígrafes 5.1.2 y 5.1.3.

pueden diferenciar entre dos tipos de microorganismos ya que se teñirán de una forma u otra dada su estructura externa. Los que continúen incoloros se denominan gram negativos y los que obtengan un color violeta se conocen como positivos.

Los antibiogramas son los procedimientos por los cuales se determina la susceptibilidad antibiótica después de identificar la bacteria y se pueden realizar de dos maneras diferentes. Por un lado, en una placa de Petri con la muestra recogida, se colocan pequeños discos de antibiótico que pueden ser eficaces para el patógeno. En un periodo de 18 a 24h, es posible observar bajo una luz indirecta cada halo alrededor del disco (Herrera, 1999).

## **2. Tratamiento de la información**

Se ha utilizado el programa IBM SPSS Statistics en su versión 25.0. En los estadísticos descriptivos para caracterizar la muestra se han aplicado las medidas de frecuencias ( $f$ ) y de proporciones para las variables nominales, y en las numéricas la media, considerando la desviación estándar ( $DT$ ) y los intervalos de confianza ( $IC_{95\%}$ ). Las variables nominales serán comparadas mediante pruebas de chi cuadrado y las numéricas a través de pruebas  $T$  para muestras independientes (o su equivalente no paramétrico). Para estas últimas en las que se obtuvieron resultados significativos se practicaron además modelos de regresión lineal múltiples. Para todas ellas se consideró un valor  $p$  de significación bilateral de 0,05. Por último, se realizarán cálculos específicos para la incidencia acumulada (IA) y el riesgo relativo (RR).

## **3. Cuestiones éticas**

La investigación fue aprobada por la comisión de investigación del hospital y los datos proporcionados fueron anonimizados, además de solicitarse por escrito el acceso a los mismos aclarando el uso que se haría de ellos.

## RESULTADOS

Los datos epidemiológicos al completo se recogen en la Tabla 1. En relación al tipo de bacteria, en el año 2019 hubo 105 gram negativo (48,84%) y 110 gram positivo (51,16%). Mientras que en el 2020 fueron 104 gram negativo (49,29%) y 107 gram positivo (50,71%). La tasa de contaminaciones fue del 5,59% (12 contaminaciones) en 2019 y del 21,33% (45 contaminaciones) en 2020.

Sobre la evolución de hemocultivos (HC) realizados en ambos años, se recibieron 696 HC totales. En 2019, se obtuvieron 359 HC de los cuales 215 fueron positivos (59.89%) y 144 negativos (40,11%). En 2020, se practicaron 337 HC de los cuales 211 fueron positivos (62,61%) y 126 negativos (37,39%).

En cuanto a la incidencia, que son los casos diagnosticados de una enfermedad que se presentan en una comunidad determinada a lo largo de un período de tiempo específico, se han calculado los siguientes datos:

- La incidencia de la enfermedad en 2019 fue de 215 casos, con una tasa de incidencia acumulada (IA) del 0,0022 (o 0,22%).
- En 2020 la incidencia fue de 211 casos y la tasa de IA resultante es la misma (0,22%).

Los datos de estacionalidad ofrecen algunas tendencias. La cantidad de HC se mantiene prácticamente constante entre 3 y 4 aunque presenta irregularidades durante la primavera y el verano (por encima) y en invierno (por debajo). En relación a los datos, en el año 2019 se realizaron 51 HC en invierno (14,21%), 99 en primavera (27,58%), 113 en verano (31,48%) y 96 en otoño (26.74%). En 2020, se efectuaron 68 HC en invierno (20,18%), 68 en primavera (20,18%), 120 en verano (35,61%) y 81 en otoño (24,04%).

Respecto a la susceptibilidad antibiótica, tanto para microorganismos como para antibióticos, en el año 2019 hubo un total de 2.173 sensibilidades (75,98%), 646 resistencias (22,59%) y 41 intermedios (1,43%) (Tabla 3). En el 2020 hubo 2.056 sensibilidades

(76,55%), 591 resistencias (22,00%) y 39 intermedios (1,45%). En las bacterias destaca *Escherichia coli* ya que cuenta con el mayor número de sensibilidades. En el 2019 presentó 980 sensibilidades, 162 resistencias y 23 intermedios; y 893 sensibilidades, 166 resistencias y 13 intermedios en 2020.

Se han medido las asociaciones entre el número de HC, de contaminaciones y de bacterias con respecto a las variables epidemiológicas de los pacientes (sexo, edad, estacionalidad) y al servicio de procedencia. Se quiso comprobar si la distribución de casos entre los grupos etarios posee diferencias estadísticamente significativas entre sí. Para ello se planteó una prueba de bondad de ajuste con chi cuadrado, ya que es posible conocer los datos reales de distribución en la población real estudiada, consultados en las personas con TIS de 2019 y 2020 en el área de salud de Tudela por esos mismos grupos de edad. Para ello se estimó el valor exacto de Fisher, con estos resultados: en 2019 el valor  $p$  fue superior a 0,05, en 2020 resultó 0,42 y, en el conjunto de ambos años, la significación alcanza un valor de 0,31. Del mismo modo se realizaron estos cálculos respecto al sexo, ya que hay 202 casos en hombres y 130 en mujeres en el período de estudio. La prueba de bondad de ajuste encontró significación estadística (prueba exacta de Fisher:  $\chi^2=15,131$  y  $p=0,0000$ ).

También se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre las estaciones, en el conjunto del período del estudio (2019-2020:  $\chi^2=37,724$  y  $p=0,0000$ ), y en cada año separadamente (2019:  $\chi^2=24,142$  y  $p=0,0000$ ; 2020:  $\chi^2=21,564$  y  $p=0,0000$ ). En ambas anualidades, el verano fue la época con mayor número de casos. Y una evidencia similar fue hallada al comparar los servicios de procedencia de las solicitudes, siguiendo los cálculos anteriores.

El siguiente paso fue el análisis con el número de contaminados. Entre los pediátricos la tasa de contaminación fue 30,77%, y se quiso comprobar mediante una prueba de chi cuadrado si la diferencia con respecto a los otros dos grupos de edad era significativa (20,48% en adultos y 10,76% en ancianos); y se alcanzó un valor  $p$  inferior a 0,05

( $p=0,017$ ). Se hicieron comprobaciones adicionales, la razón de verosimilitud y los grados de libertad, que corroboraron este resultado.

Por último, se quiso obtener evidencia sobre si la vejez es un factor de riesgo para padecer bacteriemia. Para ello se calculó el riesgo relativo (RR). Para 2019 se obtuvo un valor de 8,1013; esto quiere decir que una persona anciana tiene una predisposición 8 veces mayor a contraer la enfermedad. Este dato fue confirmado por el cálculo de chi cuadrado para dos proporciones, donde  $\chi^2$  fue 464,9677 y  $p$  fue 0,0000. Representa un porcentaje de riesgo atribuible en los ancianos que contrajeron la enfermedad (%RA<sub>exp</sub>) de 87,66%, que quiere decir la proporción de casos que se pueden atribuir al factor de estudio, en este caso la vejez. En 2020 el RR resultante fue 9,0095 ( $\chi^2=403,3612$  y  $p=0,0000$ ); mientras que el %RA<sub>exp</sub> se incrementa a 88,90%.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La comparación con estudios semejantes permite proponer interpretación sobre algunos de los resultados obtenidos y, especialmente, sobre el efecto de la COVID-19. El estudio realizado por Hall y Lyman en 2006 concluía que la tasa de contaminaciones habitual es de, aproximadamente, un 2%. En esta muestra estudiada es superior, siendo un 5,59% en 2019 y un 21,33% en 2020. El número de HC contaminados es un dato relevante ya que se estima que causan un aumento de los costes y de la morbilidad (Hall y Lyman, 2006; Garcia et al., 2015). El dato de 2020 solo puede interpretarse como un efecto de la COVID-19, especialmente entre los pacientes ingresados en UCI, como ya advirtiera el Comité Asesor del Programa de Seguridad de Pacientes Críticos del Ministerio de Sanidad (*Gaceta Médica* 03/06/2020). Son varios los factores que la enfermedad por COVID-19 predispone a la infección por bacteriemia (Nebreda-Mayoral et al., 2020). Las bacteriemias presentadas en pacientes por COVID-19 se asociaron, según el documento elaborado por el Consejo Asesor, a catéteres y a sondas uretrales mayoritariamente. Sin embargo, la cifra de 2019 queda dentro de los márgenes señalados por otros estudios (Hall y Lyman, 2006; Rupp et al., 2017; Fernández

Suárez, 2018); aunque en los dos primeros se señalan tasas inferiores al 3% y en este último superan el 8% en los 10 años que se analizan.

Los trabajos de Self et al. (2014) y de Dawson (2014) mostraban que había gran diferencia en el porcentaje de contaminaciones en función del servicio, siendo el de urgencias el que tenía el mayor porcentaje. Los resultados de nuestro estudio van en la misma línea, ya que en ambos años es el ámbito donde mayor número de contaminaciones se concentran (41,67% en 2019, aunque son 5 casos, y el 63,41% al año siguiente), y su tasa de positividad fue 3,60% en 2019 y escala a un 21,67% en 2020. No se obtuvo significación estadística en la distribución de las contaminaciones en función del servicio aplicando el valor exacto de Fisher y además conviene apuntar que algunas casillas tuvieron recuentos inferiores a 5 (comprometía la interpretación de la prueba de chi cuadrado).

El presente estudio tampoco obtuvo ninguna asociación entre el sexo y la tasa de contaminación, al igual que en la investigación de Chang et al. (2015), pero al contrario que Fernández Suárez (2018). Sí se detectó con respecto a la edad. El grupo de pacientes pediátricos ofrece una tasa de contaminaciones del 30,77%, 10 puntos superior a la que registran los adultos y 20 más que los ancianos. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas. No es un dato sorprendente puesto que ha sido apuntado por otros estudios desde hace años (Hall y Lyman, 2006); y se explica en parte porque los casos en edad pediátrica suelen resolverse con un único HC (Fernández Suárez, 2018).

Respecto a la evolución de casos y de HC, Wilson et al. (2015) establece una tasa de positividad en HC que suele ser inferior al 15% (entre 8-12%). En nuestro estudio es mucho más elevada, puesto que resultó ser de 59,89% en 2019 y de 62,61% en 2020. Sin embargo, las tasas de incidencia, en torno a los 200 casos por cada 100.000 habitantes en los dos años, son similares a las de otros estudios semejantes (Fernández Suárez, 2018). Los porcentajes tan elevados y tan diferentes a los encontrados en trabajos extranjeros podrían explicarse por una reducción en las peticiones de HC o, dicho en otras

palabras, podría ser algo favorable si derivan como consecuencia de una menor proporción de HC negativos (rendimiento de la prueba).

La etiología debida a bacterias gram positivas ronda un 30-35%, por un 65-70% de las gram negativas; y con alrededor de un 1% de anaerobios (Julián-Jiménez y Rubio-Díaz, 2019). En este trabajo su distribución ha resultado mucho más equitativa: 105 gram negativo (48,84%) y 110 gram positivo (51,16%) en 2019 y 104 gram negativo (49,29%) y 107 gram positivo (50,71%) en 2020. La mayor presencia de bacterias gram positiva se podría explicar por el uso de antibióticos de amplio espectro como tratamiento y profilaxis, a los catéteres intravasculares (a pesar de los objetivos del programa *Bacteriemia zero*) y a los métodos de diagnóstico invasivos (Mikulska et al., 2014).

## LIMITACIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

No se ha dispuesto de datos sobre el tiempo de procesamiento; y tampoco de otros procedentes del historial clínico y que hubieran permitido indagar en condiciones de base (enfermedades previas, complicaciones, comorbilidades) relacionadas con las bacteriemias. También sería interesante obtener las fechas de extracción de cada muestra para poder estudiar la estacionalidad de las bacterias con más exactitud, prestando especial atención sobre qué sexo y rango de edad son los más afectados en cada estación y cuál es el microorganismo causante de ellas.

## CONCLUSIONES

Este trabajo ha permitido aportar evidencia sobre las bacteriemias, especialmente respecto a la influencia de determinadas variables epidemiológicas de los pacientes (sexo, edad, estacionalidad), además de subrayar el impacto de la COVID-19 en la evolución de estas infecciones. Además, estudios de estas características son imprescindibles para proporcionar información actualizada sobre dos aspectos determinantes en el diseño de tratamientos y diagnósticos frente a las bacteriemias. El tratamiento de las bacteriemias es un proceso complejo y depende del foco

infeccioso. El tratamiento puede ser empírico si el microorganismo causante no es conocido o puede ser dirigido si el microorganismo y el antibiograma están disponibles. Por este motivo la identificación del microorganismo etiológico de las bacteriemias y la efectividad del antibiótico es fundamental, favoreciendo los tratamientos dirigidos (Weinbren et al., 2018). Ayuda además a reducir las estancias hospitalarias, las resistencias y el gasto farmacológico. Establecer los patrones de resistencia locales, su evolución a lo largo del tiempo, y las características etiológicas de las bacterias, constituyen la base de una adecuada elección de tratamientos empíricos. Además, los patrones de resistencia de cada microorganismo tienen un origen fundamentalmente geográfico, ya que pueden darse diferencias entre diferentes regiones de un mismo país e incluso entre centros sanitarios de una misma localidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Cisneros-Herreros, J.M. et al. (2007). Guía para el diagnóstico y tratamiento del paciente con bacteriemia. Guías de la Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica (SEIMC). Recuperado de: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-guia-diagnostico-tratamiento-paciente-bacteriemia-guias-sociedad-13098572>
- Chang, C. J., Wu, C. J., Hsu, H. C., Wu, C. H., Shih, F. Y., Wang, S. W., ... Y Shih, H. I. (2015). Factors associated with blood culture contamination in the emergency department: critical illness, end-stage renal disease, and old age. *PLoS One*, 10(10), e0137653.
- Dawson, S. (2014). Blood culture contaminants. *Journal of Hospital Infection*, 87(1), 1-10.
- Fernández Suárez, J. (2018). Diagnóstico y epidemiología de las bacteriemias en un hospital de tercer nivel. Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo. Recuperado de: [http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/49094/1/TD\\_jo\\_nathanfernandez.pdf](http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/49094/1/TD_jo_nathanfernandez.pdf)



- Garcia, R. A., Spitzer, E. D., Beaudry, J., Beck, C., Diblasi, R., Gilleeny-Blabac, M., ... Y Torregrosa, E. (2015). Multidisciplinary team review of best practices for collection and handling of blood cultures to determine effective interventions for increasing the yield of true-positive bacteremias, reducing contamination, and eliminating false-positive central line-associated bloodstream infections. *American journal of infection control*, 43(11), 1222-1237.
- Hall, K. K., y Lyman, J. A. (2006). Updated review of blood culture contamination. *Clinical microbiology reviews*, 19(4), 788-802.
- Herrera, M.L. (1999). Pruebas de sensibilidad antimicrobiana: metodología de laboratorio. *Revista Médica del Hospital Nacional de Niños Dr. Carlos Sáenz Herrera*, 34, 33-41.
- Iqbal-Mirza, S. Z., Estévez-González, R., de Ávila, V. S. R., de Rafael González, E., Heredero-Gálvez, E., y Julián-Jiménez, A. (2020). Factores predictores de bacteriemia en los pacientes atendidos en el Servicio de Urgencias por infección. *Revista Española de Quimioterapia*, 33(1), 32.
- Julián-Jiménez, A., y Rubio-Díaz, R. (2019). Hemocultivos en el servicio de urgencias: ¿podemos predecir las bacteriemias? *Emergencias*, 31(6), 375-376.
- Julián-Jiménez, A. J., Candel, F. J., y González del Castillo, J. (2017). Utilidad de los biomarcadores para predecir bacteriemia en los pacientes con infección en urgencias. *Revista Española de Quimioterapia*, 30(4), 245-256.
- Mikulska, M., Viscoli, C., Orasch, C., Livermore, D. M., Averbuch, D., Cordonnier, C., y Akova, M. (2014). Aetiology and resistance in bacteraemias among adult and paediatric haematology and cancer patients. *Journal of infection*, 68(4), 321-331.
- Nebreda-Mayoral, T., Miguel-Gómez, M. A., March-Rosselló, G. A., Puente-Fuertes, L., Cantón-Benito, E., Martínez-García, A. M., ... Y Orduña-Domingo, A. (2020). Infección bacteriana/fúngica en pacientes con COVID-19 ingresados en un

hospital de tercer nivel de Castilla y León, España. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 1-8.

- Núñez-Núñez, M., Portillo Cano, M. M., y Rodríguez-Baño, J. (2018). Analysis of quality antimicrobial agent use in the emergency department of a tertiary care hospital. *Emergencias: revista de la Sociedad Española de Medicina de Emergencias*, 30(5), 297-302.
- Rupp, M. E., Cavalieri, R. J., Marolf, C., y Lyden, E. (2017). Reduction in blood culture contamination through use of initial specimen diversion device. *Clinical Infectious Diseases*, 65(2), 201-205.
- Self, W. H., Mickanin, J., Grijalva, C. G., Grant, F. H., Henderson, M. C., Corley, G., ... Y Paul, B. R. (2014). Reducing blood culture contamination in community hospital emergency departments: a multicenter evaluation of a quality improvement intervention. *Academic Emergency Medicine*, 21(3), 274-282.
- Weinbren, M. J., Collins, M., Heathcote, R., Umar, M., Nisar, M., Ainger, C., y Masters, P. (2018). Optimization of the blood culture pathway: a template for improved sepsis management and diagnostic antimicrobial stewardship. *Journal of Hospital Infection*, 98(3), 232-235.
- Wilson, M. L., Weinstein, M. P., y Reller, L. B. (2015). Laboratory detection of bacteremia and fungemia. En Jorgensen, J. H., y Pfaller, M. A., eds., *Manual of clinical microbiology* (pp. 15-28). Washington DC, US: ASM Press.
- World Health Organization (2015). Global action plan on antimicrobial resistance. Recuperado de: <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/864486/retrieve>

**TABLA 1.**

**Resumen de estadísticos descriptivos de variables etio-epidemiológicas según anualidad.**

|                       |                     | <b>2019</b>   | <b>2020</b>   |
|-----------------------|---------------------|---------------|---------------|
|                       |                     | <i>f (%)</i>  | <i>f (%)</i>  |
| HC (totales)          | Positivos           | 215           | 211           |
|                       | Negativos           | 144           | 126           |
|                       | Contaminados        | 12 (5,58%)    | 45 (21,33%)   |
| Bacterias gram        | negativa            | 105 (48,84%)  | 104 (49,29%)  |
|                       | positiva            | 110 (51,16%)  | 107 (50,71%)  |
| Grupo etario          | Pediátrico          | 18 (8,37%)    | 8 (3,79%)     |
|                       | Adulto              | 43 (20%)      | 40 (18,96%)   |
|                       | Anciano             | 119 (55,35%)  | 104 (49,29%)  |
|                       | Perdidos            | 35 (16,28%)   | 59 (27,96%)   |
| Sexo                  | Hombre              | 101 (46,98%)  | 101 (47,87%)  |
|                       | Mujer               | 79 (36,74%)   | 51 (24,17%)   |
|                       | Perdidos            | 35 (16,28%)   | 59 (27,96%)   |
| Respuesta antibiótica | Sensibilidades      | 2173 (75,98%) | 2056 (76,55%) |
|                       | Resistencias        | 646 (22,59%)  | 591 (22%)     |
|                       | Intermedios         | 41 (1,43%)    | 39 (1,45%)    |
| Procedencia           | Urgencias HT        | 139 (66,19%)  | 120 (62,83%)  |
|                       | Ingresado           | 48 (22,86%)   | 58 (30,37%)   |
|                       | Medicina Interna HT | 2 (0,95%)     | 0             |
|                       | Nefrología          | 4 (1,90%)     | 3 (1,57%)     |

|                             |            |           |
|-----------------------------|------------|-----------|
| Medicina<br>Intensiva UCI A | 3 (1,43%)  | 2 (1,05%) |
| Urgencias<br>Pediatría      | 10 (4,76%) | 6 (3,14%) |
| Medicina Interna            | 1 (0,48%)  | 1 (0,52%) |
| Oncología<br>consulta HT    | 1 (0,48%)  | 0         |
| 3ª planta HT                | 1 (0,48%)  | 0         |
| Urgencias<br>Traumatología  | 1 (0,48%)  | 0         |
| San Juan de Dios<br>HT      | 0          | 1 (0,52%) |

Fuente. Elaboración propia.

# EL PAPEL DE LA LECTURA EN EL DESARROLLO DEL DETERIORO COGNITIVO.

---

## AUTORAS

Lorena Martínez y Aizea García.

## TUTORA

Ana Pérez Santos.

## CENTRO

IES Valle del Ebro – Tudela.

## PROGRAMA

Bachillerato BI+.

## RESUMEN

Hoy en día el deterioro cognitivo leve es un trastorno que afecta a gran parte de la sociedad mayor de 65 años, no existen tratamientos farmacológicos para esta patología por ello se vuelve imprescindible la búsqueda de tratamientos no farmacológicos que ayuden a frenar el desarrollo de la enfermedad en las personas que la padecen. El propósito principal de este trabajo ha sido determinar si existe una correlación entre el hábito de la lectura y el deterioro cognitivo, y comprobar si la lectura constituye para ello un factor protector y una medida de reserva cognitiva además de evaluar el efecto de otras variables (edad, sexo o actividad física). Para ello se llevó a cabo una intervención de 6 meses de duración, con personas mayores de 65 años residentes en el Área de Salud de Tudela. Se formaron dos grupos de 20 personas cada uno (experimental y control). El grupo experimental realizó tareas de lectura comprensiva durante los 6 meses y el grupo control no.

En cuanto a la metodología utilizada, se aplicó un cuestionario sociodemográfico a toda la muestra con el que se evaluaron las variables citadas y se empleó la prueba MEC (Mini Examen Cognoscitivo de Lobo) para evaluar los niveles de deterioro cognitivo de la muestra.

Se realizó una prueba MEC inicial y otra post intervención y se compararon los resultados antes y después tanto inter como intra grupos. Los resultados demostraron que las personas que habían formado parte del grupo experimental mantuvieron su estado de reserva cognitiva al finalizar la intervención y aquellos que formaron parte del grupo control aumentaron su grado de deterioro.

## JUSTIFICACIÓN

El deterioro cognitivo leve se caracteriza por una deficiencia en la memoria, la atención y la función cognitiva que afecta sobre todo a la población anciana mayor de 65 años, concretamente un 6,1 % de estas personas lo padecen (Sánchez y López, 2018). La OMS declara que para el año 2030 el número de personas afectadas por deterioro cognitivo será de 82 millones y se prevé que para 2050 el número de casos ronde los 152 millones. Además, no existe cura precisa y conocida para el deterioro cognitivo, por tanto, se necesitan estudios que determinen sus causas y factores de protección. Por ello son importantes todas aquellas actuaciones o hábitos que tengan como objetivo su prevención, como la lectura habitual, ya que es un factor preventivo del deterioro cognitivo (Antón Jiménez y González Guerrero, 2017; Feijoo Calles et al., 2019).

Se han realizado bastantes estudios previos sobre los factores de protección del deterioro cognitivo a lo largo de los años, ya que afecta a una parte considerable de la población y es un tema de interés social, pero no hay muchos estudios que relacionen la lectura directamente con el deterioro cognitivo.

## HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

- Comprobar y demostrar si la lectura es un factor protector del DC. Para ello se establece que aquellas personas que lean todos los días de la semana (lectores frecuentes) obtendrán una puntuación de entre 30 y 35 puntos en el MEC ( $H_{a1}$ ), es decir, todavía no habrán sufrido las consecuencias del deterioro cognitivo. Por otra parte, aquellos sujetos que lean de manera ocasional (entre 2 y 3 veces por semana o menos) mostrarán resultados por debajo de los 30 puntos en la misma prueba ( $H_{a2}$ ).
- Establecer diferencias en el grado de estado cognitivo en función del grado escolaridad alcanzado por el residente. Como hipótesis se plantea que aquellas personas con estudios superiores, como un grado universitario, obtendrán una puntuación mayor de 30 puntos en el MEC ( $H_{a3}$ ). Sin embargo, aquellas personas que no

hayan alcanzado dicho nivel de formación o incluso sean analfabetos obtendrán resultados de entre 25 y 27 puntos en dicha prueba ( $H_{a4}$ ).

- Comprobar, en los lectores frecuentes, si la hora del día a la que se lee (mañana, tarde o noche) afecta a la repercusión de la lectura en el trastorno estudiado. Se establece que las personas que leen por la noche obtendrán entre 3 y 5 puntos menos en el MEC que las personas que lean por la mañana o por la tarde ( $H_{a5}$ ), ya que se considera que el cerebro está más activo por la mañana o a primera hora de la tarde.
- Demostrar que el uso de técnicas de habilidad lectora en personas que poseen un nivel de deterioro cognitivo leve ayuda a impedir que la enfermedad siga avanzando y empeoren los síntomas. Como hipótesis se plantea que pasados los seis meses de intervención el grupo experimental obtendrá en el MEC una puntuación similar o mejorada ( $H_{a6}$ ). Sin embargo, las personas que formen parte del grupo control obtendrán los mismos resultados o incluso peores en el segundo test con respecto al inicial ( $H_{a7}$ ).

Finalmente, aunque el objetivo principal de este trabajo es estudiar el papel de la lectura en la capacidad cognitiva, también se pretende medir la influencia que tienen otras variables como el sexo, edad, patologías y consumo de medicamentos o estilo de vida sobre el mismo. Para ello se han establecido otras hipótesis que no están directamente relacionadas con la lectura:

- Se cree que las mujeres obtendrán peores resultados en el MEC que los hombres ( $H_{a8}$ ), porque las mujeres que hoy tienen 65 años han tenido posiblemente menos posibilidades de realizar estudios superiores que los hombres debido a las circunstancias de su época. Por ello, se considera que el nivel educativo de ellas será menor.
- Se considera que aquellas personas que duerman más de 8 horas diarias o menos de 6 horas al día tendrán una puntuación menor en el test MEC que aquellos que duermen entre 6 y 8 horas diarias, ya que es lo más recomendable ( $H_{a9}$ ).



- Las personas que dediquen entre dos y cuatro horas a la semana a realizar algún tipo de actividad física obtendrán mejores resultados en el MEC que aquellas personas que tengan un estilo de vida sedentario ( $H_{a10}$ ).
- La realización de pasatiempos contribuye positivamente en el deterioro cognitivo. Como hipótesis aquellas personas que hagan pasatiempos de manera regular o de forma esporádica obtendrán una puntuación superior que aquellas que no los realicen nunca ( $H_{a11}$ ).
- Los pacientes que padecen alguna patología como ansiedad, colesterol alto, hipertensión arterial, infartos cerebrales, inflamación crónica, insuficiencia cardiaca, síndrome metabólico o diabetes tienen más posibilidades de padecer deterioro cognitivo leve ( $H_{a12}$ ).
- Se asume que las personas fumadoras o que lo hayan sido en el pasado, obtendrán peor puntuación en el MEC que aquellos que nunca hayan sido consumidores ( $H_{a13}$ ).
- Como hipótesis respecto a la influencia que puede tener el consumo de bebidas alcohólicas en el DC, se establece que aquellas personas que consuman regularmente estas sustancias o lo hayan hecho en el pasado, tendrán una peor puntuación en el MEC que los pacientes que no las hayan consumido de manera frecuente ( $H_{a14}$ ).
- Se considera que la televisión puede ser, además de un entretenimiento, un factor preventivo en esta enfermedad, puesto que el cerebro se mantiene activo viendo la TV y se reciben muchos estímulos. Como hipótesis se establece que aquellas personas que vean la televisión más de dos horas diarias obtendrán mejores resultados que aquellas que inviertan menos de dos horas o que no vean nunca la televisión ( $H_{a15}$ ).

## METODOLOGÍA

### 1. Estrategia de intervención

Se ha llevado a cabo una intervención de 6 meses de duración, en la que, como se ha explicado previamente, se pretendía poner a prueba

la lectura como factor protector del deterioro cognitivo. Para ello, se tomó una muestra de 40 personas mayores de 65 años residentes en los geriátricos de Tudela y alrededores. Dicha muestra ha sido dividida en dos grupos de 20 personas: control y experimental. A pesar de que inicialmente los grupos control y experimental debían estar formados aleatoriamente, se optó por incluir dentro del grupo control a los residentes del geriátrico de Cascante (Nuestra Señora del Rosario) y Cintruénigo (San Francisco de Asís) y como grupo experimental a los residentes de los geriátricos de Tudela (Real Casa de la Misericordia y Nuestra Señora de Gracia) y Fustiñana (San Francisco Javier). Esto es debido a que se intentó facilitar la logística para poder llevar a cabo este estudio, solventando las dificultades de acceso a los geriátricos planteadas por la pandemia actual por Covid-19.

Previo a la recogida de datos se informó a los residentes de estos centros geriátricos de manera presencial, teniendo en cuenta las restricciones sanitarias y respetando las limitaciones en todo momento. Durante esta reunión las personas fueron informadas y se les entregó una carta de consentimiento informado, donde se explica en qué iba a consistir el estudio, las actividades que se iban a llevar a cabo y los objetivos que se pretendían conseguir con ellas.

Posteriormente cada persona pudo elegir libremente si quería colaborar con el trabajo. Además, antes de empezar con las actividades de lectura se les realizó un cuestionario sociodemográfico, donde se evaluó la relación o influencia sobre el DC de las variables a estudiar. Llegados a este punto, se realizó a toda la muestra objeto de estudio una prueba Mini Examen Cognoscitivo de Lobo (MEC), para conocer el grado de DC que sufrían al inicio de esta investigación, y poder compararla con los resultados obtenidos en una segunda prueba que se realizó pasados los seis meses de intervención. Posteriormente comenzó la intervención propiamente dicha. Según Ayala (2005) parece útil intentar mantener activas las capacidades mentales en pacientes con DC usando talleres de memoria y adaptación a la realidad, así que la intervención de esta investigación consistió en la realización de tareas semanales de lectura siguiendo como modelo el estudio de Uchida & Kawashima (2008). El primer día de la intervención se evaluó el nivel de lectura de los participantes con una

prueba diagnóstica, los resultados de esta permitieron conocer el nivel lector de los mismos para adecuar las correspondientes tareas lectoras a los distintos niveles.

Posteriormente, cada 15 días las autoras del trabajo acudieron a los centros geriátricos, entregaban una lectura junto con sus correspondientes preguntas de lectura comprensiva a los pacientes y supervisaban la realización de dicha actividad. Además, se les entregaba otras dos lecturas que debían realizar a lo largo de las semanas siguientes. Estas eran supervisadas por las terapeutas y revisadas por las autoras en la siguiente sesión. El estar acudiendo a estos centros de mayores 2 veces por semana durante 6 meses, alternando las diferentes residencias, a supuesto un total de 36 visitas (suman un total de 31 horas aproximadamente), en las que las autoras del trabajo han acompañado a los participantes a la hora de realizar las tareas o rellenar diferentes cuestionarios de interés, exceptuando algún día en el que ha resultado imposible acudir a alguno de estos establecimientos.

Una vez pasados los 6 meses de intervención, se volvió a realizar una prueba MEC a toda la muestra y se compararon los resultados de esta prueba pre y post intervención en ambos grupos, para deducir si había alguna evolución o mejoría en las capacidades mentales de las personas que han formado parte del grupo experimental con respecto al control.

## **2. Instrumentos**

Tras considerar diferentes herramientas para la recogida de datos se seleccionaron los siguientes cuestionarios.

- Mini Examen Cognoscitivo de Lobo (MEC). Es la versión adaptada y validada del Mini Mental State Examination de Folstein (=0,88), un cuestionario que se realiza a aquellas personas que presentan alguno de los síntomas compatibles con el deterioro cognitivo o para controlar el nivel o grado de demencia de la persona que lo padece (Feijoo Calles et al.,2019). Si una persona obtiene una puntuación de entre 30 y 35 puntos se considera que no padece ningún deterioro. Entre 30 y 27 puntos

se considera dudoso o con posible deterioro. Entre 27 y 20 puntos supone una demencia leve o moderada. Entre 9 y 6 puntos se considera demencia moderada a severa y si la puntuación es menor de 6, demencia severa.

- *Cuestionario sociodemográfico.* Con él se pretende obtener información general sobre las personas que están formando parte de este estudio respecto a las siguientes variables: edad, sexo, género de lectura, a qué horas lee, historia y frecuencia de lectura, núcleo familiar, nivel académico, y otras relacionadas con el estilo de vida.

### **3. Análisis estadístico.**

Para todas las pruebas se asumió un valor  $p$  de significación estadística inferior a 0,05. Los datos fueron procesados mediante la utilización del programa IBM SPSS Statistics en su versión 25.0.

### **4. Cuestiones éticas**

Se ha tenido en cuenta la Ley Orgánica de, de 5 de diciembre, de protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales y el artículo 16 de la declaración de Helsinki. Para ello, se ha solicitado permiso a las residencias de ancianos, se informó presencialmente a los potenciales participantes sobre el objetivo del trabajo y se les invitó a formar parte del mismo. Además, como ya se ha mencionado en anteriores apartados de este trabajo, se elaboró una carta en la que se describe de manera general la investigación, sus autores y objetivos. Dicha carta se repartió entre los participantes para dar de este modo su consentimiento informado.

## **RESULTADOS**

### **1. Estadísticos descriptivos**

Variabes sociodemográficas:

- Grupo experimental:

El 75% son mujeres (15 frente a 5 hombres). Hay trece personas con edades comprendidas entre 85-95 años (65%). Se

observa que un 60% de los participantes son viudos. Todos los participantes del grupo experimental residen en Tudela y Fustiñana. En cuanto a nivel de escolarización de dicho grupo, la mayoría tienen estudios primarios y sólo un 10% tiene estudios universitarios.

- Grupo control:

El 60% de la muestra reside en Cascante y un 40% en Cintruénigo. Un 55% ( $f=11$ ) son mujeres y un 45% ( $f=9$ ) hombres. En cuanto a la edad de los participantes la mayor parte de ellos, un 45% están comprendidos entre 75-85 años. Un 35% ( $f=7$ ) están casados. La mitad de ellos tienen hijos y la otra mitad no. El 65% tienen estudios primarios.

Hábitos y factores de riesgo:

- Grupo experimental:

Tras analizar los resultados en cuanto a los hábitos y los factores de riesgo de los participantes se ha comprobado que un 40% ve la televisión entre 2-3 horas diarias y un 60% realiza habitualmente pasatiempos. Cabe destacar que el porcentaje de participantes en este grupo que realizan pasatiempos de manera regular es del 60% (12 de ellas). Sólo una persona (5%) consume tabaco actualmente y 13 de las veinte, es decir, un 65% no fuma, ni es exfumador y la mayoría de estos perfiles exfumadores los encontramos en los hombres. El 85% no bebe alcohol. El 40% de ellos realizan ejercicio más de 4 horas a la semana y además el porcentaje de aquellos que no realizan ejercicio nunca es 0%. El 57,89% duerme entre 6-8 horas diarias. Finalmente, comparando los hábitos de lectura se ha observado que el 84,21% del grupo experimental tiene hábito de lectura.

- Grupo control:

Comparando por sexos, la mayoría de las mujeres participantes del grupo control, el 54,55%, ven la TV entre 2-3

horas al día, frente a la mayoría de los hombres, 44,44% que la ven 1 hora o menos.

En cuanto a la realización de pasatiempos, un 60% no realiza este tipo de actividades nunca. Nadie fuma actualmente y el 100% de las mujeres del grupo control no fuman ni han fumado frente al 77,78% de hombres que son exfumadores.

En relación al alcoholismo, el porcentaje de personas no consumidoras es mayor que en el grupo experimental, además el 40% no realiza nunca actividad física. En este grupo un 40% de los participantes duerme entre 6-8 horas diarias. Teniendo en cuenta nuevamente el sexo, se observa que la mayoría de las mujeres (72,72%) duermen menos de 8 horas mientras que la mayoría de los hombres (88,88%) duermen más de 6 horas. Finalmente, en este grupo, un menor porcentaje de personas ha adquirido un hábito de lectura, tal y como se aprecia en las tablas posteriores.

Resultados del MEC pre y post intervención:

- Grupo experimental:

Se puede observar que la media obtenida antes de la intervención del grupo experimental es de 28,35 ( $DT=6,098; \pm 2,854$ ) mientras que en la fase posterior a la recogida de datos la media obtenida en las pruebas MEC es de 28,33 ( $DT=6,472; \pm 3,218$ ), por tanto, se observa que la media desciende. Además, cabe destacar que la media del MEC de aquellos pacientes que no muestra DC y pertenecen al grupo experimental en la fase pre intervención es de 31,26 ( $DT=2,374; \pm 1,315$ ) frente a la media del test MEC post intervención que es 32,16 ( $DT=2,588; \pm 1,645$ ). Sólo una persona del grupo experimental, aquel participante cuyo nivel cognitivo se considera dudoso a la hora de padecer este trastorno, ha obtenido la misma puntuación en la prueba MEC pre y post intervención.

- Grupo control:

La media pre intervención ha sido de 26,30 ( $DT=3,011; \pm 1,409$ ) y la media de la prueba post intervención es de 25,40 ( $DT=5,552; \pm 3,075$ ). En aquellos que no presentaban DC la media inicial es de 29,22 ( $DT=1,716; \pm 1,319$ ) mientras que la prueba posterior de estas mismas personas muestra una media superior, concretamente de 30,42 ( $DT=1,902; \pm 1.760$ ). En contraste a esto último, la media obtenida por las personas que ya sufrían las consecuencias del DCL al inicio de esta investigación, finalmente ha disminuido. Se puede observar además que tanto mujeres como hombres empeoran los resultados post intervención.

## **2. Estadísticos deductivos.**

Al practicarse las pruebas de ANCOVA se comprobó que la variable dependiente (resultado en el MEC en fase post intervención) y la covariable (MEC basal) siguen una relación lineal, observando que comparten un 78,9% de varianza las dos puntuaciones en ambos grupos, control y experimental. Pero se detectaron pruebas de colinealidad entre ambas al aplicar pruebas de correlación y obtener un resultado superior a 0,8 (Rho de Pearson = 0,909;  $p = 0,000$ ). No obstante, ANCOVA no arrojó una diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos. Tampoco al realizar la prueba de MANCOVA.

Debido a que los resultados obtenidos en la prueba MEC tanto en la fase pre como post intervención no cumplen la normalidad, se llevó a cabo la prueba estadística no paramétrica (U de Mann-Whitney y Wilcoxon) para comparar los resultados de dicha prueba en ambas fases y determinar si existe un valor estadísticamente significativo que demostrara que las personas del grupo experimental tenían un progreso o evolución en sus capacidades cognitivas con respecto al grupo control; sin embargo la comparación entre valores pre y post intervención en el grupo experimental y control demuestran que no existe significación estadística ( $p=0,681$ ) ( $p=0,256$ ) respectivamente. Asimismo, se llevó a cabo la prueba T de Student para comprobar los resultados en MEC inter-grupos en fase pre y post intervención e intra-

grupos en los dos momentos de medición. Al comparar los resultados post intervención de ambos grupos no se obtiene significación estadística ( $p=0,177$  y  $t=1,381$ ), esto mismo sucede al confrontar los resultados pre y post intervención del grupo experimental ( $p=0,743$  y  $t=0,333$ ) y del grupo control ( $p=0,231$  y  $t=1,252$ ).

Se realizaron pruebas U de Mann-Whitney para buscar asociaciones entre los resultados del MEC y las variables ser lector frecuente, estudios superiores, hora del día a la que leen, sexo, horas que duermen y patologías. En el primero de los casos, los participantes que afirmaron ser lectores frecuentes (todos los días de la semana) obtuvieron una puntuación en el MEC basal de 30,33 de media ( $DT=3,937$ ;  $\pm 3,026$ ). Al comparar los resultados entre este grupo con los individuos que no leen habitualmente, se obtiene significación estadística ( $p=0,034$ ).

Por otra parte, aquellas personas que alcanzaron una formación superior (de secundaria en adelante) obtuvieron en la prueba MEC una puntuación media de 29,50 ( $DT=0,707$ ;  $\pm 6,353$ ) y tras hacer una comparación, con los resultados de aquellos que no llegaron a este nivel académico, se confirmó que no existe significación estadística ( $p=0,553$ ). Tampoco para la hora del día a la que leen ( $p=0,612$ ), ni para el sexo ( $p=0,254$ ), horas diarias que duermen ( $p=0,62$ ) o para la influencia de las patologías que padecen ( $p=0,154$ ).

## CONCLUSIONES

Una vez analizados los resultados podemos evaluar las hipótesis establecidas. En las primeras hipótesis planteadas se determinó que aquellas personas que leen de forma diaria, los denominados lectores frecuentes, obtendrían en el MEC una puntuación superior a 30 ( $H_{a1}$ ) y aquellos sujetos que leen de forma ocasional mostrarían resultado por debajo de 30 en la misma prueba ( $H_{a2}$ ). Los valores estadísticos reafirman estas hipótesis. Los participantes que afirmaron ser lectores frecuentes obtuvieron una puntuación en el MEC basal de 30,33 de media ( $DT=3,937$ ;  $\pm 3,026$ ), por el contrario, aquellos que no se consideraron lectores frecuentes obtuvieron una puntuación en esta misma prueba de 26,45 ( $DT=4,802$ ;  $\pm 1,762$ ). Al comparar los



resultados de ambos mediante una prueba U de Mann-Whitney se obtuvo significación estadística ( $p=0,034$ ).

Se estableció otra hipótesis relacionada con la anterior que establecía que las personas que leen por la noche obtendrán entre 3 y 5 puntos menos en el MEC que las personas que lean por la mañana o por la tarde ( $H_{a5}$ ), ya que se considera que el cerebro está más activo por la mañana o a primera hora de la tarde. Al intentar comprobar su veracidad se observó que el número de personas en cada grupo (mañana, tarde y noche) era muy reducido, pero de todas formas se llevó a cabo de nuevo una prueba U de Mann-Whitney donde no se obtuvo significación estadística ( $p=0,612$ ).

Por otro lado, no se pudo comprobar la hipótesis que establecía diferencias entre el grado cognitivo de los participantes en función del grado de escolaridad alcanzado ( $H_{a3}$ ,  $H_{a4}$ ), puesto que en la muestra había únicamente dos personas con estudios universitarios y no son suficientes para determinar la veracidad de la hipótesis, algo similar sucede al analizar las hipótesis que relacionaban el consumo de alcohol y tabaco por lo que no se pudieron comprobar ( $H_{a13}$ ,  $H_{a14}$ ).

Se planteó también que pasados los seis meses de intervención el grupo experimental obtendría en el MEC una puntuación similar o mejorada ( $H_{a6}$ ); Sin embargo, las personas que formaban parte del grupo control obtendrían los mismos resultados o incluso peores en el segundo test con respecto al inicial ( $H_{a7}$ ). La media en la fase pre intervención del grupo experimental es 28,35 ( $DT=6,098$ ;  $\pm 2,854$ ) mientras que en la fase posterior a la recogida de datos la media obtenida en las pruebas MEC es de 28,33 ( $DT=6,472$ ;  $\pm 3,218$ ). Las medias del MEC de aquellos pacientes que no han estado realizando las tareas de lectura ha sido de 26,30 ( $DT=3,011$ ;  $\pm 1,409$ ) y de 25,40 ( $DT=5,552$ ;  $\pm 3,075$ ), antes y después de la intervención respectivamente. Los datos señalados parecen confirmar la hipótesis previamente establecida puesto que el grupo experimental mantiene los resultados y el grupo control tiene un descenso significativo, sin embargo, al analizar estos valores con pruebas estadísticas no se obtiene significación alguna.

Tampoco se encuentra relación estadísticamente significativa entre la realización de actividad física y el deterioro cognitivo ( $H_{a10}$ ), desmintiendo así la hipótesis planteada sobre esta variable. Esto puede ser debido a que la mayoría de los sujetos de la muestra tenían problemas de salud que podían interferir en la realización de la actividad física.

Otra de las hipótesis determinaba que las mujeres obtendrían puntuaciones inferiores que los hombres ( $H_{a8}$ ) porque se pensó que las mujeres tendrían menos logros académicos por la desigualdad de género en su época. Sin embargo, no se encuentran valores que expresen diferencias en los resultados de la prueba MEC basal entre ambos sexos ( $p=0,254$ ). Además, las dos personas que poseen estudios superiores son mujeres, lo que deshace la hipótesis planteada.

La hipótesis  $H_{a9}$  establecía que aquellas personas que duermen más de 8 horas diarias o menos de 6 horas al día tendrían una puntuación menor en el test MEC que aquellos que duermen entre 6 y 8 horas diarias, sin embargo, al analizar la hipótesis mediante la prueba U de Mann-Whitney no se encuentran valores estadísticamente significativos ( $p=0,062$ ).

En la hipótesis  $H_{a11}$  se afirmaba que las personas que realizaban pasatiempos obtendrían mejor puntuación frente a las que no, pero no se pudo comprobar porque no existía un número representativo de personas que realizaran esta actividad. La hipótesis  $H_{a15}$  establecía la misma relación con el uso de la televisión, sin embargo, los resultados no resultaron concluyentes.

Por último, se intentó demostrar la hipótesis  $H_{a12}$  que determinaba que padecer alguna patología como ansiedad, colesterol alto, hipertensión arterial, infartos cerebrales, inflamación crónica, insuficiencia cardíaca, síndrome metabólico o diabetes favorece la aparición de DC. Para ello, se planteó un modelo de regresión lineal que evaluase el efecto de las patologías en el resultado basal de MEC, y que permitió descartar la influencia de todas las patologías consideradas respecto a la variable dependiente (ANOVA).

A pesar de estos resultados y tras finalizar los seis meses de intervención se puede obtener la siguiente reflexión: Resulta evidente que la intervención ha sido beneficiosa en todos los sentidos para aquellas personas que han formado parte del grupo experimental. La realización de las tareas les suponía el esfuerzo de estar concentrados bastante tiempo, comprender lo que estaban leyendo, memorizar datos y desarrollar la escritura, la mayoría de ellos han tenido un avance significativo a la hora de realizar dichas lecturas que se puede apreciar si comparamos las primeras lecturas con las últimas, además según pasaban los meses les resultaba más fácil permanecer concentrados durante las sesiones y se dispersaron menos. Es cierto que no han obtenido mejores resultados en la prueba MEC tras finalizar la intervención, pero sí que se han mantenido los resultados, lo cual es de suma importancia porque han conseguido preservar su reserva cognitiva durante los 6 meses y no empeorar tal y como ocurriría de forma natural, esto se debe en parte a que han tenido el cerebro activo y estimulado.

Aunque no se hayan obtenido valores estadísticamente significativos que avalen los beneficios de la intervención, cabe destacar que la mayoría de estudios similares no identifican un resultado primario (Whitty et al., 2020; Livingston et al., 2017). La falta de evidencia de efectividad, añaden estos autores, no es prueba de falta de efectividad.

No existe un tratamiento farmacológico contra el deterioro cognitivo. Por ello, las intervenciones no-farmacológicas cobran tanta importancia y pasan a ser la estrategia de primera opción considerada (Suzuki et al., 2013; Brodziak et al., 2015; Whitty et al., 2020). Se espera que este estudio sirva de llamada de atención y se tome como ejemplo para que se empiecen a desarrollar más estudios y programas similares que ayuden a ralentizar los efectos del deterioro cognitivo en las personas que lo padecen y prevenir la aparición de esta patología.



# **BIOGALAXY3: A PROJECT TO PROVIDE UV PROTECTION FOR PLANTS ON MARS.**

---

## **AUTORAS**

Leyre Ortiz Llull, Andrea Urdániz Martínez y Nahia Eza Arruti.

## **TUTORAS**

Miren Karmele Gómez Garmendia y Sarah García Hualde.

## **CENTRO**

Planetario – Pamplona.

## **PROGRAMA**

iGem – Planeta STEM.

## RESUMEN

Our spatial journey began in 2018 when the first Navarra Biogalaxy team wondered how plants could be genetically transformed to produce specific proteins such as insulin. What for? So that they could be used in space by astronauts in an easy and cost-effective way. In 2019, the last team focused on Mars, concretely, in developing ways to harvest plants on its surface. Our team aims to deepen the line of research opened in 2019. Future plants located on Martian soil will have to survive adverse conditions like acid pH soils, different gravity... We have worked on designing strategies to supply these plants with increased resistance to UV radiation, modifying them with UVR8 and PAP1 genes. Thanks to this addition, we will produce UV-resistant Arabidopsis plants as a proof of concept of a new generation of crops designed to survive on Mars.

Over 10 '000 years ago, humans began to cultivate the Earth helped by the stars, predicting changes of seasons through the observation of the firmament. The transition, from a nomadic to a sedentary species that arose from agronomy, allowed the surge of civilizations around the globe. Civilizations that sparked due to emerging cultures, founders of cities full of science and technology. Following this, humankind's technological advancement has been continuously on the rise, reaching unprecedented speeds, making huge progress. During the second industrial revolution, the first airplane was created and sixty years later the first person walked the moon. Since then, humankind's desire to explore outer space has been continuously on the rise.



*Sunset on the Pirineos, Spain. Credits: Pirineos la Nuit*

The first trip to the moon inspired many generations and proved that thinking about distant horizons was beneficial to the Earth. Spatial exploration efforts are now looking toward Mars. It has recently become one of the main objectives as the scientific community intends to comprehend the red planet's past, present, and future. However, the planet's hostility has led this to be an arduous feat. Several rovers, landers, and orbiters have been launched to explore the red planet. These missions began in the sixties and have continued until the present. Missions like Curiosity in 2012, and most recently Perseverance, Curiosity's sibling, in 2021; allowed scientists to explore evidence of past habitable environments and microorganisms on Mars.



*Perseverance rover on Mars. Credits: Nasa*

When we started this project, the team wondered how far the last Navarra Biogalaxy team had gone in their different fields of research. After some investigation and talks with our instructors, we decided that we would continue, and try to improve, their UV radiation resistance plants' field of research. Moreover, as the world is already working to ensure humankind's arrival on Mars, NASA's scientists have considered 5 hazards that astronauts will face in long-lasting space trips, those being radiation, isolation, distance from Earth, gravity, and its hostile environments. This confirmed the path of our project. Our team has felt the need to contribute to the pursuit of this milestone by proposing a project that could make plants thrive in places with high UV radiation exposure.

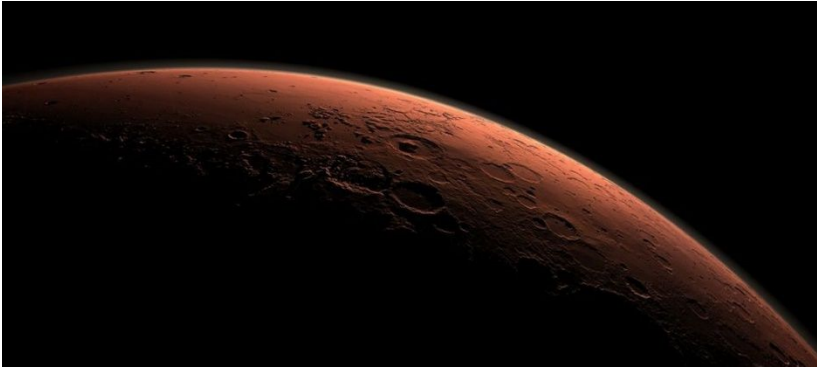
By genetically modifying our plants, they would be capable of withstanding increased levels of radiation, facilitating their harvest and survival on Mars. Plants open a huge spectrum of resources in spatial exploration. Plants are the perfect spatial partner.

Exploring Mars and solving the many complex tasks to inhabit the planet has a direct impact on what we know of our planet, as breakthroughs on Mars could turn out to be solutions to unresolved questions here. Furthermore, this project could be helpful on Earth, just like many projects which were developed for space but ended up having retribution on our planet.

In 2019, the second Navarra Biogalaxy team set its aims on the red planet, they proposed different solutions to make plants able to survive Mars' hostile living conditions, such as gravity, lack of water,



acid pH soils, and high levels of radiation. To extend their mission they created a biobrick - a DNA sequence that can be added to other ones just as Lego pieces- consisting of the Arabidopsis PAP1 gene.



*Computer-generated view of Mars. Credits: NASA*

## BUT WHY IS RADIATION A PROBLEM?

Even though Mars is 79 million kilometers farther away from the Sun than Earth, radiation on the red planet is much higher. If you are wondering how this is possible, you must know that Earth prevents the infiltration of most radiation thanks to its unique atmosphere. Unfortunately, the Martian atmosphere is 100 times thinner than the one on Earth, so all types of radiation, UV- A, UV-B, UV-C, and cosmic radiation, can pass through the atmosphere, reaching the planet's surface. Mars also lacks the magnetosphere that protects the Earth from nocive solar radiation.

We are going to focus on UV-B because depending on the dosage, it can act either as a key environmental signal received by plants to promote UV acclimation and survival or as a lethal source of energy, as at high doses, it creates free radicals that interact with DNA.

## WHY ARE PLANTS IMPORTANT IN SPACE EXPLORATION?

If we were able to grow crops on another planet's soil, we would have a higher chance of survival and therefore of success in future space explorations. Hypothetically, cultivating plants on Mars could provide explorers with many benefits. To round it up, plants would potentially increase the possibilities of surviving on the red planet.

Nevertheless, the cultivation of plants is not as simple as it seems since Mars has different characteristics in comparison with the Earth. Then, plants will have to adapt to the Martian harsh conditions.

This is a long-term process, so we have come up with a way to shorten it. The base of our strategy is synthetic biology. As aforementioned, one of the alarming environmental characteristics of Mars is the increased level of radiation and lack of protection.

We aim to develop plants with new capabilities for space travel or eventually settlements on Mars.

## WHERE COULD WE CULTIVATE ON MARS?

There is a place on Mars that is quite interesting for our project, the lowest point on the whole planet, a place where modified plants would have a bigger chance of survival: Hellas Planitia. This is a huge plain located inside a roughly circular impact basin. Its characteristics couldn't be better for plants to grow, considering we are on Mars. Hellas Planitia is 2200 km wide, reaching depths of over 7 km, the lowest point on Mars' surface.

Being lower down in a basin would mean a higher atmospheric density, being more similar to the Earth's one. Another advantage of this basin is the lower doses of radiation. Researchers found out that about 50% less radiation reaches the basin surface than in higher elevated regions on Mars. It was also discovered that the basin once had different sources and flows of water, making it a great place for future scientific investigations.

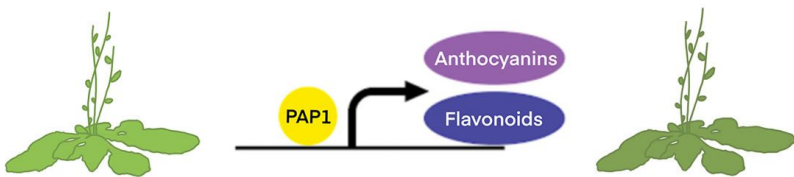
After answering all these questions, we wanted to give continuity to the last NBG project by investigating if genetically modified plants would be able to withstand Mars' UV radiation. Our main strategy is to boost the plant's natural photoprotective response by increasing its levels of photoprotective pigments. These pigments can protect the plant from radiation as they absorb luminous energy. So, we have laid out 3 different fields of research.

## **1. Verify if the increase of pigments protects plants from UV-B light:**

### *a. Characterization of Arabidopsis plants overexpressing PAP1.*

In this first field of research, we characterized the last team's biobrick which contained the Arabidopsis PAP1 gene as they didn't have time to prove its effectiveness. That is why our first objective was to characterize the plants modified with the Arabidopsis PAP1 gene to prove if they were more resistant to UV radiation.

Arabidopsis PAP1 gene codes for a transcriptional factor, usually present in Arabidopsis thaliana plants, involved in pigment production. The introduction of this gene aims to overexpress PAP1 increasing the production of photoprotective pigments, anthocyanins.



*Representation of the increase of pigments on Arabidopsis due to PAP1*

b. *Characterization of Arabidopsis plants exposed to volatile compounds.*

In this second field of research, we studied how volatile compounds interact with plants' metabolism and pigment production. It is known that volatile emissions from some microorganisms, not only considerably promote plants' growth, but also increase the accumulation of photoprotective pigments. For our experiment, we have used *Alternaria alternata* fungi as the producer of these compounds.



*Method used to expose Arabidopsis thaliana to Volatile compounds*

**2. Using synthetic biology to engineer multi-resistant plants to UV**

a. *Producing Arabidopsis plants overexpressing PAP1 and UVR8 genes.*

Continuing with the direction of last year's project, we have created a construction that makes possible the overexpression of two specific genes, Arabidopsis UVR8 and PAP1, that are naturally present in plants and participate in the defense against UV radiation. This way, we aimed to boost even more the plant's natural photoprotective response to UV radiation.

As we already had the construction containing PAP1, we created the one containing the UVR8 gene. This gene starts plants' physiological and morphological adaptive changes to UV. So, the main objective when introducing this gene is to initiate another biological pathway in addition to the one

started by PAPI, increasing, even more, the level of photoprotective pigments.

## WHAT ABOUT THE EARTH? aRADIAMARS BENEFITS ON AGRICULTURE

We think it has been made clear that our main inspiration is Mars, but we don't want to forget the Earth. That is why we have also thought about possible applications of our project here. We thought about numerous options, but when we participated in Biospain -an event organized by The Spanish Bioindustry Association- we realized that its foremost application was in agriculture. Concretely, the improvement of agriculture in the regions of the Earth more exposed to UV radiation. It is a fact that the population is growing, and that humans require food. It has also been documented that in places with high UV radiation crops productivity falls. So, it could be feasible to use our transgenic plants, which are more resistant to UV radiation, to help those places and solve an urgent and present problem in thousands of people's lives.

## HOW SPATIAL EXPLORATION AND SPACE-ORIENTED PROJECTS HAVE HELPED EARTH

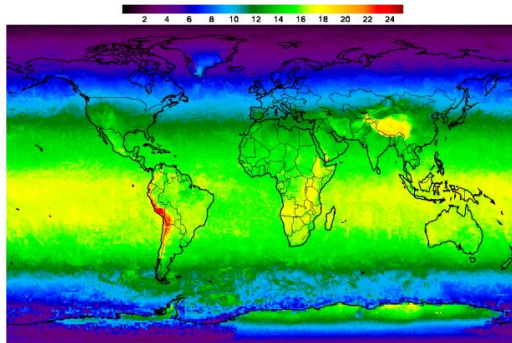
The same question always comes up when new space-oriented projects are presented to the population: why are so many resources used for it, when we have so many unsolved problems on Earth? This thought is very widespread in society but that is because people are not aware of all the instruments and benefits, we have thanks to space exploration. To use some examples, cordless vacuum cleaners were invented to extract samples from the lunar surface. The water purification methods we use to purify water after natural disasters were invented for long-duration journeys on the ISS. Fireproof firefighters' suits were improved after the fire catastrophe on the Apollo I mission. Even something as common as the GPS was invented for space. After this revelation, we hope everyone realizes

the utility of space inventions and therefore the impact aRADIAMARS can have.

## THINKING ON MARS, TAKING CARE OF EARTH

Our implementation can be on Mars, but after all, Earth is our home, and it can benefit from our project. We want to help and like other space projects, make a return to Earth.

When we started thinking about aRADIAMARS impact, we thought of different applications: developing textile products resistant to UV radiation, cosmetic products with a higher content in anthocyanins and carotenoids, increasing the resistance of medicinally used plants, or improving oxygen producer methods based on algae. But when the team assisted to “Biospain” on September 29th we got reaffirmed one of the ideas we had since the beginning, applying aRADIAMARS into agriculture, improving agriculture in the Earth regions with higher exposure to UV radiation. This led us to the question: where on Earth has the highest UV? After some research, we found a paper published by NIWA<sup>2</sup> -National Institute of Water and Atmospheric Research- which talked about this topic. Some of the places with higher UV radiation are New Zealand, Peru, and Angola.



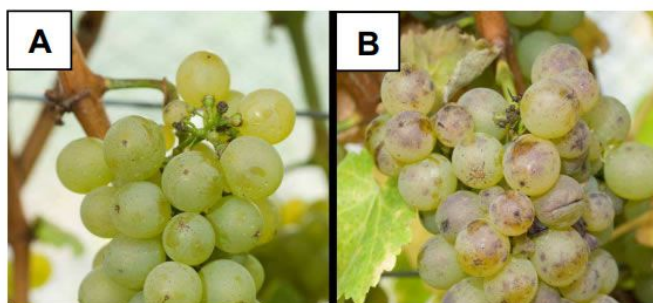
*Map representing the places with a higher UV exposure. Credits: NIWA*

---

<sup>2</sup> [https://niwa.co.nz/sites/niwa.co.nz/files/import/attachments/Liley\\_2.pdf](https://niwa.co.nz/sites/niwa.co.nz/files/import/attachments/Liley_2.pdf)

Once we had identified the regions with a higher UV exposure, we needed to know what effects this extra exposure had on crops. According to a paper published on Springer Link<sup>3</sup>, UV-B that reaches Earth is estimated to cause a decrease in crop yields of 20-25%. The increase in UV-B could damage plants, reducing their effectiveness in photosynthesis. Moreover, this harmful exposure to plants can end up altering the natural carbon cycle, according to NASA, which is also worried about UV effects on plants. This plant damage results in a 30% increase in atmospheric carbon dioxide, perpetuating the greenhouse effect.

Some experiments have been conducted in these countries about how UV affects plants, for example, an experiment in New Zealand<sup>4</sup> showed how UV-B heavily damaged the quality of their grapes, worsening their skin, size, and increasing sugar levels.



*New Zealand grape berries are grown under filters that exclude (A) and transmit UV-B (B). Credits: NIWA.*

NASA already investigated how overexposure to UV-B reduces size, productivity, and quality in many crop plant species that have been studied (among them, many varieties of rice, soybeans, winter wheat, cotton, and corn).

---

<sup>3</sup> Fiscus, E.L., Booker, F.L. Is increased UV-B a threat to crop photosynthesis and productivity? *Photosynth Res* 43, 81–92 (1995).  
<https://doi.org/10.1007/BF00042965>

<sup>4</sup> [https://niwa.co.nz/sites/niwa.co.nz/files/uz\\_nz\\_and\\_grapes.pdf](https://niwa.co.nz/sites/niwa.co.nz/files/uz_nz_and_grapes.pdf)

## IMPACT ON OVERPOPULATED COUNTRIES

All these effects of UV radiation on plants could be solved by the biobricks we have developed and characterized. If they were applied to the wide variety of crops affected by UV radiation, they would not suffer a decrease in their yield, the carbon cycle would not be altered and their quality would be the best one, increasing the worldwide quantity of crops and their performance while ensuring their prosperity.

Furthermore, Earth's population keeps increasing, according to the UN, it is expected that, by 2050, the world population will reach a staggering 9.7 billion people<sup>5</sup>. If this happens, there won't be enough food to feed everyone on the planet <sup>6</sup>.

To prove the impact our project can have, we will use Angola, one of the countries mentioned before, as an example. In Angola, the problem is not only radiation, by 2050 their population will double<sup>7</sup> from 31.1 million to 67.9 million people. To make the matter worse 37.6% of children in Angola, under 5 years of age, suffer from malnutrition<sup>8</sup>. A percentage that is significantly higher than the African average. Interpreting the results, we have obtained, we know that plants protected from UV-B radiation through the addition of the Arabidopsis PAP1 gene are better protected from its effects. And as mentioned before, this can cause several benefits to crops. In countries like Angola which suffer from overpopulation and malnutrition, aRADIAMARS could help their society to thrive, promote

---

<sup>5</sup> <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/world-population-prospects-2019.html>

<sup>6</sup> Pimentel, D. *World overpopulation*. *Environ Dev Sustain* 14, 151–152 (2012). <https://doi.org/10.1007/s10668-011-9336-2>

<sup>7</sup> <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Angola%20First/ND C%20Angola.pdf>

<sup>8</sup> <https://globalnutritionreport.org/resources/nutrition-profiles/africa/middle-africa/angola/>



agriculture-related works, increase their quantity of food, and therefore, feed more people.

This is aRADIAMARS, a project developed for Mars, which aims to boost worldwide crops' effectiveness and prosperity on Earth.





# DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN QUE CALCULE LA HERENCIA FENOTÍPICA DE CARACTERES SANGUÍNEOS.

---

## AUTORAS

Patricia Vital Pagola, Maitane Lizarraga Lopez y Marta Fernández Pérez.

## TUTOR

Javier Elizalde Razquin.

## CENTRO

Colegio Luis Amigó – Mutilva.

## PROGRAMA

Biología y Geología 4º E.S.O. – Luis Amigó Curiosity.

## RESUMEN

Durante años, las personas se han preguntado acerca de cómo sería su descendencia y, si enfermedades o problemas que ellos padecen también las heredarían sus hijos. Actualmente, se puede responder a estas cuestiones ya que se tiene mucha información sobre la herencia de los caracteres gracias a los estudios derivados de los trabajos de Gregor Mendel, así como de otros avances en el campo de la genética. Los caracteres, que pueden ser dominantes o recesivos, son regulados por los diferentes alelos de los genes en los cromosomas y podemos calcular su herencia genotípica y fenotípica. No obstante, existen distintos tipos de herencia y, por lo tanto, no siempre se calcula de la misma manera. Así pues, mediante la realización de este proyecto de investigación, se pretende comprobar si es posible diseñar y programar una aplicación que permita hacer esos cálculos hereditarios, de tal manera que aquellas personas que tengan interés en averiguar los porcentajes hereditarios de algunas de sus características sanguíneas (grupo sanguíneo, factor Rh y hemofilia) en sus hijos de una forma sencilla y rápida, tan solo tengan que introducir sus datos en ella. Finalmente, una vez la aplicación alcance su objetivo y tenga una opción que informe acerca de los caracteres seleccionados, se haría disponible para todo el mundo publicándose en las diferentes tiendas de aplicaciones online.

## INTRODUCCIÓN

El estudio de la herencia es muy complejo, como nos demostraron los descubrimientos de Mendel, los cuales marcaron los orígenes de la genética en el siglo XIX. Lo hizo usando su propio procedimiento científico, introducción a nuestro primer acercamiento a esta parte de la Biología. Este integraba herramientas estadísticas, que ayudaron a Mendel a estudiar la transmisión de rasgos en plantas. Para llevarlo a cabo, y que se observase de forma clara, lo hizo con guisantes (*Pisum sativum*). Siguió un método en el que primero cruzaba dos razas puras para un determinado carácter, que constituyen la generación parental (P), y obtuvo descendientes que llamó primera generación filial (F1). Después, al cruzar entre sí la primera generación filial (F1), obtuvo lo que denominó como segunda generación filial (F2).

En su trabajo, comenzó estudiando el cruce de distintos caracteres con dos variantes en cada uno de ellos: guisantes amarillos o verdes, con aspecto liso o rugoso, con flores púrpura o blancas y con tallo alto o corto. En cualquiera de esos caracteres, al cruzar parentales (P) puros, obtuvo descendientes (F1) uniformes, es decir, todos iguales para una de las variantes de cada carácter, así pues, los caracteres que se mostraban en la F1 los denominó como dominantes, y a los que no, como recesivos.

A continuación, cruzó los guisantes de la descendencia (F1) y el resultado de la siguiente generación (F2) siempre fue el mismo: tres cuartos presentaban la variante dominante y un cuarto la recesiva.

Tras esto, analizó lo mismo, pero con dos caracteres juntos y obtuvo, una vez más, en la primera generación (F1) las variantes dominantes de cada carácter. Después fecundó dos individuos de la F1 que dieron como resultado en la siguiente generación (F2) nuevas proporciones, pero siempre muy parecidas: 9/16 con las variantes dominantes, 3/16 con una variante dominante para un carácter y una variante recesiva para el otro, 3/16 inversos al anterior y 1/16 con las dos variantes recesivas. Lo curioso fue que en la F2 aparecían combinaciones que no estaban ni en la generación parental ni en la F1, las variantes combinadas de recesivo y dominante.

Mendel siempre analizó el fenotipo de los caracteres en sus estudios, es decir, la expresión externa de los genes. Desconocía en ese momento la existencia de los genes en las parejas de cromosomas, que hoy sí conocemos y que, además, constituyen el genotipo, que puede ser homocigótico o heterocigótico. Para que sea homocigótico, los dos alelos o variantes del gen tienen que ser iguales, sin embargo, cuando son distintos son heterocigóticos.

El trabajo de Mendel sentó las bases de la genética o el estudio de la herencia de los caracteres. Además de la herencia mendeliana, hemos descubierto que hay otros tipos de herencia. La codominancia, la cual es un modelo hereditario no mendeliano en el que algunos alelos se comportan como dominantes y esas características se manifiestan sin mezclarse, un ejemplo de este tipo de herencia sería el grupo sanguíneo. Por otro lado, otro tipo de herencia es la ligada al sexo. Esta es la expresión fenotípica de un alelo relacionado con los cromosomas sexuales del individuo. Por ejemplo, en mamíferos, la hembra con sexo homogamético se define como XX, y el macho con sexo heterogamético, se introduce como XY. Los genes ligados al sexo están en los cromosomas X e Y (Pedrinaci, Gil y Pascual, 2016).

El desarrollo en este campo biológico ha sido muy importante en el último siglo y, más concretamente, en los últimos 20 años desde que se secuenció el genoma humano (*National Human Genome Research Institute*, 2016). Me he dado cuenta de la importancia de saber interpretar y analizar correctamente la herencia porque, gracias a esta, se puede descubrir cómo va a ser nuestra descendencia y, además, llegar a saber las posibilidades que se tienen de heredar algunas características. Es por ello, que me ha parecido muy interesante hacer una aplicación que recoja todos esos datos y calcule las probabilidades fenotípicas de varias características a partir de dos genotipos propuestos, para así poder saber las posibilidades de la descendencia de heredar esos caracteres.

## ANTECEDENTES

A día de hoy, en distintas plataformas, ya existen distintas aplicaciones de genética que están disponibles para la gente. Todas

ellas explican y proporcionan información sobre genética o son juegos de preguntas que se pueden responder sabiendo teoría sobre ella.

Un ejemplo de estas aplicaciones es *Genetica - DNA testing & counseling* (Google Play, 2021). Esta app gratuita contiene diferentes informes sobre una persona durante su vida que permiten acceder a planes de nutrición y acondicionamiento físico personificados y óptimos.

También está *Genética* (Google Play, 2021), al igual que la anterior, gratuita. Esta aplicación incluye definiciones y explicaciones de diferentes palabras y temas relacionados con la genética.

Además, también existe la aplicación *Genetics And Evolution* (App Store, 2016). Esta app gratuita está diseñada para un curso de introducción de genética de una universidad; sin embargo, es útil para cualquier persona (estudiante, profesor...) ya que resuelve cuatro tipos de problemas básicos que se suelen enseñar en cursos de introducción a la genética. Por lo tanto, se puede utilizar para comprobar tus respuestas a problemas o generar otros nuevos.

Otra aplicación es *GeneticsLab* (App Store, 2011), que permite calcular lo que se tenía que hacer manualmente y también contiene secuencias en 3D para mejorar el aprendizaje ya que es visual. No obstante, esta app no es gratuita, por lo que para utilizarla hay que pagar 9,99 €.

Y una aplicación más que existe es *Genomapp* (Google Play, 2021) (App Store, 2020), esta cruza tu fichero *raw data*, que es un tipo de fichero que tiene que ser procesado para extraer información significativa sobre genes, con fuentes científicas fiables de prestigio para obtener el máximo de información de tu ADN y mostrarla de manera sencilla en informes estadísticos de enfermedades complejas y hereditarias, metilación, respuesta a fármacos, rasgos, síntomas observables y grupos sanguíneos (Genomapp, 2019). Está disponible de manera gratuita, excepto algunos informes, que son de pago.

Ahora bien, también existen investigaciones científicas sobre este campo como la Investigación Genética de la Fundación Española del Corazón (Rodríguez Mañero, s.f.) cuya finalidad es localizar los genes

causantes de enfermedades hereditarias e identificar los defectos genéticos responsables de dichas dolencias. Este diagnóstico genético puede ser importante para confirmar la enfermedad de sospecha y para realizar el cribado en familiares.

Como se puede comprobar, ya existen muchas aplicaciones de genética como las que se han nombrado anteriormente, todas ellas proporcionan información acerca este tema, problemas para resolver y otras facilidades con las que aprender más cosas sobre genética. No obstante, en la actualidad todavía no existe ninguna aplicación con la que se puedan predecir los porcentajes hereditarios de una persona al introducir sus datos genéticos y los de su pareja en dicha app.

## HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Por todo lo dicho anteriormente, la hipótesis que se plantea es: ¿se puede crear una aplicación con la que predecir los porcentajes hereditarios de una persona ya sean mendelianos, codominantes o ligados al sexo al introducir en dicha app los datos genotípicos de sus progenitores?

Dicho esto, se tiene claro que los objetivos son:

1. Diseñar y programar una aplicación en la que los usuarios, al incluir sus datos genéticos y los de su pareja en ella, pueda revelar los porcentajes hereditarios, ya sean mendelianos, ligados al sexo o codominantes, en sus descendientes.
2. Añadir una opción para informar acerca de los caracteres.
3. Diseñarla y hacerla disponible también tanto para *Android* como para *iOS*.
4. Comercializar la versión de *Android* en la *Play Store* de *Google*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales que se han utilizado para llevar a cabo este proyecto no han sido muchos, ya que crear una aplicación no requiere ningún tipo de material. Ha sido necesario tener disponible un



ordenador o portátil con internet que se ha utilizado para programar la aplicación al usarse diferentes entornos de desarrollo de programación.

El primero de ellos ha sido *App Inventor 2*, un sistema educativo de desarrollo de aplicaciones online para *Android*. Dentro del sistema hay dos apartados: el diseñador, en el que se ponen los elementos que se quiere que aparezcan en las pantallas; y la parte de programación, en el que se programan los elementos que se han puesto anteriormente en el diseñador. La forma de programar de este sistema es muy sencilla e intuitiva, a través de bloques de colores.

Por otro lado, también se programa en *Thunkable*, que es una plataforma gratuita que sirve para crear fácilmente apps para *Android* e *iOS*, con un sistema muy parecido a *App Inventor 2*. Se ha decidido programar en las dos webs porque, en *Thunkable*, la versión para *Android* pesa demasiado y, haciéndola también en *App Inventor 2*, se asegura la correcta compilación de la aplicación.

La aplicación funciona de la siguiente forma: los usuarios introducen sus genotipos para que la aplicación les dé los posibles fenotipos de su descendencia. Consta de cuatro pantallas, tres de ellas muy similares.

La primera es la de inicio, desde donde se decide qué carácter se quiere introducir para sacar los datos de la descendencia. En ella hay tres botones, cuyo aspecto se ha diseñado individualmente en función a las siguientes características: el grupo sanguíneo, heredado por codominancia; el factor Rh, heredado por herencia mendeliana, y la hemofilia, que es una herencia ligada al sexo.

Al resto de pantallas se accede desde la principal al pulsar el botón del carácter que se haya elegido. Como se ha indicado anteriormente, estas tendrán un diseño y programación muy similar, ya que la única diferencia será los caracteres introducidos. La pantalla del grupo sanguíneo es la más compleja de programar ya que existen cuatro versiones distintas (A, B, AB o 0), mientras que el factor Rh, al ser mendeliana, solo tiene 2 alelos (positivo y negativo), y las de herencia ligada al sexo tiene una programación muy parecida a la de

la herencia mendeliana, aunque hay que añadir las combinaciones de cromosomas XX y XY.

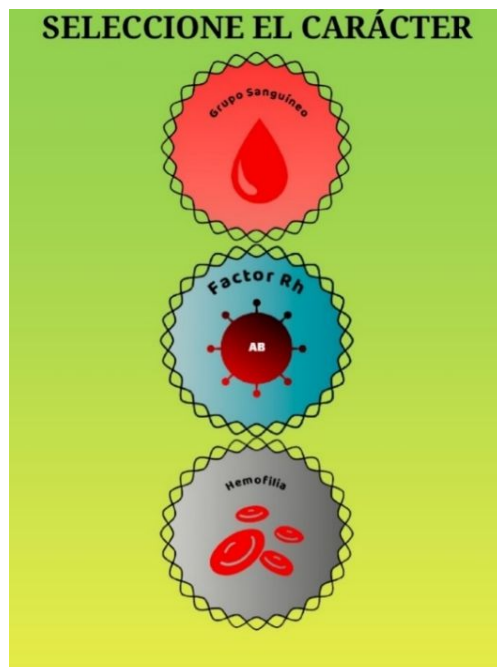
En cuanto al diseño de estas pantallas, en la parte superior se ha colocado un botón que, al pulsarlo, lleva a una web en la que se explica el carácter cuya descendencia va a ser calculada. Debajo de ese botón, se encuentran otros dos botones, uno para el hombre y otro para la mujer y, al presionarlos, aparece un desplegable para marcar el genotipo de cada uno. Una vez seleccionadas las opciones, se colocan en la parte inferior de la pantalla, donde se encuentra el cuadrado de Punnet, y al darle al botón de *Calcular* se muestran las probabilidades fenotípicas de la descendencia.

Es importante destacar que se tiene que utilizar el *activity starter*, mediante el cual se accede a la página web con la información del carácter; y que para la programación del botón *Calcular* hay que utilizar varias variables para recoger los valores de las características. Además, mediante bloques de lógica, se programan todas las opciones y variantes, según esas variables, para que aparezcan los porcentajes de portarlas en nuevas etiquetas.

## RESULTADOS

Tras mucho tiempo invertido en el diseño y programación de la aplicación, se ha conseguido crearla según la disposición de cuatro pantallas. Una principal (imagen 1) desde donde se accede al resto de pantallas en las que se analizan distintos caracteres (imagen 2). Se ha logrado que esta revele las posibilidades de la descendencia de tener el carácter que se ha elegido: mendeliano, codominante o ligado al sexo. Estas se muestran en unas etiquetas en forma de porcentajes (imagen 3) tras previamente haber seleccionado el fenotipo de los parentales y seguidamente pulsado el botón de calcular. Todo esto programado a través de los bloques de lógica (imágenes 4 y 5).

Asimismo, se ha logrado incluir, con el *activity starter* (imagen 6), una opción que permite acceder a una web para ser informado sobre todas las características que se pueden analizar en la aplicación: grupo sanguíneo, factor Rh y hemofilia (imagen 7).



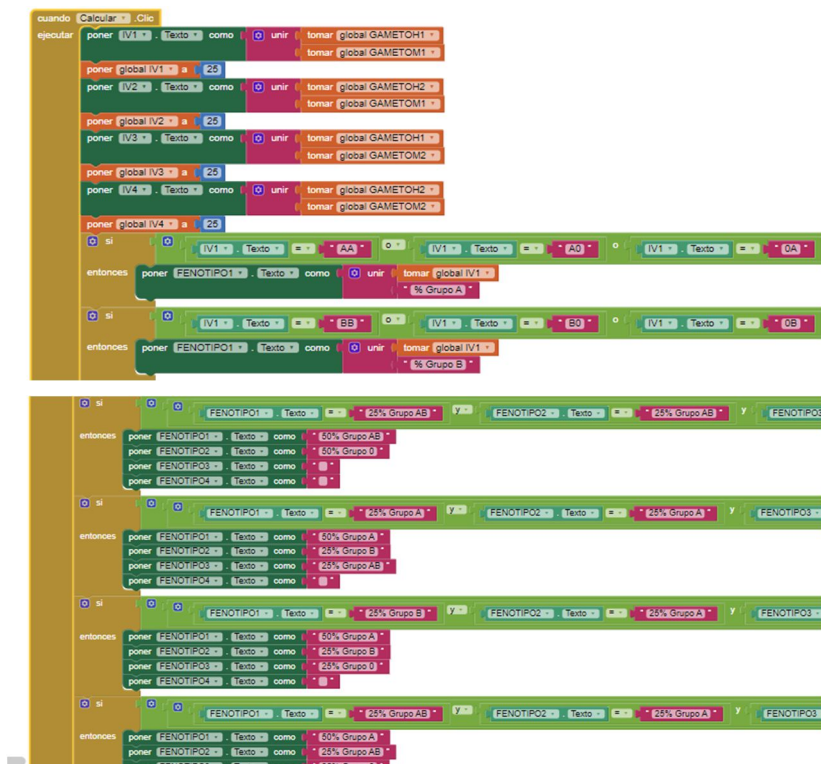
**Imagen 1:** Pantalla de inicio de la aplicación desde la que se puede acceder a las demás. Fuente: elaboración propia.



**Imagen 2:** Pantalla Grupo Sanguíneo de la aplicación, que se asemeja al resto. Fuente: elaboración propia.



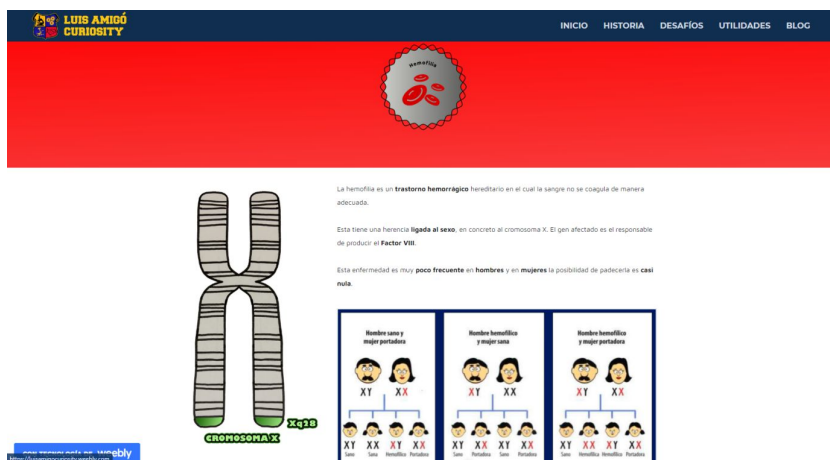
**Imagen 3:** Pantalla Grupo Sanguíneo una vez ya se hayan calculado y aparecido los porcentajes. Fuente: elaboración propia.



**Imágenes 4 y 5:** Programación del botón calcular mediante bloques de lógica para que aparezcan los porcentajes fenotípicos. Fuente: elaboración propia.



**Imagen 6:** Programación del *Activity Starter* que permite acceder a la página web informativa. Fuente: elaboración propia.



**Imagen 7:** Página web que informa acerca de la hemofilia. Fuente: elaboración propia.

Además, se ha diseñado y se ha hecho disponible tanto para *Android*, mediante la plataforma de *App Inventor 2*, como para *iOS*, con *Thunkable*. La aplicación está accesible para todo el mundo en *Google Play Store*, para dispositivos móviles o tabletas, nombrada *Bloody GeneTICs* y se puede descargar mediante el siguiente enlace: <https://bit.ly/3Aldf3s>.

## CONCLUSIONES

En conclusión, se ha creado una aplicación para *Android* e *iOS*, *Bloody GeneTICs*, que permite a quien la utiliza introducir los genotipos de los parentales en ella (ya sean los suyos propios o cualquier otra persona), y obtener los porcentajes fenotípicos de la descendencia. Como se puede ver, con esta app se ha conseguido

realizar cálculos genéticos rápidos, eficaces y visuales. Asimismo, se ha logrado que, a través de la aplicación, se pueda acceder a una página que informa acerca de los caracteres estudiados dentro de la misma: cromosomas y genes ligados a estas características, el tipo de herencia que siguen, etc.

Por lo tanto, respondiendo a la hipótesis planteada anteriormente, mediante este proyecto de investigación se demuestra que es posible realizar una aplicación que calcule los porcentajes hereditarios de la descendencia, ya sean estos ligados al sexo, codominantes o mendelianos.

## AGRADECIMIENTOS

Desarrollar este proyecto no hubiese sido posible sin la ayuda de algunas personas a las que nos gustaría dar las gracias. Así pues, en primer lugar, agradecemos el apoyo de nuestros compañeros del equipo de ciencias del Colegio: Laura Esparza, Pablo Poveda, Leire Blanzaco, Aitana Díaz y Raúl Ros. Así como a nuestro tutor Javier Elizalde y nuestra profesora de Lengua, Leyre González, por guiarnos durante todo el proceso y ayudarnos en los apartados lingüísticos, científicos y tecnológicos. Y, por último, al Colegio Luis Amigó, por permitir el uso de sus instalaciones y materiales para la ejecución del trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

- Apple Store. (2011) *GeneticsLab* [Online]. Disponible en: <https://apps.apple.com/es/app/geneticslab/id473089291> (Consultado el 9 de diciembre de 2021).
- App Store. (2016) *Genetics And Evolution* [Online]. Disponible en: <https://apps.apple.com/us/app/genetics-and-evolution/id650401749?mt=8%20%29> (Consultado el 16 de diciembre de 2021).

- Genomapp. (2019) *¿Qué es un fichero raw data de ADN?* [Online]. Disponible en: <https://genomapp.com/es/que-es-un-fichero-raw-data-de-adn/> (Consultado el 24 de febrero de 2022).
- Google Play. (2020) *Genomapp* [Online]. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.rfdevelopments.genomapp&hl=es&gl=US> y <https://apps.apple.com/es/app/genomapp-exprime-tu-adn/id922937973> (Consultado el 16 de diciembre de 2021).
- Google Play. (2021) *Genetica - DNA testing &counseling* [Online]. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.genefriendway.genetica&gl=ES> (Consultado el 9 de diciembre del 2021).
- Google Play. (2021) *Genética* [Online]. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.soft24hours.encyclopedia.genetics.free.offline&gl=ES> (Consultado el 16 de diciembre de 2021).
- National Human Genome Research Institute. (2016) *Breve historia del Proyecto del genoma humano* [Online]. Disponible en: <https://www.genome.gov/breve-historia-del-proyecto-del-genoma-humano#:~:text=En%20febrero%20de%202001%2C%20el,2001%2C%20de%20la%20revista%20Nature> (Consultado el 7 de enero de 2022).
- Pedrinaci E., Gil C., Pascual J.A. (2016) *Biología y Geología para 4.º de E.S.O. 1ª edición*. Andalucía: SM.
- Rodríguez Mañero, Moisés. (s.f.) *Investigación Genética* [Online]. Disponible en: <https://fundaciondelcorazon.com/informacion-para-pacientes/metodos-diagnosticos/investigacion-genetica.html> (Consultado el 7 de enero de 2022).





# EL ANTES Y EL DESPUÉS DE LA COVID-19 EN EL ÁREA DE SALUD DE TUDELA. NUEVAS ESTRATEGIAS.

---

## AUTORAS

Maider Miramón Fernández y Adriana Prieto Aldunate.

## TUTORA

Natalia Martínez Marzo.

## ENTIDAD COLABORADORA

Hospital Reina Sofía de Tudela, en colaboración con M<sup>a</sup> Teresa Rubio Obanos (Dpto. de Medicina Interna en el Hospital Reina Sofía de Tudela).

## CENTRO

IES Valle del Ebro – Tudela.

## PROGRAMA

Bachillerato BI+.

## RESUMEN

El presente proyecto ha consistido en el análisis del antes y después de la *COVID-19* en el Área de Salud de Tudela (AST). Se divide en tres bloques: un estudio epidemiológico de los cambios entre las dos primeras olas, las mejoras y adaptaciones en las estructuras sanitarias y las consecuencias psicológicas en los sanitarios y trabajadores del AST.

Para la comparación de olas se ha realizado una recogida de datos de fuentes gubernamentales y se ha hecho el análisis de los cambios en variables como fallecimientos, casos diarios o ingresos en UCI. Para saber los cambios en las estructuras sanitarias se concretaron entrevistas con la responsable de Medicina Interna del Hospital Reina Sofía de Tudela, en las que se recopiló información sobre las medidas y protocolos surgidos. Por último, se difundió un cuestionario entre el personal sanitario y trabajador del AST para medir la sobrecarga tras el colapso sanitario por *COVID-19*.

Los resultados muestran una mejora en el AST según el avance de la pandemia en los recursos y en los protocolos realizados. Al comparar la primera ola con la segunda ola aumenta la realización de pruebas PCR y de antígenos y la tasa de letalidad es menor, entre otras mejoras a pesar del mayor número de casos. En cuanto al cuestionario, se observa una relación directa entre cansancio emocional y despersonalización, en la que el aumento de una subescala deriva al aumento de la otra, además de que ambas se remiten al aumento también de la realización personal.

## JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, la pandemia de la *COVID-19* ha afectado ética y económicamente a nuestra sociedad. El virus no sólo afecta a los contagiados del mismo, sino también a la atención sanitaria y a decisiones tomadas en este sector y los servicios sanitarios se han visto obligados a adaptarse a una nueva realidad a marchas forzadas. Desde el Instituto de Enseñanza Secundaria Valle del Ebro en Tudela y en colaboración con el Hospital Reina Sofía del Área de Salud de Tudela (AST) nos hemos interesado por la situación sanitaria antes y después de la *COVID-19* en la zona, para estudiar la reorganización funcional de los departamentos sanitarios y encontrar unos resultados con una función práctica. Se pretende que los datos presentados tengan especial relevancia en la zona del AST debido a la escasa información analizada que se conoce en la actualidad.

## ANTECEDENTES

La enfermedad de la *COVID-19* es la consecuencia de la aparición de un nuevo coronavirus descubierto en un mercado mayorista de mariscos de Wuhan a finales de 2019, una de las nuevas enfermedades infecciosas emergentes. El virus, denominado coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV-2), es de la extensa familia de virus caracterizada por causar zoonosis y por poder provocar diversas infecciones respiratorias. Desde su inicio, el virus tuvo una rápida transmisión mundial que obligó a la Organización Mundial de la Salud a declarar una emergencia sanitaria de preocupación internacional el 30 de enero de 2020.

## OBJETIVOS

- O.1. Comparar datos de la primera y la segunda ola en relación a la mortalidad y así comprobar si ha habido una mejora entre esas franjas de tiempo, valorando aquellas medidas que hayan sido más útiles y puedan seguir siéndolo en el futuro.
- O.2. Enumerar los problemas principales generados por la pandemia de *COVID-19* en los sistemas sanitarios.

- O.3. Describir y considerar decisiones operativas que se han tomado en la asistencia sanitaria debido a la situación generada por la pandemia debida a la *COVID-19*.
- O.4. Conocer en situaciones de colapso sanitario el triaje realizado a los pacientes con infección por *COVID-19*.
- O.5. Definir estrategias efectivas de atención sanitaria frente a una crisis pandémica a nivel local y regional.
- O.6. Medir el nivel de sobrecarga en los profesionales sanitarios durante los meses de *COVID-19* y establecer comparaciones con muestras similares.

## HIPÓTESIS

- H.1. La mortalidad causada por la *COVID-19* aumenta en personas mayores de 70 años, afectando fundamentalmente a los hombres. (O.1)
- H.2. La pandemia de *COVID-19* ha generado muchos problemas en la organización sanitaria y ha afectado psicológicamente al personal sanitario por la sobrecarga que ha conllevado. (O.2, O.3 y O.4)
- H.3. La incidencia de la enfermedad entre el personal sanitario no es más alta que sobre la población. (O.3)
- H.4. En la segunda ola, la mortalidad bajó considerablemente por la experiencia adquirida en el área de salud y la mejor organización de la misma, al haber estado bajo la misma presión anteriormente durante la primera ola. (O.2, O.6 y O.7)
- H.5. El nivel de sobrecarga del personal sanitario durante la pandemia habrá adquirido valores más elevados con significación estadística, en comparación con muestras similares en condiciones normales (en número de casos y gravedad). (O.4)

## METODOLOGÍA

Este proyecto se basa en un estudio descriptivo de tipo longitudinal y retrospectivo, cuya finalidad es conocer un conjunto de variables relacionadas con la evolución de la COVID-19 y el sistema sanitario en el AST.

### 1. Estrategia de intervención

Una de las finalidades de este proyecto ha sido recabar datos sobre la evolución de la pandemia y del sistema sanitario en el AST en los peores momentos de la *COVID-19*. Para ello, se han comparado variables en las fechas correspondientes al 14 marzo-14 abril de 2020 (primera ola) y el mes de octubre de 2020 (segunda ola) a través de una recogida de datos en fuentes del MEC y del Gobierno de Navarra, obteniendo así una comparación útil entre los dos meses. Por otra parte, se planteó el análisis de los cambios producidos en la organización sanitaria recurriendo a información obtenida a través de entrevistas con la responsable de Servicio de Medicina Interna del AST. Mediante las reuniones, se recopilaban datos sobre los protocolos de prevención, actuación e intervención que han sido revisados y adecuados a la situación de pandemia, para posteriormente compararse con la situación anterior a la *COVID-19*. En una última instancia, se realizó un cuestionario validado para medir la sobrecarga al personal trabajador para comprobar el impacto que ha tenido la *COVID-19* en el AST de manera psicológica.

### 2. Variables

La variable dependiente es el análisis de la evolución de la pandemia, es decir, cómo avanza con el tiempo. Por lo tanto, para conocer este cambio, las variables independientes seleccionadas son la mortalidad, hospitalizaciones, incidencia acumulada en 14 días (IA), nuevos casos diarios, ingresos en UCI y la realización de pruebas PCR, todas ellas numéricas. Por otra parte, se buscaron otros factores que afectaran a la mortalidad, como el sexo y la edad.

### 3. Análisis estadístico

Los datos de prevalencia sobre la *COVID-19* correspondientes a los dos períodos estudiados permitieron calcular la incidencia acumulada en los últimos 14 días. Los valores totales para cada período han sido evaluados mediante la Densidad de Incidencia (DI) y la Tasa de Incidencia (TI). Los resultados del estudio de sobrecarga del personal del AST han sido analizados mediante estadísticos descriptivos y deductivos. En cuanto a los primeros, las variables categóricas se han resumido en distribuciones de frecuencia (recuento) y en porcentajes, mientras que las numéricas se calcularon mediante la media, con su desviación estándar y los intervalos de confianza al 95% en cada caso. Para el análisis de estadísticos deductivos, se buscaron asociaciones entre variables mediante pruebas de chi-cuadrado, T de Student y modelos de regresión lineal. Se consideraron diferencias significativas aquellas con un valor p inferior a 0,05. Los datos fueron procesados mediante la utilización del programa IBM SPSS Statistics en su versión 25.0.

### 4. Técnicas e instrumentos

El estudio se ha realizado mediante una serie de herramientas validadas y documentos institucionales: el análisis de datos sobre prevalencia e incidencia de la *COVID-19* recogidos en el MEC, Gobierno de Navarra y Hospital Reina Sofía de Tudela, consultas a bases de datos y revisión bibliográfica para obtener estudios similares y muestras comparables. Se han consultado protocolos y procedimientos del Hospital Reina Sofía antes y después de la *COVID-19*. Y finalmente se ha utilizado el cuestionario Maslach Burnout Inventory (MBI) al personal sanitario y trabajador del AST. Diseñado por Maslach et al. (1986), está compuesto por 22 ítems que se responden mediante escala de Likert con puntuaciones de 0 a 6. La subescala de Cansancio Emocional (CE) está compuesta por 9 ítems y puede adquirir puntuaciones de 0 a 36, la de Despersonalización (D) tiene 5 ítems y oscila entre 0 y 20 puntos y la de Realización Personal (RP) consta de 8 ítems que van de 0 a 32 puntos. Valores altos en las dos primeras y bajos en esta tercera se consideran indicativos de sobrecarga, aunque no existen puntos de corte establecidos. La versión

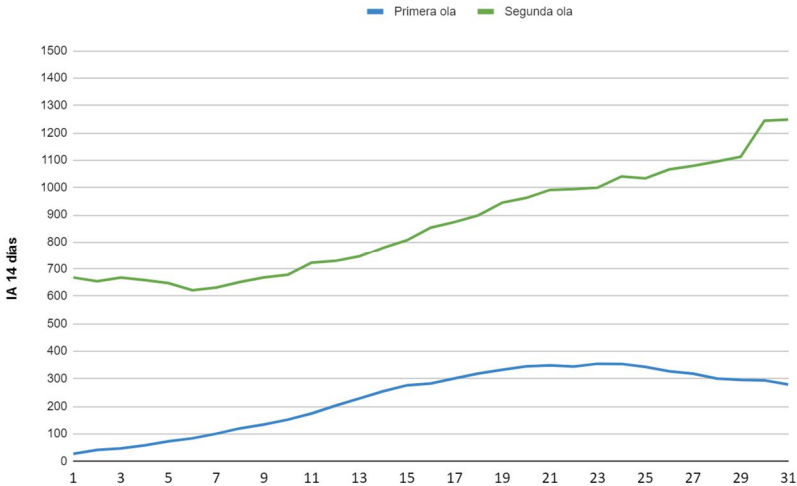
española fue validada por Moreno et al. (1991). El diseño del cuestionario se realizó mediante la herramienta de formularios de Google, y fue difundido entre los sanitarios a base de compartir el enlace al cuestionario.

## RESULTADOS

### 1. Epidemiología de la pandemia COVID-19 en Navarra, comparación entre dos olas

El crecimiento de la incidencia acumulada durante la primera ola se dio de forma regular, llegando a su mayor pico el 5 de abril con 354,83 casos acumulados en las dos semanas anteriores. Llegada a tal pico, la incidencia decrece, teniendo como resultado un desarrollo ordinario durante la primera ola. Sin embargo, en el mes de octubre, la incidencia acumulada además de ser destacadamente mayor durante toda la ola tiene un crecimiento más irregular y llega a su mayor pico el último día del mes, con 1248,62 casos.

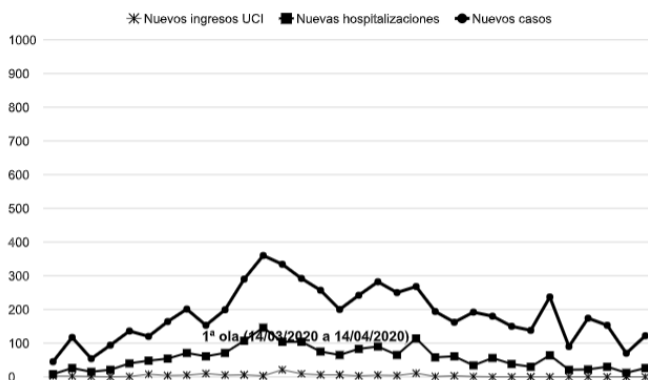
**Figura 1. Incidencia acumulada entre ambas olas**



Fuente: elaboración propia. Datos del Gobierno de Navarra. Recuperado de: <https://gobiernoabierto.navarra.es/es/open-data/datos/datos-evolutivos-covid-19>

Respecto a los nuevos casos, la segunda ola progresa de manera muy irregular, llegando a su mayor pico el 24 de octubre. La primera ola tiene un menor número de casos diarios máximo (256 casos el 25 de marzo) y su progreso es más moderado durante todo el mes. Si se comparan además las nuevas hospitalizaciones diarias y los ingresos UCI, se observa que, tanto durante la primera ola como en la segunda, los ingresos en UCI se mantienen constantes y sin aumentos precipitados en todo el desarrollo de la pandemia. Sin embargo, a pesar de que en la segunda ola las hospitalizaciones fueron tan constantes como los ingresos en UCI, la primera ola muestra más irregularidades y picos (específicamente el 25 de marzo), que se asemejan y tienen relación con los mayores picos de los casos diarios. Todo este progreso y diferencias entre ambas olas se pueden observar en las siguientes gráficas (Figura 2 y figura 3, Anexo 1). Como se puede observar en dicha gráfica, en la primera ola los casos no tienen un significativo aumento, es más bien un número constante. En cambio, en la segunda ola los casos van aumentando progresivamente. Igualmente, en la primera ola hay también menos hospitalizaciones y menos ingresados en UCI, mientras que en la segunda ola el número de hospitalizaciones y de ingresados en UCI aumenta considerablemente.

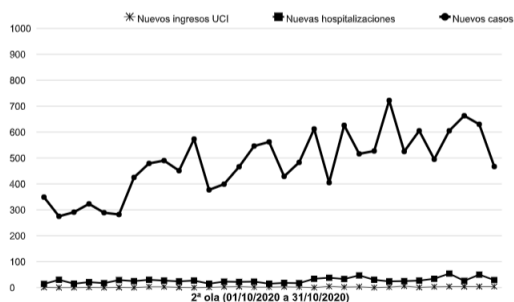
**Figura 2. Número de casos nuevos, hospitalizaciones e ingresos en UCI por día en la primera ola**



Fuente: elaboración propia. Datos del Gobierno de Navarra. Recuperado de: <https://gobiernoabierto.navarra.es/es/open-data/datos/datos-evolutivos-covid-19>



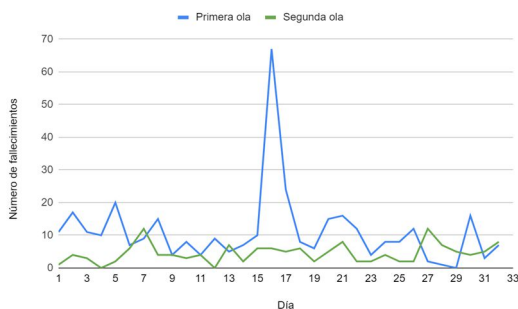
**Figura 3. Número de casos nuevos, hospitalizaciones e ingresos en UCI por día en la segunda ola.**



Fuente: elaboración propia. Datos del Gobierno de Navarra. Recuperado de: <https://gobiernoabierto.navarra.es/es/open-data/datos/datos-evolutivos-covid-19>

En cuanto a la mortalidad, mostrada en la figura 4, en ambas olas sigue un desarrollo irregular. Prácticamente durante todo el mes, la primera ola tiene una mayor cantidad de fallecimientos diarios con una media de 11,13 ( $\pm 6,42$ ,  $DT=11,60$ ) que la segunda ola, con una media de 4,47 ( $\pm 2,21$ ,  $DT=2,91$ ). El 14 de abril, en la primera ola, hay un máximo de una gran diferencia con el resto de datos, llegando a 67 fallecimientos diarios. En lo que respecta a la tasa de letalidad, la primera ola ( $TL=85,94\%$ ) es mucho mayor a la letalidad de la segunda ola ( $TL=10,02\%$ ).

**Figura 4. Fallecimientos entre las dos olas**



Fuente: elaboración propia. Datos del Gobierno de Navarra. Recuperado de: <https://gobiernoabierto.navarra.es/es/open-data/datos/datos-evolutivos-covid-19>

## **2. Medidas adoptadas en los servicios sanitarios**

Entre las decisiones tomadas se encuentra la adecuación de estructuras sanitarias, con divisiones entre zonas dedicadas a pacientes contagiados por la *COVID-19* y pacientes con otras patologías, además de la formación del personal en cuanto a conceptos teóricos, con la inclusión de protocolos nuevos sobre la prevención y asistencia a las personas infectadas. En estos protocolos se indica que los ingresos por temas respiratorios son directamente tratados de manera diferente, siguiendo indicaciones especiales por posibilidad de ser un caso del actual virus y que probablemente se mantengan en un futuro. Los pacientes infectados por la *COVID-19* sólo pueden estar acompañados por una persona, generalmente un familiar, que deberá salir lo mínimo posible de la habitación. No se permite la entrada excesiva de personas externas, y en casos de que sea inviable el acompañamiento del paciente, se realizan llamadas telefónicas a las familias para informar de la situación del contagiado. Estas medidas se tomaron para evitar la soledad y los efectos que puede tener en los pacientes.

Otro recurso que se llevó a cabo fue el aislamiento en otros centros por la incapacidad y exceso de infectados. El hospital San Juan de Dios fue uno de los colaboradores que contribuyeron con el hospital Reina Sofía en situaciones de colapso durante la primera etapa de la pandemia, hospitalizando allí a los pacientes negativos. Respecto a las dificultades que ha provocado la pandemia en la estructura hospitalaria, aumentaron considerablemente las listas de espera y desaparecieron numerosos ingresos por cirugías programadas, atendiendo únicamente los casos urgentes y retrasando cirugías o tratamientos a patologías “no graves”. También ha evolucionado la asistencia sanitaria en cuanto a las consultas, realizándose principalmente de manera telefónica o telemática, reduciendo lo máximo posible las visitas a los centros de salud del AST.

## **3. El impacto de la pandemia entre el personal sanitario del AST**

La muestra quedó finalmente conformada por 79 participantes, con la cifra de 68 mujeres (86,08%) y 11 hombres (13,92%). La edad más frecuente fue en el tramo de 31-50 años (54,43%), la menos

frecuente fue entre los 18-30 años (20,25%) y 20 participantes dentro de la franja >50 años. El perfil más común de personal que ha pasado la *COVID-19* es mujer (83,33%) con un rango de edad entre 31-50 años (61,11%), médica (50,00%) y ha trabajado en planta COVID (83,33%). En el anexo 3 se muestran los resultados estadísticos completos del test MBI. Para estudiar los resultados de la sobrecarga se han tenido en cuenta las tres subescalas en las que las preguntas del cuestionario se dividen, puntuadas según su intensidad (baja, media o alta) con unos valores de referencia específicos, tal como se muestra en la tabla 1 (Anexo 1). Por una parte, el agotamiento emocional tiene una media de 33,581 ( $\pm 2,522$ ,  $DT=10,88$ ), es decir, un nivel alto para 53 de los participantes (73,61%), al igual que la despersonalización, con 54 participantes con puntaje alto (72,97%) y una media de 14,026 ( $\pm 1,407$ ,  $DT=6,158$ ). Sin embargo, aunque en el caso de la realización personal los sanitarios han obtenido también una puntuación alta, ésta indica un resultado positivo frente a la sobrecarga, con 54 participantes con esta valoración (73,97%) y una media de 42,630 ( $\pm 1,425$ ,  $DT=6,109$ ), (ver tabla 2, anexo 1). En cuanto a la comparación de las subescalas, se ha observado que a mayor cansancio, mayor realización personal sienten los sanitarios. También se han comparado los valores obtenidos en cuanto a despersonalización y realización personal, obteniendo resultados similares. Es decir, a mayor despersonalización, mayor realización personal. Si se tiene en cuenta que tanto con el agotamiento emocional alto como con la despersonalización alta se obtienen resultados más altos en realización personal, se puede entender la situación de sobrecarga como una posición en la que los sanitarios reconocen actitudes de distanciamiento y frialdad, además de sentirse exhaustos, pero que a su vez se sienten con una mayor autoeficacia en el trabajo. Tras observar que el personal sanitario que ha trabajado en planta COVID ha sido el que más se ha contagiado de la propia enfermedad (15 personas de 54), se realizó una prueba de chi-cuadrado para comprobar si tiene significancia estadística para contraer la *COVID-19*. El resultado fue negativo, teniendo como conclusión que no hay relación entre haber trabajado en planta COVID con el contagio de la enfermedad. El rango de edad más perjudicado, debido al mayor

número de contagios, ha sido la franja de edad entre 31-50 años que además tiene un mayor número de personal trabajando en la planta COVID. También hay que tener en cuenta que la mayor parte de los participantes se centra en esta edad. Por ello, para saber si éste es un dato que realmente tenga trascendencia estadística, se realizó una prueba de chi-cuadrado, cuyo resultado demostró que el hecho de que la mayoría de contagiados perteneciera a este rango no tiene relevancia estadística.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Una vez realizadas las asociaciones estadísticas entre las variables, se han analizado los resultados obtenidos. Es destacable el contraste entre el porcentaje de PCR positivas en las distintas olas. Respecto a la comparación de las olas (Figuras 1 y 2), se ha observado que en la segunda ola el número de casos diarios es mayor prácticamente durante todo el mes. Teniendo en cuenta la mayor preparación del sistema sanitario en cuanto a prevención y detección de la *COVID-19*, se sabe que en la primera ola el número de PCR realizadas es mucho menor que en la segunda, lo cual hace que se detecten un menor número de casos en la primera ola, y la comparación entre nuevos infectados no sea completamente certera. En cuanto a ingresos en UCI, teniendo en cuenta que se disponen 61 camas UCI en la Comunidad Foral de Navarra, es destacable que en determinados días llegaron a haber 11 ingresos en UCI sólo por *COVID*. Es decir, la enfermedad llegó a ocupar una sexta parte del número total de camas. También ha llamado la atención los datos sobre los fallecimientos y la tasa de letalidad. La primera ola llega a la cifra de incluso 67 fallecimientos diarios, mientras que el máximo en la segunda ola fue de 12, al igual que la tasa de letalidad es muy significativamente mayor en la primera ola, siendo 8 veces mayor que en la segunda. Por ello se deduce que el sistema sanitario del AST mejoró en cuanto a las demandas de recursos y a la preparación frente al virus. Asimismo, el AST ha reorganizado sus recursos de una manera efectiva para hacer llegar su atención (tanto médica como personal) a sus pacientes mediante la telemedicina, no solo para la atención a enfermedades sino también para la preocupación por las

familias que tenían a pacientes hospitalizados por la enfermedad. Sobre estos cambios en la utilización de los servicios sanitarios empiezan a aparecer estudios que los relacionan con las medidas de confinamiento adoptadas durante la pandemia y el temor a contagiarse, en su mayoría de ámbito local y regional (Gray y Kingdom, 2020; Korneta et al., 2021; Pou et al., 2021). Además de la reducción a gran escala de servicios y de visitas (especialmente las no programadas y de urgencias) (Masroor, 2020; Roland et al., 2020), por un lado, y la extensión selectiva de otros, como la telemedicina, por otro. Uno de los sectores más afectados ha sido el de Atención Primaria, y la experiencia proporcionada por la pandemia ha permitido desvelar algunas evidencias: no existía al comienzo de la pandemia una infraestructura tecnológica adecuada para la atención a distancia (Krist et al., 2020); se han implementado mejoras en los sistemas de monitoreo remoto y de detección de pacientes vulnerables o con complicaciones en el marco de la telemedicina (Menni et al., 2020). Estas adaptaciones también se han realizado en el AST, que, al verse afectado principalmente en Atención Primaria, se llevaron a cabo las consultas por vía telefónica o telemática. En los resultados del cuestionario, la primera observación fue hacia el personal que trabajó en planta *COVID*. La mayoría de los trabajadores habían trabajado en la planta *COVID*, pero de éstos una parte muy minoritaria había pasado la enfermedad (al igual que el personal que no ha trabajado en la planta *COVID*). Por ello se dedujo que no había relación entre haber trabajado en la planta *COVID* con haberse contagiado de la enfermedad. También se investigó si había un oficio concreto que hubiera pasado la enfermedad más que el resto. La mayor parte de la muestra estudiada se formaba por médicos/as y enfermeros/as, por lo que principalmente se compararon ambas especialidades. El personal médico fue el más contagiado, pero aun así en un porcentaje muy bajo, por lo que se dedujo que ni médicos/as ni enfermos/as habían tenido un significativo número de contagios por *COVID-19*. Es destacable la relación que tienen las tres subescalas del cuestionario, y cómo se conectan entre ellas. Llama la atención cómo un mayor cansancio emocional tiende a ir acompañado de una mayor realización personal, sugiriendo que cuando el personal sanitario tiene una sobrecarga más

significativa, a su vez se siente más productivo con el trabajo realizado. Esta observación lleva a pensar que es probable que haya un problema en el sector sanitario del AST, en el que los trabajadores se sienten más eficaces cuando hay altos niveles de colapso y saturación de trabajo.

## LIMITACIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

El primer inconveniente fue la gran cantidad de puntos de vista diferentes que podía tener el proyecto, al ser un tema tan actual. Es cierto que día a día surgía nueva información de la pandemia y que respecto a la comparación de olas los datos eran muy completos, pero no se pudo acceder muchos de ellos por la Ley Orgánica de Protección de Datos 3/2018 y por la tardanza que suponía el esperar una aprobación por parte del Hospital Reina Sofía para poder estudiarlos. Una posible dimensión de este trabajo podría haber sido evaluar el triaje en momentos de colapso sanitario. Sin embargo, no se realizó debido a la controversia que implica y por ser una valoración muy subjetiva y éticamente compleja. Otro posible estudio futuro podría ser la realización del cuestionario MBI en condiciones normales tras la finalización de la pandemia con la misma muestra y de esta manera comparar cómo las similitudes y diferencias de la sobrecarga en el personal en situaciones sin colapso sanitario.

## CONCLUSIONES

Para concluir, las hipótesis cumplidas en el proyecto han sido las siguientes: en primer lugar, la segunda hipótesis se comprobó mediante ciertas entrevistas, en las cuales se llegó a la conclusión de que el sector sanitario ha sido uno de los más perjudicados en la pandemia (H.2). Esta hipótesis también se comprobó mediante la realización del cuestionario Maslach Burnout Inventory al personal sanitario y trabajador del AST, el cual además aportó información para la verificación de la quinta hipótesis. Por otro lado, se vio a partir de gráficas con la comparación de las dos olas que, en la segunda ola, la mortalidad bajó considerablemente por la experiencia adquirida en el

área de salud y la mejor organización de la misma, lo que ayudó a la reducción de la mortalidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Biddison, L. D., et al. (2014). Ethical considerations: care of the critically ill and injured during pandemics and disasters: CHEST consensus statement. *Chest*, 146(4), e145S-e155S. Recuperado de: [https://journal.chestnet.org/article/S0012-3692\(15\)51996-X/fulltext](https://journal.chestnet.org/article/S0012-3692(15)51996-X/fulltext)
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & The PRISMA Group. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLOS Medicine* 6(7): e1000097
- Organización Mundial de la Salud, OMS. (2017). La gestión de riesgos ante una pandemia de gripe (WHO/WHE/IHM/GIP/2017.1). Ginebra, CH: Organización Mundial de la Salud. Recuperado de: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272829/WHO-WHE-IHM-GIP-2017.1-spa.pdf?ua=1>
- Organización Mundial de la Salud, OMS. (2020). Información básica sobre la COVID-19. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19>
- Servicio Navarro de Salud-Osasunbidea, SNS-O. (2019). Memoria SNS-O 2019. Recuperado de: <http://www.navarra.es/appsext/DescargarFichero/default.aspxcodigoAcceso=PortalDeSalud&fichero=Memorias%20de%20actividad\2019MemoriaSNSO2019.pdf>
- Maslach, C., Jackson, S. E., Leiter, M. P., Schaufeli, W. B., y Schwab, R. L. (1986). Maslach burnout inventory (Vol. 21, pp. 3463-3464). Palo Alto, CA, US: Consulting psychologist's press. Moreno, B., Oliver, C., Pastor, J. C., Aragoneses, A. (1991). El Burnout: una forma específica de estrés laboral. En Carballo, V.

E., y Buela, G., eds., Manual de Psicología Clínica (pp. 271-284).  
Madrid: Siglo XXI Editores.



## ¿CÓMO FUNCIONAN LAS VACUNAS?

---



### PONENTE ILUSTRE

Ignacio López-Goñi.

### ENTIDAD

Universidad de Navarra.

## RESEÑA

Ignacio López-Goñi (Pamplona, 1962) es Doctor en Biología por la Universidad de Navarra, realizando estancias posdoctorales en las Universidades de California-Berkeley y Columbia-Missouri, ambas en EE.UU. Catedrático de Microbiología y Profesor en el mismo Departamento de la Universidad de Navarra desde 1992, compagina su labor docente con la dirección del Museo de Ciencias de dicha Universidad. Desde 2005 y hasta 2014 fue Decano de la Facultad de Ciencias.

Ha investigado sobre la virulencia bacteriana y el desarrollo de vacunas en proyectos nacionales y europeos dirigiendo, además, nueve tesis doctorales. Fue Presidente de la Sociedad Internacional de Brucelosis y, actualmente, es Presidente del grupo de Docencia y Difusión de la Microbiología de la Sociedad Española de Microbiología (SEM) y miembro de la *American Society for Microbiology* (ASM) y de la Asociación Española de Comunicación Científica (AEC2).

Desde hace unos años, mantiene una intensa actividad divulgadora a través de blogs y redes sociales con cursos online en *Twitter* como #microMOOC, #microMOOCSEM y #EUROmicroMOOC; en la plataforma de ciencia Naukas o a través de medios de comunicación escritos, televisivos y radiofónicos.

Autor de varios libros de divulgación científica, destacan “¿Funcionan las vacunas?” (Premio Prismas 2018), “Microbiota, los microbios de tu organismo”, “Virus y pandemias”, “Preparados para la próxima pandemia: reflexiones desde la ciencia” y, junto con su hija, “Princesas de cristal”.

En 2016 recibió el premio Tesla de divulgación científica, en 2017 el premio ASEBIO de Comunicación y Divulgación de la Biotecnología y, en 2021, los premios Divulgación Científica Fundación Lilly-Apadrina la Ciencia, el premio COSCE a la Difusión de la Ciencia y el premio CSIC-Fundación BBVA a la Comunicación Científica.

# LOS VEHÍCULOS DE COMPETICIÓN: LA TECNOLOGÍA DETRÁS DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA.

---



## PONENTE ILUSTRE

Javier Iribarren López.

## ENTIDAD

Universidad Pública de Navarra.

## RESEÑA

Javier Iribarren López (Pamplona, 1998) es Ingeniero Industrial por la Universidad Pública de Navarra. Antiguo alumno del Colegio Luis Amigó (Promoción 2016), fue uno de los miembros integrantes del equipo de robótica Luis Amigó Curiosity que obtuvo el Primer Premio Fundación Scientia al Ganador en la *FIRST LEGO League* Navarra de febrero de 2015, el Premio a la Investigación en la Gran Final *FIRST LEGO League* España que tuvo lugar en Tenerife en marzo de 2015 y representó a España en el *Asia Pacific Open Championship* de Sídney en julio de 2015.

En la Universidad Pública de Navarra ha participado con otros seis compañeros en el reto *Motostudent*, en el que los estudiantes diseñan, desarrollan y fabrican un prototipo de motocicleta con la que competir en circuitos. Con ella, se presentaron en la *Moto Engineering Italy*, en el autódromo internacional Enzo e Dino Ferrari de Imola, donde obtuvieron el segundo puesto en la categoría de “moto más manejable” en la prueba de yincana, el tercer puesto en “moto con mejor frenada” el cuarto en “proyecto técnico de moto” y el sexto en la clasificación general.

Actualmente, está cursando un Máster en Ingeniería Industrial en la Universidad Pública de Navarra.







El Congreso de Jóvenes Investigadores Luis Amigó es una actividad abierta no competitiva, cuyo fin es la promoción de los diversos campos del conocimiento entre los jóvenes, facilitándoles un foro adecuado donde exponer sus trabajos.

La temática del Congreso abarca todos los campos del conocimiento: las ciencias, las letras, las artes y la cultura en general.

Este libro recoge las memorias de investigación del I Congreso de Jóvenes Investigadores Luis Amigó, que tuvo lugar en Mutilva el 30 de abril de 2022. En él podrás leer cómo contribuir en la mejora diagnóstica y el tratamiento de las bacteriemias; cómo se han desarrollado aplicaciones para averiguar caracteres sanguíneos; cómo se ha estudiado la relación entre la soledad y la depresión en personas mayores con la intención de concienciar a las nuevas generaciones en su acompañamiento; o qué tratamientos protectores no farmacológicos existen para el trastorno del deterioro cognitivo en función de la edad, el sexo o la actividad física de los pacientes. También verás cómo se han analizado los cambios epidemiológicos en estructuras sanitarias y las consecuencias psicológicas en el personal sanitario entre las dos primeras olas de la COVID-19. E incluso podrás viajar al espacio para comprobar cómo modificar genes de plantas y hacerlas resistentes a la radiación UV o buscar los mejores materiales y colores para construir las constelaciones de satélites.

