

# PIIECYL

## Premios de **Investigación e Innovación** en ESO, Bachillerato, y Formación Profesional de Castilla y León

Universidad de Salamanca  
25 de mayo de 2022

Editores:  
Susana Olmos Migueláñez  
Francisco José García-Peñalvo  
Alicia García-Holgado  
Alberto Ortiz López  
Cristina Frade Martínez



**Actas de los Premios de  
Investigación e Innovación de  
Educación Secundaria Obligatoria,  
Bachillerato y Formación  
Profesional de Castilla y León 2022  
(PIIECYL 2022)**

Salamanca, España  
Mayo de 2022

Editores:

Susana Olmos Migueláñez  
Universidad de Salamanca

Francisco José García-Peñalvo  
Universidad de Salamanca

Alicia García-Holgado  
Universidad de Salamanca

Alberto Ortiz López  
Universidad de Salamanca

Cristina Frade Martínez  
Universidad de Salamanca

Publicado en España por  
Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE)  
Universidad de Salamanca  
Paseo de Canalejas, 169  
37008 Salamanca, Spain  
Tel: (+34) 923 294634  
Fax: (+34) 923 294635  
E-mail: iuce@usal.es  
Website: <http://iuce.usal.es>

ISBN: 978-84-09-42066-7

Salamanca (España), 2022



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento – NoComercial - SinObraDerivada 4.0 Internacional.

PIIECYL 2022 está organizado por la Dirección General de Innovación y Equidad Educativa de la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León (España) junto con el Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE) y el Grupo de Investigación en InterAcción y eLearning (GRIAL) de la Universidad de Salamanca (España).



VNiVERSiDAD  
D SALAMANCA  
CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL





## **Editores de este volumen**

**Susana Olmos Migueláñez**

Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE)  
GRupo de Investigación en InterAcción y eLearning (GRIAL)  
Área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación (MIDE)  
Universidad de Salamanca

Paseo de Canalejas 169, 37008 Salamanca, España  
(+34) 923 294400 ext. 3424  
Email: mjrconde@usal.es

**Francisco José García-Peñalvo**

**Alicia García-Holgado**

Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE)  
GRupo de Investigación en InterAcción y eLearning (GRIAL)  
Departamento de Informática y Automática  
Universidad de Salamanca

Paseo de Canalejas 169, 37008 Salamanca, España  
(+34) 923 294400 ext. 3433  
Email: fgarcia@usal.es, aliciagh@usal.es

**Alberto Ortiz López**

**Frade Martínez**

Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE)  
Universidad de Salamanca

Paseo de Canalejas 169, 37008 Salamanca, España  
Email: aortiz@usal.es, cristina.frade@usal.es

## **Organización**

Dirección General de Innovación y Equidad Educativa de la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León (España)

Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE) de la Universidad de Salamanca (España)

Grupo de Investigación en InterAcción y eLearning (GRIAL) de la Universidad de Salamanca (España)

## **Comité Científico**

Clara Sancho Ramos (Jefa de Servicio de Calidad, Evaluación y Programas Educativos de la Dirección General de Innovación y Formación del Profesorado de la Consejería de Educación)

Pilar Martín García (Asesor Técnico Docente de la Dirección General de Innovación y Formación del Profesorado)

Francisco José García Peñalvo (Catedrático de Universidad del Departamento de Informática y Automática de la Universidad de Salamanca)

Ana Isabel Tarrero (Profesora Titular del departamento de Física Aplicada de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid)

Jesús Rodríguez Romo (Jefe de Servicio de Participación Educativa y Ayudas al Estudio)

José María Santa Olalla (Asesor Técnico Docente de la Dirección General de Innovación y Formación del Profesorado)

Marcos Pérez Bernardo (Inspector de la Dirección Provincial de Segovia)

M<sup>a</sup> Jesús Pérez Curiel (Profesora del Departamento de Didáctica de la Facultad de Educación y Trabajo Social de la Universidad de Valladolid)

José Abel Flores Villarejo (Catedrático de Universidad del Departamento de Geología de la Universidad de Salamanca)

Arturo Polanco Pérez (Director del IES Jorge Manrique de Palencia)

Begoña Núñez Plaza (Profesora de educación secundaria perteneciente a la Asociación de Químicos de Castilla y León)

## **Comité Organizador**

Susana Olmos Migueláñez (IUCE, Universidad de Salamanca)

Alicia García-Holgado (GRIAL, Universidad de Salamanca)

Alberto Ortiz López (IUCE, Universidad de Salamanca)

Cristina Frade Martínez (GRIAL, Universidad de Salamanca)

Alberto Vega Mielgo (Junta de Castilla y León)

Alicia Ortega de la Calle (Junta de Castilla y León)

# Índice

<b>Prólogo del Rector de la Universidad de Salamanca</b> D. Ricardo Rivero Ortega.....	X
---	---

<b>Prólogo de la Consejera de Educación de la Junta de Castilla y León</b> Dña. Rocío Lucas Navas .....	XII
--	-----

## **Proyectos realizados por estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria (ESO)**

<b>Estudio y control de variables ambientales para la apertura de estomas epidérmicos en diferentes especies vegetales</b> Ainara López Gil, Ana Muñoz Bulnes, Lola García Galisteo, Estefanía Puente Arauzo (Coord.) .	2
--	---

<b>Estudio de la presencia de almidón y otros carbohidratos en diferentes marcas de carnes procesadas</b> Estefanía Sastre Rodríguez, Dila Ouakli Boudarene, Andrea Guijarro Sanza, Estefanía Puente Arauzo (Coord.).....	18
--	----

<b>Guardo. Boca de las alturas</b> Elena Martínez Gil, Nuria Quijano Rojo, Almudena Herrera Peral (Coord.) .....	33
---	----

<b>La repetición de curso en ESO en el IES Tierra de Ciudad Rodrigo</b> Abril Arteaga Robles, Celia Vicente Regatos, Domingo Matías Jiménez (Coord.).....	49
--	----

<b>¿Cómo nos alimentamos?</b> Miguel Ángel Alonso Ruiz, José Jiménez Pajuelo, Daniel Montero Sastre, Andrés Sánchez de Vega (Coord.).....	60
--	----

<b>Eficiencia en las aulas</b> Inés de Benito Gómez, Lía de Miguel Lasheras, Jorge Martín Cecilia, Rubén Martín Manso (coord.) .....	68
---	----

<b>Cálculo del aumento de un microscopio fabricado a partir de residuos tecnológicos</b> Laura Revuelto Ruiz, Jara Montesinos Fernández, Rubén Izquierdo Pérez, Ernesto Pastor Lebrero (coord.).....	74
---	----

<b>Análisis de la calidad del aire en la localidad de Toro</b> Daniela García Domínguez, Martina Pardal Gallo, Esther Ortiz Hernández, Alicia Sampedro Montañés (coord.) .....	82
---	----

## **Proyectos realizados por estudiantes de Bachillerato**

<b>Las crisis económicas y su reflejo en el séptimo arte. El crack del 29 y la Gran Recesión del 2008</b> Jimena Ballesteros Calleja, Gregoria Antón Castrillo (Coord.).....	99
---	----

<b>Estudio de la influencia en la conductividad eléctrica del agua del Canal de Castilla tras su confluencia con el río Carrión. Prototipo preliminar de un equipo de medida con tecnología IOT</b> Alejandro Araujo Villasur, Jesús Calle Gil, Jorge Peláez Gallego, José Joaquín Sarmiento Antón (Coord.).....	110
---	-----

<b>Investigando la relación entre digitalización y las personas mayores del “vuelva ud. mañana” al “pulse cero” ¿a quién molestamos los viejos?</b> Daniel Romero Sedano, Irene Ruiz Molinero, Sara Sedano Macho, Soledad García Pérez (Coord.) .....	120
<b>Estudio del crecimiento de la lombriz <i>Eisenia foetida</i> y de algunos parámetros fisicoquímicos en el vermicompostaje de diferentes residuos</b> Rafael Álvarez Iglesias, Aroa Vega Pérez, Marta Colinas Rodríguez (Coord.) .....	148
<b>La ecuación de Pell y el problema de encontrar la primera solución: Método de Lagrange y las fracciones continuas, búsqueda del mejor método</b> Isabel García Pescador, Ana María Pérez Cubillo (Coord.) .....	161
<b>En busca de microorganismos productores de nuevos antibióticos en suelos</b> Elena del Rey Blanco, Cristina Rodríguez Martín, Paula Vicente Fraile, María Vega Garrido Hernández (Coord.).....	165
<b>Midiendo la tierra desde la puerta del instituto. Geodesia asequible</b> Sara Serrano Marazuela, David Yuste María, Daniel Puente Costa, Pedro Canales Tejedor (Coord.) .....	175
<b>¿Cómo influye el bachillerato en la estabilidad emocional del alumnado?</b> Adriana de Gracia Revilla, Aroa Palomar Tejedor, Rocío Untoria Gallardo, Ana Isabel Blázquez la Peña (Coord.) .....	185
<b>Eutrofización de las aguas del río Duero</b> Mario Hernández García, Luis Hidalgo Lorenzo, Guillermo Velasco Almendro, Alicia Sampedro Montañés (Coord.) .....	192
 <b>Proyectos realizados por estudiantes de Formación Profesional</b>	
<b>Logística en Arenas de San Pedro</b> Andrea Fraile Muñoz, Álvaro Gil Iglesias, Diego Gómez Carro, Estefanía Granado Sierra, Iván Martín Gutiérrez, Débora Martín Sánchez, Emilia Rodrigo Fernández (Coord.).....	205
<b>¿Ventilar o purificar?, he ahí la cuestión</b> Daniel Tascón Álvarez, Paula Carro Meléndez, Rosa Aurora Rodríguez Rodríguez (Coord.)...	209
<b>La fotoluminiscencia al servicio de la agricultura</b> Jorge Ortiz Triana, Christian Ruiz Sánchez, Sergio Santamaría Gómez, Felipe Abril García (Coord.) .....	236
<b>Investigación y desarrollo de la promoción en redes sociales de la Hostelería y Restauración en Castilla y León</b> Alberto Recio Ramos, Beatriz Choya de Prado, Diego Parra Cerrato, Tomás Garabito Solovera (Coord.) .....	245

## **Prólogo del Rector de la Universidad de Salamanca**

Tras un nuevo curso escolar, en el que la vuelta a la normalidad en nuestras aulas ha supuesto el principal reto para la comunidad educativa, los Premios de Innovación e Investigación para Bachillerato, Educación Secundaria Obligatoria y Formación Profesional (PIIECYL) han regresado a Salamanca, y la investigación en los centros ha supuesto nuevamente un desafío y un atractivo para los centros participantes, abogando, una edición más, por la importancia de la investigación.

La Universidad de Salamanca y su relación con estos premios es ya, en esta novena edición, una combinación estable y profunda de transferencia y difusión; en una colaboración basada en el impulso a los centros y a la revalorización de las actividades y proyectos innovadores que se llevan a cabo en los centros educativos de Castilla y León, tratando de aportar una visibilización mayor y un alcance relevante; haciendo de estos proyectos experiencias únicas con el alcance global que el estudio salmantino puede impulsar.

El talento, la inquietud y el deseo de indagación son hoy, en plena era digital, uno de los principales estándares que nuestros estudiantes, futuros investigadores en los distintos campos del conocimiento, han de desarrollar en sus diferentes trayectorias académicas. Por tanto, el esfuerzo que desde los centros castellanoleoneses se realiza por valorar la investigación y por sembrar en los alumnos esta necesidad es también un claro objeto de agradecimiento y reconocimiento por parte de una de las instituciones que en un futuro recibirán a estos estudiantes, la Universidad de Salamanca.

La calidad de las investigaciones que a continuación se presentan cumple con los estándares y criterios básicos de la investigación, y sientan las bases para la difusión futura de las mismas en un entorno investigador que centra hoy sus esfuerzos en la difusión de resultados en seminarios, congresos regionales, nacionales e internacionales; y en publicaciones de carácter científico. Una actividad investigadora en la que la universidad de Salamanca trata también de ser centro y referencia, tanto en la organización de diferentes congresos de elevado prestigio como en la edición de reconocidas revistas científicas a través de su editorial, Ediciones Universidad de Salamanca.

La novena edición de los Premios de Innovación e Investigación para Bachillerato, Educación Secundaria Obligatoria y Formación Profesional (PIIECYL) vuelve a poner en valor la importancia en la colaboración de los centros educativos y la Universidad con la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León, en una apuesta clara por el reconocimiento de la vocación científica y el impulso a la investigación continua en la universidad. Una vocación que en un futuro puede suponer el crecimiento, la investigación y la retención del talento en nuestra comunidad.

Agradecer finalmente la participación de los investigadores de la Unidad de Investigación consolidada GRIAL (Grupo de Investigación en Interacción y

eLearning) adscrito al Instituto Universitario de Ciencias de la Educación, así como al personal de la Junta de Castilla y León y, en último término, a los participantes, alumnado y centros educativos que vuelven a poner la investigación en el centro y en el foco del avance educativo, por hacer posible, un año más, la edición de estos Premios.

*Ricardo Rivero Ortega*  
*Rector Universidad de Salamanca*

## **Prólogo de la Consejera de Educación de la Junta de Castilla y León**

La novena edición de los Premios de Investigación e Innovación en Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional de Castilla y León marca el devenir de la recuperación después de dos cursos muy difíciles por la situación epidemiológica que hemos vivido. Nos indica que el profesorado junto con su alumnado mantienen intacto su afán investigador.

Nuestros jóvenes estudiantes nos demuestran en estos premios de investigación cuestiones que les ocupan y les preocupan, por ello a los conocimientos que les marca el currículo le sumamos sus propias inquietudes definidas de una manera formal en sus proyectos.

De esta manera, durante la exposición pública de sus investigaciones año tras año hemos podido disfrutar de defensas de proyectos vinculados con la logística, variables ambientales, alimentación saludable, así como alguno vinculado a las ciencias sociales.

De ello, podemos extraer como idea principal que quienes más aprendemos con estos premios de investigación e innovación en educación secundaria obligatoria, bachillerato y formación profesional de castilla y león somos todos aquellos que disfrutamos viendo cómo los defienden con pasión y argumentos sólidos y, al mismo tiempo, es un magnífico indicador de hacia dónde se dirige el futuro de nuestra sociedad.

El propósito fundamental de la investigación es generar conocimiento y el de la innovación, evolucionar, y ambos son los que logran el fortalecimiento de la cultura científica y la mejora de la calidad educativa, por ello en este camino contamos con la inestimable colaboración del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Salamanca, estableciendo sinergias que permiten dar continuidad al potencial que demuestra nuestro alumnado y convertirlo en realidad.

*Rocío Lucas Navas  
Consejera de Educación  
Junta de Castilla y León*



educación secundaria obligatoria

# Estudio y control de variables ambientales para la apertura de estomas epidérmicos en diferentes especies vegetales

Ainara López Gil  
Ana Muñoz Bulnes  
Lola García Galisteo

Estefanía Puente Arauzo (Coordinadora)

IES Vela Zanneti  
Av. Aragon, 39, s/n, 09400  
Aranda de Duero, Burgos  
estefania.pueara@educa.jcyl.es

## Resumen

Desde la asignatura de Cultura Científica de 4ºESO hemos llevado a cabo un proyecto de investigación siguiendo paso a paso el método científico. El trabajo está centrado en el estudio de unas estructuras vegetales microscópicas que aparecen mayoritariamente en las hojas y que dan acceso a los gases de entrada y de salida en la fotosíntesis y también dan salida al vapor de agua que las plantas transpiran en condiciones de abundancia hídrica. El estudio de identificación y descripción del estado de estas estructuras se ha realizado con la especie vegetal Hedera Helix (hiedra) y para ello, hemos usado el microscopio óptico de nuestro laboratorio y las cámaras fotográficas de nuestros dispositivos móviles. Lo interesante de esta investigación es haber podido confirmar la posibilidad de controlar la apertura y cierre de estomas a través de sustancias químicas fáciles de preparar pudiendo reproducir algunas condiciones ambientales del suelo y su repercusión en el desarrollo de plantas.

**Palabras Clave:** Hedera hélix, estomas, apertura, cierre, sal, agua destilada, cloruro de potasio.

**Keywords:** Hedera hélix, stoma, opening, closing, salt, distilled water, potassium nitrate.

## Introducción

Las hojas son un órgano fundamental en la vida de las plantas. Por un lado, realizan la fotosíntesis para fabricar su propio alimento a partir de agua, dióxido de carbono y sales minerales utilizando la energía de la luz del sol. Por otro lado, las hojas realizan la respiración para degradar los azúcares producidos y obtener la energía necesaria con la que realizar sus funciones vitales. Otra función importante llevada a cabo es la transpiración, proceso por el cual la planta elimina parte del agua que absorbe por las raíces. (Fernández de Tejada, Irene y Bellet Serrano, María; 2011).

Tradicionalmente los tejidos de las plantas se agrupan en tres sistemas: sistema de protección (epidermis y peridermis), fundamental (parénquima, colénquima y esclerénquima) y vascular (xilema y floema) (Megías, Manuel *et al*; 2020). Entre las estructuras que conforman el tejido epidérmico, se ubican los **estomas**. Son las estructuras de la parte aérea de las plantas que se encargan del intercambio gaseoso e hídrico con la atmósfera. Están formados por las **células oclusivas**, bajo las cuales se encuentra una cavidad denominada **cámara subestomática**. Las células oclusivas de los estomas se encuentran diseminadas entre las células epidérmicas, pudiendo situarse al mismo nivel que ellas, pero también pueden sobresalir o quedar algo hundidas. En la mayor parte de los casos las células oclusivas están rodeadas por un número variable de células anexas denominadas **células acompañantes**. Ambos tipos de células se diferencian entre sí por su diferente morfología y tamaño. Cuando las células oclusivas se separan, dejan un orificio entre ellas denominado **ostiolo**, que comunica el medio externo con el interno de la planta. El conjunto del estoma y sus células anexas forma el **complejo estomático**. Los estomas suelen aparecer en el envés de la hoja, parte no expuesta al sol. (Figura 1) Su disposición en la epidermis es al azar en plantas dicotiledóneas, mientras que se disponen en hileras en monocotiledóneas (Megías, Manuel *et al*; 2020).

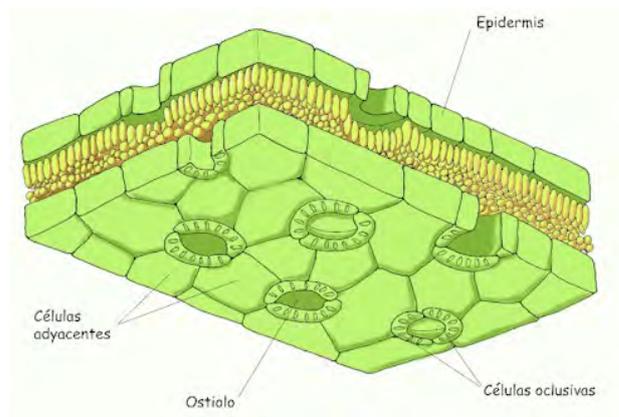


Figura 1. Vista del Envés de una hoja. Figura tomada de Proyecto Biosfera

Los estomas tienen dos funciones principales, en primer lugar permiten el intercambio gaseoso, dando entrada al dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y liberando el oxígeno ( $\text{O}_2$ ) en la fotosíntesis. La segunda importante, es la regulación del

## Estudio y control de variables ambientales para la apertura de estomas epidérmicos en diferentes especies vegetales

movimiento del agua a través de la transpiración. Los factores de mayor influencia en los procesos de apertura y cierre estomático son el intercambio iónico, la temperatura, la luz y la concentración de CO<sub>2</sub>.

En el caso de la **apertura estomática**, el ión potasio se transporta activamente a las vacuolas a través de canales específicos (KAT1), lo que incrementa su concentración intracelular. Esta diferencia de concentración acaba forzando la entrada de agua por ósmosis, aumentando así su turgencia y dejando los poros abiertos. En el caso del **cierre estomático**, ocurre lo contrario, el ión potasio se transporta fuera de las células lo que favorece la salida del agua al exterior, anulando la turgencia celular y, por tanto, cerrando el poro. (Coloma Borrás, P; 2021)

El objetivo de esta investigación es seleccionar una o varias especies en las que se puedan observar correctamente los estomas usando microscopios ópticos del IES Vela Zanetti y a continuación controlar el cierre y apertura de estomas usando ciertos compuestos químicos (agua destilada, cloruro de sodio, nitrato de potasio).

Para ello, tendremos en cuenta las siguientes afirmaciones ratificadas en artículos científicos.

- Una de las respuestas de las plantas al estar sometidas a condiciones de estrés salino (NaCl) es el cierre estomático. (Alejandro Quintana , W y Hernando Pinzón, E)
- El potasio es transportado a través de las membranas de las células guarda, abriéndose cuando aumenta su concentración al doble (Nobel, 1991).

### Metodología

Para llevar a cabo la investigación sobre estomas, ha sido necesaria una selección de hojas vegetales tomadas en el mes de octubre en las inmediaciones de nuestro Instituto Vela Zanetti, en la localidad de Aranda de Duero en la provincia de Burgos. La cantidad de plantas a elegir era limitada debido a la caída de la hoja y por ello hemos seleccionado algunas plantas caducas de caída tardía y otras plantas de hoja perenne, siempre que tuvieran una superficie de limbo suficiente para el análisis. Se muestran en la siguiente tabla 1.



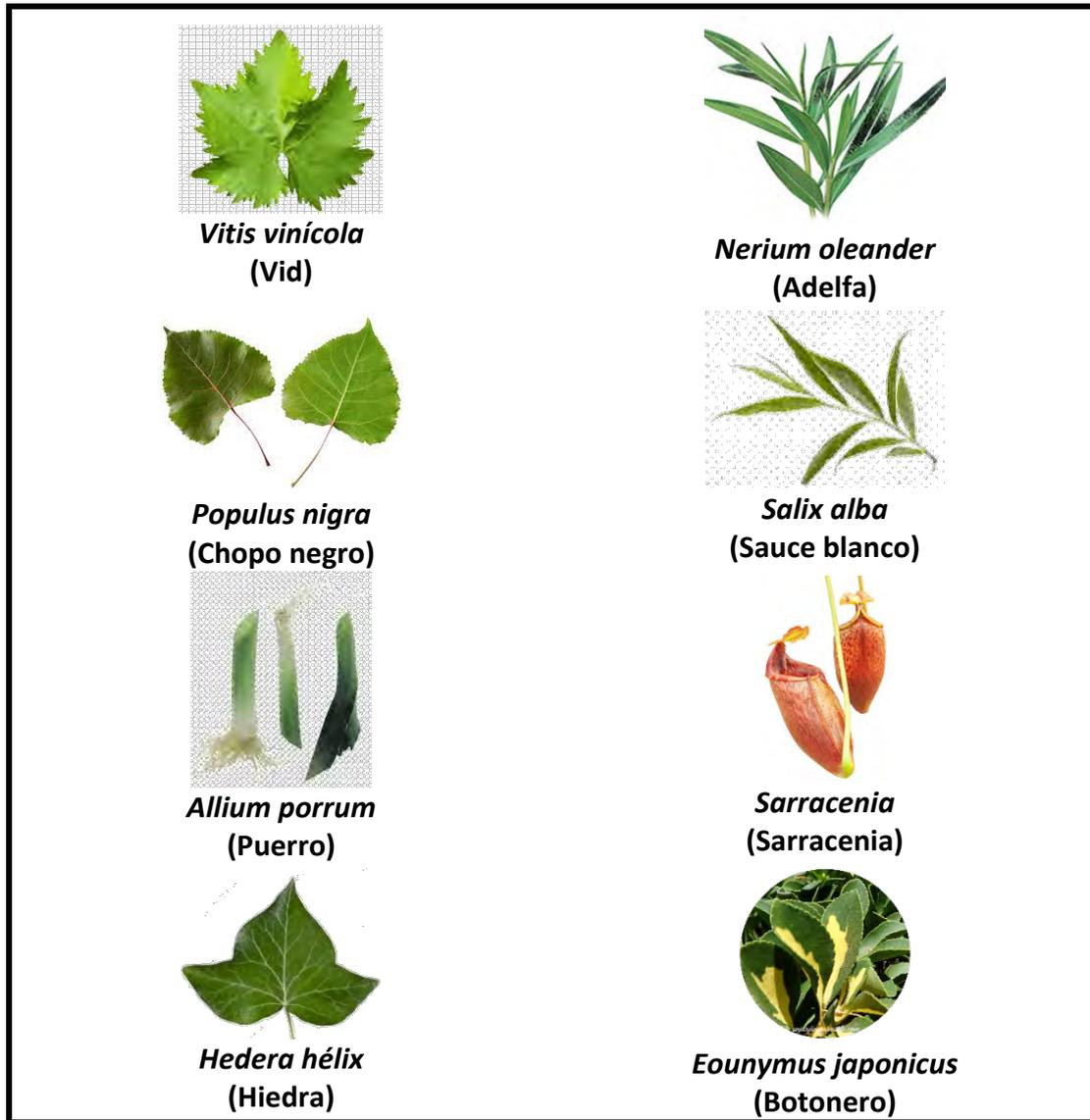


Tabla 1. Especies seleccionadas para el análisis

Todas las especies mostradas en la tabla son de tipo dicotiledóneas por lo que vamos a encontrar los estomas dispuestos al azar. El puerro y la sarracenia son monocotiledóneas y sus estomas se encuentran dispuestos de forma alineada (Megías, Manuel *et al*; 2020).

Para poder preparar muestras delgadas del envés de las hojas y verlas al microscopio tras ser sumergidas en diferentes disoluciones, hemos utilizado el **MATERIAL** que se muestra en la siguiente fotografía 1.

## Estudio y control de variables ambientales para la apertura de estomas epidérmicos en diferentes especies vegetales



A continuación, se describe con detalle para qué usamos cada material.

- 1. Microscopio óptico:** Es un instrumento utilizado para ampliar la imagen de objetos o seres que no pueden ser vistos a simple vista. Nosotros lo usamos para ver los estomas y distinguir si estaban abiertos o cerrados.
- 2. Vaso de precipitados:** Es un recipiente que se utiliza para preparar o medir mezclas. En este caso, realizamos mezclas con la intención de alterar la apertura de los estomas.
- 3. Placa de Petri:** Es un recipiente utilizado para observar muestras o cultivar bacterias. Nosotros dejábamos muestras sumergidas en las disoluciones que habíamos hecho anteriormente durante el tiempo necesario.
- 4. Sal (NaCl):** La sal o cloruro sódico es usada normalmente como condimento, pero nosotros la usamos como soluto para preparar una disolución que fuerza el cierre estomático según la bibliografía.
- 5. Nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>):** Es un compuesto químico utilizado para la fabricación de explosivos, fertilizantes, entre otras cosas. Para nosotros fue un soluto que disolvemos para sumergir muestras y esperar la apertura de estomas según la bibliografía.
- 6. Pipeta:** Es un instrumento utilizado para tomar volúmenes con mucha precisión. Con ella echábamos un par de gotas de nuestras disoluciones o de alcohol en algunos casos para ver las muestras mejor.
- 7. Cucharilla con espátula:** Lo usamos para mezclar las disoluciones y que quedasen homogéneas.
- 8. Pinzas/Fórceps:** Son utilizadas para coger muestras pequeñas. Nosotros las usamos para coger las muestras y dejarlas o bien sobre la placa de Petri o en el portaobjetos.
- 9. Bisturí:** Es un instrumento utilizado para cortar con precisión. Nosotras cortábamos la parte superficial de las hojas para sacar nuestras muestras.
- 10. Aguja enmangada:** Sirve para separar piezas pequeñas que se pueden dañar

fácilmente. Nosotros lo usamos para ayudarnos a retirar la muestra del bisturí o las pinzas y colocarla en el portaobjetos.

**11. Portaobjetos:** Sirve para sostener las muestras para poder examinarlas bajo el microscopio.

**12. Cubreobjetos:** Sirve para fijar la muestra y evitar que se mueva.

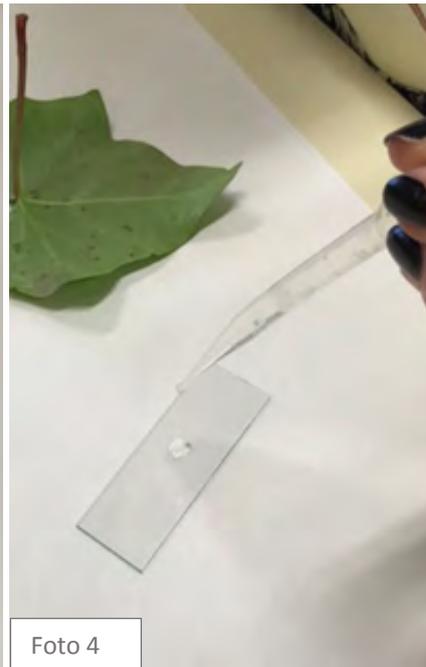
El **PROCEDIMIENTO** llevado a cabo para la toma de muestra y observación al microscopio es la siguiente:

Primero, con un bisturí, se corta una muestra muy delgada del envés de una hoja (Foto 2) donde aparece mayor densidad de estomas.



A continuación, se colocan las muestras que se van tomando en un portaobjetos. Con un cuentagotas se vierte una gota de agua y se coloca un cubreobjetos. (Foto 3 y 4).

## Estudio y control de variables ambientales para la apertura de estomas epidérmicos en diferentes especies vegetales



Se coloca el portaobjetos con la muestra en la platina del microscopio. A partir de aquí es conveniente conocer y saber cómo se usan los elementos de un microscopio. Se comienza observando la muestra por los visores binoculares. Para ello, se comienza con el objetivo de menor aumento y con ayuda del tornillo macrométrico y del micrométrico se enfoca hasta ver la imagen nítida (Foto 5). En ese momento se valora si la muestra es lo suficientemente fina para poder observar con claridad estructuras celulares y por lo tanto localizar estomas.

Seguidamente analizamos si los estomas se encuentran abiertos o cerrados (Figura 2 y Foto 7) para anotarlos en nuestro cuaderno de laboratorio.

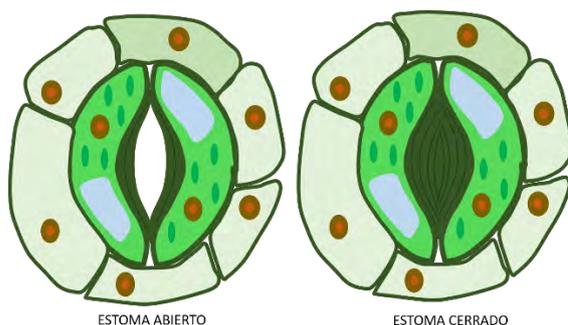


Figura 2. Estoma abierto y cerrado. Editado por Microsoft Power Point.

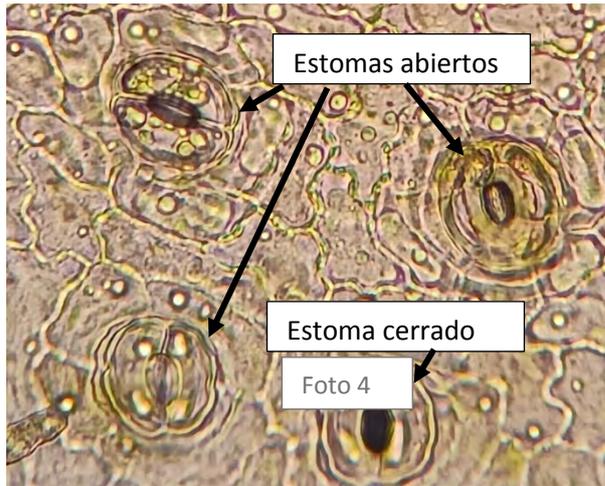


Foto 7. 2 dic\_ *Euonymus Japonicus*\_ X40+5camara.

Es importante tomar fotografías de las imágenes que utilizamos para tener un registro del estado de los estomas y poder evaluarlo más adelante. Para ello, es necesario ensayar la técnica con el dispositivo móvil. A continuación se guardan las fotografías con un nombre que sigue una nomenclatura de siglado específico. En primer lugar se indica el día, después la especie, si es necesario, se indica información de interés como la solución en la que ha estado sumergida la muestra y el tiempo. Finalmente se indica el aumento del microscopio (X) y aumento del móvil (+) (Ejemplo: Leyenda de la Foto 7).

Nuestra investigación sigue una secuencia de momentos planificados previamente y que se describen a continuación:

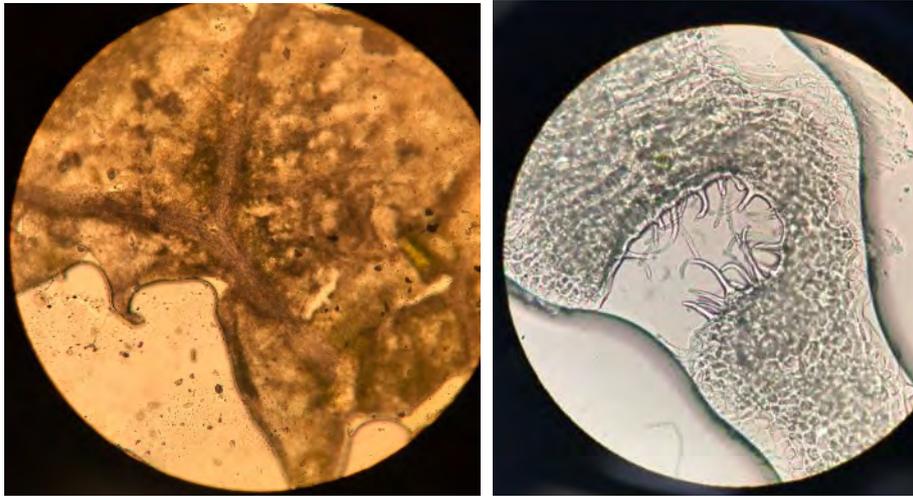
- Recogida de hojas vegetales en los alrededores del IES Vela Zanneti.
- Visión de estomas al microscopio de las especies recogidas.
- Selección de las especies que permiten tomar muestras finas con mayor facilidad y observar estomas al microscopio.
- Sumergir muestras de las especies seleccionadas en agua destilada, agua con sal y agua con KNO<sub>3</sub>.
- Observar al microscopio cambios en la morfología de las células oclusivas de los estomas.
- Describir comportamientos en la apertura y cierre de estomas en función del tipo de disolución que afecta directamente.
- Reflexionar sobre las dificultades encontradas en el procedimiento.

## Resultados

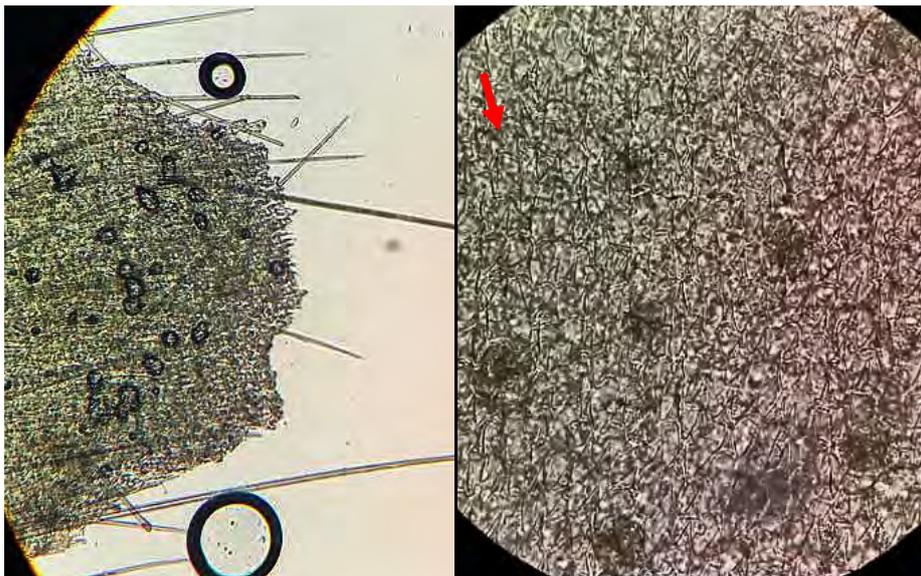
En primer lugar, hemos ido cortando láminas muy finas a partir del envés de las siguientes especies vegetales: *Salix alba*, *Populus nigra*, *Nerium oleander*, *Prunus cerasifera*, *Morus alba*, *Allium porrum*, *Vitis vinícola*, *Sarracenia sp.*, *Eounymus*

## Estudio y control de variables ambientales para la apertura de estomas epidérmicos en diferentes especies vegetales

*japonicus* y *Hedera helix*. A continuación se muestran fotografías de algunas especies que ofrecían dificultades para conseguir muestras lo suficientemente delgadas, por lo no permitían una correcta observación de estomas (Fotos 8-10).



**Foto 8.** izda\_20 oct\_ Envés de epidermis *Vitis vinicola*\_ X10. **Foto 9.** Dcha\_ 20 oct\_ Envés de epidermis de *Nerium Oleander*\_Detalle de tricomas absorbentes\_ X10



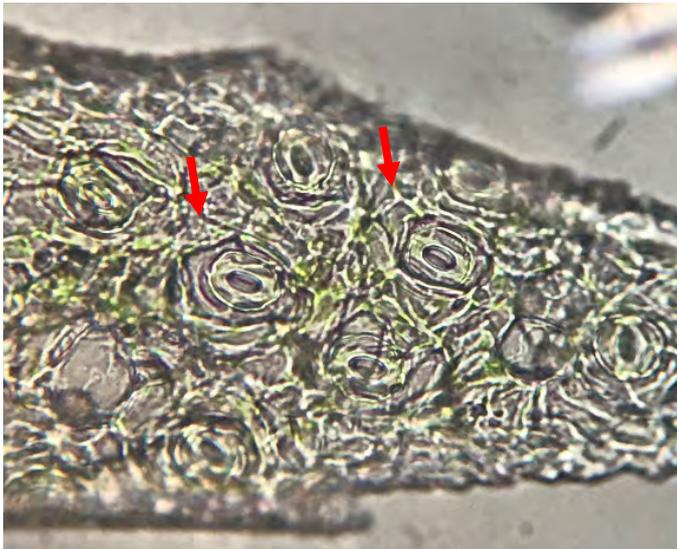
**Foto 10a.** izda\_20 oct\_ Epidermis *Sarracenia sp*\_ Detalle de pelos secretores\_ X10. **Foto 10b.** Dcha\_ 20 oct\_ Epidermis de *Nerium Oleander*\_Detalle de estoma\_ X40.

Finalmente hemos seleccionado a las especies *Eounymus japonicus* y *Hedera hélix* por la facilidad para tomar muestras delgadas y poder observar con claridad la gran densidad de estomas y su estructura (Foto 7).

Para empezar, hemos introducido una muestra muy fina del envés de ***Hedera Helix*** en **agua destilada durante 1 horas**. Al analizar al microscopio hemos observado una dominancia de **estomas abiertos** donde las células oclusivas se encontraban en turgencia (Foto 11). Acto seguido se ha sumergido esa misma muestra con **agua y sal al 10%**. Después de **1 hora** se ha observado una inversión hacia una dominancia de **estomas cerrados** donde las células oclusivas perdían la turgencia (Foto 12).



**Foto 11.** 7 nov\_envés de epidermis de *Hedera Helix*\_ Sumergido en agua destilada\_Detalle de estomas abiertos\_ X40



**Foto 12.** 7 nov\_Envés de epidermis de *Hedera Helix*\_ Sumergido en agua con sal al 10%\_Detalle de estomas cerrados\_ X40.

Una vez confirmada la respuesta de los estomas a diferentes condiciones en una misma muestra, hemos sumergido otra muestra de *Hedera Helix* en **agua destilada** y otra muestra diferente en **agua con sal al 10%**, ambas durante **2 horas**. La respuesta ha sido la esperada. La muestra en agua destilada presentaba todos los **estomas abiertos** (Foto 13) y la de agua con sal **todos los estomas cerrados** (Foto 14).

Estudio y control de variables ambientales para la apertura de estomas epidérmicos en diferentes especies vegetales

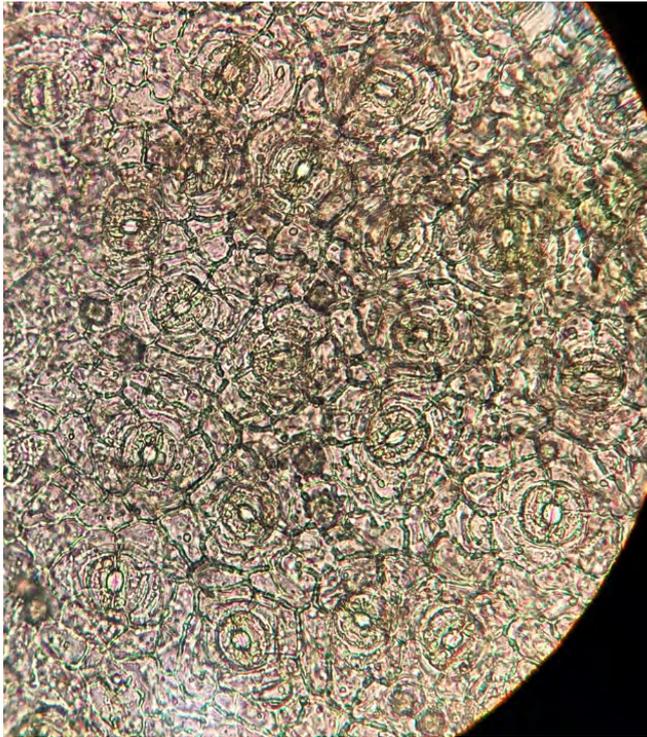


Foto 13. 26 nov.\_Envés de epidermis de *Hedera Helix*\_ Sumergido en agua destilada 2 horas\_Estomas abiertos\_ X10.

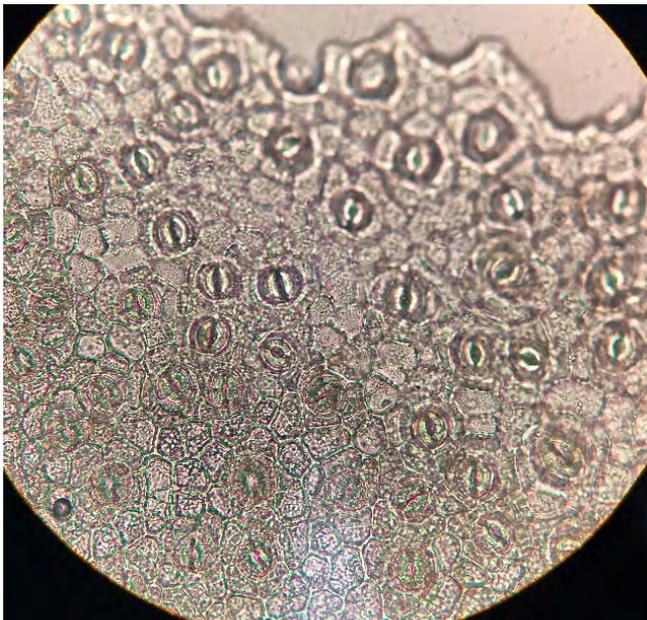
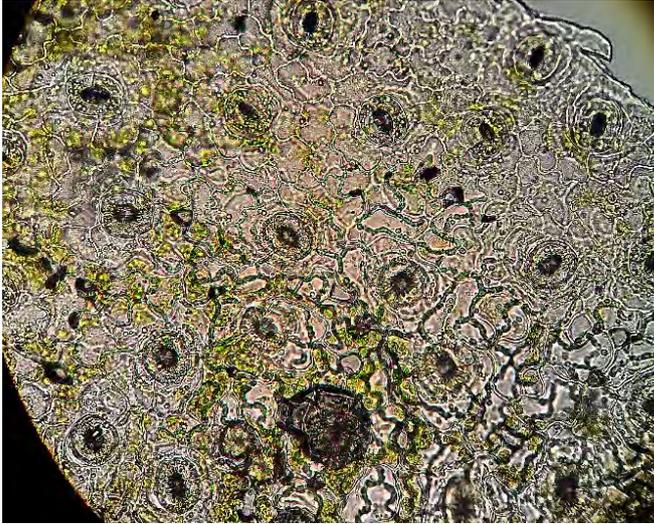
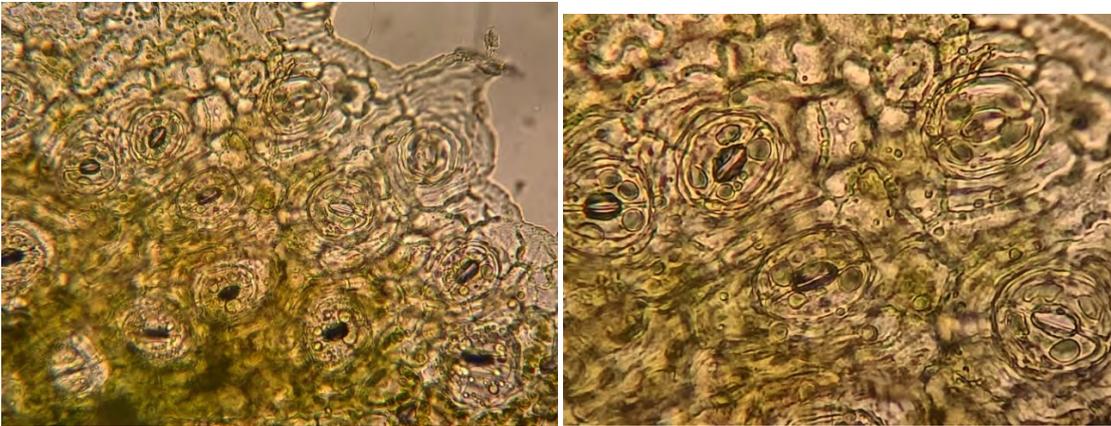


Foto 14. 26 nov.\_Envés de epidermis de *Hedera Helix*\_ Sumergido en agua destilada 2 horas\_Estomas cerrados\_ X10.

Por otro lado, se ha tomado una muestra de *Hedera Helix* y se ha observado al microscopio **sin sumergirla en ninguna solución previa**. Se observa una mezcla de **estomas abiertos y cerrados** (Foto 15). A continuación, se ha sumergido **esa misma muestra en agua con  $\text{KNO}_3$  disuelto** (15 gramos en 100 ml) durante **2 horas**. Al observarlo al microscopio hemos podido ver que el número de **estomas abiertos o en proceso de abrirse aumentaban** (Foto 16).



**Foto 15.** 26 nov.\_Envés de epidermis de *Hedera Helix*\_ 2 \_Estomas abiertos y cerrados\_ X10.



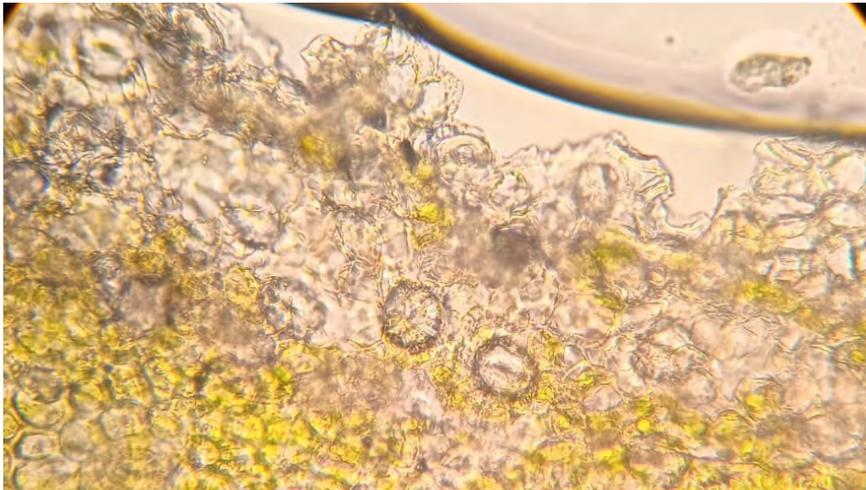
**Foto 16a.** 26 nov\_Envés de epidermis de *Hedera Helix*\_ Sumergida en agua  $\text{KNO}_3$  2 horas\_Detalle de estomas cerrados y en estado de apertura\_ X40. **Foto 16b.** X40+5.

Finalmente se ha usado la especie *Euonymus japonicus* donde se han observado similares respuestas. Apertura de estomas cuando se sumerge una muestra en agua destilada, cierre cuando se sumerge en agua con sal y apertura cuando se usa una disolución de  $\text{KNO}_3$ . (Fotos 17-19)

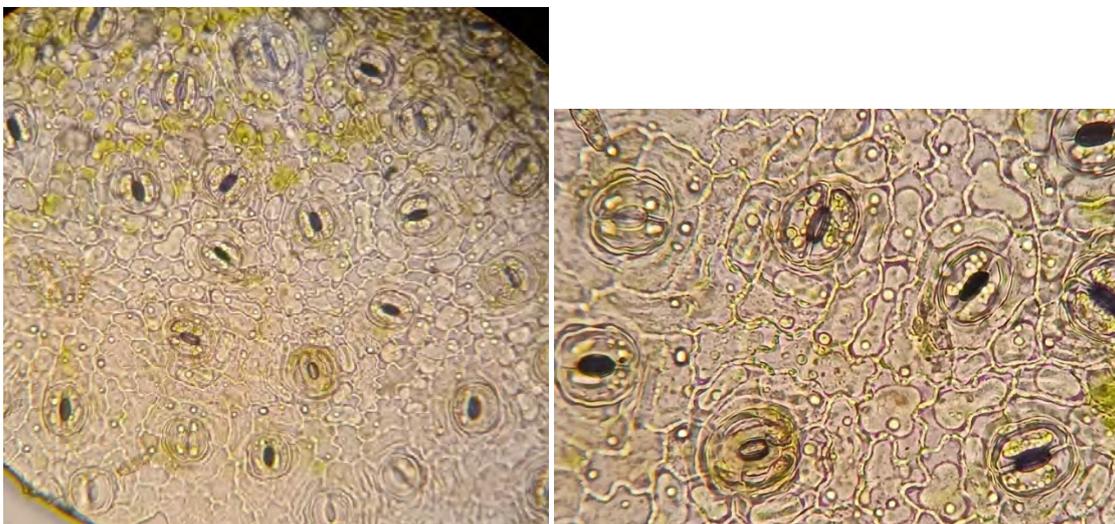
Estudio y control de variables ambientales para la apertura de estomas epidérmicos  
en diferentes especies vegetales



**Foto 17.** 2 dic\_Envés de epidermis de *Eounymus japonicus*\_ Sumergida en agua destilada\_2 horas\_  
Estomas abiertos\_ X10



**Foto 18.** 2 dic\_Envés de epidermis de *Eounymus japonicus*\_ Sumergida en agua con sal al 10%\_ 2  
horas\_ Estomas cerrados\_ X40



**Foto 19a.** 2 dic\_Envés de epidermis de *Eounymus japonicus*\_ Sumergida en agua con  $\text{KNO}_3$ \_ 2 horas\_ Estomas en proceso de apertura\_ X40. **Foto 19b.** \_ X40+5

## Conclusiones

Las conclusiones más importantes de nuestro trabajo de investigación comienzan indicando las grandes posibilidades que ofrecen los microscopios de un IES para estudiar tejidos y estructuras vegetales, las cuales no precisan de técnicas muy sofisticadas de tinción. Combinando esta herramienta óptica con las cámaras fotográficas de los dispositivos móviles, podemos conseguir fotografías de muy buena calidad que nos permiten definir con mucha exactitud el estado osmótico de las células oclusivas que forman los estomas en las hojas.

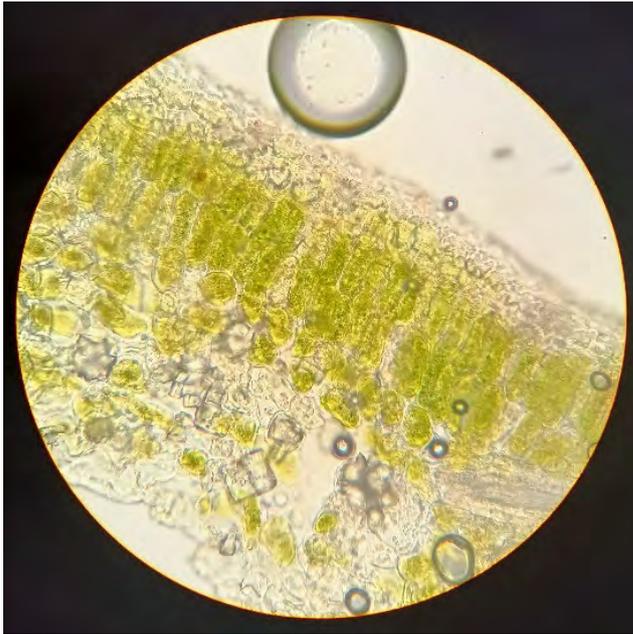
Después de todos los análisis llevados a cabo podemos confirmar el efecto del agua destilada en los estomas. El agua entra a las células oclusivas provocando su turgencia y la apertura de los estomas. Por el contrario, el efecto de la sal fuerza a el agua de las células oclusivas a salir al espacio intercelular consiguiendo el cierre de los estomas.

La salinidad de los suelos y las implicaciones en la agricultura es un tema muy debatido en los últimos años. Según la Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes (AEFA), las sales son necesarias para el correcto crecimiento de las especies cultivadas, sin embargo, existe una concentración máxima a partir de la cual las plantas sufren una presión osmótica que provoca una disminución de desarrollo vegetativo. En este caso, y teniendo en cuenta nuestros resultados, entendemos que la salinidad del suelo fuerza el cierre de muchos estomas y el metabolismo se hace más lento. La salinización de los suelos se da con más intensidad en zonas de litología salina o en zonas áridas donde la evaporación es superior a la precipitación. El cambio climático está acentuando la aridez de muchas zonas del mundo incluido nuestro país.

Por otro lado, hemos podido comprobar en nuestro estudio el afecto del  $\text{KNO}_3$ . Teniendo tejidos vegetales afectados por la sal, el  $\text{KNO}_3$  es capaz de invertir la situación. Interpretamos que los cultivos afectados negativamente por la salinidad de los suelos podrían ayudarse con  $\text{KNO}_3$ .

En un último momento de investigación llevamos a cabo unos cortes transversales de las hojas de *Hedera Helix* para observar la estructura y morfología de estomas y tejidos vegetales. Creemos que este análisis podría ser una continuación de lo que hemos concluido por lo que dejamos abierta la investigación para futuros curso, probablemente en el próximo año (Biología y Geología de 1ºBACH) donde se estudia Histología Vegetal.

## Estudio y control de variables ambientales para la apertura de estomas epidérmicos en diferentes especies vegetales



**Foto 20.** 2 de febrero\_Corte transversal de Hedera Helix X40. Se distingue la epidermis y células parenquimáticas fotosintéticas afectadas todas ellas por agua con sal al 10%.

Para finalizar, exponemos algunas de las dificultades que hemos encontrado en el proceso de investigación:

- El inicio del estudio en octubre no nos permitió conseguir un número importante de muestras de especies diferentes.
- La selección de microscopios con calidad de imagen y el aprendizaje de su uso nos llevó tiempo. No teníamos casi trayectoria de uso y ha sido una gran oportunidad.
- La preparación de muestras muy finas ha sido la parte técnica más complicada. Hemos repetido la técnica cientos de veces por lo que hemos podido desarrollar actitudes muy valiosas en ciencia, la paciencia y la perseverancia.
- El siglado y la gestión de fotografías fue complicado ya que hemos llegado a manejar más de 150 fotografías. Hemos aprendido la gran importancia de tener bien organizados los resultados.
- Tuvimos un problema de pérdida de algunos datos que solo se guardaron en la memoria del móvil por lo que aprendimos la importancia de hacer copias de seguridad o el uso de la nube de Onedrive.

El contenido resumido de este trabajo será publicado en la revista 'La Vela' del IES Vela Zanetti para este curso 21/22.

## Bibliografía

- Adolfo Cañizares, María Elena Sanabria, Dorian Rodríguez, Yaritza Perozo. (2013). Características de los estomas, índice y densidad estomática de las hojas de lima Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) injertada sobre ocho patrones cítricos. Revista Científica UDO Agrícola, Vol. 3, Nº. 1, 59-64.
- Armero Giménez, Jorge. (2019). Estudio sobre los reguladores del canal de potasio KAT1. 2021, de Universitat Politècnica de València. Departamento de Biotecnología - Departament de Biotecnologia Universitat Politècnica de València. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural - Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural Sitio web: <http://hdl.handle.net/10251/107781>.
- E. Flores-Vindas. (1999). La Planta: Estructura y Función. Libro Universitario Regional (LUR), Vol. 1, 25-38.
- Fernández de Tejada, Irene y Bellet Serrano, María. (2011). Las hojas. 2018, de Fernández de Tejada, Irene y Bellet Serrano, M Real Jardín Botánico, CSIC Sitio web: [http://www.rjb.csic.es/jardinbotanico/ficheros/documentos/pdf/didactica/Las\\_Hojas.pdf](http://www.rjb.csic.es/jardinbotanico/ficheros/documentos/pdf/didactica/Las_Hojas.pdf)
- Manuel Megías, Pilar Molist, Manuel A. Pombal. (2020). Tejidos vegetales de protección. 2021, de Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud. Facultad de Biología. Universidad de Vigo Sitio web: <https://mmegias.webs.uvigo.es/>
- Park S. Nobel. (2009 N.º: 4 edición ). Physicochemical and Environmental Plant Physiology. Inglaterra: Academic Press.
- Victorino Martínez. (2020). Aplicación de bioestimulantes ante el stress vegetal. 2021, de Asociación Española de Fabricantes de Agronutricionales Sitio web: <http://www.bioestimulantesagricolas.net/aplicacion-de-bioestimulantes-ante-el-stress-vegetal>
- Wilmer Alejandro Quintana-Blanco, Elberth Hernando Pinzón y David Fernando Torres. (2016). Evaluación del crecimiento de fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo estrés salino. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, vol.19, n.1, 87-95.

# Estudio de la presencia de almidón y otros carbohidratos en diferentes marcas de carnes procesadas

Estefanía Sastre Rodríguez  
Dila Ouakli Boudarene  
Andrea Guijarro Sanza

Estefanía Puente Arauzo (Coordinadora)

IES Vela Zanneti  
Av. Aragon, 39, s/n  
09400 Aranda de Duero, Burgos

estefania.pueara@educa.jcyl.es

## Resumen

Desde la asignatura de Cultura Científica de 4ºESO hemos llevado a cabo un proyecto de investigación siguiendo paso a paso el método científico. Con poco material de laboratorio hemos podido confirmar la presencia de almidón y otros carbohidratos en productos cárnicos procesados, que son entendidos por la sociedad como de naturaleza proteica. Las leyes relacionadas con el etiquetado y uso de aditivos en Europa y en España obligan a la correcta indicación en el etiquetado sobre uso de ingredientes y aditivos para cualquier producto alimentario. La mayoría de las muestras analizadas en nuestro laboratorio indican adecuadamente la presencia de diferentes tipos de azúcares usados como aditivos. Sin embargo, hemos encontrado algunos casos en los que las indicaciones son poco claras, confusas o ausentes.

**Palabras Clave:** Carnes procesadas, almidón, carbohidratos, povidona yodada, etiquetado, dieta.

**Keywords:** Processed meat, starch, carbohydrates, iodine, label, feeding.

## 1. INTRODUCCIÓN → MARCO TEÓRICO

Según la FAO, un alimento es un producto natural o elaborado, susceptible de ser ingerido y digerido, cuyas características lo hacen apto y agradable al consumo, constituido por una mezcla de nutrientes que cumplen varias funciones en el organismo.

Los tipos de nutrientes que podemos encontrar en los alimentos pueden ser orgánicos e inorgánicos. Los nutrientes inorgánicos incluyen el agua y las sales minerales. Por otro lado, los nutrientes orgánicos pueden ser los siguientes:

- **GLÚCIDOS:** también denominados azúcares, carbohidratos o hidratos de carbono, desde el punto de vista químico son polihidroxialdehidos o plihidroxicetonas formados por C, H y O. Son solubles en agua y la mayoría ellos proporcionan energía metabólica (ATP) a los organismos vivos. Una dieta equilibrada debe aportar un 50-55% de carbohidratos
- **LÍPIDOS:** desde el punto de vista químico son cadenas formadas por C, H y O y en menor cantidad N, P y S. Son insoluble en agua y la mayoría proporcionan energía metabólica (ATP) a los organismos vivos. Una dieta equilibrada debe aportar un 30-35% de carbohidratos.
- **PROTEÍNAS:** desde el punto de vista químico están formadas por C, H, O, N y en menor proporción P y S y otros elementos como Fe o Mg. Presenta varias funciones, pero la más conocida es estructural. Ayuda a construir, mantener y regenerar nuestros tejidos. Una dieta equilibrada debe aportar un 10-15% de carbohidratos.
- **VITAMINA:** Las vitaminas son sustancias orgánicas que tienen una composición compleja. Se presenta en los alimentos en concentraciones muy pequeñas, pero participan en gran diversidad de reacciones metabólicas por lo que una deficiencia continuada puede producir enfermedades graves.

Los alimentos están compuestos por varios nutrientes, pero normalmente se presentan uno o varios nutrientes orgánicos predominantes. Este trabajo está centrado en la carne, cuyos nutrientes predominantes son las proteínas, seguidas de los lípidos, aunque presenta también algunas vitaminas y sales minerales. Nos centraremos en un tipo especial de producto, la carne procesada. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) se entiende por carne procesada a cualquier tipo de carne que ha sido transformada con salazón, curado, fermentación, ahumado u otros procesos para mejorar el sabor y preservar el alimento. La mayoría de las carnes procesadas contienen carne de cerdo, carnes rojas, aves o subproductos cárnicos como la sangre. Algunos ejemplos de carnes procesadas son salchichas, hamburguesas, todo tipo de embutidos y patés entre otros.

Algunos de los aditivos que se utilizan en este tipo de procesados son: nitratos y

## Estudio de la presencia de almidón y otros carbohidratos en diferentes marcas de carnes procesadas

nitritos que, haciendo una mezcla con sal se utiliza para proporcionar a la carne o al embutido sabor; sulfitos, que se utilizan para mejorar el aspecto visual de la carne y alargar su frescura; glutamato monosódico (MSG) se utiliza para potenciar el sabor; azúcares, con la finalidad de emulsionar; féculas, que contienen almidón y fibra vegetal se utilizan para dar textura y retener agua; sal, almidones y derivados.

Este trabajo se centra en un aditivo fácil de detectar en un laboratorio de Educación Secundaria: el almidón. Se trata de un glúcido complejo, de origen vegetal, compuesto por dos polímeros de la glucosa, la amilosa y la amilopectina. Es el glúcido de reserva de la mayoría de los vegetales. En la industria agroalimentaria se utiliza para rellenar el producto y ganar así rentabilidad. También presenta la ventaja de que retiene bien el agua en el caso de salchichas, fiambres y otros derivados. El almidón que se suele usar en España procede de la patata, del maíz o fibras vegetales pero en algunos casos se usan almidones modificados química o físicamente, especialmente para cubiertas de productos cárnicos, ya que ayudan en la fijación de sazadores, sabores y colorantes de los productos (Smith,B. 2011). Como indica el Reglamento (CE) Nº 1333/2008 del Parlamento Europeo, existen varias formas de almidones modificados que se pueden usar como aditivos alimentarios. Algunos ejemplos son: almidón oxidado (E1404), fosfato de monoalmidón (E 1410), fosfato de dialmidón (E 1412), fosfato de dialmidón fosfatado (E 1413), fosfato de dialmidón acetilado(E 1414) o almidón acetilado entre otros.

También pueden añadir a los productos dextrinas, que son un tipo de carbohidratos de poco peso molecular producidas por la hidrólisis del almidón. Tienen la misma fórmula general que los carbohidratos, pero son de una longitud de cadena más corta. Estos podrían no proceder de la hidrólisis del almidón, pero existe la posibilidad.

El almidón y sus derivados son aditivos de absorción lenta que no se consideran como perjudiciales para la salud, pero es importante su indicación en el etiquetado de los productos, especialmente para aquellas personas con prescripciones de dietas bajas o nulas de carbohidratos.

Hipótesis: La presencia de carbohidratos en productos cárnicos se indica de forma rigurosa en la etiqueta como exige la normativa europea.

El objetivo de este proyecto de investigación es detectar almidón en un número representativo de muestras de carnes procesadas y comprobar si su presencia se encuentra correctamente indicada en su etiquetado.

## 2. METODOLOGÍA

La presente investigación sobre la presencia de almidón en carnes procesadas se lleva a cabo a partir de un análisis cualitativo gracias al uso de un reactivo de povidona yodada, una solución que se vende como desinfectante y que está compuesto por povidona y yodo molecular en un 10 %.

Como se ha indicado previamente, el almidón está compuesto por amilosa y amilopectina. La amilosa está formada por cadenas lineales de anillos de glucosa donde se puede unir el yodo, dando un color azul oscuro característico. Sin embargo, esta unión no es posible con la estructura ramificada de la amilopectina, dando un color rojo. La presencia de almidón en un determinado alimento viene condicionado por la mezcla de los dos colores, en cuyo caso aparece como resultado un azul- violeta oscurecido (resultado positivo).

Los productos que hemos escogimos para el análisis han sido variados. A continuación se indican los tipos y marcas escogidas (Tabla 1).

PRODUCTO	MARCAS
Jamón cocido	Campofrío El Pozo Hacendado Argal Maxi york Hacendado
Jamón de pavo	Campofrío El Pozo
Chóped	Campofrío El Pozo
Mortadela	Campofrío El Pozo
Salchichón	Campofrío El Pozo
Chorizo	Revilla Florencio Gómez
Jamón serrano	Hermanos Chico Bellota
Lomo	Hermanos Chico Ibisma S.L.
Cecina	El Tejar Manolo
Bacon	Monells
Hamburguesa	Rubiato Paredes S.L.
Salchicha fresca	El Día (cerdo) Lupa (pollo) Serrano (pollo y cerdo)
Salchichas Frankfurt	Oscar Meyer Campofrío Alcampo
Paté	Paté cerdo alteza. Paté cerdo mina. Pate la piara tapa negra. Cerdo.
Nuggets	Hacendado

Tabla 1. Productos escogidos para el análisis.

El laboratorio de nuestro instituto IES Vela Zanetti presenta todo lo necesario para llevar a cabo este tipo de análisis:

- Solución de povidona yodada al 10%.

## Estudio de la presencia de almidón y otros carbohidratos en diferentes marcas de carnes procesadas

- Productos cárnicos seleccionados (10gr)
- Placa térmica con termostato
- Tijeras
- Vidrio de reloj
- Arena de mar lavada
- Mortero de laboratorio
- Balanza de laboratorio de precisión 0,1g.
- Erlenmeyer de 250 ml.
- Pipetas graduadas de plástico (3 ml) desechables
- Gradilla con tubos de ensayo

Foto 5

Antes de comenzar el proceso de análisis es importante anotar en un cuaderno todo lo que se va haciendo para poder garantizar una correcta ejecución del protocolo. Asignar números a las muestras y rotular todos los recipientes que se usan puede resultar muy útil y efectivo para garantizar la trazabilidad en todo momento.

Pasamos a describir el protocolo a seguir. En primer lugar, se pesan 10 gramos de varios productos cárnicos y se corta en pequeños fragmentos para facilitar los pasos posteriores (Foto 1).



Foto 1

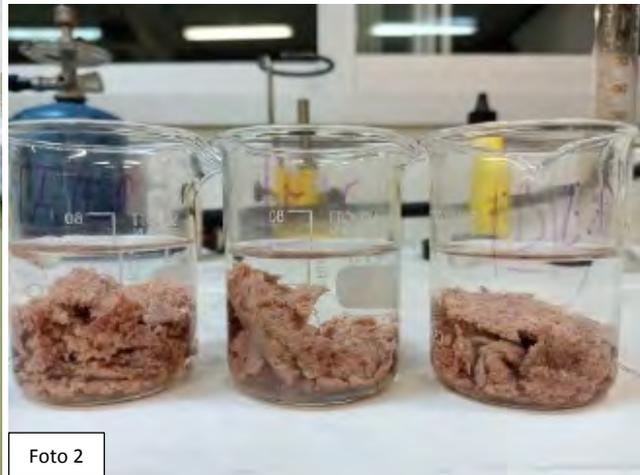


Foto 2

A continuación, se ponen los pequeños pedazos en un mortero y se añaden unos pocos gramos de arena lavada para facilitar la fricción y desmenuzamiento de las muestras (Foto 2).



Foto 3

Después, con una cuchara se introducen las muestras en vasos de precipitados, previamente enumerado para saber la muestra que contienen en pasos posteriores. Se añaden 50 ml de agua destilada y se remueve para poder homogeneizar la mezcla (Foto 3).

Se calientan las mezclas en una placa térmica hasta que hiervan durante 5 minutos (Foto 4). Seguidamente se depositan los vasos de precipitados en un recipiente lleno de agua fría con el objetivo de bajar la temperatura de las mezclas. Una vez que haya bajado de temperatura se apartan de la bandeja (Foto 5).



Foto 4



Foto 5

Por último, se preparan unos tubos de ensayos y se rotulan con los números correspondientes de cada muestra. Se introduce una pipeta de plástico de 3 ml en el fondo de cada vaso de precipitado para evitar la grasa que queda arriba y poder coger disolución del fondo (Foto 6).

Se introduce el contenido en su tubo de ensayo correspondiente. Nunca se usa la misma pipeta para coger otras disoluciones porque se puede contaminar fácilmente (Foto 7).



Foto 6



Foto 7

Por último, se añaden 5 gotas de solución de yodada al 10% y se remueve (Foto 8). El cambio de color determina si el producto cárnico analizado contiene almidón o no. Si se observa un cambio de color a un **azul-violeta oscuro**, la prueba se **considera positiva**, lo que quiere decir que la muestra presenta almidón o algunos de sus derivados. Si por el contrario, aparece un rojizo-amarillento, característico de la

## Estudio de la presencia de almidón y otros carbohidratos en diferentes marcas de carnes procesadas

solución de yoduro de potasio, la prueba se considera negativa y se determina que la muestra no tiene almidón entre sus componentes (Foto 9).



Foto 8

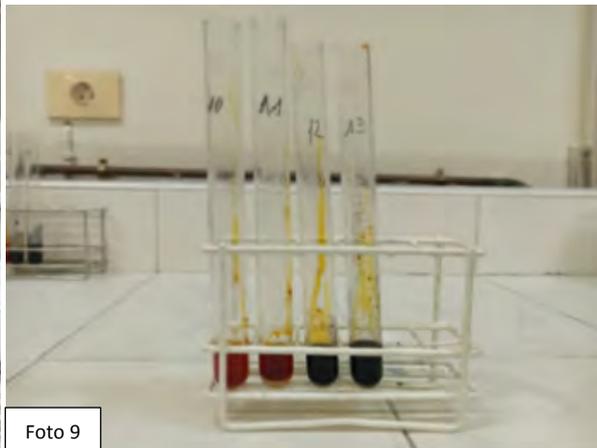


Foto 9

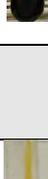
Como se observa en la foto 9, las muestras número 10 y 11 presentan un resultado negativo en almidón y las muestras 12 y 13 un resultado positivo.

### 3. RESULTADOS

Como se ha explicado en el apartado anterior, la presencia de almidón en una muestra se determina cualitativamente gracias a la aparición de un color azul-violeta oscuro (prueba positiva) al finalizar el proceso de laboratorio. Los resultados obtenidos en 32 muestras se muestran en la siguiente tabla.

EMBUTIDO	MARCA	% carne	PRESENCIA DE ALMIDÓN EN ETIQUETA	RESULTADO
1. Jamón cocido extra al corte	Campofrío	82%	No figura el almidón.  Otros carbohidratos: Azúcar.	Negativo 
2. Jamón cocido extra Bonnatur al corte	Argal	92%	No figura el almidón y en la página web indica que no tiene fécula.  Otros carbohidratos: Maltodextrina (No especifica su procedencia) y azúcar.	Negativo 

Actas PIIECYL 2022

3. Jamón cocido en lonchas	Hacendado (Casa Tarradellas)	85%	No figura el almidón.  Otros carbohidratos: Dextrosa (No especifica el tipo ni su procedencia).	Negativo	
4. Jamón cocido al corte	El Pozo	92%	No figura el almidón y en la página web indica que no tiene fécula.  Otros carbohidratos: Azúcar	Negativo	
5. Maxi York en lonchas	Hacendado (Casa Tarradellas)	55%	Figura el almidón como fécula.  Otros carbohidratos: Dextrosa (No especifica el tipo ni su procedencia) y azúcar.	Positivo	
6. Jamón de pavo_pavofrío al corte	Campofrío	52%	<b><u>Figura el almidón.</u></b>  Otros carbohidratos: Dextrosa (No especifica el tipo ni su procedencia).	<b><u>Negativo</u></b> <i>(2 análisis)</i>	
7. Jamón de pavo al corte	El Pozo	55%	<b><u>Figura el almidón.</u></b>  Otros carbohidratos: Azúcar y dextrosa de maíz.	<b><u>Negativo</u></b> <i>(2 análisis)</i>	
8. Chopped al corte	Campofrío	53%	Figura el almidón.  Otros carbohidratos: Dextrosa (No especifica el tipo ni su procedencia).	Positivo	
9. Chopped al corte	El Pozo	56%	Figura el almidón.  Otros carbohidratos: Dextrosa (No especifica el tipo ni su procedencia).	Positivo	
<b>EMBUTIDO</b>	<b>MARCA</b>	<b>% carne</b>	<b>PRESENCIA DE ALMIDON EN ETIQUETA</b>	<b>RESULTADO</b>	
10. Mortadela al corte	Campofrío	51%	Figura el almidón.  Otros carbohidratos: Dextrosa (No especifica el tipo ni su procedencia) y azúcar.	Positivo	

Estudio de la presencia de almidón y otros carbohidratos en diferentes marcas de carnes procesadas

11. Mortadela al corte	El Pozo	58%	Figura la fécula de patata como almidón.  Otros carbohidratos: Azúcar. Posibles carbohidratos aportados por la lecha en polvo.	Positivo 
12. Salchichón al corte	Campofrío	No lo indica	<b>No figura el almidón</b>  Otros carbohidratos: Dextrosa y maltodextrina (No especifica el tipo ni su procedencia) Posibles carbohidratos aportados por la lecha en polvo desnatada.  <i>Datos confirmados en su página web</i>	<b>Positivo muy leve</b> 
13. Salchichón al corte	El Pozo	80%	<b>No figura el almidón.</b>  Otros carbohidratos: Maltodextrina de maíz Posibles carbohidratos aportados por la lecha en polvo.  <i>Datos confirmados en su página web</i>	<b>Positivo muy leve</b> 
14. Chorizo dulce al corte	Revilla	No figura	No figura el almidón.  Otros carbohidratos: Maltodextrina , azúcar y lactosa	Negativo 
15. Chorizo ibérico al corte	Florencio Gomez	No figura	No figura el almidón.  Otros carbohidratos: dextrosa y lactosa.	Negativo 
16. Jamón serrano curado al corte	Hermanos Chico	100%	No figura el almidón.  No figuran otros carbohidratos.	Negativo 

EMBUTIDO	MARCA	% carne	PRESENCIA DE ALMIDON EN ETIQUETA	RESULTADO
17. Jamón serrano curado al corte	Bellota	100%	No figura el almidón.  No figuran otros carbohidratos.	Negativo 
18. Lomo embuchado de cerdo al corte	Hermanos Chico	50%	No figura el almidón.  Otros carbohidratos: Dextrina, dextrosa (No especifica el tipo ni su procedencia) y azúcar.	Negativo 
19. Lomo curado de cerdo al corte	Ibisma S.L.	No indicado	No figura el almidón.  Otros carbohidratos: Dextrina, (No especifica el tipo ni su procedencia) y azúcar.	Negativo 
20. Cecina de vaca curada	EL Tejar	No indicado	No figura el almidón.  Otros carbohidratos: Dextrosa (No especifica el tipo ni su procedencia) y azúcar.	Negativo 
21. Cecina de vaca curada	Manolo	100%	No figura el almidón.  No figuran otros carbohidratos:	Negativo 
22. Bacon	Monells	95% panceta de cerdo	No figura el almidón.  Otros carbohidratos: Dextrosa (No especifica el tipo ni su procedencia) y jarabe de glucosa	Negativo 
23. Hamburguesa angus	Rubiato Paredes S.L.	83%	Figura la fécula como forma de almidón.  No figuran otros carbohidratos.	Positivo 
24. Salchicha fresca Roler de cerdo	EL Día	70%	No disponemos de datos	<b>Positivo</b> 

Estudio de la presencia de almidón y otros carbohidratos en diferentes marcas de carnes procesadas

25. Salchicha fresca de ave y cerdo	Serrano	74%	No figura el almidón.  Otros carbohidratos: Dextrosa (No especifica el tipo ni su procedencia)	Negativo	
<b>EMBUTIDO</b>	<b>MARCA</b>	<b>% carne</b>	<b>PRESENCIA DE ALMIDON EN ETIQUETA</b>	<b>RESULTADO</b>	
26. Salchichas Frankfurt	Oscar Meyer	92%	No figura el almidón.  Otros carbohidratos: Dextrosa (No especifica el tipo ni su procedencia)	Negativo	
27. Salchichas Frankfurt	Campofrío	80%	Figura el almidón.  Otros carbohidratos: Dextrosa (No especifica el tipo ni su procedencia)	Positivo	
28. Salchichas Frankfurt	Alcampo	54%	Figura fécula de patata y fibra vegetal como almidones.  Puede contener trazas de leche	Positivo	
29. Paté cerdo	Alteza	22% hígado 37% tocino	Figura el almidón.  Otros carbohidratos: Azúcar	Positivo	
30. Paté cerdo	Mina	24% hígado % no indicado de tocino	Harina de trigo como almidón  Otros carbohidratos: Azúcar	Positivo	
31. Paté cerdo	La Piara	27% hígado % no indicado de tocino	Harina de arroz y fibra vegetal como almidón	Positivo	
32. Nuggets de pollo	Hacendado	54%	Harina de trigo, almidón de maíz, almidón modificado, fibra vegetal.  Otros carbohidratos: Dextrosa (No especifica el tipo ni su procedencia)	Positivo	

Analizando los resultados de la tabla, y como era esperable, los productos testados en el laboratorio con un resultado positivo en almidón indican en su etiqueta la presencia de **almidón, almidón modificado, almidón de patatas, almidón de maíz, harinas de trigo, harinas de arroz o fibras vegetales**. Todos estos ingredientes son susceptibles de dar un **resultado positivo** por la presencia de cadenas de amilosa debido a que reaccionan con el yodo, obteniendo un color azul oscuro (resultado positivo).

En casos muy aislados, **la presencia de algún tipo de almidón no se indica en la etiqueta**. Las muestras de salchichón número 12 y 13 dan un resultado positivo muy leve pero no se hace referencia a la presencia de ningún tipo de almidón.

En otros casos ocurre lo contrario. Con las muestras de jamón de pavo 6 y 7 **aparecen en sus etiquetas la presencia de almidón pero tras realizar el análisis dos veces**, no se produce un cambio de color, por lo que **no podemos confirmar el positivo analítico**.

Por otro lado, y tras el análisis del etiquetado, cabe indicar la presencia de carbohidratos más simples que el almidón como son la **dextrosa**, o la **maltodextrina**. Estos pueden proceder en muchos casos de la descomposición del almidón pero en muy pocos casos se indica en la etiqueta el origen exacto. Tal es el caso del jamón de pavo 'el Pozo' cuya etiqueta indica la presencia de dextrosa de maíz, la cual en su origen procede del almidón. En estos casos, los carbohidratos simples no reaccionan con el yodo para provocar el cambio de color e indicarnos el azul.

Se indica también la presencia de otro tipo de ingredientes glucídicos no procedentes del almidón como es el caso del **azúcar simple** o la **leche**, pero que se indica en la tabla de datos para valorar más adelante el total de glúcidos presentes en un alimento que el consumidor entiende como cárnico, y por lo tanto de naturaleza proteica.

#### 4. CONCLUSIONES

Después de analizar 32 muestras cárnicas en el laboratorio de nuestro IES, podemos clasificar los resultados en tres tipos:

1. **Resultados esperables que ratifican la hipótesis planteada.** Se confirma analíticamente un resultado positivo de almidón en la mayoría de las muestras que indicaban su presencia en las correspondientes etiquetas.
2. **Resultados positivos no esperables que rechazan la hipótesis.** Es el caso de las muestras de salchichones de las marcas *Campofrío* y *el Pozo*, los cuales no indican en la etiqueta el uso de almidón, pero se obtiene en el laboratorio un leve positivo visible en la superficie de la muestra. Interpretamos que pueda ser debido a la presencia de trazas de almidón en las tripas artificiales de las cuales no se explica su composición en el etiquetado. Según el *Real Decreto 474/2014, de 13 de junio, por el que se aprueba la norma de calidad de*

## Estudio de la presencia de almidón y otros carbohidratos en diferentes marcas de carnes procesadas

*derivados cárnicos*, las tripas artificiales se consideran derivados cárnicos y por ello se permite el uso de almidones en su fabricación.

Según el *reglamento (UE) nº 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2011* se establece como obligatorio la especificación de todos los ingredientes usados en cualquier producto comestible, incluidos los aditivos.

3. **Resultados negativos no esperable que rechazan la hipótesis.** Es el caso de las muestras de los jamones de pavo de las marcas *Campofrío* y *el Pozo*, los cuales indican en su etiqueta la presencia de almidón, sin embargo, después de realizar la prueba analítica dos veces, se obtiene un resultado negativo. Creemos que en su composición existe algún tipo de almidón modificado químicamente o físicamente, cuya estructura no reacciona con la solución de povidona yodada para producirse el cambio de color.

Por otro lado, y después de analizar el etiquetado de las diferentes muestras, en los resultados se indica el uso de otro tipo de carbohidratos como son las dextrosas, maltodextrinas, azúcares simples, lactosa, etc.

Se concluye por lo tanto que la hipótesis planteada al inicio del proyecto se ha ratificado en la mayoría de las muestras analizadas (89,6%), sin embargo, se ha rechazado en el 11,4% de las muestras

Es importante indicar que los carbohidratos presentes en los productos analizados no son nocivos para la salud y prueba de ello es su permiso regulado a nivel europeo. Una de nuestras intenciones es **concienciar a la población de que un embutido u otras carnes procesadas no es un producto puramente cárnico**, algo que se indica en la mayoría de las etiquetas y que hemos visto en algunos casos con porcentajes por debajo del 60%. Existe todavía una falsa percepción en la población sobre este tipo de productos a pesar de que se ofrece información en el etiquetado.

La OMS recomienda una dieta equilibrada con las siguientes proporciones:

- 50-55% hidratos de carbono
- 30-35% lípidos o grasas
- 12-15% proteínas

Uno de los efectos más comunes que tiene el abuso de carbohidratos en nuestro cuerpo es la obesidad o la modificación de la microbiota intestinal. No debemos olvidar que este exceso puede causar además, hiperactividad, especialmente en niños; y, para acabar, el abuso de carbohidratos produce intolerancias a la glucosa, resistencia a la insulina, bajas concentraciones de colesterol y aparición de hipertensión.

En un análisis representativo de 32 muestras hemos podido determinar que la

inmensa mayoría de industrias alimentarias indican correctamente la presencia de carbohidratos, pero también nos hemos encontrado algunas incongruencias que se pueden denominar como malas indicaciones.

La OMS recomienda a las autoridades nacionales que controlen la presencia de aditivos en los alimentos y las bebidas que se fabrican en sus países y que verifiquen que cumplen con la legislación vigente y con los usos y condiciones autorizadas. La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) se encarga de evaluar la seguridad de los aditivos alimentarios.

Para finalizar, reflexionamos sobre la necesidad de ofrecer a la población información rigurosa sobre los ingredientes usados en los alimentos y concienciar a la población sobre el abuso en el consumo de alimentos con un porcentaje considerable en carbohidratos, para que puedan ajustar la dieta llevada a cabo por cada persona con el objetivo de ser más saludable. Especialmente, es importante tenerlo en cuenta en niños, adolescentes, personas mayores o con alguna patología donde se contraindique su consumo.

El contenido resumido de este trabajo será publicado en la revista 'La Vela' del IES Vela Zanetti para este curso 21/22.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

Aditivos alimentarios\_ Organización Mundial de la Salud\_  
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>

Brian S. Smith, 2011\_ Utilizando almidones para maximizar rendimientos de procesamiento\_ Mississippi State University.

Carne y productos cárnicos: Departamentos de Agricultura y Protección del Consumidor\_ FAO <https://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/home.html>

Cultura científica; McGraw Hill (2018)

Determinación cualitativa de Almidón en productos cárnicos. José Angel Centeno Fernández.

Higiene, Inspección y Control Alimentario. Técnicas analíticas en carne y productos cárnicos. Universidad de Murcia.

Informes del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios.

Tríptico sobre aditivos alimentarios\_ Agencia Española de Consumo, Seguridad alimentaria y nutrición.

Reglamento (CE) Nº 1333/2008 del Parlamento Europeo del 16 de diciembre sobre aditivos alimentarios.

Reglamento (UE) Nº 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de

Estudio de la presencia de almidón y otros carbohidratos en diferentes marcas de carnes procesadas

octubre de 2011 sobre la información alimentaria facilitada al consumidor.

Real Decreto 474/2014, de 13 de junio, por el que se aprueba la norma de calidad de derivados cárnicos.

# Guardo. Boca de las alturas

Elena Martínez Gil  
Nuria Quijano Rojo

Almudena Herrera Peral (Coordinadora)

IES Guardo (Guardo)  
C/ Río Ebro, 8 34880  
almudena.herper.1@educa.jcyl.es  
34007159@educa.jcyl.es

## Resumen

Guardo es una población con un fuerte retroceso de población y los habitantes del lugar lo perciben. Este proyecto pretende demostrar con datos e inferencias estadísticas la disminución poblacional en una comarca de la montaña palentina. Los datos obtenidos han sido puestos en contexto y analizados desde una perspectiva histórica. Además se ha tenido en cuenta la percepción de la población del lugar para comprobar si los datos objetivos se trasladan al sentir de su población.

**Palabras Clave:** Guardo, población, despoblación, estadística, encuesta, historia.

**Keywords:** Guardo, population, depopulation, statistics, survey, history.

## Hipótesis y Objetivos

En este proyecto se indaga sobre la despoblación que tiene lugar en el municipio de Guardo y para ello se ha recabado información sobre el pasado reciente y sobre los datos poblacionales más antiguos de los que se tiene constancia.

Además se ahonda en la memoria colectiva de los vecinos y en su percepción sobre la despoblación.

Guardo se encuentra enclavado en el extremo Norte de la provincia de Palencia lo que se conoce como Montaña Palentina y que fue epicentro de una gran actividad minera hoy totalmente desaparecida.

Este municipio forma parte de Castilla y como tal pertenece a la España vacía. Un concepto que surge de un estudio de la OCDE en el que indica que el 80% de la población de España vive en las grandes ciudades y el resto de la población se reparte por una superficie de terreno muy grande que cartográficamente corresponde a las dos Castillas, Extremadura, Aragón y La Rioja.

Sin embargo, por pertenecer a la Cordillera Cantábrica tiene unas características

propias. Su despoblamiento ha sido muy brusco en los últimos años a diferencia de otras zonas de la España vacía, que se mantiene en mínimos desde hace décadas. Esto es debido al desmantelamiento total del sector minero de la zona. El cierre de las minas y la desaparición de otras empresas asociadas al sector ha llevado a un continuo descenso de población que finalmente ha acabado con empresas del sector servicios (tiendas, bares...).

Para centrar nuestra investigación quisimos investigar los orígenes Guardo para lo que contestamos a las siguientes preguntas:

¿Desde cuándo existe la población de Guardo?

Bucca ad arduum o Boardo, ahora conocido como Guardo es una villa que empezó a nombrarse oficialmente en el siglo X. Esta aldea surgió del monasterio de San Román de Entrepeñas en Santibáñez de la Peña. Con el paso del tiempo se vinculó al condado de Saldaña donde Diego Muñoz era su conde. Boardo era un cruce de caminos, una frontera que dividía el Reino de Castilla y de León.

También se sabe que hubo un castillo durante el reinado de Alfonso VII en el siglo XIII. Este castillo se destruyó cuando llegó el ferrocarril La Robla-Bilbao en el siglo XIX.

Según el callejero de Guardo, hay una calle llamada Valdecastro que sugiere que esta aldea puede tener un origen prerromano aunque no se sabe con certeza.

El profesor de Plástica del Instituto Gregorio Sierra (Goyo) nos ha contado que bajo una de las escombreras de mineral de las minas se encontraron unas ruinas pero que se taparon rápidamente y que no existe ningún tipo de registro.

¿Qué fenómeno se produjo para que llegase tanta gente a Guardo?

En el siglo XIX las minas solo las explotaba la gente de Guardo y alrededores cercanos porque el transporte era complicado. Cuando llegó el ferrocarril, la línea de FEVE que conecta La Robla con Bilbao, se empezaron a explotar más minas y comenzó a llegar más gente. En 1958 se crearon las viviendas para la gente nueva que la minería atrajo.

¿Por qué se fue la gente de Guardo?

Desde el año 1990 progresivamente se han ido cerrando minas en la cuenca palentina, el último pozo de la sociedad San Luis en Guardo se cerró en 2003.

Así que nuestra hipótesis de estudio será responder a la siguiente afirmación:

En Guardo, nunca hubo tan poca población.

## Metodología

Nuestra investigación la haremos desde dos puntos de vista diferentes:

ESTRATEGIA CUANTITATIVA

## Guardo. Boca de las alturas

Esta manera de realizar nuestro estudio es mediante los datos.

Para buscar los datos de población hemos buscado en catastros antiguos como son el Catastro de Ensenada (1749) y en el Diccionario Geográfico de Madoz (1845).

Los primeros datos que conocemos son del siglo XVI, había 29 vecinos (un vecino era un hombre, el cabeza de familia), en el siglo XVII pasaron a ser 167 vecinos. Finalmente, en 1845 había 120 vecinos y 624 almas (almas eran el total de personas).

Después desaparece la información hasta que encontramos los datos en el INE (Instituto Nacional de Estadística). Hemos recogido la información en una tabla.

POBLACIÓN DEL MUNICIPIO DE GUARDO			
AÑO	POBLACIÓN DE DERECHO	DENSIDAD DE POBLACIÓN (HAB/Km <sup>2</sup> )	AUMENTOS Y DISMINUCIONES DE POBLACIÓN
1842	624	9.93	----
1857*	1019	16.22	395
1860*	1112	17.70	93
1877	1014	16.14	-98
1887	947	15.07	-67
1897	1142	18.18	195
1900	1166	18.56	24
1910	1440	22.92	274
1920	1699	27.04	259
1930	2365	37.64	666
1940	2455	39.07	90
1950	3641	57.95	1,186
1960	7694	122.46	4,053
1970	9372	149.16	1,678
1981	9019	143.55	-353
1991	9458	150.53	439
2001	8209	130.65	-1,249
2011	7055	112.29	-1,154
2021	5786	92.09	-1,269

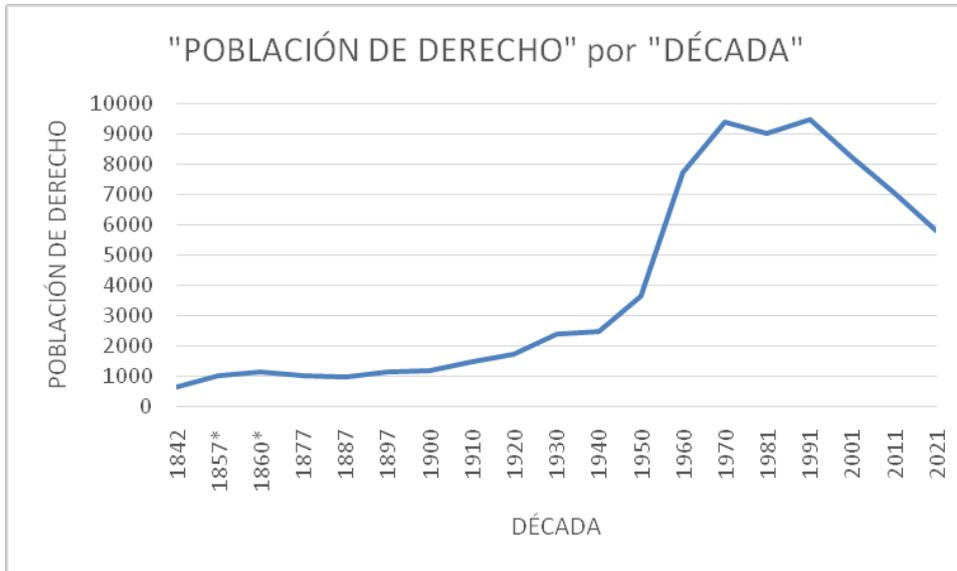
En esta primera tabla se recoge los datos por décadas de la población del municipio de Guardo.

Como podemos apreciar en la tabla, va de 1842 a 2021, hablamos sobre la población de derecho (personas empadronadas en el municipio) que hay que diferenciar de la población de hecho (personas que viven o trabajan en Guardo pero no están empadronadas), la densidad y los aumentos y las disminuciones de la población en esos años.

\*(los años que tienen el asterisco significa que esos años usan la población de hecho, que incluye a las personas que no están empadronadas, por falta de datos sobre las

personas de derecho).

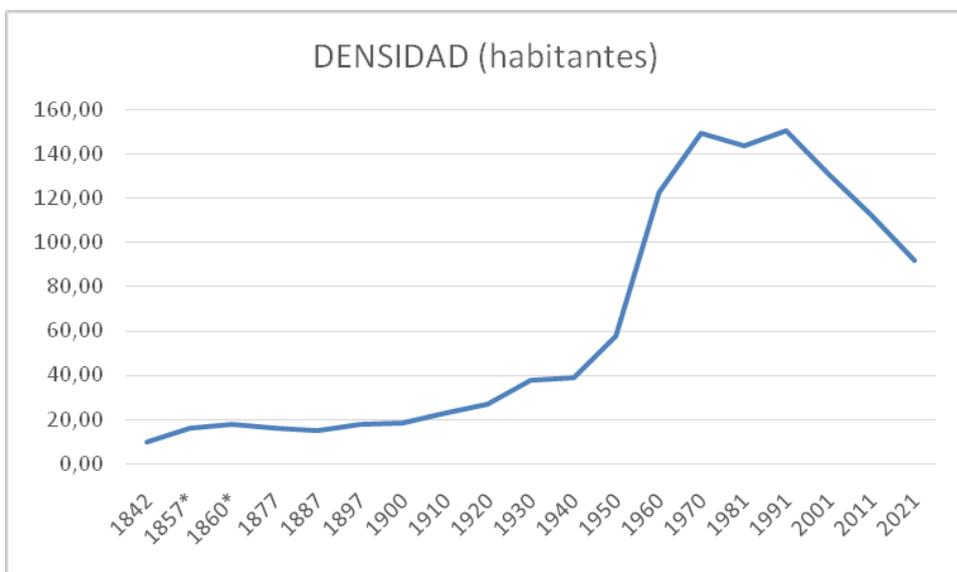
De todos estos datos hemos podido calcular la media (3959), la mediana (2365) y la desviación típica (3397.62).



En esta gráfica podemos ver fácilmente los datos de la primera columna de la tabla anterior.

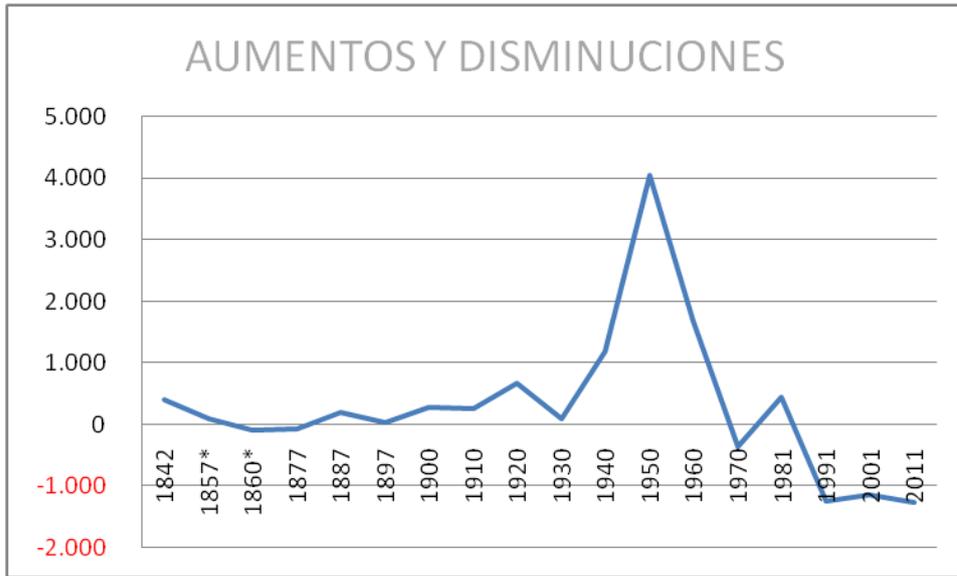
Se identifican con facilidad dos puntos máximos siendo el primero en el año 1970 y el segunda en el 1990. Estos dos años es cuando Guardo ha tenido más población.

Podemos apreciar que en los primeros años, hasta los 40, la subida de la población es muy menuda pero a partir de la apertura de las minas y el baby boom la población aumentó drásticamente. Tras el segundo punto más alto podemos ver la gran bajada de la población que ha habido en el municipio.



Como podemos ver, esta gráfica es prácticamente igual a la de la población dado a que los datos están en relación. Cada vez que crecía la población, lo hacía la densidad.

Guardo. Boca de las alturas



Esta gráfica habla sobre los aumentos y las disminuciones de la población en la tabla. En el año 1930 hay una gran proyección hasta el año 1950 y ahí comenzó a disminuir drásticamente.

Como podemos apreciar en los últimos años los números están en negativo lo que nos dice que mueren más personas de las que nacen o que dejan de empadronarse por irse a vivir a otros lugares.

POBLACIÓN MUNICIPIO GUARDO					
AÑO				DENSIDAD (HAB/km <sup>2</sup> )	DISMINUCIÓN Y AUMENTO DE POBLACIÓN
Año	Hombres	Mujeres	Total		
1900	0	0	1,216	19.35	---
1910	0	0	1,506	23.97	290
1920	0	0	1,801	28.66	295
1930	0	0	2,343	37.29	542
1940	0	0	2,427	38.63	84
1950	0	0	3,757	59.80	1,330
1960	0	0	7,531	119.86	3,774
1970	0	0	9,012	143.43	1,481
1981	0	0	8,636	137.45	-376
1986	5,022	4,801	9,823	156.34	1,187
1987	5,026	4,782	9,808	156.10	-15
1988	5,000	4,763	9,763	155.39	-45
1989	4,980	4,754	9,734	154.93	-29
1990	5,009	4,741	9,750	155.18	16
1991	4,814	4,644	9,458	150.53	-292
1992	4,804	4,616	9,420	149.93	-38
1993	4,783	4,579	9,362	149.01	-58
1994	4,756	4,565	9,321	148.35	-41

Actas PIIECYL 2022

1995	4,709	4,533	9,242	147.10	-79
1996	4,447	4,333	8,780	139.74	-462
1998	4,441	4,322	8,763	139.47	-17
1999	4,403	4,314	8,717	138.74	-46
2000	4,360	4,285	8,645	137.59	-72
2001	4,301	4,247	8,548	136.05	-97
2002	4,188	4,149	8,337	132.69	-211
2003	4,108	4,079	8,187	130.30	-150
2004	4,022	4,019	8,041	127.98	-146
2005	3,969	3,972	7,941	126.39	-100
2006	3,902	3,933	7,835	124.70	-106
2007	3,817	3,856	7,673	122.12	-162
2008	3,749	3,779	7,528	119.82	-145
2009	3,691	3,709	7,400	117.78	-128
2010	3,639	3,658	7,297	116.14	-103
2011	3,569	3,576	7,145	113.72	-152
2012	3,508	3,519	7,027	111.84	-118
2013	3,459	3,456	6,915	110.06	-112
2014	3,356	3,368	6,724	107.02	-191
2015	3,249	3,298	6,547	104.20	-177
2016	3,200	3,213	6,413	102.07	-134
2017	3,129	3,150	6,279	99.94	-134
2018	3,057	3,096	6,153	97.93	-126
2019	2,980	3,015	5,995	95.42	-158
2020	2,911	2,961	5,872	93.46	-123
2021	2,851	2,935	5,786	92.09	-86

Esta segunda tabla nos muestra la población pero por años en vez de por décadas, nos especifica los hombres y mujeres.

Encontramos información que indica que los lugares en los que hay despoblación es la población de las mujeres las que se reducen significativamente. Pero como vemos en la tabla la población de hombres y mujeres es prácticamente igual. Calculamos el tanto por ciento:

$$\% \text{ MUJERES} = \frac{2935}{5786} \cdot 100 = 50,7\%$$

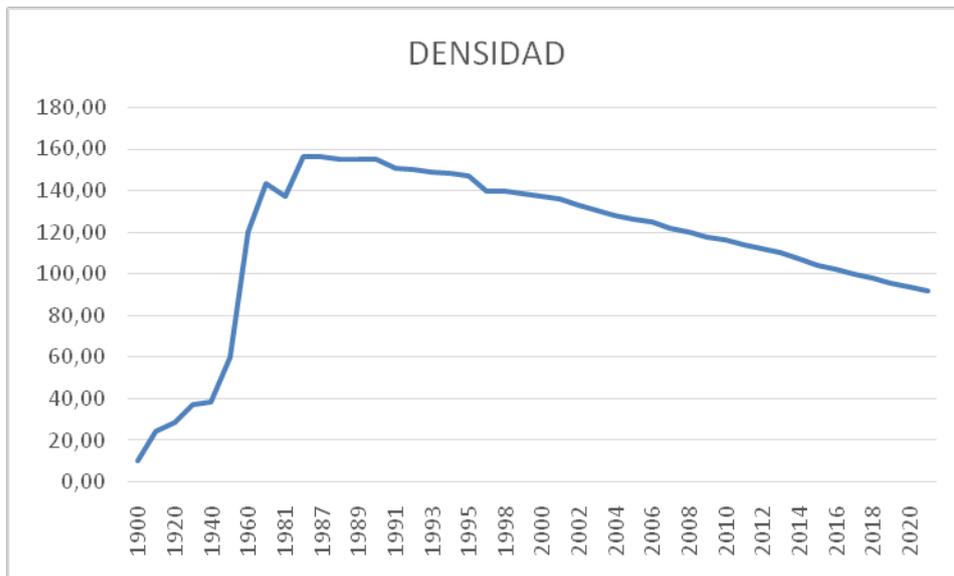
$$\% \text{ HOMBRES} = \frac{2851}{5786} \cdot 100 = 49,3\%$$

En esta tabla también hemos podido calcular la media (7224), la mediana (7835) y la desviación típica (2405.86)

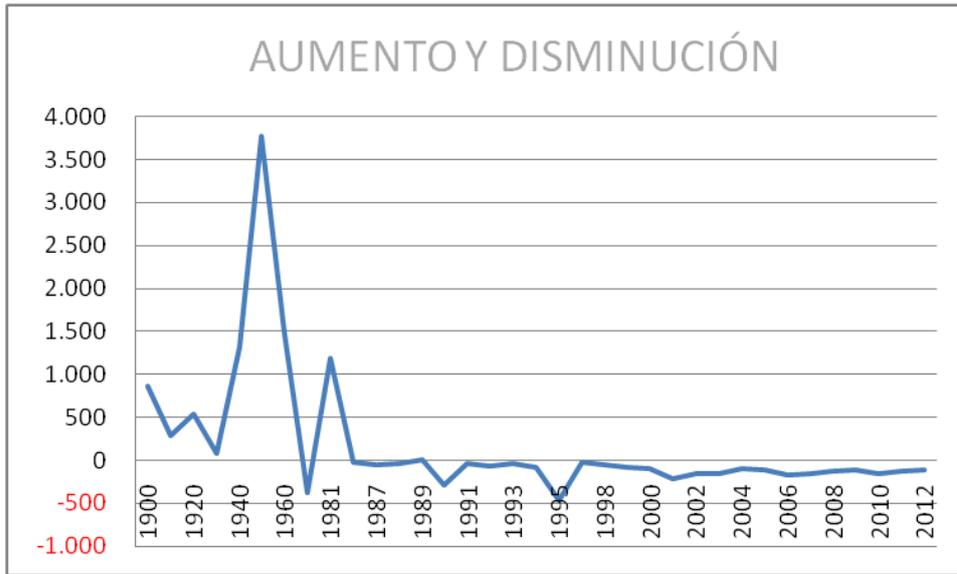
## Guardo. Boca de las alturas



Esta gráfica nos enseña como la población creció, pero en el 1985 empezó a descender hasta hoy en día.



Como sucede en la tabla anterior, la gráfica es similar a la de población. Cuando el pueblo crece o disminuye, la densidad cambia respectivamente.



Como podemos contemplar en la otra gráfica de aumento y disminución y en esta, los últimos años está habiendo problemas relacionados con el nacimiento de bebés y fallecimientos o el movimiento de población hacia otros lugares.

Otra fuente de información ha sido la propia Secretaría del Instituto de Guardo donde nos han proporcionado los datos de alumnos matriculados en el instituto desde la unificación.

Hay que explicar que hasta el año 2013 hubo en Guardo dos institutos pero debido a la disminución de matriculados se pasó de tener dos centros a uno.

INSTITUTO DE GUARDO		
AÑO	TOTAL MATRICULADOS	AUMENTO Y DISMINUCIÓN DE MATRICULADOS
2013/2014	520	---
2014/2015	515	-5
2015/2016	477	-38
2016/2017	473	-4
2017/2018	470	-3
2018/2019	434	-36
2019/2020	389	-45
2020/2021	384	-5
2021/2022	365	-19

Examinando la tabla y comparándola con la de la población hemos calculado que los datos en las tablas son proporcionales.

Si nos fijamos en los años 2015 y 2020 de las tablas de matriculados y población.

AÑO	MATRICULADOS	POBLACIÓN
2015	515	6724
2020	389	5995

Calculamos sus constantes de proporcionalidad

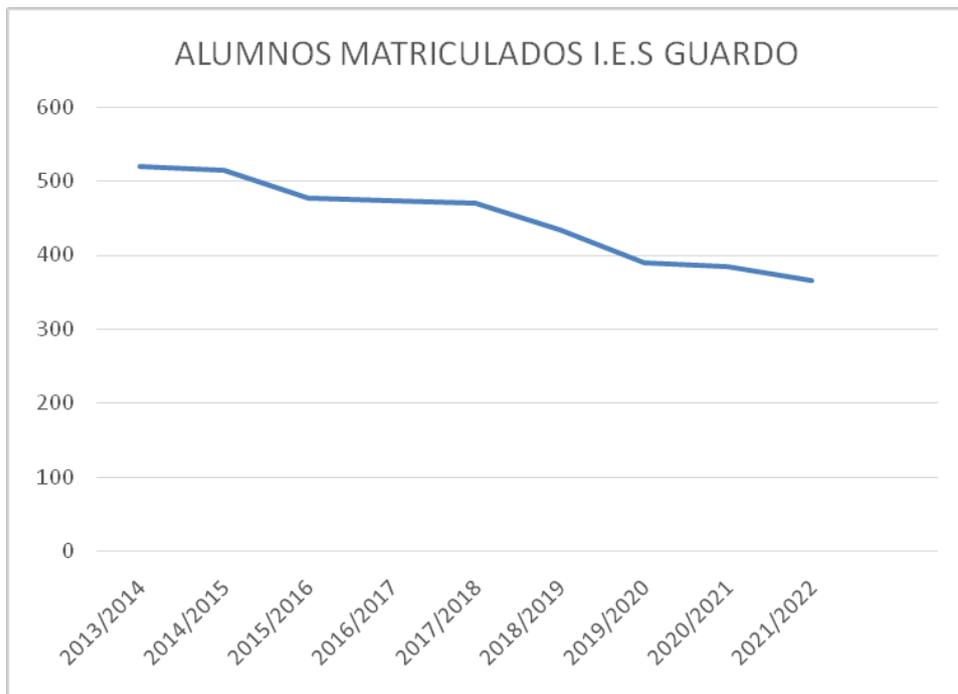
## Guardo. Boca de las alturas

$$K_{matriculados} = \frac{515}{389} = 1,32$$

$$K_{población} = \frac{6724}{5995} = 1,12$$

Las constantes no son exactamente iguales pero si se parecen lo bastante para suponer que las gráficas son proporcionales.

Como en las tablas anteriores hemos obtenido la media (447), la mediana (470) y la desviación típica (57,32).



Como se ve en la gráfica, los matriculados en la última década descienden paulatinamente. Esto también pasa en la siguiente gráfica.



ESTRATEGIA CUALITATIVA

En esta investigación queríamos tener en cuenta la opinión de la población del municipio. Porque la hipótesis del estudio puede entenderse como la apreciación o la percepción que tienen los habitantes de Guardo. Para ello hemos decidido hacer una encuesta en la que hacemos preguntas que respondan a nuestra hipótesis.

El resultado es un cuestionario que ha sido enviado a todos los alumnos del IES Guardo a través del jefe de Estudios, Juan Carlos Gómez y reenviado por múltiples plataformas de comunicación a los habitantes del municipio.

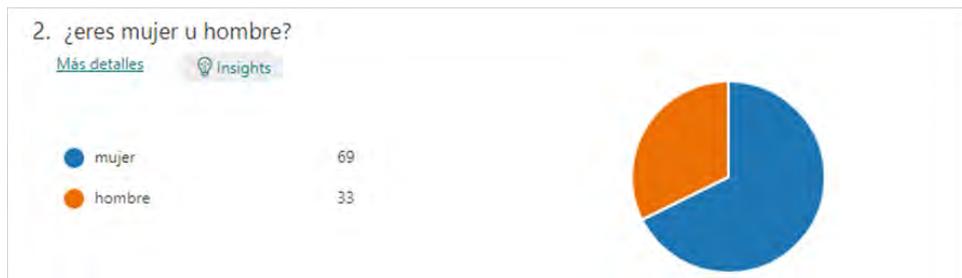
En este cuestionario hemos querido reunir las preguntas clave para saber si la población está disminuyendo.

Tras haber revisado las respuestas de los 102 participantes hemos obtenido estos datos:

- Analizando la primera pregunta podemos ver que un 26% es menor de 15 años, un 60% tiene entre 15 y 50 años y un 14% tiene más de 50 años.

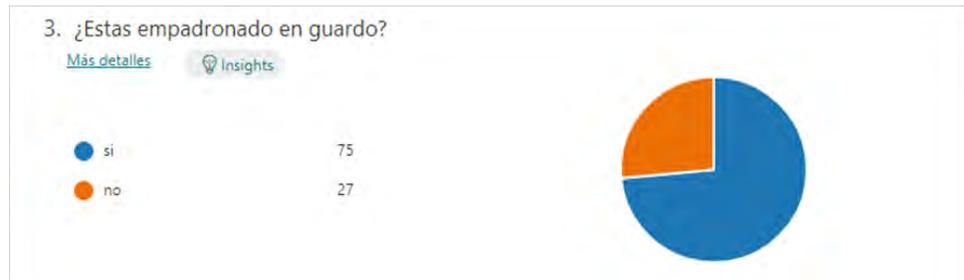


- En la segunda pregunta podemos observar claramente que el cuestionario le han realizado más mujeres (68%) que hombres (32%).

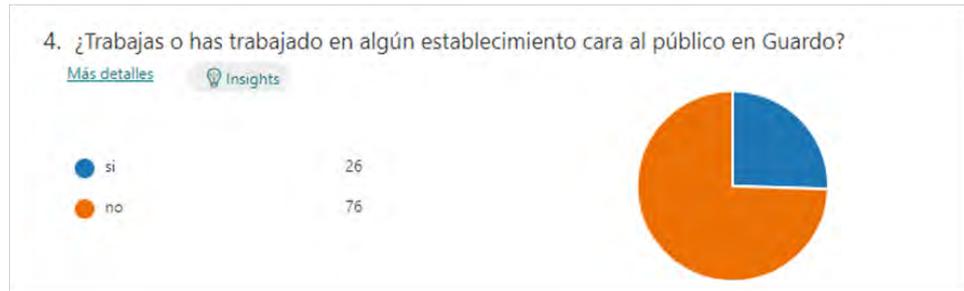


- En la tercera pregunta hemos querido saber si las personas que han realizado este cuestionario están empadronadas en Guardo, ya que así también podemos saber si son habitantes de hecho que son los que no están empadronados (26%) o habitantes de derecho que son los que sí (74%).

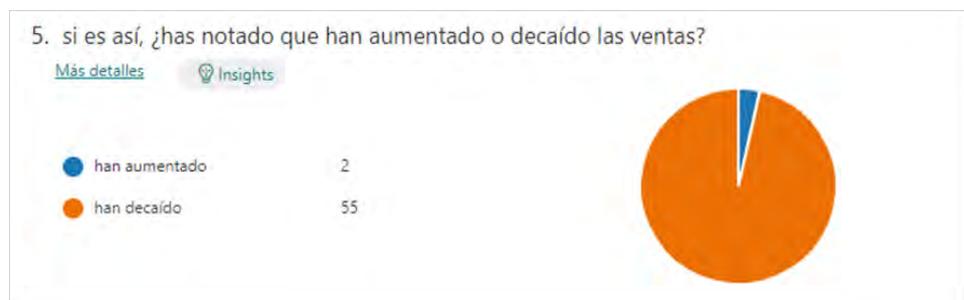
## Guardo. Boca de las alturas



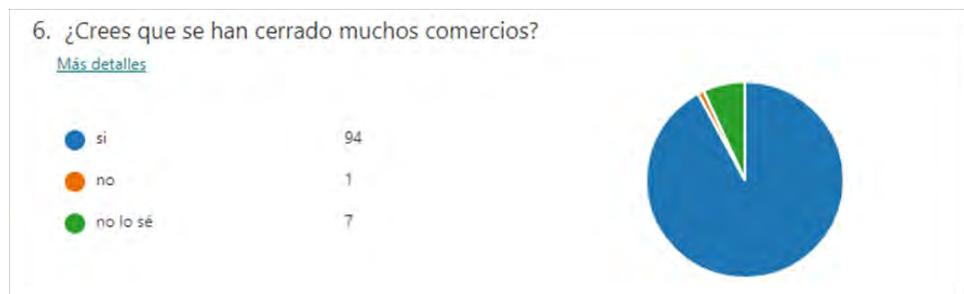
- En la cuarta pregunta hemos querido saber cuántas personas han trabajado o trabajan cara al público en este municipio. Los datos han sido que un 25% sí.



- La siguiente pregunta está dirigida a las personas que en la anterior respondieron que sí, ya que les preguntamos si ellos creen que han aumentado o disminuido las ventas. Y el 96% de ellos creen que han disminuido.



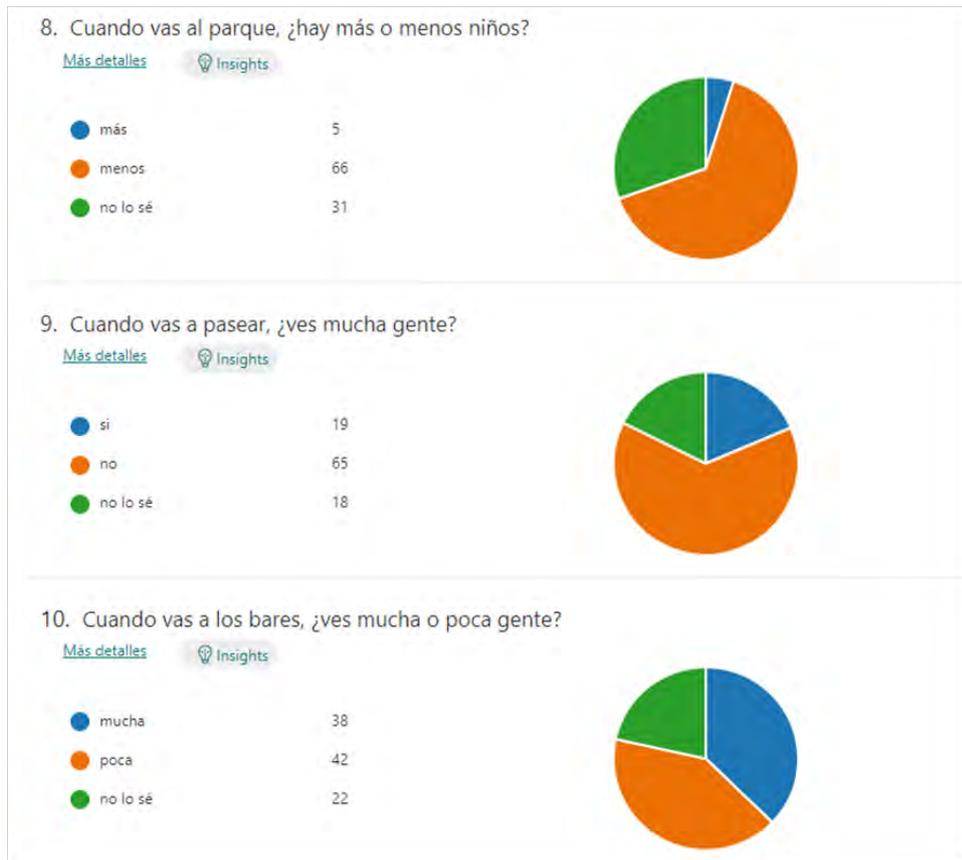
- La sexta pregunta y la séptima están relacionadas porque hemos decidido preguntar si creen que se han cerrado muchos establecimientos en Guardo y un 96% cree que sí.



- Y en la séptima hemos preguntado si creen que se han abierto muchos establecimientos, un 85% cree que no.



- A partir de la octava hasta la décima pregunta hemos decidido preguntar a la población por lo que ven ellos cuando salen por el pueblo, como si ven niños en el parque, gente en los bares, personas caminando... o cosas relacionadas con el día a día.



Por las respuestas a estas tres preguntas hemos podido apreciar que la mayoría de las personas creen que está disminuyendo la gente en este municipio.

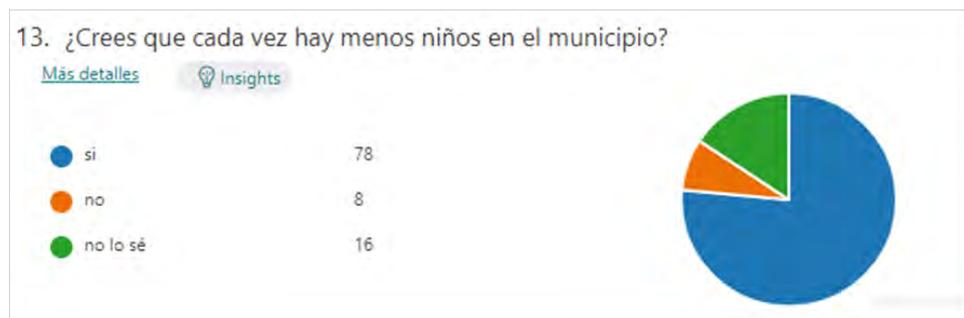
Un 65% cree que hay menos niños jugando en el parque, un 64% no ve mucha gente cuando va a pasear y un 42% ve poca gente en los bares.

- En las siguientes dos preguntas hemos querido conocer cómo será el futuro de Guardo, para ello hemos preguntado cuantas personas se quieren quedar a vivir aquí (35%) y cuántos hijos les gustaría tener.

## Guardo. Boca de las alturas



- Con la penúltima pregunta hemos querido saber si las personas creen que cada vez hay menos niños en el municipio y un 76% cree que sí.



- Con la última pregunta hemos querido ir a lo esencial de esta investigación y hemos decidido preguntar directamente a las personas si ellos creen que nunca ha habido tan poca gente en Guardo y un 64% cree que sí.



Y para que las personas pudieran interactuar más con el cuestionario y dar su opinión hemos puesto al final un apartado en el que las personas podían añadir porque ellos creen que disminuye la población o añadir los detalles que crean importantes para contribuir con la investigación.

Estas son las respuestas:

### **Id. Respuestas**

---

## Actas PIIECYL 2022

1	Que se necesita industria para crear nuevos puestos de trabajo
2	Es una pena q se vaya la juventud porque no hay trabajo
3	Si que todos los políticos se dedique a mirar lo que han dejado perder y que hagan algo al respecto
4	Poco a poco, hay q ir levantando el pueblo!!!!
5	Que tampoco podemos hacer nada al respecto es lo que más preocupa
6	Que arreglen las carreteras
7	Faltan trabajos de calidad, y los que los tienen, no quieren vivir en un pueblo.
8	Buena encuesta!! Lo único, Pregunta 1, colocar bien los signos mayor que y menor que Pregunta 2, conforme la Ley de Igualdad es una pregunta que hay que incluir "prefiero no decirlo"
9	No, pero dentro de 20 años si no se monta una fábrica o algo similar que genere puestos de trabajo Guardo y alrededores se va a quedar despoblado.
10	Que se dediquen más a arreglar carreteras y aceras q es algo más necesario
11	Hay cosas importantes que hace tiempo se tenían que haber solucionado.
12	Creo que debería haber más medios de trabajo en el pueblo o en la zona donde vivo, para evitar el tener que emigrar fuera del pueblo.
13	Creo que Guardo es un pueblo con una gran calidad de vida, especialmente si te gusta la montaña y la tranquilidad.
14	Como Guardo cada día tiene menos puestos de trabajo diferentes y no hay casi vida, la gente se va fuera porque tiene muchas más posibilidades que aquí y puedes llegar a realizarse mejor como persona respectivamente profesional.
15	Nos falta industria
16	Hay que adaptarse a los cambios de la sociedad y luchar para adquirir servicios esenciales que permitan mantener e incluso aumentar la población guardense.

### ERRORES DE LA INVESTIGACIÓN

En la estrategia cuantitativa, los datos obtenidos son del INE y del propio Centro y los hemos interpretado por lo que no hay errores en esta parte de la investigación.

En la parte de la investigación cualitativa, en la realización de la encuesta hemos podido cometer varios errores:

#### *Error de la muestra*

El cuestionario ha sido lanzado al alumnado del IES gracias a la colaboración del Jefe de Estudios que ha enviado un correo masivo a todos los alumnos del Centro.

El cuestionario ha sido realizado por una muestra de 102 personas (n=102) y la población de Guardo es de 5786 habitantes (N=5786) por lo tanto sólo tenemos en cuenta las respuestas de esta parte de la población.

Nuestra encuesta ha sido contestada por

$$\frac{102}{5786} \cdot 100 = 1,76\%$$

de la población.

Por otra parte, nuestro muestreo no ha sido aleatorio, es decir, no hemos elegido al azar a los integrantes de la muestra ya que son alumnos o familia/amigos de los alumnos del Centro.

Además, al realizar el correo a los alumnos del Centro la muestra está claramente estratificada a la población adolescente del municipio.

#### *Error de medición*

Puede suceder que el encuestado no haya entendido la pregunta que se le hace ya sea por una mala redacción o por una mala comprensión lectora.

#### *Error por no contestar*

Si la encuesta ha sido enviada a 365 alumnos y sólo hemos recibido 102 respuestas tenemos otro error no controlable por nosotras.

## Resultados y conclusiones

En la parte de la investigación cuantitativa hemos obtenido resultados contrastados y podemos afirmar que la población creció paulatinamente hasta los años 50 y a partir de ahí fue creciendo muy rápidamente hasta que en los años 90 empezó a descender y en la actualidad sigue descendiendo. También es cierto que durante siglos la población de Guardo fue bastante inferior a la población de la actualidad.

Con la encuesta hemos obtenido datos muy significativos en los que los encuestados confirman la sensación de descenso de población. En la última pregunta en la que les preguntamos por la impresión de si no ha habido en Guardo tan poca población un 65% están de acuerdo y es que ellos responden por lo que recuerdan.

Así que los resultados de nuestros dos puntos de vista confluyen en que en los últimos años la disminución de población es evidente.

Podemos ya contestar a nuestra hipótesis "*En Guardo, nunca ha habido tan poca población*" después de toda nuestra investigación, nos hemos fijado en que es errónea. Sí, ha habido menos habitantes en Guardo, cuando se asentó el pueblo con 624 almas pero cuando se hace esa afirmación el contexto es muy importante y si la pregunta la realizas en Guardo, los habitantes observan una disminución de servicios y de población importante que está en concordancia con los datos extraídos de las tablas por lo que estrictamente la hipótesis es errónea pero no le falta razón.

## Bibliografía

- *Biblioteca digital de Castilla y León. Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y posesiones de ultramar.* (s.f.). Recuperado el 18 de Noviembre de 2021, de <https://bibliotecadigital.jcyl.es/es/consulta/registro.cmd?id=16877>
- del Molino, S. (2016). *La España vacía. Viaje por un país que nunca fue.* Turner

Noema.

- *El arroyo de la Glicerina*. (14 de Enero de 2022). Recuperado el 9 de Febrero de 2022, de La risa va por barrios y la despoblación, por sexos: <https://elarroyodelaglicerina.blogspot.com/2022/01/despoblacion.html>
- G. Reyero, J. (2006). *Guardo. Sus hombres y sus nombres*. Salamanca: Cultura & Comunicación.
- *Ine. Demografía y población*. (s.f.). Recuperado el 9 de Febrero de 2022, de INE.es: [https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica\\_P&cid=125473471](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica_P&cid=125473471)
- Narganes Quijano, F. (2010). *Mineros y minas. Historia del carbón antracita en la Montaña palentina*. Palencia: Aruz.
- *PARES. Catastro de Ensenada*. (s.f.). Recuperado el 18 de Noviembre de 2021, de <http://pares.mcu.es/Catastro/>

# La repetición de curso en ESO en el IES Tierra de Ciudad Rodrigo

Abril Arteaga Robles  
Celia Vicente Regatos

Domingo Matías Jiménez (Coordinador)

IES Tierra de Ciudad Rodrigo  
Av. Béjar, 10-36. Ciudad Rodrigo (Salamanca)  
dmatiasj@educa.jcyl.es

## Resumen

La reforma educativa planteada por la LOMLOE y su desarrollo en lo referente a la evaluación de los alumnos en la ESO ha puesto de actualidad el debate sobre si la repetición de curso es una medida adecuada para que los alumnos consigan los objetivos de dicha etapa educativa. Dicha reforma, por un lado, propone que los alumnos puedan promocionar de curso con más de dos materias suspensas si los profesores lo consideran adecuado y, por otro lado, apuesta por la eliminación de los exámenes extraordinarios de septiembre. Estas medidas cuentan con varios expertos que están de acuerdo con ellas y con otros que creen que su aplicación será perjudicial para el progreso académico de los alumnos. Entendemos que, si bien el debate actual se centra en la promoción con más o menos materias suspensas, éste se debería centrar más en qué hacer el curso siguiente con aquellos alumnos que al finalizar un curso tienen varios suspensos. En este trabajo hemos pretendido investigar las materias causantes de la repetición de curso y las materias que más son cursadas como pendientes. También hemos planteado la cuestión de si la existencia de la convocatoria extraordinaria de septiembre permite disminuir el número de repeticiones y hemos analizado qué opinan los alumnos y los profesores sobre las propuestas de reforma respecto a la repetición de curso, al tratamiento de las materias pendientes y a los exámenes extraordinarios. También hemos querido conocer su valoración sobre nuestras propuestas alternativas de sistema de promoción, tratamiento de pendientes y exámenes extraordinarios.

**Palabras Clave:** Repetición de curso, materias pendientes, promoción, exámenes extraordinarios.

**Keywords:** Course repetition, pending subjects, promotion, extraordinary exams.

## Objetivos e hipótesis

Con nuestra investigación hemos pretendido dar respuesta a cinco preguntas. Para cada una de ellas planteamos las siguientes hipótesis:

PREGUNTA	HIPÓTESIS
I. ¿Es nuestro centro parecido a otros en cuanto a la repetición de curso?	Esperábamos que la tasa de repetición en nuestro centro fuese similar a las de otros centros de Castilla y León.
II. ¿Qué materias determinan la repetición de curso? ¿Con qué materias se pasa al siguiente curso con ellas pendientes?	Creíamos que Matemáticas, Lengua castellana y Literatura e Inglés serían las materias más suspendidas y por tanto las que te pueden hacer repetir de curso y las que más alumnos cursarían como pendientes en caso de promocionar.
III. ¿Sirve la convocatoria extraordinaria de septiembre para que haya menos repeticiones con el sistema promoción que teníamos hasta el curso 2020-2021?	Entendíamos que la convocatoria extraordinaria de septiembre sí sirve para reducir las repeticiones, ya que una parte importante de los alumnos que no están en condiciones de promocionar en junio lo hacen en septiembre gracias a la convocatoria extraordinaria tras aprobar algunas de las asignaturas suspensas.
IV. ¿Qué percepción tienen los alumnos de nuestro centro sobre la repetición de curso y los exámenes extraordinarios en ESO?	Creíamos que la mayor parte de los alumnos estarían de acuerdo con poder promocionar con más de dos materias suspensas. Esperábamos que la mayor parte de los alumnos estuviesen a favor de mantener los exámenes extraordinarios de septiembre.
V. ¿Qué percepción tienen los profesores sobre la repetición de curso y los exámenes extraordinarios en ESO?	Creíamos que la mayoría de los profesores estarían de acuerdo con el sistema de repetición que viene utilizándose en los últimos cursos. Esperábamos que los profesores prefiriesen continuar con la convocatoria extraordinaria de septiembre.

## Metodología

Después de leer la legislación educativa y las opiniones de expertos educativos, definimos las variables a estudiar para poder responder a nuestras preguntas.

Para estudiar las variables de las preguntas I, II y III utilizamos los datos que nos suministró el equipo directivo del centro a partir de sus bases de datos. En el caso de la pregunta I pretendíamos comparar los resultados de nuestro centro con los que reflejan las estadísticas educativas oficiales tanto a nivel de toda España como a nivel de Castilla y León. Pudimos comparar los datos nacionales con la variable que habíamos definido (tasa de repetición), pero la falta de datos autonómicos para dicha variable nos obligó a utilizar una nueva variable para comparar la repetición en nuestro centro con la de Castilla y León (tasa de idoneidad).

Para estudiar las variables de la pregunta IV elaboramos una encuesta que fue contestada por todos los alumnos de ESO. En ella recogimos información sobre si los alumnos habían repetido algún curso para poder estudiar por separado las respuestas

de estos alumnos.

Para poder dar respuesta a la pregunta V elaboramos una encuesta para los profesores que imparten clase en ESO en nuestro instituto en el curso 2021-2022. La rellenaron treinta y siete de los sesenta profesores del centro, lo que representa un 62% del profesorado.

Hemos realizado un estudio cuantitativo a partir de los datos objetivos obtenidos de la información facilitada por el equipo directivo y de los datos obtenidos de las encuestas. Para la organización de los datos y la realización de gráficos hemos utilizado la hoja de cálculo Excel.

## Resultados y conclusiones

### I. ¿Es nuestro centro parecido a otros en cuanto a la repetición de curso?

Respondemos esta pregunta a partir de los valores obtenidos para la tasa de repetición y la tasa de idoneidad. Los datos nacionales y autonómicos los hemos extraído de las *Estadísticas de las Enseñanzas no universitarias* de los cursos 2018-2019 y 2019-2020 disponibles en la página web del Ministerio de Educación y Formación Profesional.

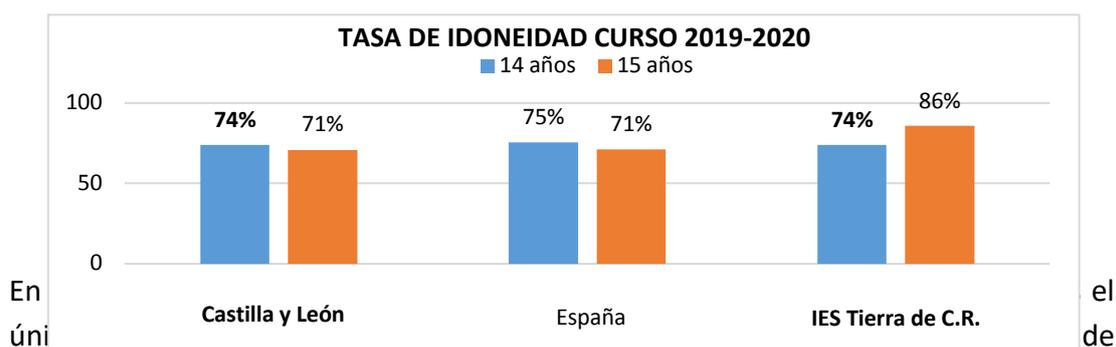
$$\text{Tasa de repetición ESO} = \frac{\text{nº de alumnos matriculados en ESO que han repetido algún curso}}{\text{nº de alumnos matriculados en ESO}}$$

TASA DE REPETICIÓN ESO	CURSO 2018-19	CURSO 2019-20
Nº alumnos ESO IES Tierra de Ciudad Rodrigo	238	213
Nº alumnos ESO IES Tierra C.R. que han repetido algún curso en la educación obligatoria	58	50
<b>Tasa de repetición ESO IES Tierra de Ciudad Rodrigo</b>	<b>24,37%</b>	<b>23,47%</b>
<b>Tasa de repetición ESO España (todos los centros)</b>	<b>25,59%</b>	<b>25,07%</b>
Tasa de repetición ESO España (centros públicos)	30,15%	29,57%

**TABLA 1.** Tasa de repetición ESO en IES Tierra de Ciudad Rodrigo y España.

$$\text{Tasa de idoneidad a una determinada edad} =$$

$$= \frac{\text{nº de alumnos de esa edad que realiza el curso que teóricamente corresponde a su edad o superior}}{\text{nº total de alumnos que tiene esa edad}}$$



idoneidad que nos permite comparar mejor nuestro centro con otros es la tasa de idoneidad a los 14 años. Si utilizamos la tasa de idoneidad a los 15 años, en nuestro centro será superior, ya que muchos alumnos de 15 años se encuentran matriculados en su curso idóneo (4º ESO o 1º FPB) porque todos los alumnos que cursan 1º de Formación Profesional Básica de la comarca lo hacen en nuestro instituto.

Se confirma nuestra hipótesis pues la tasa de repetición en E.S.O en el IES Tierra de Ciudad Rodrigo es muy parecida a la de otros centros de España y la tasa de idoneidad es similar a la de otros centros de Castilla y León y del resto de España.

II. ¿Qué materias determinan la repetición de curso? ¿Con qué materias se pasa al siguiente curso con ellas pendientes?

Las materias que más suspenden los alumnos de nuestro instituto que no están en condiciones de promocionar son las siguientes:

<b>CURSOS 2017-2018, 2018-2019 Y 2020-2021</b>	<b>FÍSICA Y QUÍMICA</b>	<b>BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA</b>	<b>MATEMÁTICAS</b>
Nº ALUMNOS MATRICULADOS EN ESO	456	451	725
Nº ALUMNOS SUSPENSOS EN LA MATERIA QUE NO PROMOCIONAN	76	58	76
Nº ALUMNOS MATRICULADOS EN LA MATERIA QUE NO PROMOCIONAN	82	67	98
<b>%SUSPENSOS DE LOS MATRICULADOS QUE NO PROMOCIONAN</b>	<b>93%</b>	<b>87%</b>	<b>78%</b>

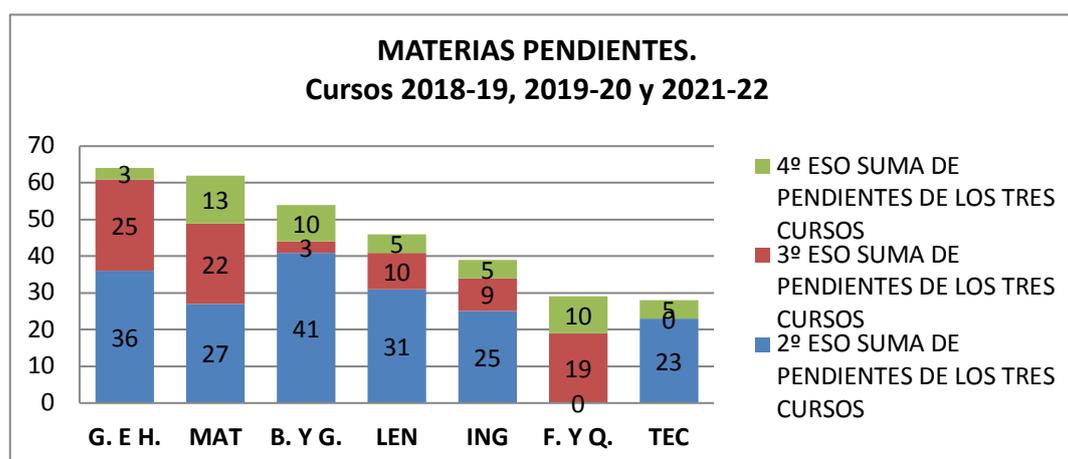
<b>CURSOS 2017-2018, 2018-2019 Y 2020-2021</b>	<b>INGLÉS</b>	<b>LENGUA C. Y LITERATURA</b>	<b>TECNOLOGÍA</b>
Nº ALUMNOS MATRICULADOS EN ESO	725	725	311
Nº ALUMNOS SUSPENSOS EN LA MATERIA QUE NO PROMOCIONAN	71	67	30
Nº ALUMNOS MATRICULADOS EN LA MATERIA QUE NO PROMOCIONAN	98	98	45
<b>%SUSPENSOS DE LOS MATRICULADOS QUE NO PROMOCIONAN</b>	<b>72%</b>	<b>68%</b>	<b>67%</b>

<b>CURSOS 2017-2018, 2018-2019 Y 2020-2021</b>	<b>MÚSICA</b>	<b>GEOGRAFÍA E HISTORIA</b>	<b>ED. PLÁSTICA VISUAL Y AUD.</b>
Nº ALUMNOS MATRICULADOS EN ESO	326	725	342
Nº ALUMNOS SUSPENSOS EN LA MATERIA QUE NO PROMOCIONAN	30	60	34
Nº ALUMNOS MATRICULADOS EN LA MATERIA QUE NO PROMOCIONAN	47	98	56
<b>%SUSPENSOS DE LOS MATRICULADOS QUE NO PROMOCIONAN</b>	<b>64%</b>	<b>61%</b>	<b>61%</b>

**TABLA 2.** Materias que más suspenden los alumnos de ESO que no están en condiciones de promocionar. (No se incluye el curso 2019-2020 dada la excepcionalidad que supuso la evaluación por el COVID-19)

Las materias que más alumnos de 2º, 3º y 4º de ESO cursan como pendientes son las

indicadas en la siguiente gráfica:



**GRÁFICA 2.** Materias más cursadas como pendientes por los alumnos de ESO (No se incluye el curso 2020-2021 dada la excepcionalidad que supuso la evaluación en el curso 2019-2020 por el COVID-19)

Nosotras pensábamos que Matemáticas, Lengua castellana y Literatura e Inglés serían las materias que más suspenderían los alumnos que no estuviesen en condiciones de promocionar y las que más se cursarían como pendientes. Hemos acertado en el caso de las Matemáticas, pues figura entre las tres que más condicionan la promoción y entre las tres que más se cursan como pendientes. En el caso de Lengua castellana y Literatura e Inglés no hemos acertado, ya que ambas ocupan el cuarto y el quinto lugar como asignaturas que más condicionan la promoción y que más se cursan como pendientes.

Se observa que en nuestro centro Biología y Geología figura entre las tres materias que más condicionan la promoción y entre las tres que más se cursan como pendientes. Física y Química es la materia que más condiciona la promoción atendiendo al porcentaje de alumnos que no están en condiciones de promocionar y que suspenden esa materia. Sin embargo no figura entre las cinco materias que más se cursan como pendientes. Ocurre lo contrario con Geografía e Historia que es la materia más cursada como pendiente pero ocupa el octavo lugar entre las que más condicionan la promoción.

III. ¿Sirve la convocatoria extraordinaria de septiembre para que haya menos repeticiones con el sistema promoción que teníamos hasta el curso 2020-2021?

El análisis de los datos de alumnos de E.S.O. en condiciones de promocionar en junio y en septiembre arroja los siguientes resultados:

	CURSO 2017-2018	CURSO 2018-2019	CURSO 2020-2021
<b>% PROMOCIONA JUNIO</b>	74,7%	75,5%	77,2%
<b>% PROMOCIONA SEPTIEMBRE</b>	83,5%	83,3%	84,0%
<b>% PROMOC.SEPT - % PROMOC.JUN</b>	8,8%	7,7%	6,8%

**TABLA 3.** Porcentaje de alumnos de ESO en condiciones de promocionar en junio, en septiembre y diferencia entre ambos. (No se incluye el curso 2019-2020 dada la excepcionalidad que supuso la evaluación por el COVID-19)

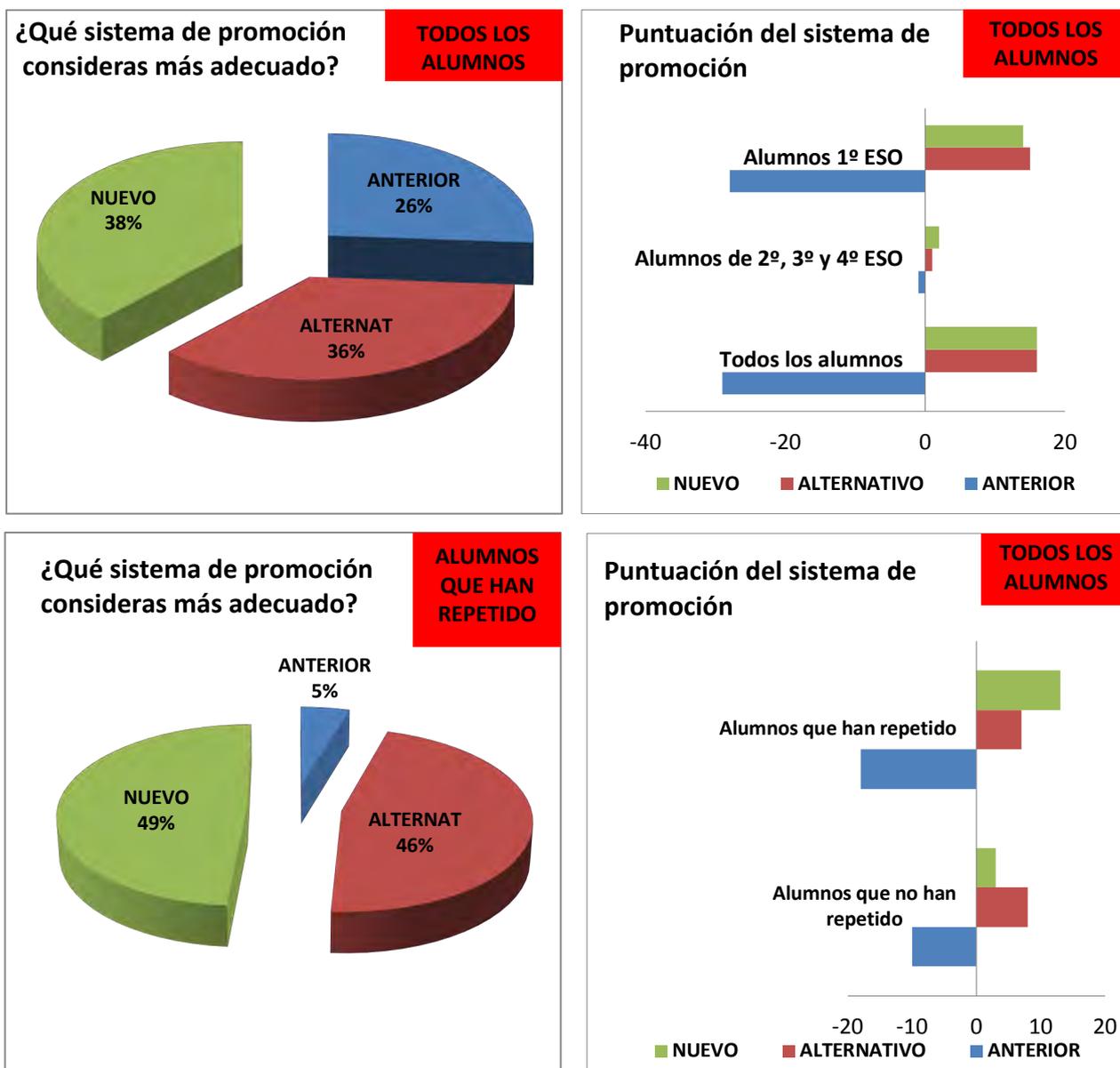
Se confirma nuestra hipótesis, ya que los porcentajes de alumnos que promocionan en septiembre pero que no estaban en condiciones de promocionar en junio son considerables pues están entre el 6,8% y el 8,8% del total de los alumnos matriculado en ESO.

IV. ¿Qué percepción tienen los alumnos de nuestro centro sobre la repetición de curso y los exámenes extraordinarios en E.S.O.?

Respecto al sistema de promoción, los alumnos eligieron el que considerasen más adecuado y menos adecuado entre estos tres:

- ANTERIOR: sistema de promoción LOMCE.
- NUEVO: sistema de promoción LOMLOE.
- ALTERNATIVO: a los alumnos que promocionan de curso con varios suspensos se les flexibiliza el currículo de algunas de esas materias que tienen pendientes y no las cursan al mismo nivel curricular que el resto de sus compañeros, ya que no tienen la formación suficiente para seguir la materia. Para ello, dependiendo de las posibilidades organizativas de cada centro, se establecerían distintos niveles curriculares para esa materias y se impartirían cada uno de los niveles en grupos distintos del mismo curso (*Distintos niveles en un mismo curso*), o los alumnos cursarían la materias pendientes, en vez de en su grupo de clase, con uno de los grupos del curso inferior (*Pendientes cursadas con curso inferior*).

Hemos denominado *Puntuación de los alumnos del sistema de promoción* a la diferencia entre el número de alumnos que han valorado el sistema como más adecuado y el número de alumnos que lo han valorado como menos adecuado. Los resultados obtenidos son los siguientes:



**GRÁFICA 3.** Sistema de promoción más adecuado y puntuación del sistema de promoción (alumnos)

Se confirma nuestra hipótesis en cuanto a que los alumnos ven mejor sistemas que permiten promocionar con más de dos suspensos. Esta preferencia es aún mayor en el caso de los alumnos que han repetido algún curso.

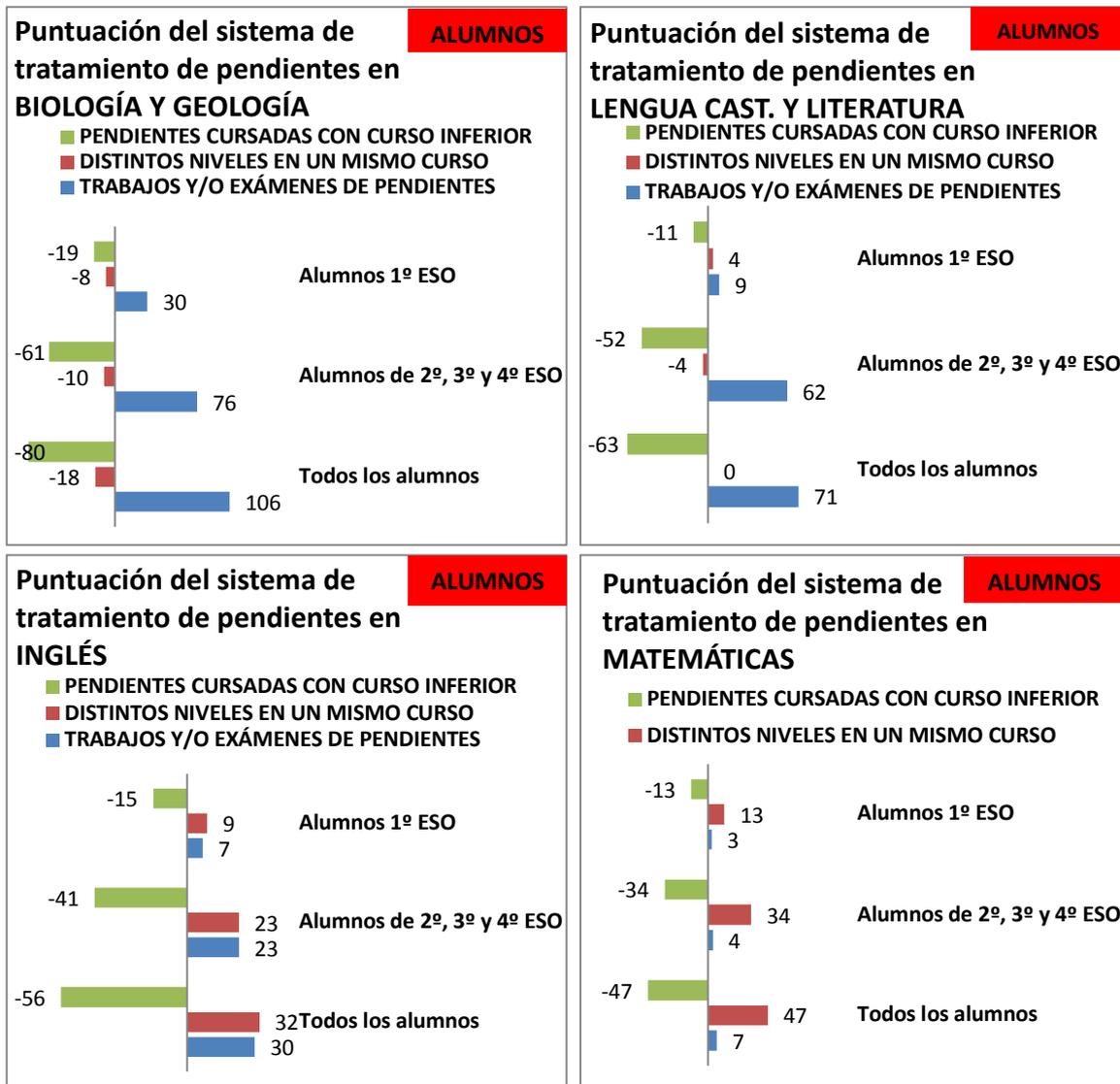
Los alumnos que han repetido alguna vez prefieren el sistema LOMLOE; es decir, que si se promociona con varios suspensos se traten dichas materias como adicionales (pendientes) con un plan específico para su recuperación, mientras que los alumnos que no han repetido nunca prefieren el sistema alternativo; es decir, que los alumnos cursen las materias pendientes a un nivel más ajustado a su nivel de conocimientos, de forma que un mismo curso se puedan impartir distintos niveles de la misma materia.

En cuanto al sistema de tratamiento de pendientes, los alumnos tuvieron que elegir el que considerasen más adecuado y menos adecuado entre tres:

- Trabajos y/o exámenes de pendientes.
- Distintos niveles en un mismo curso
- Pendientes cursadas con curso inferior

Hemos denominado *Puntuación del sistema de tratamiento de pendientes* de cada una de las materias a la diferencia entre el número de alumnos que han valorado el sistema como más adecuado y el número de alumnos que lo han valorado como menos adecuado. La suma de las puntuaciones de los tres sistemas no tiene que ser necesariamente cero porque algunos alumnos contestaron solamente al sistema más adecuado y no al menos adecuado o al contrario.

Las opiniones de los alumnos son muy diferentes dependiendo de las materias. Presentamos aquí solo las gráficas de algunas de ellas:



**GRÁFICA 4.** Puntuación del sistema de tratamiento de pendientes en algunas materias (alumnos)

En algunas materias, como Biología y Geología, Geografía e Historia, Tecnología y Lengua castellana y Literatura, los alumnos consideran que es más adecuado su

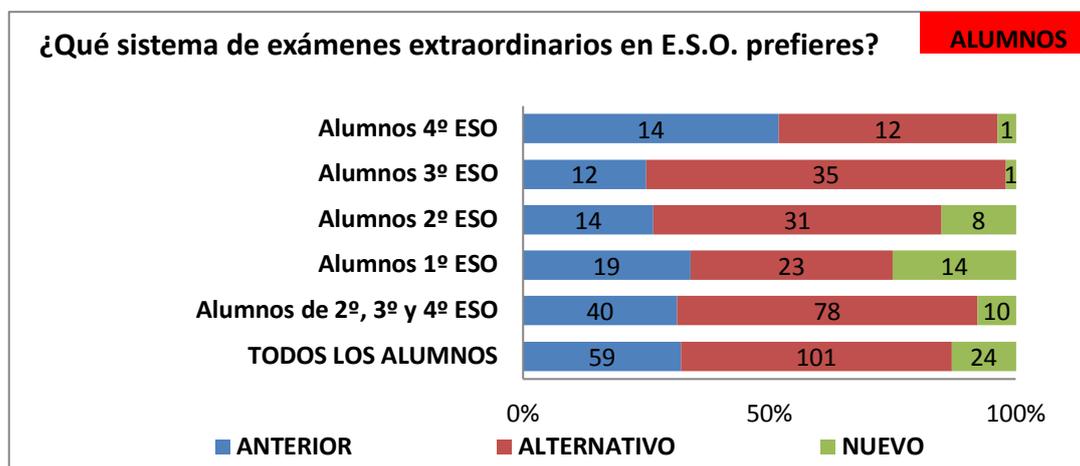
## La repetición de curso en ESO en el IES Tierra de Ciudad Rodrigo

recuperación mediante Trabajos y/o exámenes de pendientes, mientras que en materias como Física y Química y Matemáticas consideran que sería mejor la impartición de distintos niveles en mismo curso adaptando así la materia a los alumnos que promocionan con la materia suspensa. En el caso de Inglés, la puntuación que los alumnos dan a estos dos sistemas de tratamiento de pendientes es similar.

Respecto al sistema de exámenes extraordinario que considerasen más adecuado, los alumnos tenían que elegir entre tres:

- ANTERIOR: sistema de exámenes extraordinarios en septiembre.
- NUEVO: eliminación de los exámenes extraordinarios de septiembre.
- ALTERNATIVO: exámenes extraordinarios a finales de junio realizando la evaluación final ordinaria a finales de mayo.

La siguiente gráfica muestra sus preferencias:



GRÁFICA 5. Puntuación del exámenes extraordinario preferido (alumnos)

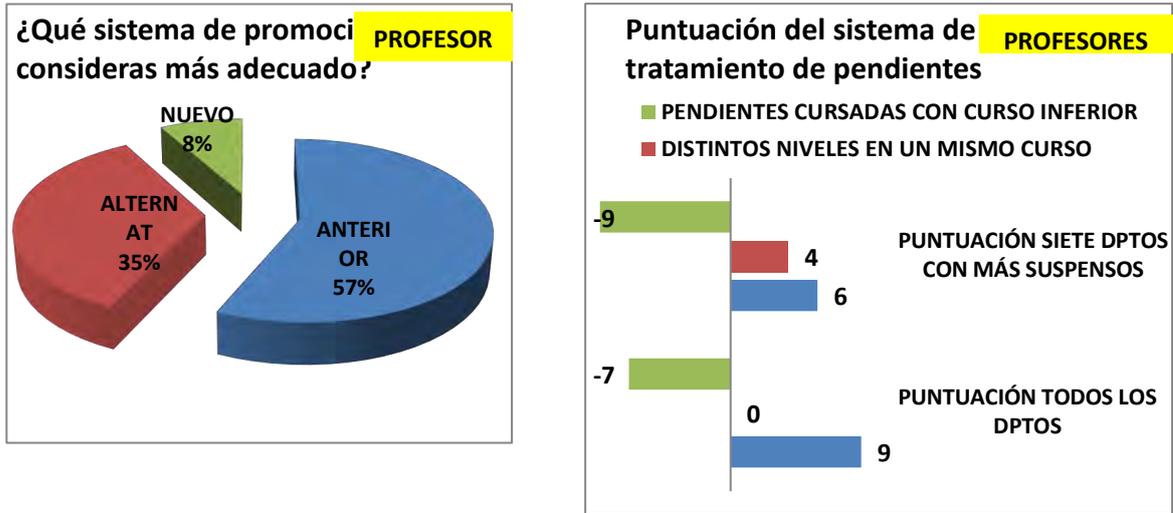
Se confirma nuestra hipótesis ya que solamente el 13% prefiere la eliminación de los exámenes extraordinarios de septiembre. Sin embargo, la mayoría prefiere la convocatoria extraordinaria en junio (55%) en vez de en septiembre (32%), cuando nuestra hipótesis era que preferirían la convocatoria extraordinaria en septiembre. Cabe destacar que el único curso que prefiere el mantenimiento de la convocatoria extraordinaria en septiembre en vez de en junio es 4º ESO.

### V. ¿Qué percepción tienen los profesores sobre la repetición de curso y los exámenes extraordinarios en E.S.O.?

A los profesores se les plantearon las mismas alternativas que a los alumnos, en cuanto al sistema de promoción y a los exámenes extraordinarios. En lo relativo al tratamiento de las materias pendientes se les pidió que diesen su opinión solamente respecto a las materias que imparte su departamento.

No es posible realizar un análisis de los datos por departamentos debido al escaso número de profesores de cada uno de ellos. Si se extendiese el estudio a otros centros podrían sacarse conclusiones respecto a las diferencias de opinión entre los distintos departamentos.

Los resultados obtenidos respecto al sistema de promoción y el tratamiento de pendientes más adecuado para los profesores de nuestro centro fueron los siguientes:



**GRÁFICA 6.** Sistema de promoción más adecuado y puntuación del sistema de tratamiento de pendientes (profesores)



Se confirma nuestra hipótesis, ya que la mayoría de los profesores (57%) estarían de acuerdo con el sistema de promoción LOMCE. Solo un 8% prefiere el nuevo sistema de promoción implantado por la LOMLOE.

En cuanto al tratamiento de las materias pendientes, un 43% de los profesores considera más adecuado continuar con los trabajos y/o exámenes de pendientes, un 35% cree mejor que las materias se organicen en distintos niveles para que los alumnos que promocionan con algunas de ellas pendientes puedan trabajarlas de forma más

adecuada a sus conocimientos previos, y un 22% propone que los alumnos que promocionan con su materia pendiente debería cursarla con los alumnos del curso inferior. Llama la atención que cuando se analiza la puntuación del sistema de tratamiento de pendientes, los profesores de los departamentos con más suspensos valoran casi igual la realización de trabajos y/o exámenes de pendientes y los distintos niveles en un mismo curso.

Se confirma también nuestra hipótesis sobre las preferencias de los profesores en cuanto a la realización de pruebas extraordinarias, ya que la mayoría de ellos prefieren continuar con la convocatoria extraordinaria de septiembre.

## Bibliografía

CHOI, A. (2017), *Efectos de la repetición de curso y alternativas*, Laboratorio de alternativas, Zoom Social/2017/01, 1-10

<[https://www.fundacionalternativas.org/public/storage/laboratorio\\_documentos\\_archivos/f4bafefd4d3649eaf5e1d4e536d5ce70.pdf](https://www.fundacionalternativas.org/public/storage/laboratorio_documentos_archivos/f4bafefd4d3649eaf5e1d4e536d5ce70.pdf)>

FARRERAS, C. (11 de octubre de 2021). *César Coll: “No tiene sentido que niños de 12 años estudien once asignaturas”*. *La Vanguardia*.

<<https://www.lavanguardia.com/vida/20211011/7781673/sentido-ninos-12-anos-estudien-once-asignaturas-curriculum-ensenanza-cesar-coll.html>>

*Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León*, Boletín Oficial de Castilla y León del 8 de mayo de 2015, Consejería de Educación, 32071-32077

<<https://bocyl.jcyl.es/boletines/2015/05/08/pdf/BOCYL-D-08052015-4.pdf>>

*Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*, Boletín Oficial del Estado del 3 de enero de 2015, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 185-186

<<https://boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>>

*Real Decreto 984/2021, de 16 de noviembre, por el que se regulan la evaluación y la promoción en la Educación Primaria, así como la evaluación, la promoción y la titulación en la Educación Secundaria Obligatoria, el Bachillerato y la Formación Profesional*, Boletín Oficial de Estado del 17 de noviembre de 2021, Ministerio de Educación y Formación Profesional, 141587-141588

<<https://www.boe.es/boe/dias/2021/11/17/pdfs/BOE-A-2021-18812.pdf>>

# ¿Cómo nos alimentamos?

Miguel Ángel Alonso Ruiz

José Jiménez Pajuelo

Daniel Montero Sastre

Andrés Sánchez de Vega (Coordinador)

IESO Tomás Bretón

C/ Escuelas Menores, s/n

37185 – Villamayor (SALAMANCA)

asanchezv@educ.jcyl.es

37013407@educa.jcyl.es

## Resumen

Con este proyecto se pretende tener una visión de si la alimentación que realizan los alumnos del IESO Tomás Bretón es adecuada o no, de acuerdo con las recomendaciones alimentarias de distintas instituciones y publicaciones.

Para ello: (1) se hizo una selección de preguntas para pasárselas a los alumnos. Finalmente se eligieron 16; (2) se pasó una encuesta a todos los alumnos del centro a través de la elaboración de un formulario; (3) se recogieron los datos y se organizaron por niveles, sexo y globales para poder realizar comparaciones. Se trabajó todo en una hoja de cálculo con porcentajes; (4) en cada pregunta se exponían los resultados de la encuesta y unas conclusiones.

Para terminar, se realizó una valoración de 1 a 10 de cada una de las preguntas, en la que se pudo observar qué se realiza bien y qué mal. Destacamos como bueno el que la mayoría de los alumnos cenan en familia, el número de comidas que se hacen al día y el desayuno que se toma, y como muy deficiente la forma de tomar el desayuno y las piezas de verdura y pescado que se toman a la semana.

**Palabras Clave:** Alimentación, encuesta, formularios, hoja de cálculo, gráfico, consumo recomendable.

**Keywords:** Food, survey, forms, spreadsheet, chart, recommended consumption.

## 1. Hipótesis y objetivos.

Este proyecto pretende, en primer lugar, saber cómo es la alimentación de los alumnos de nuestro centro, en segundo hacer una valoración del mismo y en tercer lugar dar a conocer los resultados obtenidos.

Además de cumplir con los objetivos del área de matemáticas en el bloque de estadística, se pretende:

- Conocer la alimentación de los alumnos del centro.
- Promover el debate y la reflexión en el centro educativo en referencia a la alimentación que hacemos.
- Extraer una serie de conclusiones que puedan servir de referencia en la forma de alimentarse los alumnos del centro.

## 2. Metodología.

El proyecto se lleva a cabo en una serie de fases:

### **FASE 1: Elección del proyecto.**

Se plantearon varios temas para estudiar, de los cuales se seleccionó qué alimentos consumen los alumnos del centro.

### **FASE 2: Planteamiento de preguntas.**

Se realizaron búsquedas en libros y en internet sobre las preguntas que se iban a formular en la encuesta, teniendo en cuenta qué variables se querían saber, documentándolas al mismo tiempo con bibliografía y recomendaciones sobre el consumo de alimentos que debe realizarse. Finalmente se eligieron 16 preguntas.

### **FASE 3: Encuesta.**

Una vez hechas las preguntas, se decidió realizar las encuestas por un formulario que se envió a todos los alumnos del centro, siendo la participación en la encuesta del 51,46% del total de alumnos.

### **FASE 4: Recogida de datos.**

Una vez recogidos los datos se pasaron a una hoja de cálculo.

Se pensó que lo mejor era trabajar en porcentajes, por lo que los datos que estaban en la hoja de cálculo se pasaron a tantos por ciento y se agruparon por niveles y sexo.

## 3. Resultados y conclusiones.

Una vez obtenidos los datos de cada pregunta y agrupados por niveles y sexo, se recogen referencias científicas, y finalmente se realiza un comentario y una conclusión.

Los resultados de las preguntas y recomendaciones fueron los siguientes:

## ¿Cómo nos alimentamos?

**PREGUNTA 1: ¿Cuántas comidas sueles hacer al día (entre desayuno, media mañana, comida, merienda y cena)?**

Según refiere Christian Pérez en [naturesan.net/cuantas-comidas-hacer-al-dia/](http://naturesan.net/cuantas-comidas-hacer-al-dia/) aunque se suele pensar que lo mejor es hacer 3 comidas al día, la realidad es que son 5.



¿Sueles desayunar sentado y en familia?



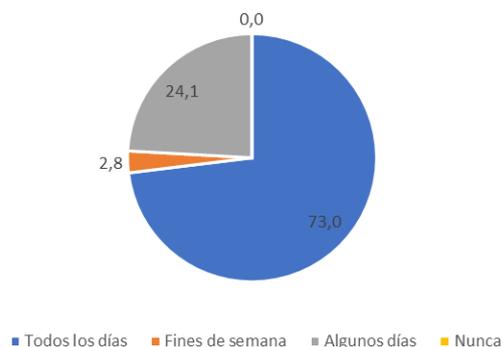
comportamiento.

**PREGUNTA 2: ¿Sueles desayunar sentado y en familia?**

Según la Sociedad española de nutrición comunitaria, es muy importante: dedicar al desayuno entre 15 a 20 minutos de tiempo, sentados en la mesa, a ser posible en familia, en un ambiente relajado. Comer en familia con frecuencia se considera ya un factor de prevención de algunos problemas de salud, alimentación, trastornos de conducta y

**PREGUNTA 3: ¿Sueles comer sentado y en familia?**

¿Sueles cenar sentado y en familia?



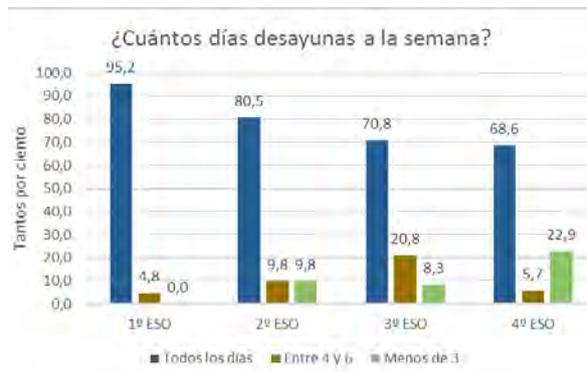
¿Sueles comer sentado y en familia?



**PREGUNTA 4: ¿Sueles cenar sentado y en familia?**

**PREGUNTA 5: ¿Cuántos días desayunas a la semana?**

Según la OMS, uno de las formas más simple y eficaz de mejorar la salud y el



bienestar europeo es garantizar que los ciudadanos **desayunen todos los días**.

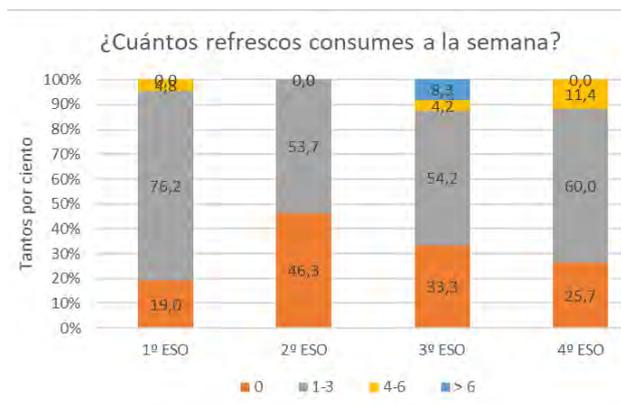
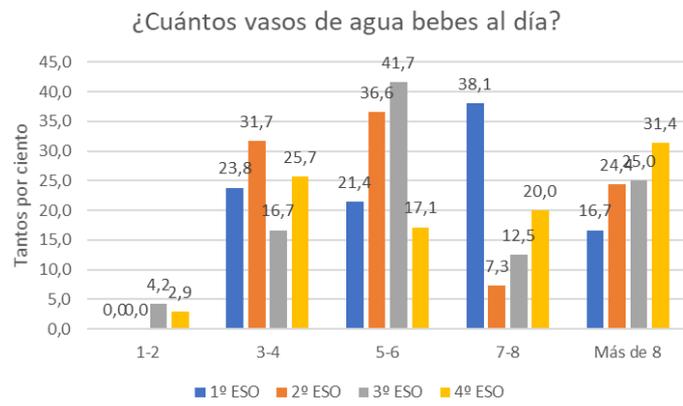
**PREGUNTA 6: ¿Tu desayuno es variado? De estos alimentos cuántos desayunas: LÁCTEOS (leche, yogur o queso), CEREALES (pan, galletas, repostería casera, cereales) y FRUTAS O ZUMO NATURAL**



Según la Sociedad española de nutrición comunitaria **se aconseja** que el desayuno esté formado por **lácteos** (1 vaso de leche, 1 yogur fresco o queso), **cereales** (pan, galletas, pan integral, repostería hecha en casa o cereales de desayuno) y **frutas o zumo natural**.

**PREGUNTA 7: ¿Cuántos vasos de agua bebes al día?**

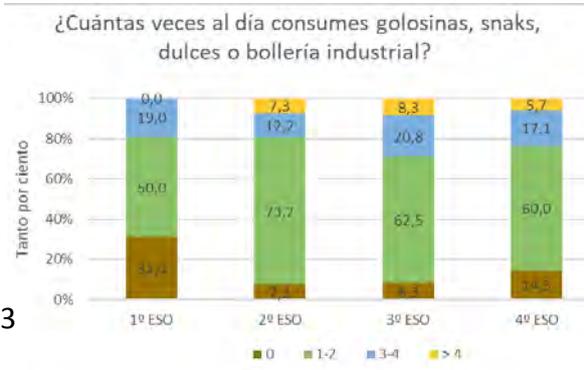
Según la Sociedad española de nutrición comunitaria es recomendable beber unos 8 vasos de agua al día.



**PREGUNTA 8: ¿Cuántos refrescos consumes a la semana?**

La Sociedad española de nutrición comunitaria recomienda que el consumo de refrescos, golosinas, snacks, dulces o bollería industrial debe ser opcional, ocasional y moderado, en el marco de un estilo de vida saludable y activo

**PREGUNTA 9: ¿Cuántas veces al día consumes golosinas, snacks, dulces o bollería industrial?**

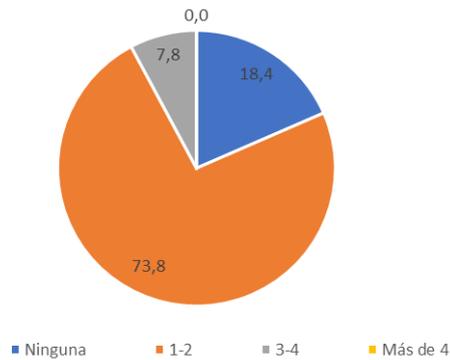


## ¿Cómo nos alimentamos?

Además, de lo dicho en la pregunta anterior, se debe tener en cuenta que las chucherías están en la zona roja de la pirámide nutricional.

### **PREGUNTA 10: ¿Cuántas veces a la semana consumes "comida rápida" (hamburguesas, pizzas, patatas fritas, ...)?**

¿Cuántas veces a la semana consumes "comida rápida" (hamburguesas, pizzas, patatas fritas, ...)?



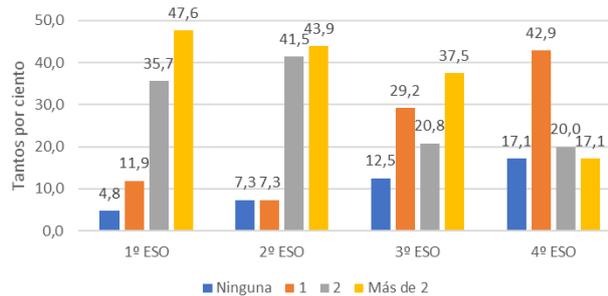
Según un estudio sobre hábitos alimentarios racionales de los niños y jóvenes del Instituto Nacional de consumo, las comidas rápidas como las hamburguesas, pizzas y patatas fritas, entre otras, son alimentos con alto contenido calórico. Se estima que una porción de este tipo de comidas puede aportar la mitad de la

energía total que necesita una persona al día.

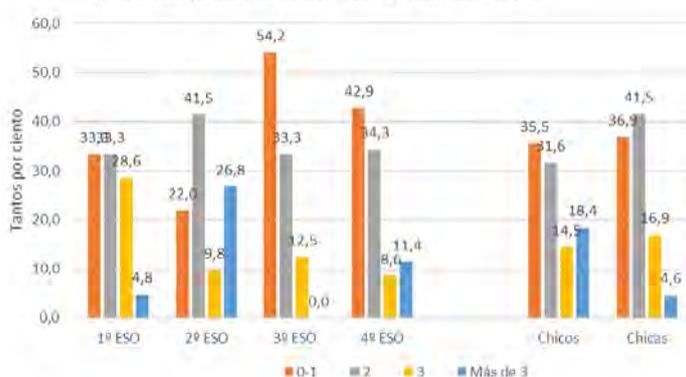
### **PREGUNTA 11: ¿Cuántas piezas de verduras u hortalizas comes diariamente? (patata, lechuga, tomates, zanahorias, cebolla, berenjena, espinacas, brócoli, guisantes, pimientos, coliflor, ...)**

Según la Sociedad española de nutrición comunitaria, se deben consumir 2 o más raciones al día de verduras u hortalizas, una de ellas en crudo, como ensalada variada.

¿Cuántas piezas de verduras u hortalizas comes diariamente?



¿Cuántas piezas de fruta comes diariamente?



### **PREGUNTA 12: ¿Cuántas piezas de fruta comes diariamente?**

Según la Sociedad española de nutrición comunitaria, se recomienda consumir 3 o más piezas o raciones al día.

### **PREGUNTA 13: ¿Cuántas veces consumes legumbres a la semana? (garbanzos, lentejas, judías, ...)**

Según la Sociedad española de nutrición comunitaria, es recomendable que consumamos al menos de 2 a 4

¿Cuántas veces consumes legumbres a la semana?

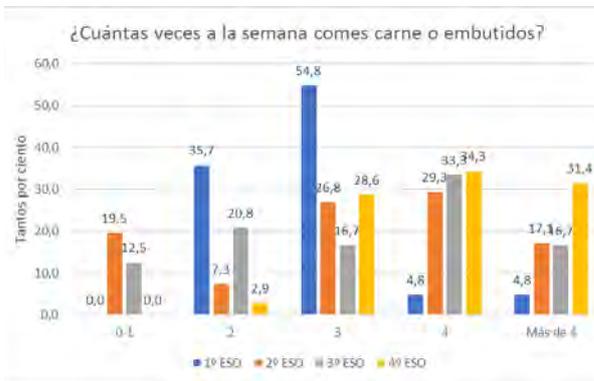


**raciones (60-80 g/ración en crudo, (150-200 g./ración en cocido) a la semana de legumbres, preferiblemente acompañadas de verduras de hoja verde.**



**PREGUNTA 14: ¿Cuántas veces a la semana comes pescado?**

Según la Sociedad española de nutrición comunitaria, se recomienda consumir de 3 a 4 raciones semanales de pescado.



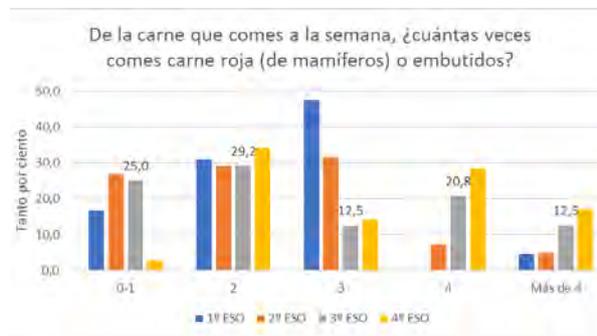
**PREGUNTA 15: ¿Cuántas veces a la semana comes carne o embutidos?**

Según la Sociedad española de nutrición comunitaria, es asumible el consumo de 3 raciones semanales de carnes, priorizando las piezas magras y de animales de pastura o aves criadas en libertad. Se considera una ración de

carne de 100 a 125 g de peso neto.

**PREGUNTA 16: De la carne que comes a la semana, ¿cuántas veces comes carne roja (de mamíferos) o embutidos?**

Además de lo expuesto en el apartado anterior, se debe tener en cuenta que los embutidos, las carnes rojas y las carnes procesadas deberían consumirse ocasionalmente, ya que aportan gran cantidad de grasas saturadas, colesterol, sodio y otros elementos que podrían afectar a nuestro estado de salud y por su gran impacto en los gases de efecto invernadero.



En resumen, a nuestro entender los alumnos del IESO Tomás Bretón tienen una alimentación:

- **SOBRESALIENTE** en:
  - Cenar sentados y en familia.
- **NOTABLE** en
  - El número de comidas que hacen al día.
  - Los días que desayunan a la semana.

## ¿Cómo nos alimentamos?

- Tomar un desayuno variado (lácteos, cereales y frutas o zumo natural).
- **BUENA** en
  - Comer sentados y en familia.
  - Número de refrescos que consumen a la semana.
  - El número de piezas de verduras y hortalizas que comen diariamente.
  - Número de veces que consumen carne o embutidos a la semana.
- **SUFICIENTE** en
  - El número de veces que consumen legumbres a la semana.
- **MALA** en
  - El número de vasos de agua que beben al día.
  - El número de veces que consumen “comida rápida” (hamburguesas, pizzas, patatas fritas, ...) a la semana.
  - El número de veces al día que consumen golosinas, snacks, dulces o bollería industrial.
  - El número de veces que comen carne roja (de mamíferos) o embutidos a la semana.
- **MUY MALA** en
  - Desayunar sentados y en familia.
  - El número de piezas de fruta que comen al día.
  - El número de veces que comen pescado a la semana.

## 4. Bibliografía.

- Instituto Nacional de Consumo (2005). *Estudio sobre hábitos alimentarios racionales de los niños y jóvenes, con especial incidencia en la población inmigrante.* <https://cecu.es/campanas/alimentacion/informehabitos.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. OMS *Alimentación sana* (<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>)
- Pérez, Christian. *¿Cuántas comidas hacer al día?* <https://www.natursan.net/cuantas-comidas-hacer-al-dia/>

- Ruiz Nieto, Gema y García Gómez, Estefanía (4 de junio de 2015). *Importancia de realizar 5 comidas al día*. [http://www.congreso enfermeria.es/libros/2015/salas/sala3/p\\_748.pdf](http://www.congreso enfermeria.es/libros/2015/salas/sala3/p_748.pdf)
- Sociedad española de nutrición comunitaria (2004). *Guía de la alimentación saludable*. <https://www.educa.jcyl.es/crol/es/recursos-educativos/guia-alimentacion-saludable>
- Sociedad española de nutrición comunitaria (2018). *Guía de la alimentación saludable para atención primaria y colectivos ciudadanos*. Sociedad Española de nutrición comunitaria. <https://www.actasanitaria.com/uploads/s1/14/05/74/5/primer-capitulo.pdf>

# Eficiencia en las aulas

Inés de Benito Gómez  
Lía de Miguel Lasheras  
Jorge Martín Cecilia

Rubén Martín Manso (Coordinador)

IES Mariano Quintanilla,  
Plaza de Día Sanz 4, 40001 Segovia.  
rmartinm@educa.jcyl.es

## Resumen

Este proyecto trata sobre la eficiencia en las aulas basándonos en los datos obtenidos de nuestras variables: la calefacción, la electricidad y el consumo fantasma; con la finalidad de ahorrar dinero y reducir nuestra huella de CO2.

Seleccionamos diferentes puntos del centro para la medición de temperaturas con la ayuda de sensores, que enviarán los datos a Thingspeak.

Medimos el consumo eléctrico en diferentes elementos: ordenadores, racks, proyectores, monitores..., con una pinza amperimétrica y los anotamos en una hoja de cálculo.

Evaluamos el número de horas que está la caldera encendida con un sensor de corriente.

Al recoger los datos, nos dimos cuenta de que el consumo fantasma existente era mayor de lo esperado. Para obtener datos más precisos sobre esto, decidimos evaluar el consumo eléctrico durante un fin de semana.

Tras la recopilación y análisis de los datos, podemos afirmar que hay un consumo excesivo eléctrico y de calefacción. Además, no solo hemos comprobado la existencia del consumo fantasma en nuestro centro, sino que hemos observado el gran problema que conlleva, especialmente durante días no lectivos.

**Palabras Clave:** Eficiencia, emisiones CO2, consumo energético, automatización, consumo fantasma.

**Keywords:** noise Efficiency, CO2 emissions, energetic consumption, automatization, phantom consumption.

## Hipótesis y Objetivos

Las emisiones de CO<sub>2</sub> de los centros educativos asociadas al consumo energético de los mismos son una realidad, hacer posible que la huella de carbono del instituto disminuya también se puede conseguir.

Se trata de mejorar la eficiencia energética; hemos de estudiar la situación de partida para después elaborar propuestas. Para ello partimos del punto de que las emisiones que hay son las debidas al consumo de calefacción y electricidad.

El objetivo principal es determinar si realmente hay un consumo por exceso y si además este se puede disminuir.

Se van a buscar las posibles causas del excesivo consumo energético, tanto en gasóleo como en electricidad que son los consumos de nuestro centro.

Nos preguntamos si nuestro centro estaba consumiendo un exceso de energía y por tanto emitiendo más CO<sub>2</sub> y contribuyendo al cambio climático. Si esto es cierto, por un factor de escala, si sucede lo mismo con otros centros y con otros edificios el efecto podría ser muy cuantioso.

## Metodología

En primer lugar, identificar las variables que influyen en las emisiones.

1. Consumo mensual de gasóleo.
2. Consumo mensual eléctrico.
3. Consumo eléctrico y de gasóleo durante el cierre del centro.
4. Consumo en Amperios de los dispositivos, ordenadores, proyectores, etc.
5. Temperatura de las aulas.
6. Temperatura del exterior.
7. Temperatura de confort (la hemos establecido en unos 21º)
8. Evolución de la temperatura en aulas ventiladas.
9. Emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al consumo de gasóleo.
10. Emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al consumo eléctrico.

Una vez formuladas las hipótesis e identificadas las variables a estudiar, se procede a valorar la cantidad de emisiones que se producían por cada unidad básica, litro o Kwh. Este estudio se ha realizado contrastando las fuentes de información donde se detalla el volumen de emisiones en función del tipo de energía consumida, acto seguido se identifican las emisiones por consumo.

En una segunda etapa de investigación se procede a un estudio exhaustivo de los consumos de combustible y de electricidad que nos ha facilitado el centro. Realizando una interpretación de datos.

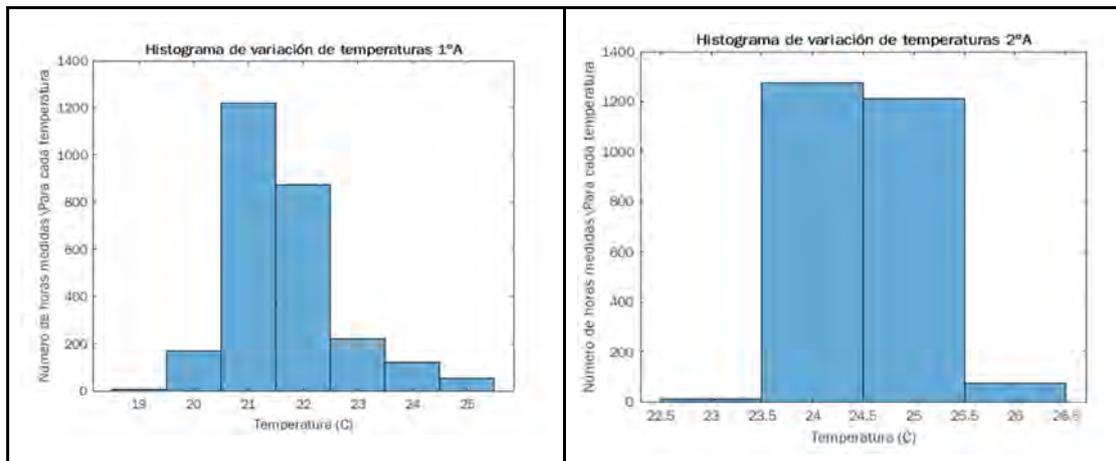
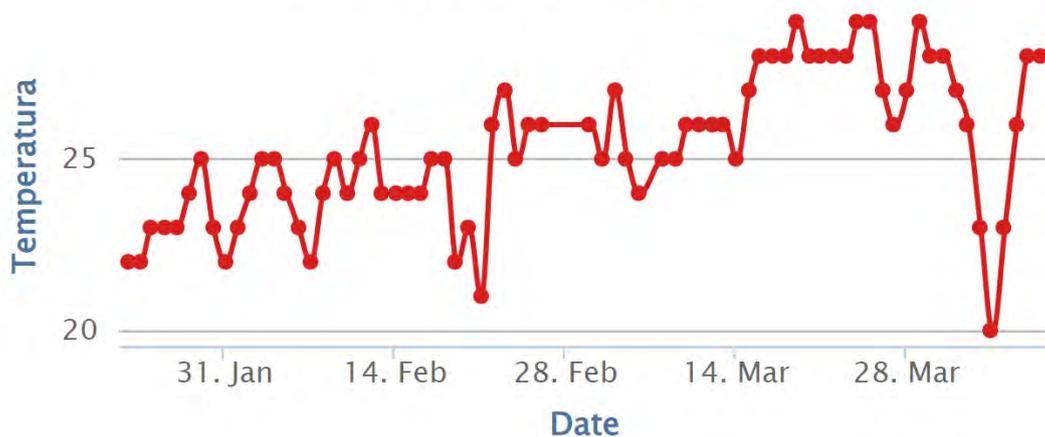
## Eficiencia en las aulas

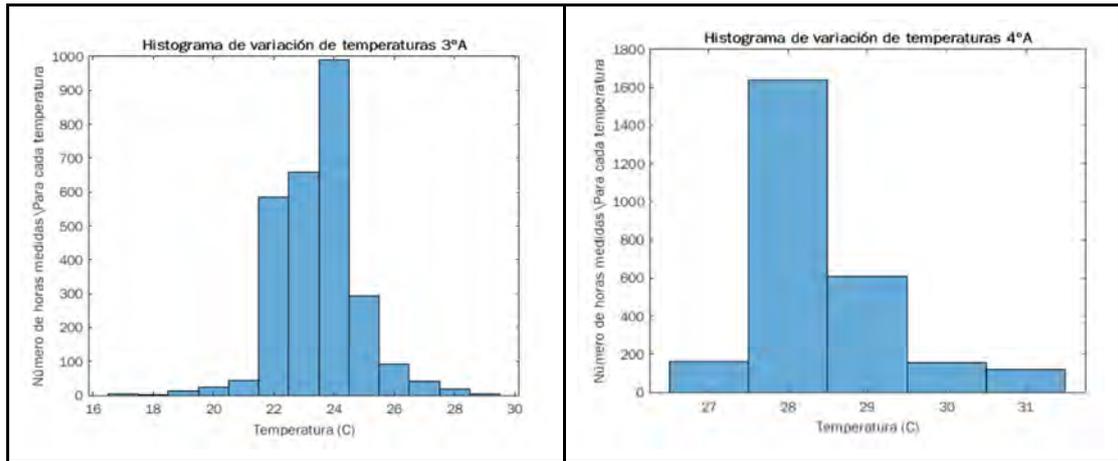
Por último, la etapa más importante y en la que hemos puesto más detalle es encontrar qué elementos han contribuido al incremento del consumo de las diferentes unidades. Identificando el exceso en consumo de combustible mediante el análisis de temperaturas en nuestro centro contrastándolo con las temperaturas esperadas.

Hemos realizado mediciones de las diferentes variables: temperaturas, evolución de temperaturas, intensidad de dispositivos, potencia.

Para esto hemos procedido a colocar sensores de temperatura en varias aulas de tal manera que identificamos día a día y hora a hora las temperaturas de nuestro centro en estas aulas (8 en concreto). Utilizamos un servidor de datos gratuito thingiverse, que permite el envío, almacenaje y análisis de datos. Los datos se analizan con Matlab en la misma página o bien se exportan a hoja de cálculo.

### IESMQ aula4 CO2TempHr





Para identificar los consumos eléctricos hemos medido los mismos uno a uno.



Medida de consumo de los aparatos 1

Identificando además el consumo fantasma de los diferentes dispositivos digitales que se emplean en nuestro centro. Confirmando que existe un consumo durante los periodos de cierre del edificio. El consumo fantasma en nuestro caso es el que tienen los dispositivos cuando están apagados, si bien hay que decir, que a este consumo se suma el debido al descuido al dejar encendidos los dispositivos cuando el centro educativo está cerrado.

Una vez realizada esta última etapa se ha procedido a representar en una hoja de cálculo las situaciones que tenemos y cómo se podrían corregir con un sistema automatizado de apagado y encendido.

## Resultados y Conclusiones

Los resultados han superado las estimaciones más negativas que teníamos, puesto que observamos que existía un enorme consumo ineficaz.

Hemos identificado un consumo fantasma eléctrico durante los fines de semana, puentes y vacaciones.

Se han detectado los elementos que contribuyen a dicho consumo y medido los consumos reales.

Se ha identificado un uso excesivo del encendido de la caldera, en días en los que la temperatura de las aulas supera los 21 grados.

Se ha computado el número de horas y días que esto ha sucedido y se ha reflejado en una tabla.

Se ha determinado que tanto la apertura manual de ventanas para ventilación, como el encendido programado de la calefacción, como el apagado de dispositivos por parte de personas no es eficiente.

Identificamos el consumo y como consecuencia se ha determinado un sistema de apagado automático de los equipos del centro, así como la ventilación automática sería más eficiente.

Si automatizamos el proceso de encendido de caldera y monitorizamos se encenderá con criterios objetivos.

Si automatizamos el encendido y apagado de equipos y dispositivos en las aulas eliminamos el consumo fantasma.

Es una cuestión no sólo ecológica sino también económica pues el centro asume un gasto innecesario en este aspecto.

Solo en consumo eléctrico supondría un ahorro de más del 20% de la energía total consumida por el centro durante todo el mes.

Por otro lado, solo controlar automáticamente la caldera estaríamos hablando de una reducción de consumo de más de un 30%.

Si sumamos las emisiones por tanto debidas a estos consumos ineficientes estamos hablando de una generación de CO<sub>2</sub> del centro superior al 25% y por tanto un incremento en consumo energético similar. En los tiempos que corren es de vital importancia reducir esta fuga energética y contribuir tanto al ahorro como a la disminución de emisiones en los edificios públicos.

## Referencias Bibliográficas

1. Almendros, J. J. (2017). *Programación visual con bloques para arduino*. Alcoy : arduinoblocks.com.

2. Diana Valero Errazu, M. B. (27 de Febrero de 2020). *The conversation, Educación*. Obtenido de <https://theconversation.com/que-es-la-gamificacion-y-por-que-no-esta-clara-su-eficacia-en-el-aula-130353>
3. Domingo, P. (2015). *Didactrónica*. Obtenido de @didactronica: <https://didactronica.com/>
4. Fernández, J. K. (2019). *Metodología para integrar el diseño en un proceso curricular steam a través del uso de las nuevas tecnologías creativas*. Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño. Valencia: Doctorado en Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales.
5. JULIÀ, J. A. (2015). *Simulaciones Hiperrealistas para Robótica Educativa*. Castellón: Tesis doctoral. DEPARTAMENT D'ENGINYERIA I CIÈNCIA DELS COMPUTADORS. Universitat Jaime I.
6. Mainar Causapé, A. J. (2010). *PATRONES DE CONSUMO E IMPACTOS AMBIENTALES DE EMISIONES DE CO2: UNA APROXIMACIÓN DESDE EL ANÁLISIS INPUT-OUTPUT*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.
7. Martín Moreno, A. D. (2013). *Tesis Doctoral: REDUCCIONES VOLUNTARIAS DE EMISIONES DE CO2 EN EL ÁMBITO LOCAL ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO*. Castellón.
8. MERINO, P. P. (2019). *LABORATORIO DUAL DE ROBÓTICA EDUCATIVA*. Madrid: Tesis Doctoral. Tecnologías Industriales. UNED.
9. Millán, F. M. (2016). *TFG: Diseño e implementación de un sistema de medida de gases con Arduino*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza. Escuela Universitaria Politécnica de Teruel.
10. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2021). *FACTORES DE EMISIÓN REGISTRO DE HUELLA DE CARBONO, COMPENSACIÓN Y PROYECTOS DE ABSORCIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO*. Madrid: MITECO.

# Cálculo del aumento de un microscopio fabricado a partir de residuos tecnológicos

Laura Revuelto Ruiz  
Jara Montesinos Fernández  
Rubén Izquierdo Pérez

Ernesto Pastor Lebrero (Coordinador)

I.E.S Castilla (Soria)  
C/ Alonso Velazquez, 0, 42001, Soria  
Ernesto.pasleb@educa.jcyl.es

## Resumen

En mayo de 2019 la revista “Investigación y Ciencia” publica un artículo<sup>1</sup> en el que unos investigadores australianos aseguran que son capaces de construir un dispositivo que convierte un smartphone en un microscopio portátil. Además de las ventajas que tiene poseer un equipo de microscopía de fácil transporte, dicho dispositivo tiene un coste económico casi nulo. Este ingenio consta de la lente de una cámara de móvil y de un soporte que la acopla a tu smartphone.

Los australianos usaban una lente idéntica a la del smartphone; nosotros, entre otras cosas, pretendemos demostrar que no es necesario que la lente que se use provenga de un dispositivo idéntico. Al poder usar una lente de una cámara de un móvil en desuso (basura tecnológica a la que se le da una segunda vida) y de un soporte fabricado en PLA (ácido poliláctico), un plástico que se obtiene de fibras vegetales, biodegradable a 60 °C y, por lo tanto, respetuoso con el medioambiente, que acopla la lente al móvil, podemos afirmar que se trata de un proyecto acorde a varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que tanto persiguen las nuevas vías educativas.

Durante el proyecto se han comprobado las características que ofrece el dispositivo creado (aumento y resolución). La idea es conocer si se pudieran dotar de estos

---

<sup>1</sup> Jean-Michel Courty, Édouard Kierlik. (2019). Cómo convertir un teléfono inteligente en un microscopio. *Investigación y Ciencia*. 512, 86-88.

instrumentos a centros de estudios con pocos recursos. Incluso se podrían usar fondos destinados a equipos de microscopía para emplearlos en dispositivos tecnológicos que hagan las veces de microscopios. Por ejemplo, en lugar de comprar un caro equipo de fotografía microscópica se podrían adquirir tablets a las que, al aplicarles nuestro ingenio, pudieran ser usadas como microscopios en el laboratorio de Ciencias Naturales. Un microscopio convencional no se puede utilizar como tablet, pero con nuestro dispositivo sí podemos emplear una tablet como microscopio. Parte de nuestro proyecto consistirá en analizar desde un punto de vista económico esta situación.

**Palabras Clave:** Microscopio, smartphone, reciclaje, impresión 3D, ODS, óptica, nuevas tecnologías.

**Keywords:** Microscope, smartphone, recycling, 3D printing, ODS, optics, new technologies.

## **Descripción del Proyecto**

Haciendo uso de residuos tecnológicos se han conseguido fabricar pequeños microscopios para móviles. Durante el proyecto comprobaremos las características de los dispositivos creados, en concreto el aumento, a partir de la observación y medición de píxeles de pantallas de distintos móviles. Usaremos viejas pantallas de móviles de las que conocemos los píxeles (según fabricante) que hay a lo ancho de la pantalla y las fotografiaremos con nuestros microscopios. A continuación, contaremos los píxeles que observamos dentro de una longitud determinada. Y la relación entre el tamaño del píxel real y el tamaño del píxel en pantalla que mediremos a través del microscopio nos debería dar el factor de aumento de nuestro instrumento. Este estudio se realizará con y sin zoom digital.

## **Hipótesis**

Nos planteamos si nuestros microscopios pudieran reemplazar, en algunos ámbitos, como en la educación, a los microscopios comerciales que se utilizan actualmente.

## **Objetivos**

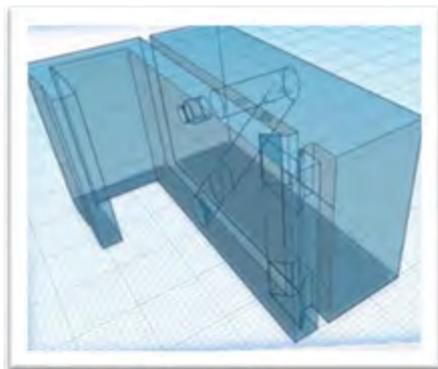
Para poder contrastar esta hipótesis los objetivos son medir el aumento que somos capaces de conseguir con estos dispositivos, conocer si las características de los dispositivos dependen del móvil con el que se usan, realizar un pequeño estudio económico y plantear futuras mejoras y ampliaciones de la investigación con el fin de comprobar más características de los microscopios como podría ser la resolución.

## Metodología

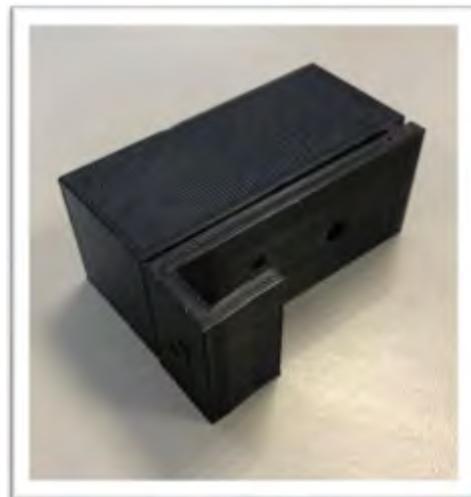
Para esta investigación se han seguido las pautas del método científico. Se ha buscado información, se ha planteado una hipótesis, se ha diseñado el experimento haciendo uso de las nuevas tecnologías (impresión en 3D), se han tomado medidas, se ha hecho análisis de datos haciendo uso de una tabla de cálculo, se han evaluado esos datos, se ha elaborado una conclusión y se ha contrastado la hipótesis planteada. Por último, se ha elaborado un informe.

Pasos a seguir:

1. Fabricación del microscopio. Se puede encontrar toda la información en la página del IES Castilla.
2. Obtención de las pantallas y sus respectivas características (píxeles, ancho de la pantalla y modelo)
3. Enumeración de muestras y categorización de estas.
4. Ajustar adecuadamente el microscopio a nuestro dispositivo móvil.
5. Colocación de la muestra y toma de la fotografía.
6. Medición con el calibre de los píxeles de la muestra.
7. Toma de los diferentes datos. Adjuntarlos a Excel para obtener la gráfica que analizara nuestros datos.



1. Diseño de microscopio



2. Microscopio creado por nosotros.

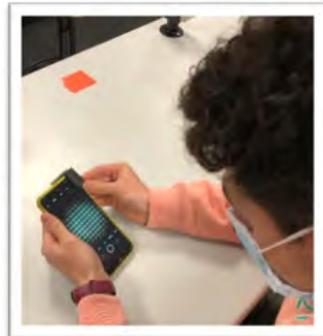
**Figuras 1 y 2**

Comenzamos investigando la densidad de píxeles y tamaño de pantalla que proporciona el vendedor para poder calcular el tamaño real del pixel, siendo esta nuestra **variable independiente**. Una vez hallados estos datos, vamos a calcular el tamaño del pixel observado en el microscopio que se ha estimado contando un número de píxeles concretos y midiendo lo que ocupaban esos píxeles en pantalla, siendo esta nuestra **variable dependiente**. Haremos medidas con dos aumentos diferentes con cada dispositivo, con el fin de evaluar el rango de ampliación de las imágenes que podemos obtener.

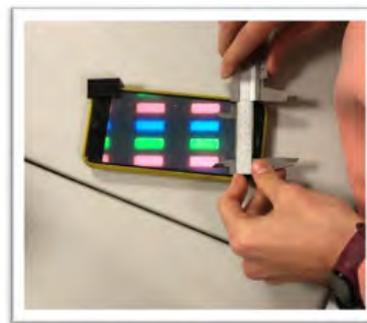


3. Pantalla de viejo móvil usada como muestra

Medidas para uno de los móviles estudiados.



5. Fotografía de los píxeles x0



4. Medición de los píxeles x8

Datos obtenidos:

**Tabla 3.** Redmi Note 8T: x0

Muestra	Ancho pantalla (mm)	Píxeles en el ancho de la muestra	A(mm)	B(mm)	Tamaño de los píxeles observados (mm)	Píxeles observados
1	58,6	640	0,092	2,5	50,20	20,0
3	29,0	128	0,227	5,6	50,50	9,0
5	37,7	240	0,157	4,0	55,50	14,0
6	30,0	176	0,170	4,5	54,40	12,0
8	27,0	128	0,211	5,4	54,30	10,0
9	35,0	176	0,199	5,2	51,55	10,0
13	37,0	240	0,154	4,0	56,20	14,0
15	62,2	720	0,086	2,4	54,20	23,0
16	66,7	720	0,093	2,2	54,65	25,0
19	28,4	128	0,222	5,7	51,40	9,0

Gráfico 3. Aumento Redmi Note 8T: x0

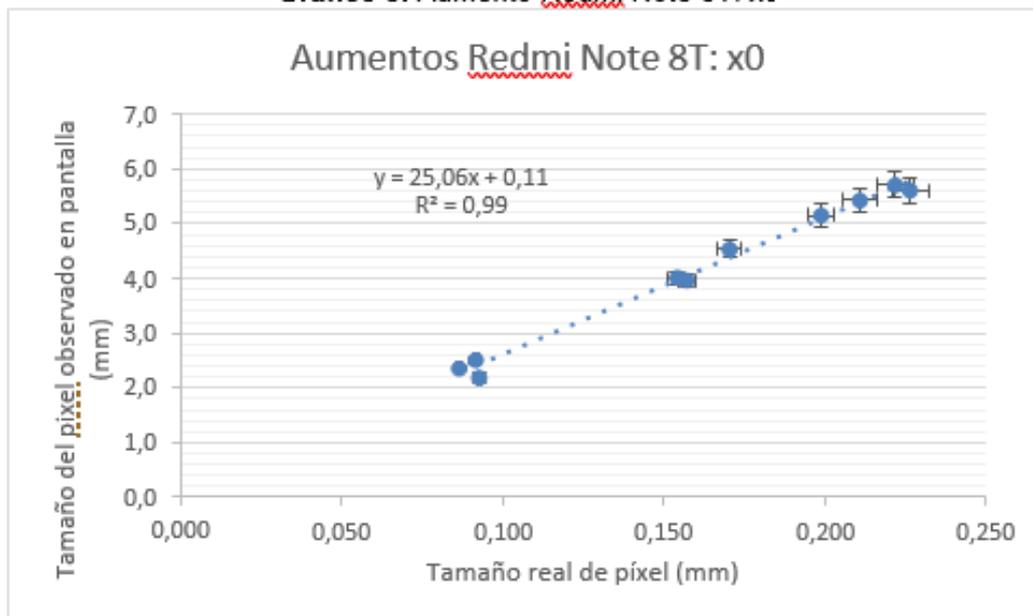
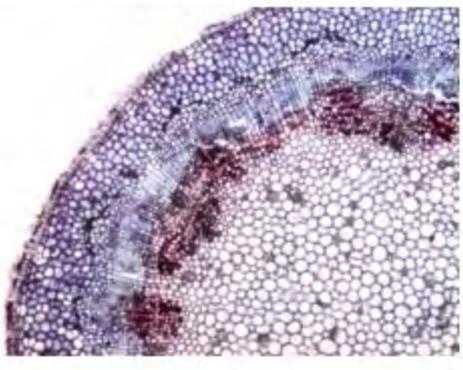
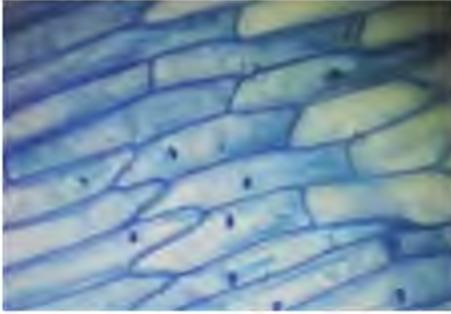
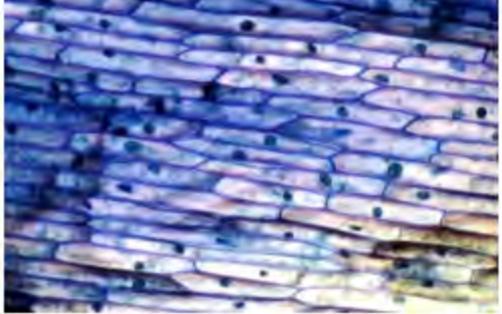


Tabla 2. Resultados de la ampliación para los móviles estudiados.

Modelo	x 0	x Ampliación máx.
Redmi Note 8T	25,0 ± 0,8	(x 8) 201,0 ± 13,7
Redmi Note 9 Pro	20,0 ± 1,3	(x 10) 217,7 ± 15,9
IPhone 6	23,0 ± 3,0	(x 5) 94,1 ± 8,7

Para el estudio cualitativo de la resolución se han comparado fotografías de muestras realizadas con nuestros dispositivos con fotografías de estudios realizados por la UPM:

Tallos vegetales	
Foto de nuestro dispositivo	Foto de un grupo de trabajo de la Universidad Politécnica de Madrid <sup>4</sup>
	
Epitelio de la cebolla	
Foto de nuestro dispositivo	Foto de un grupo de trabajo de la Universidad Politécnica de Madrid <sup>5</sup>
	

En lo referente a la economía el beneficio para el centro es eliminar por completo el coste de oportunidad de adquirir equipos de microscopía, pudiendo invertirse el dinero en satisfacer otras necesidades. Esto ayudará a otros alumnos a entender que los recursos disponibles son limitados y hacemos hincapié en la importancia de reciclar y reutilizar materiales tanto desde el punto de vista del ahorro como medioambiental.

Además, es importante tomar conciencia de los Objetivos de Desarrollo Sostenible<sup>7</sup>. El presente proyecto ayuda a la comprensión y aprendizaje de varios de los objetivos propuestos para el 2030 por las Naciones Unidas; notablemente: Fin de la pobreza, educación de calidad, industria innovación e infraestructuras, reducción de las desigualdades, ciudades y comunidades sostenibles, producción y consumos responsables y acción por el clima.

A continuación, mostramos un pequeño estudio en el que evaluamos las ventajas que tendría la adquisición de 30 de nuestros dispositivos por un centro educativo.

Si un centro quisiera adquirir 30 microscopios ópticos comerciales que se suelen utilizar en los centros educativos, estaríamos hablando de un valor aproximado de 13.500€, los más básicos, o de hasta 20.000€, más profesionales, a los que deberíamos añadir 7.000€ si quisiéramos accesorios, como cámaras y soportes, para

poder observar las muestras en pantalla.

Por otro lado, en la actualidad ya podemos encontrar microscopios adaptados a los dispositivos electrónicos (teléfonos, tablets, ordenadores...), tienen un precio comercial de entre 20€ a 30€ y, por lo general necesitan una fuente de energía externa, lo cual aumenta su coste inicial. En cambio, los que hemos desarrollado teniendo unas características similares presentan algunas ventajas: están hechos de materiales reutilizados y reciclables, no necesitan fuentes de energía externa, tan solo la luz de la linterna del propio móvil, su coste en materiales es de tan solo de 0,44€ por unidad, es fácil de fabricar y, por lo tanto, muy sencillo de reparar por el usuario en caso de desperfecto, es ligero y de tamaño muy reducido y cuenta con un soporte para colocar el portaobjetos.

## **Resultados y Conclusiones**

Las imágenes que se consiguen con los móviles estudiados están entre los 20 y 220 aumentos y es independiente del smartphone utilizado.

Somos capaces de desarrollar un dispositivo, a bajo coste, con material reciclado y reciclable. Durante toda la investigación hemos estado nombrando la reutilización de materiales en desuso (basura tecnológica), aprovechándolos para una nueva utilización en la ciencia y la educación. Por lo que hemos enfocado la investigación en los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible), iniciativa en vigor impulsada por las Naciones Unidas, en la cual estamos trabajando directamente en este proyecto, repercutiendo de varias formas. Los materiales que hemos utilizado son reutilizados y creemos que es importante concienciar sobre el origen de estos, pretendiendo reducir los residuos que se generan mentalizando sobre el consumo responsable con el fin de evitar el consumismo excesivo de la tecnología. Esto promueve la producción no contaminante y así estamos actuando para la mejora del medioambiente, protegiendo los ecosistemas marinos y terrestres con la disminución de los plásticos desechados. Estos microscopios permiten dar accesibilidad equitativa a la ciencia y la educación, evitando las desigualdades sociales y económicas, consiguiendo una educación de calidad pudiendo brindar las mismas oportunidades en todas las escuelas en el ámbito científico.

Nuestros microscopios presentan un aumento menor a los microscopios escolares pero esa característica se suple gracias a la resolución con la que contamos. Una de las posibles ampliaciones de nuestra investigación sería datar y contrastar esta resolución. Nuestras fotografías presentan un grado similar de calidad de las obtenidas por la Universidad Politécnica de Madrid, contando nosotros con un grado inferior de aumentos respecto a los microscopios profesionales que utilizan en la universidad. Hablando de la resolución, también se podrían evaluar cómo depende la resolución en función del móvil que usemos con el microscopio.

## Contraste de hipótesis

Por todas estas razones, podemos afirmar que nuestros microscopios pueden sustituir a los comerciales dentro, al menos, de un uso educativo

## Bibliografía

- Orth, A., Wilson, E. R., Thompson, J. G., & Gibson, B. C. (2018). A dualmode mobile phone microscope using the onboard camera flash and ambient light. *Scientific reports*, 8(1), 1-8.
- Jean-Michel Courty, Édouard Kierlik. (2019). Cómo convertir un teléfono inteligente en un microscopio. *Investigación y Ciencia*. 512, 86-88.
- Gonzalez M.E. (2015) *InneBioVeg*. Grupo de innovación educativa en biodiversidad y biología vegetal. <https://blogs.upm.es/innebioveg/>
- Colegio Jorge Prieto Letelier (2017). Información sobre el área de ciencias. <http://cienciasjpl.blogspot.com/2017/04/catafilo-de-cebolla.html>
- Naciones Unidas (2022). *Objetivos de desarrollo sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible>

# Análisis de la calidad del aire en la localidad de Toro

Daniela García Domínguez  
Martina Pardal Gallo  
Esther Ortiz Hernández

Alicia Sampedro Montañés (Coordinadora)

IES CARDENAL PARDO DE TAVERA  
Avda Carlos Latorre 11. 49800 Toro. Zamora  
asampedromo@educa.jcyl.es

## Resumen

En los últimos años, la práctica totalidad de la población española y europea viene respirando aire contaminado, que incumple los estándares recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Esta situación ha sido puesta de manifiesto por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) y, en nuestro país, por los informes sobre la calidad del aire en el Estado español que desde hace más de una década viene publicando anualmente Ecologistas en Acción. Las últimas estimaciones globales de la AEMA y la OMS sobre la repercusión sanitaria de la contaminación atmosférica son muy preocupantes. Elevan en el año 2018 hasta cerca de medio millón las muertes prematuras en los países europeos por la mala calidad del aire, 417.000 por exposición a partículas inferiores a 2,5 micras de diámetro (PM<sub>2,5</sub>), 55.000 por exposición a dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y 20.600 por exposición a ozono troposférico. En España, las víctimas de la contaminación fueron ese año cerca de 30.000, 23.000 por partículas PM<sub>2,5</sub>, 6.800 por NO<sub>2</sub> y 1.800 por ozono, lo que supone duplicar los 16.000 fallecimientos prematuros anuales que se estimaban hace apenas una década<sup>1</sup>. Teniendo todo esto en cuenta, nos planteamos en este proyecto el siguiente objetivo: Estudiar cómo es la calidad del aire en Toro y proponer soluciones para mejorarla.

**Palabras Clave:** Atmósfera, Contaminación, Calidad, Dióxido de Carbono, Dióxido de nitrógeno.

**Keywords:** Pollution, Atmosphere, Quality, Carbon dioxide, Nitrogen dioxide.

---

<sup>1</sup> <https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2021/06/informe-calidad-aire-2020.pdf> (Ceballos, y otros, 2021)

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. La calidad del aire

La calidad del aire es muy importante para nuestra salud y para el medio ambiente. Por ello tenemos que intentar controlarla de unas maneras u otras. La filtración del aire es una de las maneras que más contribuye a no dañar nuestras vías respiratorias o a causar efectos secundarios en nuestra salud.

Hoy en día está muy presente el tema de la contaminación, que es muy negativa para el medio ambiente, ya que hace, entre otras cosas, que la capa de ozono disminuya y deje pasar los rayos ultravioletas, a la vez que deja pasar mayor cantidad de azufre. Además, la emisión de gases de efecto invernadero contribuye al cambio climático y tiene efectos en la salud de las personas,

Para medir la calidad del aire hay que tener en cuenta el valor de estos contaminantes:

- Monóxido de azufre (SO)
- Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)
- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- Ozono (O<sub>3</sub>)
- Partículas totales en suspensión (PST)

### 1.2. ¿Qué efectos produce una mala calidad del aire?

- Efectos en la salud de las personas
  - o Mayor dificultad respiratoria
  - o Aumento de brotes de asma y alergia
  - o Otros problemas pulmonares
  - o Riesgo de enfermedades cardiovasculares y cáncer
- Efectos en los ecosistemas
  - o Lluvia ácida
  - o Calentamiento global
  - o Aumento de temperatura y agua en estado líquido
  - o Extinción de especies (fauna y flora)

### 1.3. ¿Cómo se determina la calidad del aire?

En España, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico pone a nuestra disposición datos muy interesantes sobre la calidad del aire en España.

## Análisis de la calidad del aire en la localidad de Toro

Este Ministerio dispone de una página web en la que se pueden consultar los datos de una red de estaciones que miden la calidad el aire en diversas localidades de España (entre las que no se encuentra Toro).

Lo que miden estas estaciones son las concentraciones de distintos compuestos y partículas, entre los que se encuentran:

- Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)
- Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)
- Otros óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)
- Partículas en suspensión de tamaño inferior a 10 µm (PM10)
- Partículas en suspensión de tamaño inferior a 2,5 µm (PM2,5)
- Plomo (Pb)
- Benceno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)
- Monóxido de carbono (CO)
- Ozono (O<sub>3</sub>)
- Arsénico

(Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. Preguntas frecuentes, s.f.)

A partir de los valores de estas concentraciones, y tomando como referencia los valores límites y objetivo, se determina la calidad del aire.

Contaminante	Periodo de promedio	Valor límite	Valor objetivo	Objetivo a largo plazo	Fecha de cumplimiento	Umbral de información	Umbral de alerta
SO <sub>2</sub>	Horario	350 µg/m <sup>3</sup> (24 superaciones como máximo)	-	-	2005	-	500 µg/m <sup>3</sup> (en 3 horas)
	Diario	125 µg/m <sup>3</sup> (3 superaciones como máximo)	-	-	2005	-	-
NO <sub>2</sub>	Horario	200 µg/m <sup>3</sup> (18 superaciones como máximo)	-	-	2010	-	400 µg/m <sup>3</sup> (en 3 horas)
	Anual	40 µg/m <sup>3</sup>	-	-	2010	-	-
Benceno	Anual	5 µg/m <sup>3</sup>	-	-	2010	-	-
CO	Máximo diario de las medias móviles octohorarias	10 mg/m <sup>3</sup>	-	-	2005	-	-
PM10	Horario	50 µg/m <sup>3</sup> (35 superaciones como máximo)	-	-	2005	-	-
	Anual	40 µg/m <sup>3</sup>	-	-	2005	-	-
PM2,5	Anual		25 µg/m <sup>3</sup>	-	2010	-	-
			25 µg/m <sup>3</sup>	-	2015	-	-
Pb	Anual	0,5 µg/m <sup>3</sup>	-	-	2005	-	-

Contaminante	Período de promedio	Valor límite	Valor objetivo	Objetivo a largo plazo	Fecha de cumplimiento	Umbral de información	Umbral de alerta
As	Anual	-	6 ng/m <sup>3</sup>	-	2013	-	-
Cd	Anual	-	5 ng/m <sup>3</sup>	-	2013	-	-
Ni	Anual	-	20 ng/m <sup>3</sup>	-	2013	-	-
B(a)p	Anual	-	1 ng/m <sup>3</sup>	-	2013	-	-
Ozono	Horario					180 µg/m <sup>3</sup>	
							240 µg/m <sup>3</sup> (en 3 horas)
	Máximo diario de las medias octohorarias		120 µg/m <sup>3</sup> (25 superaciones como máximo, en un promedio de 3 años)		2010 (periodo trianual de 2010-2012)		
				120 µg/m <sup>3</sup>	No definida		

(Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. Valores límite y objetivos para la calidad del aire, s.f.)

## 2. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Para medir la calidad del aire en Toro vamos a utilizar una placa Arduino con varios sensores que nos permitan medir las concentraciones de determinadas sustancias en el aire.

Arduino es una placa microcontroladora que, mediante un programa, nos va a permitir fabricar de forma barata y sencilla un medidor de la calidad del aire.

Si bien lo deseable sería medir las concentraciones de todas las sustancias que hemos visto antes y que intervienen en la calidad del aire, con el dispositivo que vamos a diseñar solo podemos medir el nivel de NO<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, además de la temperatura y humedad.

### NO<sub>2</sub>

Es importante medir el valor de NO<sub>2</sub>, porque, como contaminante, es un gas que se emite en los procesos de combustión que se llevan a cabo en relación con el tráfico (sobre todo vehículos automóviles y en especial de motores diésel) y con el transporte en general, así como en instalaciones industriales de alta temperatura y de generación eléctrica.

Su formación se debe a la oxidación que sufre el nitrógeno atmosférico (N<sub>2</sub>, principal componente del aire) a altas temperaturas.

En ambiente urbano, generalmente más del 75% del NO<sub>2</sub> de la atmósfera es aportado por el tráfico rodado.

Los valores legislados para NO<sub>2</sub> implican que la concentración media en 1h no debe superar los 200 µg/m<sup>3</sup>.

### CO

En general, cualquier combustible que contenga carbono (gas, petróleo, carbón, madera...) y que sea quemado sin suficiente oxígeno como para formar CO<sub>2</sub> es una fuente potencial de CO.

Las principales fuentes de emisión de CO son los procesos de combustión en

sectores no industriales, seguidos por las actividades del sector agropecuario y por los procesos industriales sin combustión.

El valor límite para el CO se establece en 10 mg/m<sup>3</sup> de máximo diario octohorario anual.

(Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. Efectos en salud y ecosistemas, s.f.)

CO<sub>2</sub>

La concentración de dióxido de carbono al aire libre oscila entre 360 ppm (partes por millón) en áreas de aire limpio y 700 ppm en las ciudades. El valor máximo recomendado para los interiores es de 1.000 ppm y no existe valor límite para exteriores, aunque es un contaminante que tendremos en cuenta en nuestra investigación. (PCE Ibérica, s.f.)

### 3. METODOLOGÍA

Para medir las variables vamos a utilizar una placa Arduino.

Arduino es una plataforma abierta que facilita la programación de un microcontrolador. Los microcontroladores nos rodean en nuestra vida diaria, usan los sensores para escuchar el mundo físico y los actuadores para interactuar con el mundo físico. (Aprendiendo Arduino, 2016)

Las funciones de Arduino, como ocurre con la mayoría de las placas de microcontroladores, se pueden resumir en 3 factores:

1. Cuenta con una interfaz de entrada. Esta puede estar directamente unida a los periféricos o conectarse a ellos a través de puertos. La interfaz de entrada tiene como objetivo trasladar la información al microcontrolador.
2. El microcontrolador es la pieza que se encarga de procesar esos datos. Además, varía dependiendo de las necesidades del proyecto en el que se desee usar la placa, y existe una gran variedad de fabricantes y versiones disponibles.
3. También cuenta con interfaz de salida. Esta se encarga de llevar la información procesada a los periféricos autorizados de hacer el uso final de esos datos. En algunos casos puede tratarse de otra placa en la que se centraliza y procesa la información de forma totalmente renovada, o sencillamente puede ser una pantalla o un altavoz encargado de mostrar la versión final de los datos.

(BeJob, 2017)

La placa de Arduino puede programarse con distintos lenguajes de procesador; nosotros hemos decidido usar un lenguaje de programación por bloques,

Arduinoblocks, que es muy sencillo de utilizar al ser completamente visual.

Los sensores que hemos utilizado son los que lleva implementado este lenguaje de programación, que son:

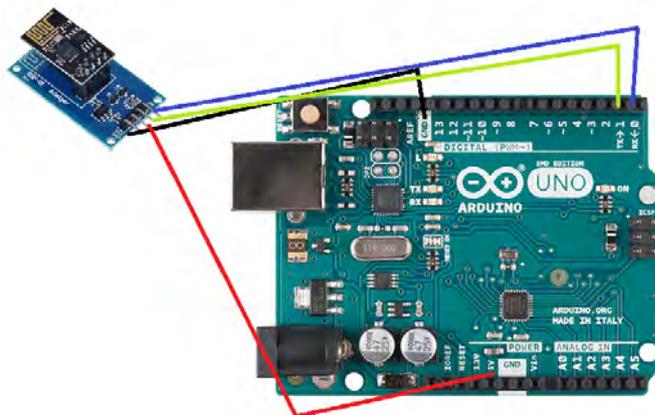
- |   |   |
|---|---|
| <b>Sensor de temperatura y humedad DHT-11</b> | Este sensor nos devuelve los valores de temperatura en grados Celsius y la humedad relativa.  |
| <b>Sensor de calidad del aire CCS811</b>      | Este sensor nos va a permitir de forma sencilla establecer la concentración de CO <sub>2</sub> en ppm.  |
| <b>Sensor MICS4514 de calidad del aire</b>    | Es un sensor pensado para medir las concentraciones de CO, NO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> y CH <sub>4</sub><br>Nosotros lo usaremos para medir la concentración de NO <sub>2</sub> en µg/m <sup>3</sup> y la de CO en mg/m <sup>3</sup> |

También hemos incluido una pantalla en nuestro dispositivo que nos va a permitir hacer una lectura inmediata de los valores de las concentraciones de los gases.



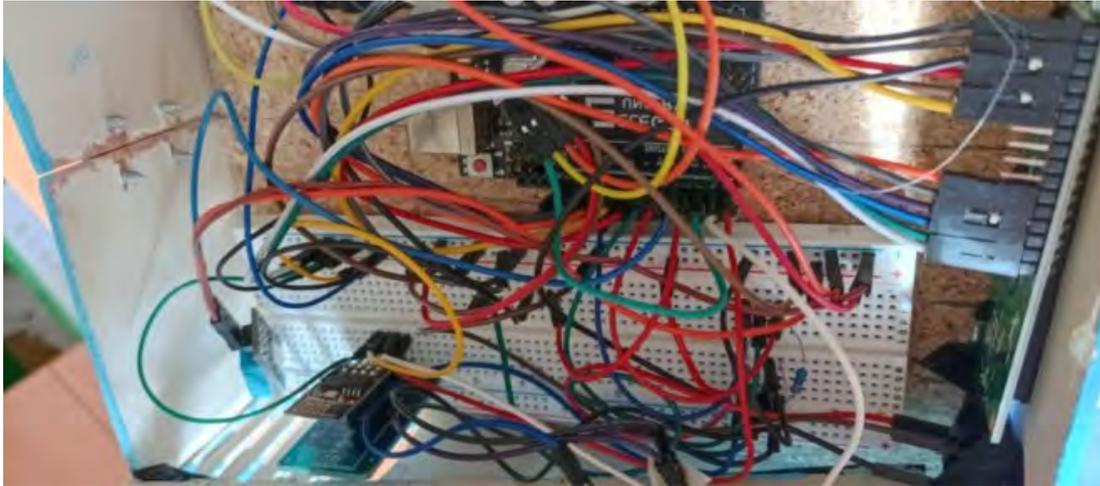
Por último, vamos a colocarle un módulo WiFi para poder conectarlo a Internet y que nos almacene los datos en un servidor externo. En este caso hemos elegido el módulo WiFi ESP8266 conectado a nuestro Arduino con un adaptador serie ESP-01.

La conexión entre Arduino y el módulo WiFi se hace de la siguiente manera:



El dispositivo, junto con los sensores, el módulo de conexión WiFi y la pantalla, está guardado en una caja de madera que cuenta con unas rejillas para que pueda circular el aire.

## Análisis de la calidad del aire en la localidad de Toro



Una vez montado todo, programamos en la plataforma de ArduinoBlocks para que salgan los datos obtenidos en la pantalla que hemos puesto en nuestro dispositivo.



Tenemos también un programa que incluye la conexión WiFi y que permite almacena las mediciones cada 45s en ThingSpeak:

# Actas PIIECYL 2022

The image displays an Arduino IDE sketch for an air quality monitoring system. The code is organized into several functional blocks:

- Inicializar:** Sets up variables for temperature, humidity, CO2, NO2, CO, and screen data. It also initializes the LCD and starts the WiFi module.
- para leer sensores:** A loop that reads data from DHT-11 (humidity and temperature), SCS811 (CO2), and MIC5414 (NO2 and CO) sensors.
- para imprimir pantalla:** A function that updates the LCD screen with the current sensor readings.
- para envia\_datos:** A block that sends the collected data to the ThingSpeak IoT platform via HTTP POST requests.

```
void inicializar() {
  // Establecer variables
  Temperatura = 0;
  Humedad = 0;
  CO2 = 0;
  NO2 = 0;
  CO = 0;
  pantalla = 0;
  datos = 0;

  // Iniciar (ESP-01 WiFi)
  Rx = 0;
  Tx = 1;
  Baudios = 9600;
  WiFi.begin(WiFiSSID, WiFiClave);
  Broker = mqttThingSpeak.com;
  Puerto = 1883;
  Cliente = WiFiClient;
  Usuario = mwa000017384303;
  Clave = OT2K1Y2K463YCGRZ;
}

void leerSensores() {
  // para leer sensores
  Humedad = DHT11.humidity;
  Temperatura = DHT11.temperature;
  CO2 = SCS811.CO2;
  NO2 = MIC5414.NO2;
  CO = MIC5414.CO;
}

void imprimirPantalla() {
  // para imprimir pantalla
  if (pantalla == 0) {
    // hacer
    LCD.iniciar();
    LCD.createText(Temperatura, "Temperatura");
    LCD.createText(Humedad, "Humedad");
    LCD.createText(CO2, "CO2");
    LCD.createText(NO2, "NO2");
    LCD.createText(CO, "CO");
    LCD.createText("mg/m3");
    LCD.createText("ppm");

    // establecer pantalla
    pantalla = 1;
  } else {
    // sino
    LCD.createText(CO2, "CO2");
    LCD.createText(CO, "CO");
    LCD.createText("mg/m3");
    LCD.createText(NO2, "NO2");
    LCD.createText("ugm3");

    // establecer pantalla
    pantalla = 0;
  }
}

void enviarDatos() {
  // para envia_datos
  ThingSpeak.publish(Tema, "CO2", CO2);
  ThingSpeak.publish(Tema, "NO2", NO2);
  ThingSpeak.publish(Tema, "CO", CO);
}

void loop() {
  leerSensores();
  imprimirPantalla();
  enviarDatos();
}
```

#### 4. EJECUCIÓN DEL DISEÑO, RECOGIDA DE INFORMACIÓN Y OBTENCIÓN DE DATOS.

Después de tener el diseño ya fabricado, hicimos una salida con el dispositivo por el pueblo, midiendo todas las variables en diferentes puntos en los que pensamos que podría haber más contaminación que en otros, y apuntamos los datos recogidos.



Estos son los datos que obtuvimos:

SITIO	HORA	TEMPERATURA	HUMEDAD	CO <sub>2</sub> (ppm)	CO (mg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
Caja Mar	3:04	14,08°C	59,78 %	422	73	73
Rotonda entrada	3:07	13,18°C	62,06 %	460	106	87
Santo Tomás	3:11	12,95°C	63,88 %	415	51	90

Actas PIIECYL 2022

Santa Marina	3:15	13,73°C	71,19 %	418	88	147
La Plaza	3:19	12,82°C	63,51 %	401	95	151
Babilonia	3:27	13,88°C	64,62 %	401	80	145
Colegiata	3:31	12,91°C	64,86 %	415	51	143
Alcázar	3:35	15,43°C	67,25 %	407	82	162
M <sup>a</sup> Molina	3:42	18,82°C	46,57 %	414	73	126
Rotonda Toro	3:49	17,41°C	51,89 %	451	43	132

Puesto que estos datos son muy puntuales, posteriormente colocamos la estación en una ventana del instituto, que está en una de las vías principales de Toro, para poder hacer tomas de datos todas las mañanas.

Estos datos van a ThingSpeak, que es una aplicación de Matlab que nos va a permitir generar de forma muy sencilla gráficas de los datos que enviemos con respecto al tiempo. También nos permite descargar los datos en formato compatible con Excel para hacerle el tratamiento que veamos necesario.

De esta manera conectamos el aparato por las mañanas en un sitio donde creemos que pueda haber una de las mayores contaminaciones del pueblo, ya que es una carretera con bastante paso de coches durante todo el día. Instalamos nuestro dispositivo con el objetivo de medir la calidad del aire en Toro, ya que no tenemos ninguna estación de calidad del aire cerca; la más cercana está en Zamora y nuestra realidad no es muy parecida a la suya. Le estamos dando un servicio al pueblo a la vez que controlamos la calidad del aire que repercute en la salud de las personas y en el medioambiente.

Se hacen medidas durante unas horas y se almacenan en ThingSpeak. Se pueden ver las gráficas en la siguiente imagen:

## Análisis de la calidad del aire en la localidad de Toro

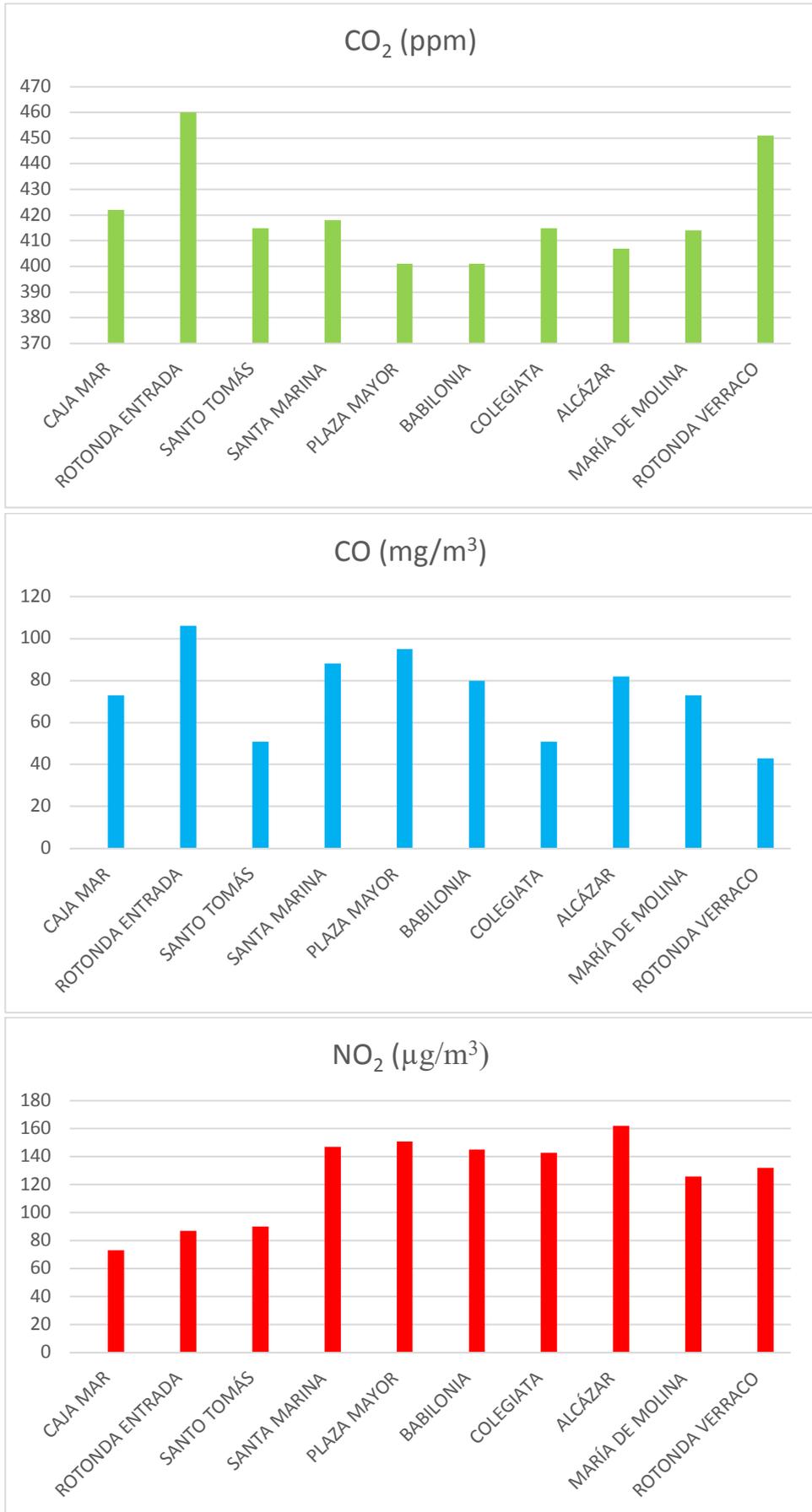


## 5. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

### 5.1. Tratamiento de los datos obtenidos en la medición alrededor del pueblo.

Para establecer un valor del nivel de la calidad del aire hicimos dos cosas:

- Por un lado, hemos calculado las medias de los valores, para poder comparar con los valores recomendados por la OMS
- Por otro lado, hemos hecho un gráfico para ver las diferencias entre unos puntos y otros de nuestra localidad.



5.2. Tratamiento de los datos de la estación de calidad del aire del

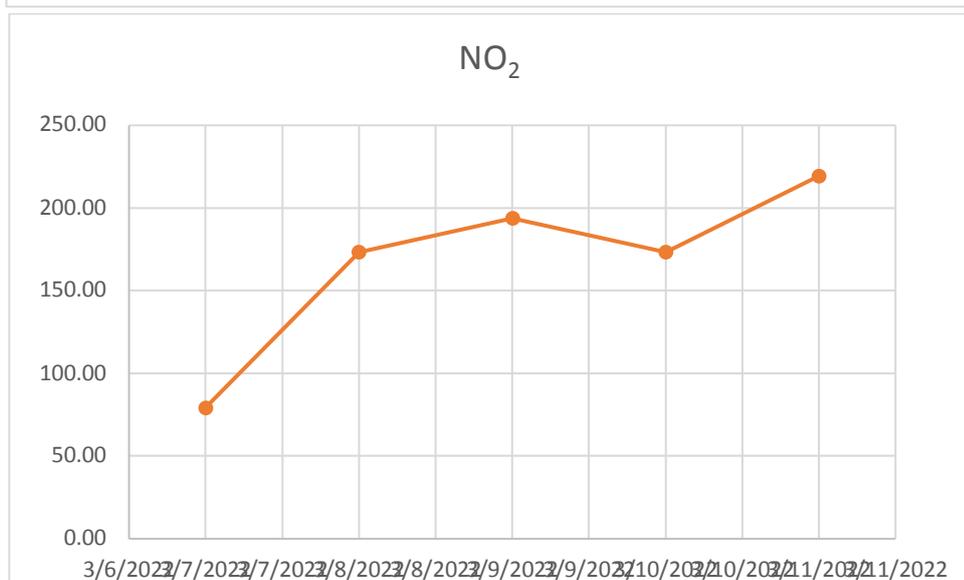
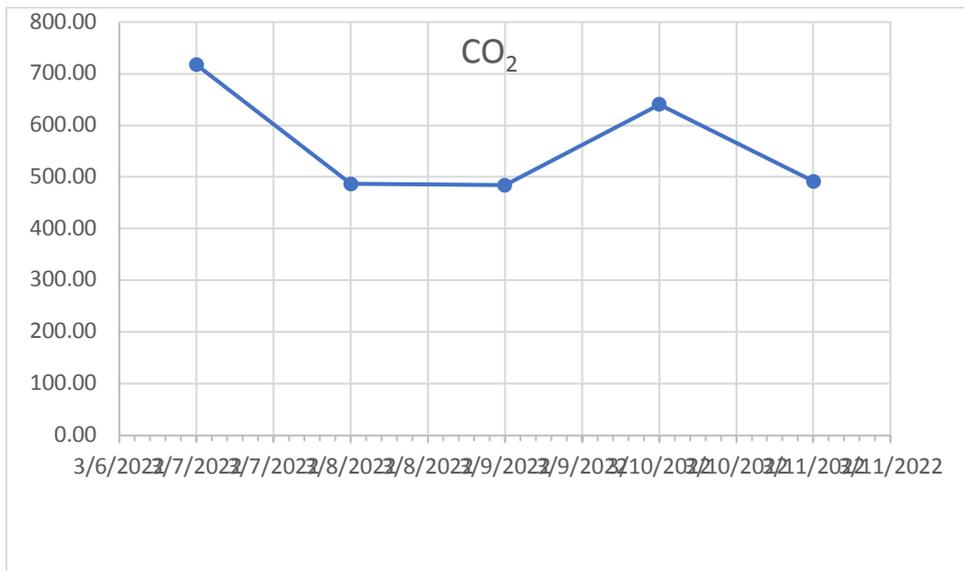
## Análisis de la calidad del aire en la localidad de Toro

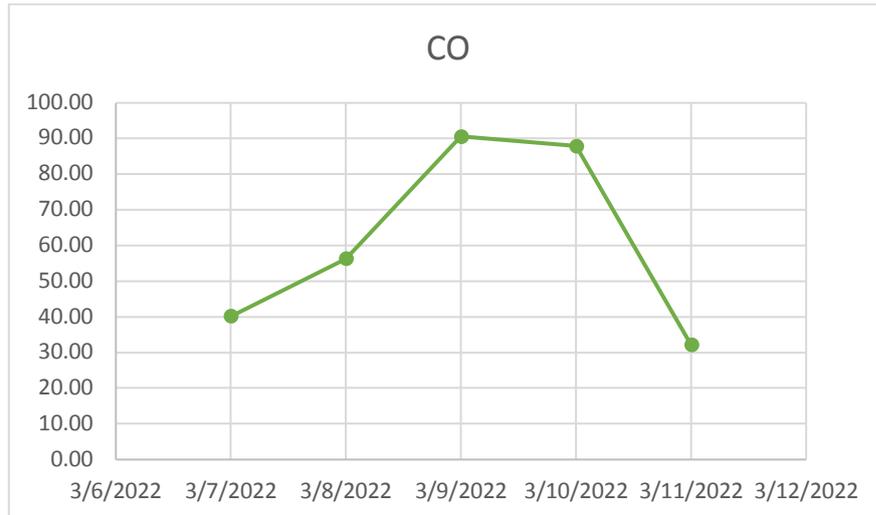
instituto.

Para poder establecer el nivel de la calidad de aire DIARIO en Toro hemos seguido los siguientes pasos:

- Colocamos la estación de calidad del aire en el exterior del centro, conectada a Internet, para que efectúe medidas durante la mañana.
- Descargamos del servidor externo (Thingspeak) los datos almacenados.
- Volcamos los datos en una hoja de cálculo y calculamos las medias diarias de las concentraciones de cada gas.
- Vamos construyendo gráficos con dichos valores.

En las siguientes imágenes se pueden ver los gráficos de las concentraciones de los gases para una semana:





## 6. CONCLUSIONES

Como hemos podido ver, en Toro la calidad del aire es relativamente buena, pero se observa que en ocasiones el valor límite de  $\text{NO}_2$  supera lo recomendable (por ejemplo, en los gráficos anteriores, el 1 de marzo superó los  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), por lo que debería seguirse monitorizando.

Los valores de CO que muestra nuestro medidor son notablemente altos con respecto a los  $10\text{mg}/\text{m}^3$  que se establece como máximo diario octohorario, pero nos tememos que eso puede ser una limitación, por un lado, del sensor, que no esté correctamente calibrado, y por otro lado de la medición, ya que no lo hemos podido tener ocho horas encendido y por tanto no hemos podido obtener el valor medio octohorario en ningún caso, sólo medias de 3 o 4 horas como máximo.

Desde luego, los valores de CO obtenidos en las mediciones que hicimos por la ciudad no pueden ser comparados con los valores recomendados, ya que son puntuales y no octohorarios.

Los valores de  $\text{CO}_2$  que se obtienen son aceptables para una zona urbana, que es donde hemos colocado el medidor.

De todas formas, vemos que nuestro medidor tiene ciertas limitaciones que nos gustaría mejorar en un futuro:

- Sería interesante contar con acceso a un medidor oficial de calidad del aire, como los de la Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León, para poder comprobar que los sensores funcionan correctamente y están bien calibrados, ya que, como se ha mencionado antes, los valores obtenidos para el CO creemos que son demasiado altos.
- También sería interesante contar con más sensores para medir la concentración de otros contaminantes, como las partículas suspendidas en el aire. Hemos tenido la oportunidad de usar nuestro medidor el día que la calima ha sido

arrastrada por la borrasca Celia a Toro y los datos que nos ha dado el medidor fueron buenos, ya que no es capaz de medir todas las variables que influyen en la calidad del aire.

Por último, destacamos que desde el IES Cardenal Pardo de Tavera queremos hacer todo lo posible para contribuir a mejorar la calidad del aire de nuestra localidad.

Entre otras actividades, los alumnos de 4º de ESO hemos formado un equipo de movilidad sostenible. En este proyecto apostamos por la movilidad sostenible, sobre todo en bicicleta. Para ello ya hemos dado diferentes pasos:

- Hemos hecho un estudio de cómo se realizan los desplazamientos al centro con la aplicación Geomove.
- Hemos planteado propuestas de aprendizaje de servicio para mejorar la movilidad por Toro.
- Hemos puesto en la entrada del instituto un aparcabicis
- Hemos dado diferentes charlas, como por ejemplo: cómo poner las cadenas del coche, cómo circular con bici/ patinete eléctrico por nuestro pueblo...
- Para impulsar que los alumnos vengan en bicicleta al centro, hemos organizado una marcha ciclista por la periferia y el centro de la ciudad, con el objetivo de promover una ruta segura en bici para que los alumnos puedan usar ese medio de transporte para venir a clase.
- Hemos organizado un taller de reparación de bicicletas.
- Hemos involucrado a la Dirección General de Tráfico y a la Policía Local, además de Protección Civil.
- Participamos en la difusión de Buenas Prácticas en el proyecto MOAI.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- *Aprendiendo Arduino*. (11 de 12 de 2016). Obtenido de <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/12/11/que-es-arduino-2/>
- *BeJob*. (14 de Febrero de 2017). Obtenido de <https://www.bejob.com/que-es-la-programacion-con-arduino-y-para-que-sirve/>
- *Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. Efectos en salud y ecosistemas*. (s.f.). Obtenido de [www.miteco.gob.es](http://www.miteco.gob.es): <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud/>
- *Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. preguntas frecuentes*. (s.f.). Obtenido de [miteco.gob.es](http://www.miteco.gob.es): [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/Preguntas\\_frecuentes\\_Calidad\\_Aire.aspx](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/Preguntas_frecuentes_Calidad_Aire.aspx)

- *Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. Valores límite y objetivos para la calidad del aire.* (s.f.). Obtenido de [https://www.miteco.gob.es/https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/Preguntas\\_frecuentes\\_Calidad\\_Aire.aspx](https://www.miteco.gob.es/https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/Preguntas_frecuentes_Calidad_Aire.aspx)
- *PCE Ibérica.* (s.f.). Obtenido de <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/definicion-calidad-aire-y-co2.htm#:~:text=La%20concentraci%C3%B3n%20de%20di%C3%B3xido%20de,oficinas%20es%20de%201.500%20ppm.>

baeh *Investigación  
Innovación*

bachillerato

# **Las crisis económicas y su reflejo en el séptimo arte. El crack del 29 y la Gran Recesión de 2008**

Jimena Ballesteros Calleja

Gregoria Antón Castrillo (Coordinador)

IES Alonso Berruguete  
Avda. Ponce de León nº 2.  
34005 Palencia.  
34001911@educa.jcyl.es

## **Resumen**

Hoy en día, el cine es una de las industrias del entretenimiento más populares y consumidas de todo el mundo, ya sea en las “salas de cine”, o bien a través de servicios de contenidos digitales o de la televisión. Por otro lado, el término “crisis” es aplicado a múltiples situaciones en la vida cotidiana. La crisis objeto de análisis en este trabajo de investigación es la económica.

Se estudian en profundidad dos crisis financieras concretas: el crack del 29 o “Gran Depresión” por ser la caída más devastadora en la historia de la Bolsa de Estados Unidos, con un alcance global y secuelas visibles durante las décadas posteriores; y la Gran Recesión de 2008, donde el mundo estaba sumergido en una de las crisis económicas y sociales más duras y agobiantes de la historia reciente.

Para ello, se analizan unas películas representativas de esas fechas a partir de cuatro categorías de análisis: el reflejo de la pobreza, el papel de la mujer, el de los financieros y el de la familia. A la luz de lo investigado, se ha podido concluir que las películas de la Gran Depresión tienen un carácter más humano y social, centrando su atención en los afectados por el desastre económico. En ellas, las mujeres ostentan papeles muy activos, al igual que la familia. Por otro lado, las películas de la Gran Recesión de 2008 tienen un carácter más técnico, mucho más centrado en el ámbito económico, sector dominado por el sexo masculino y en el que ni las mujeres ni la familia aparecen muy representadas. Finalmente, la hipótesis de partida del proyecto, si el cine es un testimonio fiel de la realidad de cada momento histórico, queda

confirmada.

**Palabras Clave:** Crisis económica, cine, crack del 29, Gran Recesión de 2008, Bolsa de Nueva York, hipotecas subprime.

**Keywords:** Economic crisis, cinema, crash of 29, Great Recession of 2008, New York Stock Exchange, subprime mortgage.

## Planteamiento del problema

Cuando se habla de cine se hace referencia, al mismo tiempo, a una técnica, una industria y a una forma de expresión artística, cuyo rasgo central es la capacidad de recrear la ilusión del movimiento a partir de la captura y exhibición de fotografías (fotogramas) continuas a una velocidad mayor a la que el ojo puede detectar.

La palabra “cine” es la forma abreviada de cinematografía, formada a su vez por las voces griegas kiné (“movimiento”) y graphos (“escritura” o “inscripción”), y es como se conoce a esta técnica particular inventada en el siglo XIX.

Inicialmente, se trató de un paso adelante en la evolución de la fotografía, pero a partir de 1895 pasó a ocupar un lugar privilegiado entre las formas de espectáculo usuales en la época. Al ser aplicada al propósito de contar historias, la técnica cinematográfica devino también en un género artístico denominado “séptimo arte”.

Hoy en día, el cine es una de las industrias del entretenimiento más populares y consumidas de todo el mundo, ya sea en teatros especialmente adaptados para ello (las “salas de cine”), o bien a través de servicios de contenidos digitales o de la televisión.

Se puede afirmar con rotundidad que el cine no es ajeno a los problemas que afectan a la sociedad y que la actualidad imperante en cada época es trasladada a la gran pantalla, por lo tanto, los casos particulares de las crisis económicas y los periodos de depresión financiera que las siguieron han estado muy presentes en la industria del celuloide.

El inicio de la Gran Depresión o el llamado “crack del 29” puede situarse en el conocido como “jueves negro”. El 24 de octubre de 1929 se produjo el hundimiento de la principal bolsa de valores del mundo, la Bolsa de Nueva York. No hacía mucho, el 3 de septiembre del mismo año, el precio de los valores negociados alcanzaba su máximo histórico. Las cotizaciones llegaron a su mínimo en 1932 y el nivel anterior a 1929 no se recuperó hasta 1954.

El colapso bursátil tuvo graves consecuencias en la economía: creó expectativas pesimistas respecto al futuro que comprimieron el consumo y la inversión, destruyó el ahorro de muchas familias y las empobreció e interrumpió la financiación de muchas empresas entre otras consecuencias.

## Las crisis económicas y su reflejo en el séptimo arte. El crack del 29 y la Gran Recesión de 2008

La crisis financiera global de 2008 se desató de manera directa debido al colapso de la burbuja inmobiliaria en los Estados Unidos en el año 2006, que provocó aproximadamente en octubre de 2007 la llamada crisis de las hipotecas subprime. Las repercusiones de la crisis hipotecaria comenzaron a manifestarse de manera extremadamente grave desde inicios de 2008, contagiándose primero al sistema financiero estadounidense, y después al internacional, teniendo como consecuencia una profunda crisis de liquidez, y causando, indirectamente, otros fenómenos económicos, como una crisis alimentaria global.

El cine clásico de Hollywood de los años 30 y 40 fue testigo de la crisis del 29 y sus repercusiones. En el presente trabajo se tratará de investigar cómo reaccionaron los cineastas y la huella que dejó la situación económica de aquellos años en el recién nacido celuloide.

De la Gran Depresión del 29 se pasará a la Gran Recesión del año 2008, la mayor crisis financiera internacional desde el “crack”.

En este estudio se pondrá de manifiesto cómo de nuevo el cine reflejará la realidad financiera que sacudió el mundo en aquellos años del nuevo siglo XXI. Se tratará de llegar a la afirmación de que el “séptimo arte” respondió de una forma muy similar tanto en la Gran Depresión como en la Gran Recesión a pesar de que entre ambas situaciones haya un espacio temporal de ochenta años.

### **Planteamiento de hipótesis**

Con este proyecto de investigación se pretende demostrar que el cine no es simplemente un ocio barato y sin recorrido, sino que se encuentra íntimamente unido a la sociedad y, por ello, constituye un fiel reflejo de la realidad en cada momento histórico.

En resumen, con este trabajo se espera probar que, ante una crisis financiera tremenda como es el “crack del 29” o el estallido de la burbuja inmobiliaria de 2008 (por poner uno de los tantos nombres que se le dio), el séptimo arte no se mantuvo al margen sino todo lo contrario. A través de las películas de la época se pueden vislumbrar los efectos de la situación financiera en la sociedad y los estragos producidos.

### **Objetivos**

El objetivo general de este proyecto es analizar, a través de variadas categorías de estudio, elementos comunes entre ambas crisis económicas, el crack del 29 y la Gran recesión de 2008, que han sido reflejados en el séptimo arte a través del visionado de películas representativas de cada época. Así, este proyecto busca estudiar los siguientes aspectos:

- Validar si el cine es una fuente histórica apropiada en el reflejo de la realidad económica financiera de ambos momentos temporales.
- Reflejar el tratamiento cinematográfico de las consecuencias de ambas crisis económicas, crack del 29 y la Gran Recesión del 2008, estableciendo semejanzas y diferencias.
- Analizar el papel de los personajes (familia, comunidad, la mujer, los financieros...) en la narrativa cinematográfica.
- Comprender los distintos enfoques que los directores de esas cintas han buscado en el desarrollo de sus propuestas.

## **Metodología aplicada**

La investigación ha comenzado basándose en un análisis de fuentes documentales. En ella, se ha expuesto el contexto histórico previo a las crisis, centrando la atención en Estados Unidos. Además del contexto, en esta parte se describen algunas de las causas que motivaron la Gran Depresión y la Gran Recesión, y su reflejo en la sociedad de la época.

Además, se han visualizado y analizado películas de esas fechas haciendo hincapié en los temas tratados en ellas, comportamiento de los personajes, enfoque y reacción del público en las salas de cine. Se han escogido tres películas representativas de cada crisis económica.

Los criterios para la selección de las cintas son, entre otros, la gran difusión que tuvieron en su momento y en el actual, es decir, que sean conocidas por el gran público y su palmarés (premios en festivales, que se encuentren en listados de mejores películas...).

El listado de films a analizar con respecto al “crack del 29” es el siguiente:

- El pan nuestro de cada día (King Vidor, 1934)
- Tiempos modernos (Charles Chaplin, 1936)
- Las uvas de la ira (John Ford, 1940)

Las películas a estudiar para el caso de la crisis del 2008 son:

- Los últimos días de Lehman Brothers (Michael Samuels, 2009)
- El precio de la codicia (J. C. Chandor, 2011)
- 99 casas (Ramin Bahrami, 2014)

Para analizar las películas, se ha empleado una metodología cuantitativa, donde se han establecido previamente, las siguientes categorías de estudio:

- El reflejo de la pobreza
- El papel de la familia
- El papel de la mujer
- El papel de los financieros

Finalmente, a partir de los datos y la información recogida se ha elaborado un informe final con las conclusiones obtenidas.

## **Resultados y elaboración de conclusiones**

### **Categorías de análisis**

Con el fin de estudiar las películas citadas en el apartado anterior, se establecerán las siguientes categorías de análisis: el reflejo de la pobreza, el papel de la familia, el papel de la mujer y el papel de los financieros. Estas cuatro categorías se han seleccionado al estar presentes en todas las películas propuestas. Por tanto, permiten ver cómo se tratan estos temas en cada uno de los films y establecer similitudes y diferencias.

#### **6.3.1. Reflejo de la pobreza**

En cuanto a las películas de la Gran Depresión, la pobreza está reflejada con mucha claridad. Así, en “Las uvas de la ira”, la familia protagonista refleja a la perfección la miseria y las dificultades que en esa época sufrían los agricultores estadounidenses.

La agricultura del país ya se encontraba fuertemente dañada antes de la crisis de 1929 debido al llamado “Dust Bowl”, un periodo de continuas tormentas de arena y sequías que asolaron los cultivos de las fértiles praderas americanas desde el Golfo de México hasta Canadá. A todo ello se suma la progresiva mecanización del campo, que permite utilizar menos mano de obra y los terribles efectos del crack del 29, que supusieron un descenso en el precio de los productos agrícolas. En este contexto, los embargos se multiplicaron y la población se vio forzada a emigrar (en “Las uvas de la ira” los Joad se trasladan a California) en busca de trabajo y una vida mejor. No obstante, el camino será largo y los Joad tendrán que soportar las malas condiciones y el hacinamiento presentes en los campamentos de emigrantes.

La situación de los Joad es la misma que la de los habitantes de Arcadia en “El pan nuestro de cada día”, es decir, granjeros cuyas propiedades han sido embargadas y se ven obligados a emigrar al oeste. No obstante, en esta segunda película los agricultores encuentran otra salida a la emigración, gracias a la iniciativa llevada a cabo por John Sims. Los Sims, por su parte, son el prototipo de afectados por el crack del 29, pero en lugar de ser del ámbito agrario, son del urbano.

Por otro lado, en “Tiempos modernos” la protagonista femenina es la que mejor representa la pobreza inherente en la sociedad de esos tiempos. La muchacha tiene que valerse de todo su ingenio y picaresca con el fin de conseguir alimento para su familia, ya que en ese momento carecen de ingresos al ser su padre un desempleado. Su situación se agrava al morir el progenitor y estar sus hermanas pequeñas bajo la custodia de las autoridades.

En cuanto a las películas del 2008, excepto “99 casas”, la pobreza apenas se refleja en pantalla. La acción se centra en la vida de los financieros (protagonistas en “Los últimos días de Lehman Brothers y “El precio de la codicia”) antes de la crisis. Por lo tanto, los efectos de la futura Gran Recesión son percibidos por los personajes como algo lejano que no alterará sus vidas, ya que afectará sobre todo a sus clientes, la gente de a pie. A pesar de esta convicción, las grandes compañías como Lehman Brothers y el banco de inversión del “El precio de la codicia” no pueden escapar de las consecuencias de las crisis y acaban cayendo. Se podría afirmar, además, que el foco de atención ha cambiado, es decir, en vez de reflejar la pobreza que sufren las víctimas de las crisis como ocurre en las películas de la Gran Depresión, la acción se centra fundamentalmente en los financieros y cómo al final sus actos en la bolsa les trajeron la ruina.

Como se ha mencionado anteriormente, la excepción a todo lo ya expuesto sería la película “99 casas”. En ella la acción se centra principalmente en la familia Nash. Dennis Nash es un albañil en paro como consecuencia del estallido de la burbuja inmobiliaria, motiva por la crisis del 2008. Debido a su situación de desempleo, carece de ingresos suficientes para pagar su hipoteca (una de las muchas hipotecas “subprime” que se concedieron antes de la crisis) y es desahuciado por impago. Esta fue la tónica habitual durante los años de la crisis (como se muestra en la película cuando el protagonista trabaja ejecutando muchos otros desahucios). Miles de familias, incapaces de hacer frente a los altísimos intereses de sus hipotecas y víctimas del paro, se vieron en la calle sin ningún recurso.

### **6.3.2. El papel de la familia**

En lo referente a las películas del crack del 29, la familia está muy presente y tiene un protagonismo muy destacado. En “Las uvas de la ira” la familia es uno de los pilares fundamentales. Este hecho se hace evidente desde el inicio del film, cuando Tom Joad decide marcharse con sus padres, hermanos y abuelos rumbo a California a pesar de que eso viola su libertad condicional. De esta forma, los Joad consiguen mantenerse unidos en su lucha contra la miseria. En definitiva, la familia aparece como símbolo de resistencia, una red interconectada y fuerte capaz de salir adelante y superar cualquier obstáculo uniendo sus fuerzas.

En esta misma línea se perfila la comunidad de afectados por la crisis que se forma en “El pan nuestro de cada día”. Esta agrupación, aunque carece de lazos de sangre,

ejerce funciones y valores familiares. En ella no solo predomina el esfuerzo colectivo para superar adversidades y conseguir objetivos, sino la solidaridad. Esta última se manifiesta a la perfección cuando Louie, uno de los habitantes de Arcadia y fugitivo de la ley, se entrega a las autoridades con el fin de que la comunidad reciba la recompensa para abastecer la despensa.

En cuanto a “Tiempos modernos”, la protagonista está muy unida a sus hermanas y su padre. Cuando por los azares de la vida tiene como única compañía al personaje interpretado por Chaplin, ambos forman una alianza similar a la familia que les permite, como en ocurre en “Las uvas de la ira” y en “El pan nuestro de cada día”, sobrevivir.

Por otro lado, la familia en las películas de la crisis del 2008 aparece diluida, cobrando más fuerza el ámbito laboral, que es básicamente el eje en torno al cual gira la vida de los personajes. Como consecuencia, la vida familiar queda relegada a un segundo plano.

En “El precio de la codicia” no hay ninguna referencia a la familia por parte de los personajes. La acción se centra exclusivamente en el ámbito laboral, con los compañeros de trabajo y los jefes. Lo mismo ocurre en “Los últimos días de Lehman Brothers”. No obstante, en esta película sí que hay una referencia directa a la familia por parte del narrador, Zach. Para explicar cómo las hipotecas “subprime” hundieron Wall Street, pone de ejemplo a su hermana, que adquirió una de esas hipotecas y acabó desahuciada al verse incapaz de devolver el préstamo.

Sin embargo, “99 casas” rompe la tendencia de las otras dos películas. En ella se presenta desde el principio a un núcleo familiar consolidado, formado por la abuela, el padre y el hijo pequeño de este. Se muestran como una unidad fuerte y amorosa. No obstante, en vez de luchar juntos para poder salir adelante como ocurre en las películas de la Gran Depresión, es el padre, Dennis, el que realiza el mayor esfuerzo por garantizar la supervivencia de la familia. Para ello, está dispuesto incluso a ponerse al servicio del hombre que los echó de su hogar y convertirse en gestor de desahucios, es decir, pasa a ser como sus “enemigos”.

### **6.3.3. El papel de la mujer**

Tanto en “Las uvas de ira” como en “Tiempos Modernos”, los personajes femeninos desprenden una fuerza arrolladora. De esta forma, en “Las uvas de ira”, Ma Joad es una mujer fuerte y obstinada, con un carácter muy marcado, capaz de sobrevivir a la dureza y las inclemencias del viaje que emprenden por la carretera 66. Además, es el principal artífice de la resistente unión de la familia y la protectora de todos sus miembros.

En esta misma línea se perfilan los rasgos de la muchacha protagonista de “Tiempos modernos”. Es una mujer que destaca por su inteligencia a la hora de robar con el fin de llevar algo de alimento para su familia. También es tenaz, ya que es capaz de

soportar el hambre prolongado y la falta de un techo donde cobijarse. No obstante, no se rinde en ningún momento, siempre está luchando por sobrevivir un día más.

En cuanto a “El pan nuestro de cada día”, los personajes femeninos no presentan la misma fuerza y determinación que en las otras dos películas. Mary Sims es la típica ama de casa, buena esposa y amante de su marido. Tiene una gran capacidad de adaptación y tolerancia a las diversas penurias a las que se ve sometida. Además, es muy generosa y caritativa con los miembros de la comunidad. También muestra un arrebato de coraje al enfrentarse a Sally, la presunta amante de su marido, a la que echa de la finca. Por su parte, Sally es bastante manipuladora y posee un encanto especial que acaba hechizando momentáneamente al protagonista. Es una mujer que conoce perfectamente cuáles son sus armas y sabe cómo usarlas para conseguir lo que quiere, en este caso, el amor de John.

En las películas referidas a la crisis del 2008 los personajes femeninos pierden la relevancia que ostentaban en las de la Gran Depresión. La presencia de personajes femeninos es, en general, bastante limitada, sobre todo “Los últimos días de Lehman Brothers”, en la que aparecen esporádicamente extras femeninos y donde la única intervención de peso para la acción del film es el monólogo de la hermana del protagonista explicando cómo consiguió y perdió su casa a causa de las hipotecas “subprime”.

También se hace evidente a través del visionado de estos films que el sector financiero está dominado por el género masculino. Las mujeres presentes en estos negocios constituyen una excepción, como ocurre en “El precio de la codicia” con el personaje de Demi Moore, Sarah. Moore interpreta a un personaje fuerte e inteligente que ha sabido prosperar en el mundo de las finanzas, aunque acabe siendo el chivo expiatorio de la mala gestión de la compañía.

En “99 casas”, la presencia de personajes femeninos es un tanto mayor que en las anteriores películas. Aun así, muchos de ellos apenas se caracterizan, siendo la madre del protagonista, Lynn Nash, las más relevante. Sobresale por su papel de protectora de la familia, similar al ejercido por Ma Joad en “Las uvas de la ira”.

#### **6.3.4. El papel de los financieros**

La imagen que proyectan de los financieros las tres primeras películas es pésima. Concretamente, en “Las uvas de la ira” se les presenta como personas sin escrúpulos que no dudan en poner en la calle a familias sin más recursos que su parcela de terreno con el único propósito de ganar dinero. Lo mismo ocurre cuando la familia Joad llega a California y se topa con los terratenientes de esas tierras, que, ante la gran cantidad de gente dispuesta a trabajar, ofrecen salarios ínfimos a los desesperados emigrantes.

Esta concepción tan negativa de los financieros es igualmente evidente en “El pan nuestro de cada día”. De hecho, la primera escena de la película muestra a un

## Las crisis económicas y su reflejo en el séptimo arte. El crack del 29 y la Gran Recesión de 2008

acreedor pidiendo el alquiler a Mary Sims, que la amenaza abiertamente con el desahucio si en su próxima visita no tiene el dinero. También es significativo el momento en el que se subasta Arcadia por falta de rentabilidad. Únicamente la intimidación ejercida por los habitantes de la finca hacia los posibles compradores consigue evitar que el banco los desahucie y se enriquezca a costa de su miseria.

En “Tiempos modernos”, son los empresarios los verdaderos villanos de la película. Al igual que en el caso anterior, su único propósito es enriquecerse. Para lograr su objetivo, no dudan en incorporar máquinas a sus fábricas para incrementar la producción, aunque con ello se destruyan cientos de puestos de trabajo (tampoco se esforzaron por solucionar el gran paro existente). Cabe destacar el hecho de que los empleados que permanecieron en su puesto haciéndose cargo de las máquinas, sufrieron problemas de salud (como el protagonista de la película) debido al frenético y continuo ritmo de trabajo al que fueron sometidos.

Por otro lado, en las películas de la crisis del 2008, esa concepción tan negativa de los financieros se mantiene. Estas tres últimas películas les perfilan con mucha más dureza que las anteriores. Aquí, son personas sin escrúpulos capaces de cualquier cosa con tal de conseguir su objetivo y enriquecerse aún más por el camino.

Esta falta de moralidad en los actos que realizan se refleja a la perfección en la película “El precio de la codicia”, donde el director y los empleados de un importante banco de inversión están dispuestos a vender activos “basura” para evitar la quiebra de la compañía. No les importan las personas a las que pueden arruinar, ni el daño que pueden provocar. Lo único relevante es el dinero y salvar la compañía. Esta obsesión por salvar la compañía a toda costa y a cualquier precio también se hace evidente en “Los últimos días de Lehman Brothers”.

En “99 casas” ocurre algo similar. La familia Nash es una de miles de afectadas por las hipotecas “subprime” y como tantos, no pueden pagar los elevados intereses del préstamo, lo que desemboca en desahucio. En este contexto, los financieros se ganan su mala imagen por el papel que desempeñaron los años previos a las crisis de 2008 (concediendo hipotecas a personas cuyos ingresos no garantizaban la devolución del préstamo con el único propósito de obtener beneficios). No obstante, en “99 casas”, el personaje de Rick Carver (una pieza más del sistema financiero), es un agente inmobiliario que se aprovecha sin ningún escrúpulo de la desgracia de los demás. En otras palabras, compra las viviendas embargadas muy baratas para después venderlas por mucha más.

## Conclusiones

El 28 de diciembre de 1895 tuvo lugar en París lo que muchos consideran la primera proyección fílmica pagada y con público. Acudieron 35 personas y lo que se vio en pantalla fue la salida de unos obreros de una fábrica de Lion. Estos pocos segundos

de imágenes, concretamente 46, fueron grabados por los hermanos Lumière, al igual que “La llegada del tren a la estación de Ciotat”, de gran impacto para esos primeros espectadores de finales del siglo XIX.

¿Por qué los Lumière eligieron filmar a unos obreros y a una locomotora en lugar de perderse en cuentos y fantasías? Desde un primer momento, el nuevo invento, el cinematógrafo, fijó su línea de actuación priorizando la realidad de la vida cotidiana y sus acontecimientos en cada época. No es de extrañar que el cine reaccione y recoja fielmente el impacto y las consecuencias en la sociedad de las catástrofes económicas vividas en 1929 y 2008. Por tanto, la hipótesis primigenia del trabajo (el cine es un testimonio fiel de la realidad de cada momento histórico) queda confirmada.

De esta manera, las películas analizadas en este trabajo reflejan el efecto provocado en todos los ámbitos de la vida por la Gran Depresión y la Gran Recesión. A partir de los seis films analizados se pueden extraer las siguientes conclusiones:

### **Películas de la Gran Depresión**

1. Se puede afirmar que las películas relativas al crack del 29 tienen un carácter más humano y social, retratando a la perfección los efectos devastadores de esta crisis sobre la sociedad del momento. En otras palabras, centran su atención en los afectados por el desastre económico.
2. Esta tendencia más centrada en la vida de las personas desemboca en que la familia y los personajes femeninos encarnen un papel primordial. De esta forma, la familia, esta alianza entre individuos, representa una fuerza inconmensurable, capaz de superar cualquier dificultad que la vida les ponga por delante.
3. Dentro de esta comunidad, las mujeres se caracterizan por ser tenaces, protectoras, inteligentes y por intentar mantener a la familia unida a toda costa. En definitiva, los personajes femeninos ostentan papeles muy activos.

### **Películas de la Gran Recesión de 2008**

1. Estas películas tienen un carácter más técnico, mucho más centrado en el ámbito económico. Por tanto, los protagonistas son los propios financieros que provocaron esa crisis. La acción no se centra en ningún momento en las víctimas de la catástrofe económica.
2. Como consecuencia de ese carácter más especializado, centrado en el sector financiero dominado por el sexo masculino, las mujeres son reflejadas en mucha menor medida.
3. En consonancia con lo anterior, el papel de la familia es, en general, prácticamente inexistente.

A pesar de los años que separan los dos bloques de películas estudiadas (algo más de 80 años) y los grandes cambios que ha experimentado la sociedad en ese tiempo, el

papel de los financieros no ha cambiado. Se caracterizan fundamentalmente por su falta de escrúpulos y el ansia de enriquecerse, que los lleva a cometer los catos más viles.

## Referencias

- Abadía, L. (2009). *La crisis Ninja y otros misterios de la economía actual*. Espasa.
- García Martín, P. (2018). *Los hermanos Lumière y el nacimiento del cine*. *National Geographic Historia*. [https://historia.nationalgeographic.com.es/a/hermanos-lumiere-y-nacimiento-cine\\_12264](https://historia.nationalgeographic.com.es/a/hermanos-lumiere-y-nacimiento-cine_12264)
- Hernández Rubio, J. (2014). *La crisis de la Gran Depresión en Estados Unidos. Su reflejo en la industria del cine y en películas representativas*. [Tesis doctoral, Universidad Carlos III de Madrid]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=94557>
- Jenkins, P. (2002). *Breve historia de Estados Unidos*. Alianza Editorial.
- Mainer, C. (2013). El cine norteamericano durante la Gran Depresión. *Revista científica de cine y fotografía*, 3, 171-200. <https://doi.org/10.24310/Fotocinema.2013.v0i6.5914>
- Pineda L. (2011). La crisis financiera de los Estados Unidos y la respuesta regulatoria internacional. *Revista Aequitas: Estudios sobre historia, derecho e instituciones*, 1, 129-214. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3819462>
- Sanchís Maldonado, V. (2019). *La Gran Depresión en el cine (1929-1941)* [Trabajo de fin de grado, Universidad Rey Juan Carlos de Madrid] <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=744445>
- Slaikeu, K. A. (1988). *Intervención en crisis*. Manual Moderno.

# **Estudio de la influencia en la conductividad eléctrica del agua del Canal de Castilla tras su confluencia con el río Carrión. Prototipo preliminar de un equipo de medida con tecnología IOT**

Alejandro Araujo Villasur  
Jesús Calle Gil  
Jorge Peláez Gallego

José Joaquín Sarmiento Antón (Coordinador)

IES Sem Tob  
Avda. de los Peregrinos s/n  
Carrión de los Condes, Palencia  
34000581@educa.jcyl.es

## **Resumen**

En el lugar denominado Calahorra de Ribas (provincia de Palencia) se cruzan el Canal de Castilla y el río Carrión. El Canal de Castilla se alimenta en Alar del Rey con aguas del río Pisuerga. En Calahorra, se mezclan las aguas de los dos, continuando entonces el Canal de Castilla con una mezcla de aguas. Dependiendo de las condiciones de las dos cuencas (Pisuerga y Carrión), las características fisicoquímicas del agua proveniente de cada una de ellas, se espera que sean distintas. Y por lo tanto en el caso del Canal de Castilla, se espera que estas características sean diferentes antes y después de la mezcla de aguas. La intención de nuestro estudio es constatar si esta idea inicial, se corresponde con una realidad que podamos medir. Dadas nuestras limitaciones técnicas y temporales, y nuestro interés principalmente educativo, de entre todos los parámetros posibles, nos centraremos en uno, la conductividad eléctrica del agua. La conductividad eléctrica del agua (CE) y el total de sólidos

disueltos (TDS) son dos parámetros que se suelen utilizar como parámetros de calidad del agua. La CE se puede medir con facilidad y de forma barata in situ con equipos portátiles, mientras que la determinación directa del TDS requiere instalaciones más complejas y más tiempo. Por eso, los equipos que infieren el TDS desde la CE son muy utilizados. Los equipos portátiles que se utilizan para medir el TDS, le infieren de medidas de la conductividad eléctrica realmente. Nuestro propósito es utilizar un equipo de este tipo, de bajo coste y disponible actualmente en nuestro Centro para hacer las medidas y para calibrar nuestro propio equipo.

**Palabras Clave:** Canal de Castilla, conductividad eléctrica, agua, Calahorra de Rivas, Carrión.

**Keywords:** Canal de Castilla, electric conductivity, water, Calahorra de Rivas, Carrión.

## Descripción del Proyecto

### Hipótesis y Objetivos

Nuestra hipótesis está relacionada con la mezcla de aguas que se produce cuando el Canal de Castilla, cruza el río Carrión.

Al tratarse de aguas que provienen de dos cauces independientes, se espera que los parámetros fisicoquímicos sean diferentes también.

En concreto en el Canal de Castilla tras producirse la mezcla, debería notarse una alteración en estos parámetros fisicoquímicos.

De entre todos los parámetros posibles, hemos escogido por razones operativas la conductividad eléctrica.

Por lo tanto, nuestra hipótesis se podría plantear de la siguiente manera:

“La conductividad eléctrica del agua del Canal de Castilla, en la confluencia de este con el río Carrión sufrirá una discontinuidad.”

### Metodología

Nuestra manera de proceder estuvo basada en los siguientes puntos:

- Profundizar en el conocimiento de los conceptos de CE y TDS y su importancia para determinar la calidad del agua, y los procedimientos de medida e inferencia que se utilizan para su determinación.
- Analizar la mezcla de aguas en Calahorra de Ribas (Palencia).
- Medir la evolución longitudinal de las medidas de la CE a lo largo del Canal de Castilla desde Frómista a la Dársena del Canal en Palencia, en especial en

# Estudio de la influencia en la conductividad eléctrica del agua del Canal de Castilla tras su confluencia con el río Carrión. Prototipo preliminar de un equipo de medida con tecnología IOT

Calahorra de Ribas.

- Seguir la evolución temporal de la CE en el agua del río Carrión a su paso por Carrión de los Condes con la intención de perfeccionar un procedimiento para la medida efectiva de dicha conductividad.
- Adquirir conocimiento sobre la medida de la calidad de las aguas a partir de su CE y practicar en la realización de estas medidas.
- Diseñar e implementar el prototipo preliminar, tanto de hardware como de software de un aparato de medida con una precisión aceptable, utilizando tecnología de internet de las cosas (IOT).
- Nuestro trabajo, por simplicidad y viabilidad del proyecto de investigación, se centraría en el diseño y la programación de la parte instrumental solamente, no de un sistema de alimentación basado en placa fotovoltaica, que realmente lo haría completamente autónomo.

## Resultados y conclusiones

### A) Instrumentación

Tras un estudio de las opciones disponibles y de nuestra disponibilidad, utilizamos el siguiente equipo por tener la precisión suficiente para nuestras medidas.

Se trata de un probador de la calidad del agua para piscinas, acuarios, agua de bebida, etc., que muestra la temperatura de la muestra del agua en un intervalo entre 0'1 y 80°C, la conductividad eléctrica entre 0 y 9999  $\mu\text{S}/\text{cm}$  con una precisión del 2%, y el total de sólidos disueltos (TDS) en el rango entre 0 y 9999 ppm con una precisión del 2%, según las especificaciones del fabricante.



**Figura 1:** Probador de calidad de aguas

Adicionalmente, se diseñó y construyó aparataje para la toma de muestras, así mismo se montó un equipo de medida basado en un microcontrolador ESP8266 como complemento de nuestro trabajo.

### B) Elaboración del protocolo de medida

Para ello realizamos diferentes estudios sobre las aguas del río Carrión que teníamos accesible en la ubicación de nuestro instituto, que debían probar todo nuestro instrumental y nuestra manera de hacer, de forma que se asegurase que no iba a haber sorpresas el día de la expedición.

De hecho, las medidas se realizaron en el entorno del paraje denominado El Plantío de la localidad de Carrión de los Condes.

Los valores obtenidos durante estos estudios previos se detallan en el Anexo I.

### B) Dependencia con la posición del caudal

Se tomaron muestras en el centro del caudal y se compararon con las muestras tomadas a 1'5 m de la orilla.

*Hay diferencia, pero esta diferencia es pequeña (entre 2 y 2'5  $\mu\text{S/cm}$ ).*

**Figura 2**

### C) Dependencia con la "fluidez" de la zona

En este estudio se compararon las medidas tomadas en el centro del caudal y en una zona más estancada entre la vegetación de la orilla.

Sí que se observa una diferencia importante entre estas medidas (cerca de 15  $\mu\text{S/cm}$ )

Estudio de la influencia en la conductividad eléctrica del agua del Canal de Castilla tras su confluencia con el río Carrión. Prototipo preliminar de un equipo de medida con tecnología IOT



Figura 3

#### D) Dependencia con el caudal

Con los datos que hemos obtenido *no se observa covariancia con el caudal* medido por la CHD en su estación de Pino del Río (aguas arriba de nuestra localidad).

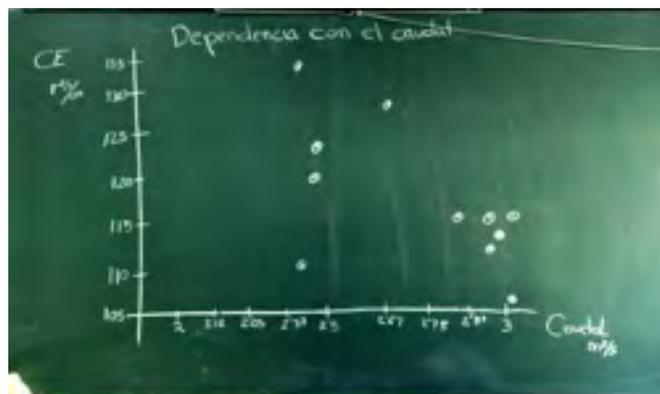


Figura 4

#### E) Dependencia con la temperatura de la muestra

Nuestro equipo de medida toma la temperatura de la muestra e internamente, con una fórmula de corrección referencia dicha medida a 25°C. Por lo tanto, *después de esta corrección no se observa dependencia con la temperatura de la muestra* como era de esperar

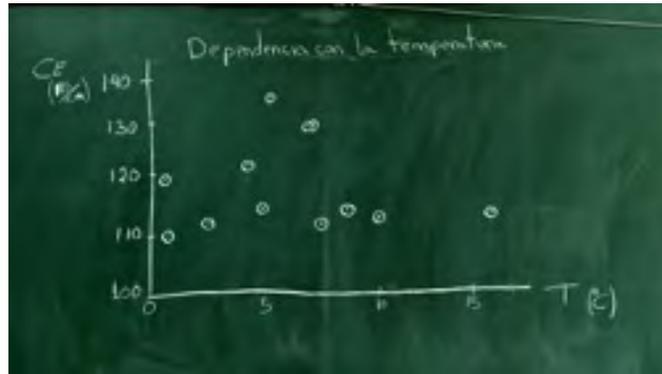


Figura 5

### F) Evolución temporal de las lecturas

Tampoco se observa una ley de variación con el tiempo, en las fechas en las que hicimos las medidas.

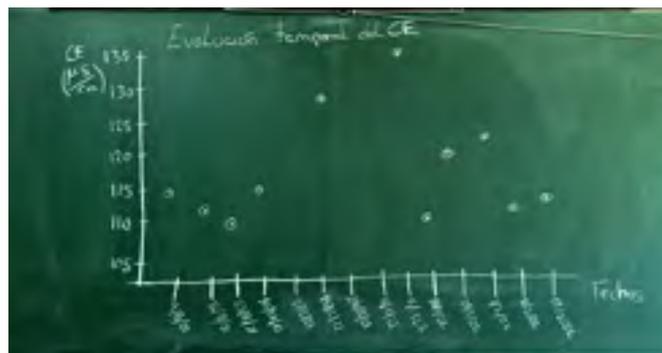


Figura 6

### Protocolo

Con lo anterior, aprendimos a hacer medidas de la conductividad eléctrica del agua con cierta fiabilidad y diseñamos un protocolo basado en los siguientes puntos:

1. Las medidas se realizarán en muestras tomadas desde el centro del caudal, en concreto desde el centro de los puentes.
2. Se tomarán las muestras evitando las zonas estancadas.
3. Se registrarán CE, TDS, temperatura, posición, fecha y hora

### Conclusiones

Tras los estudios realizados, se observa que efectivamente aparece una discontinuidad en la conductividad eléctrica del agua entre los puntos

Estudio de la influencia en la conductividad eléctrica del agua del Canal de Castilla tras su confluencia con el río Carrión. Prototipo preliminar de un equipo de medida con tecnología IOT

correspondientes a la zona norte y sur de la intersección del canal de Castilla con el río Carrión en Calahorra de Ribas.

Los datos se pueden analizar en el Anexo II.

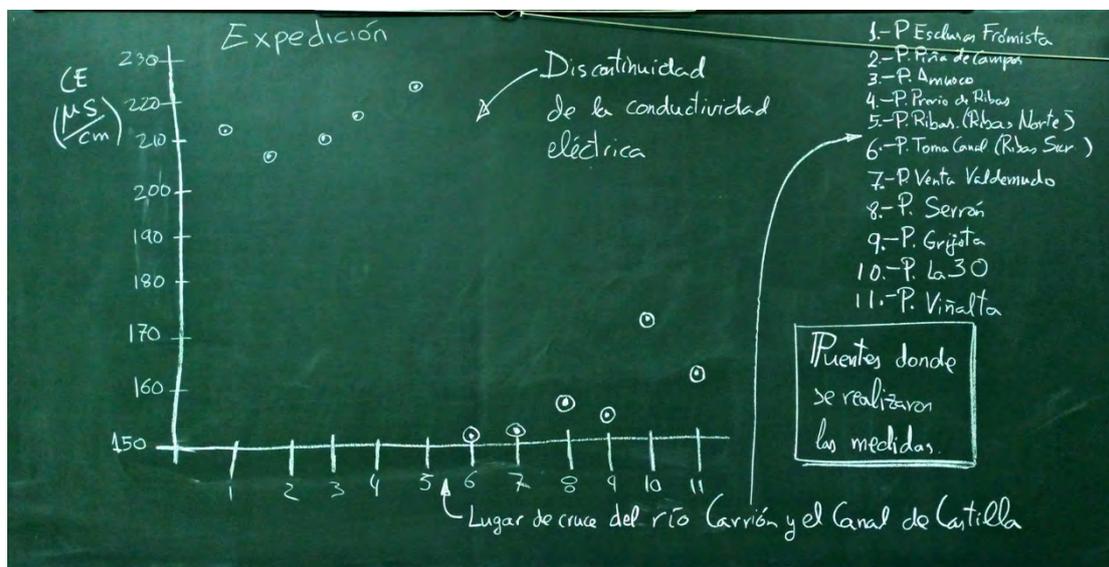


Figura 7

Por lo tanto, podemos decir que se confirma nuestra hipótesis inicial de discontinuidad de la conductividad eléctrica del agua en el lugar.

**Anexo I**

Medidas previas realizadas en el río Carrión a su paso por Carrión de los Condes, en el paraje El Plantío. (CE en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , TDS en ppm)

Punto	Fecha	Hora	T(°C)	CE	TDS
Izquierda Plantío	09/11/2021	12:08	17,1 °C	112	53
Centro Plantío	09/11/2021	12:11	15,7°C	114	54
Derecha Plantío	09/11/2021	12:12	13,1°C	112	53
Estancado Plantío	09/11/2021	12:15	12,8°C	129	61
Izquierda Plantío	16/11/2021	12:08	10,6°C	114	54
Centro Plantío	16/11/2021	12:10	10,6°C	112	53
Derecha Plantío	16/11/2021	12:14	9,5°C	114	54
Estancado Plantío	16/11/2021	12:17	8,8°C	131	62
Izquierda Plantío	23/11/2021	12:11	7,5°C	106	50
Centro Plantío	23/11/2021	12:14	6,4°C	108	51
Derecha Plantío	23/11/2021	12:16	6,4°C	108	51
Estancado Plantío	23/11/2021	12:20	5,8°C	131	62
Izquierda Plantío	23/11/2021	12:09	8°C	117	55
Centro Plantío	23/11/2021	12:15	7,8°C	114	54
Derecha Plantío	23/11/2021	12:18	7,8°C	114	54
Estancado Plantío	23/11/2021	12:20	6,9°C	134	63
Izquierda Plantío	10/12/2021	9:58	5°C	127	60
Centro Plantío	10/12/2021	9:52	6,2°C	127	60
Derecha Plantío	10/12/2021	9:55	5°C	125	59
Estancado Plantío	10/12/2021	10:00	5°C	140	66
Izquierda Plantío	15/12/2021	13:47	6°C	129	61
Centro Plantío	15/12/2021	13:49	6°C	127	60
Derecha Plantío	15/12/2021	13:52	5°C	129	61
Estancado Plantío	15/12/2021	13:55	4,5°C	138	65
Izquierda Plantío	11/01/2022	12:10	5,2°C	134	63
Centro Plantío	11/01/2022	12:15	5,2°C	134	63
Derecha Plantío	11/01/2022	12:17	5,2°C	136	64
Estancado Plantío	11/01/2022	12:21	5,2°C	112	53
Izquierda Plantío	18/01/2022	12:11	1°C	121	58
Centro Plantío	18/01/2022	12:15	1°C	110	52
Derecha Plantío	18/01/2022	12:17	1°C	125	59
Estancado Plantío	18/01/2022	12:23	1°C	131	62
Izquierda Plantío	23/01/2022	12:12	2,5°C	125	59
Centro Plantío	23/01/2022	12:16	1°C	119	56
Derecha Plantío	23/01/2022	12:18	1°C	127	56
Estancado Plantío	23/01/2022	12:20	2°C	123	60
Izquierda Plantío	01/02/2022	12:15	4°C	123	58
Centro Plantío	01/02/2022	12:20	4°C	123	58
Derecha Plantío	01/02/2022	12:22	3°C	121	57

Estudio de la influencia en la conductividad eléctrica del agua del Canal de Castilla tras su confluencia con el río Carrión. Prototipo preliminar de un equipo de medida con tecnología IOT

Estancado Plantio	01/02/2022	12:25	3°C	151	71
Izquierda Plantio	08/02/2022	12:12	3°C	119	56
Centro Plantio	08/02/2022	12:15	3°C	112	53
Derecha Plantio	08/02/2022	12:15	3°C	114	54
Estancado Plantio	08/02/2022	12:20	3°C	129	61
Izquierda Plantio	15/02/2022	12:14	5°C	117	55
Centro Plantio	15/02/2022	12:15	5°C	114	54
Derecha Plantio	15/02/2022	12:18	5°C	114	54
Estancado Plantio	15/02/2022	12:20	5°C	146	69

**Anexo II**Medidas realizadas durante la expedición. (CE en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , TDS en ppm)

Punto	Fecha	Hora	T(°C)	CE	TDS
Punto de las esclusas					
Frómista	10/02/2022	9:03	1°C	212	100
Puente Piña de Campos	10/02/2022	9:59	2.5°C	206	97
Puente de Amusco	10/02/2022	10:24	3°C	208	98
Puente previo de Ribas	10/02/2022	10:41	4°C	214	101
Puente de Ribas	10/02/2022	11:18	4°C	223	105
Puente toma de agua del canal	10/02/2022	11:35	5°C	212	100
Repetición en el rio Carrión	10/02/2022	11:37	4°C	206	97
Puente de la Venta de Valdemudo	10/02/2022	12:06	5,5°C	151	71
Puente del Serrón	10/02/2022	12:46	5°C	155	73
Puente de Grijota	10/02/2022	13:00	5,5°C	153	72
Puente de La 30	10/02/2022	13:20	5°C	155	73
Toma del canal	10/02/2022	11:41	4°C	146	69
Descenso del canal	10/02/2022	13:56	4°C	174	82
Puente de viñalta	10/02/2022	13:40	4°C	157	74

# Investigando la relación entre digitalización y las personas mayores del “vuelva Ud. mañana” al “pulse cero ¿a quién molestamos los viejos?”

Daniel Romero Sedano

Irene Ruiz Molinero

Sara Sedano Macho

Soledad García Pérez (Coordinadora)

IES Pintor Luis Sáez

c) Alfonso XI s/n 09007 Burgos

msgarciape@educa.jcyl.es

## Resumen

Este trabajo tiene como objetivo conocer la relación que las personas mayores -65 o más años- de Burgos tienen con las TIC en un mundo en el que nada escapa a la digitalización (administraciones, entidades financieras, ocio, restauración, medicina...). Partimos de dos hipótesis: los mayores desconocen tanto el uso como las ventajas de las TIC y sienten que las instituciones/organismos no se adaptan a sus necesidades.

La respuesta a estas hipótesis se busca con una muestra aleatoria de 444 mayores (excluidos quienes viven en residencias) que contestaron a un cuestionario en papel (datos personales, grado de preocupación y acceso, facilidad/dificultad, motivación y satisfacción) y con entrevistas a mayores participantes en cursos de formación TIC y a la concejala de Mayores del Ayuntamiento de Burgos.

Los resultados obtenidos demuestran que el colectivo de los mayores burgaleses es heterogéneo en necesidades y recursos y que la edad y la formación influyen en el conocimiento de las ventajas de las TIC, ya que a mayor edad mayor es su desconocimiento y a mayor formación mayor es el uso de las TIC. Asimismo, los mayores de Burgos manifiestan su descontento con las administraciones, especialmente en temas de salud, y con los bancos por su digitalización. Sin embargo, nuestros datos indican que están por encima de la media nacional en el empleo de

las TIC cuando se hace la comparación con los datos del INE (2020).

Creemos que es necesario acotar el término “persona mayor” para unificar los estudios sobre la brecha digital por edad, que hay que ofrecer cauces de formación especialmente para los mayores de 75 años porque son los que tienen más problemas y que las TIC deben ser una oportunidad y no una imposición porque no todos quieren o pueden usarlas.

**Palabras Clave:** Brecha digital, Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), personas mayores, envejecimiento, digitalización.

**Keywords:** Digital divide, Information and Communications Technology (ICT), old people, ageing, digitization.

## 1. Introducción

En una carta dirigida al director del periódico (30/XII/2020), Domiciano Sandoval denuncia la situación de las personas mayores en la sociedad y se pregunta: “¿A quién molestamos los mayores?” Se queja porque un grupo de jubilados no pudo registrar presencialmente dos cartas de protesta sobre las pensiones ya que el artículo 14 de la Ley 39/2015 les obligaba a hacerlo por medios electrónicos y/o telemáticos.

La pregunta de Domiciano alude al hecho de que los mayores se sienten excluidos de la sociedad por no dominar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Un claro ejemplo sería el de la administración, que exige manejar ciertos conocimientos informáticos para relacionarse con ella sin preocuparse de si los ciudadanos pueden acceder a los mismos. Esta situación en la que pueden encontrarse muchos de nuestros mayores, también los burgaleses, refleja que sin cierto grado de habilidad tecnológica parece que no eres nadie.

Este trabajo nace de esa protesta y de nuestra experiencia personal, que nos dice que también nuestros seres más cercanos tienen problemas con las nuevas tecnologías. Las administraciones, las instituciones, las entidades financieras, el ocio, las relaciones personales... nada escapa a la digitalización. Por eso, el tema de nuestra investigación es conocer la relación de las personas mayores de Burgos con las TIC. Lo hemos elegido por su actualidad y porque como jóvenes nos llama la atención ya que nosotros hemos nacido con las nuevas tecnologías y se dice que somos la generación digital.

Nos preguntamos si se está obligando a los mayores burgaleses a depender de las TIC y si, tal vez, los estamos dejando de lado o, por el contrario, tienen capacidad de adaptarse a los cambios vertiginosos del mundo virtual. ¿Realmente nos estamos

Investigando la relación entre digitalización y las personas mayores del “vuelva Ud. mañana” al “pulse cero ¿a quién molestamos los viejos?”

preocupando de ellos? ¿Qué podríamos hacer para mejorar su estilo de vida? ¿Tienen la posibilidad de formarse en TIC si así lo desean? ¿Están preparadas las personas mayores de Burgos para este proceso? Sobre todo, ¿qué opinan ellas?

Numerosos estudios, informes e investigaciones, tanto del ámbito institucional como privado, recogen la actualidad e importancia de este tema. Advierten de que los individuos y los grupos se diferencian por las posibilidades que tienen de acceder y usar Internet (brecha digital). En el caso de las personas mayores, la brecha digital significa que el uso de Internet decrece con la edad. Es frecuente usar términos como *excluidos digitales* o *maltrato tecnológico* para referirse a la situación de los mayores en su relación con las TIC.

Ya en 2015 se publicó una investigación realizada a lo largo de nueve años (de 2004 a 2012) para conocer la evolución en el uso de las TIC de los alumnos del Programa Interuniversitario de la Experiencia en la Universidad de Burgos (419 personas, entre 55 y 94 años). La novedad de nuestra investigación es que la población objeto de estudio son las personas de 65 años o más de Burgos (capital y provincia) y que se ha realizado sobre una muestra aleatoria de 444 personas que contestaron a un cuestionario. Asimismo, se hizo una entrevista a los participantes en cursos de formación para mayores sobre las TIC y a la concejala de Mayores del Ayuntamiento de Burgos para conocer su implicación. Defenderemos que la formación es fundamental para atacar la brecha digital por edad, que las personas mayores son un grupo heterogéneo con diversas y distintas necesidades y recursos y que los mayores de Burgos están por encima de la media nacional en el empleo de las TIC cuando se hace la comparación con los datos del INE (2020).

## 2. Objetivos e hipótesis

Con nuestro trabajo nos planteamos los siguientes **objetivos**:

1. Conocer los problemas, preocupaciones, obstáculos y barreras que tienen las personas mayores de Burgos con las TIC.
2. Visibilizar o dar a conocer las opiniones de las personas mayores en Burgos sobre este tema para que se les tenga en cuenta y no se les excluya de la actualidad.
3. Proponer posibles alternativas o sugerencias para mejorar la relación entre las personas mayores y las TIC.

Estos objetivos nos hicieron plantearnos unas **hipótesis** iniciales:

1. Las personas mayores (tercera edad) tienen muchos problemas, miedos y poca experiencia en el uso de las TIC en su vida cotidiana. Desconocen las ventajas o beneficios que las TIC pueden ofrecerles en esta etapa de su vida.
2. Los mayores sienten o piensan que las administraciones públicas y/o privadas,

las entidades bancarias, el ocio, la publicidad... no hacen el esfuerzo suficiente para atender a este colectivo, quitándoles así una buena parte de su independencia.

### **3. Marco teórico**

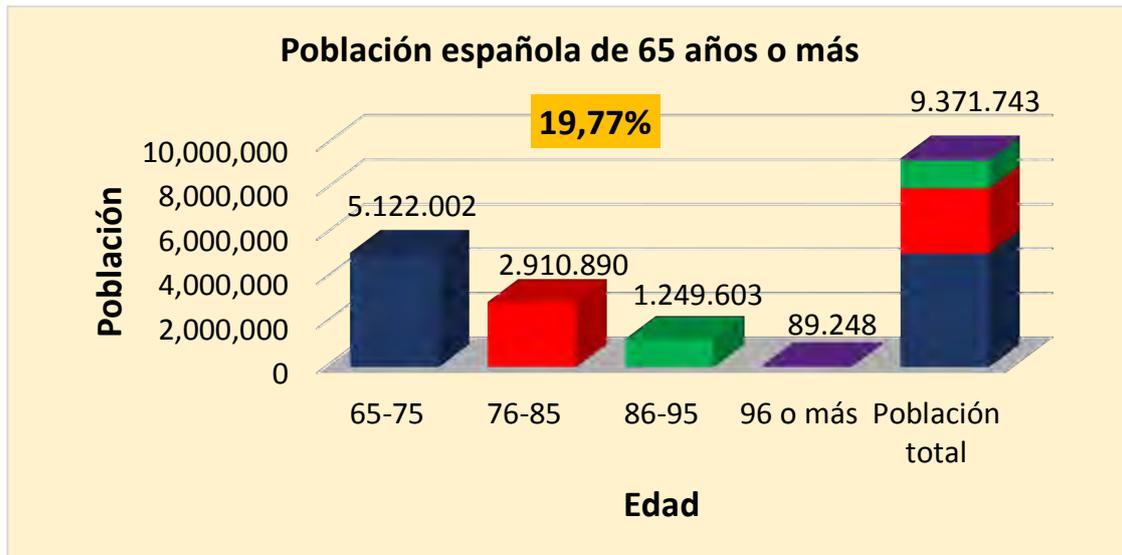
#### ***3.1. ¿Qué entendemos por “persona mayor”? Envejecimiento de la población***

La OMS (2015) define “persona mayor” como aquella cuya edad ha superado la esperanza de vida media al nacer y se refiere a “viejo” como un concepto social que alude a la actitud (normas, funciones y responsabilidades) que se espera de las personas mayores y que, con frecuencia, se utiliza con un sentido peyorativo. Así, el diccionario de la RAE recoge en la definición de *vejez*: “decadencia física, achaques, manías o actitudes propias de la edad de los viejos”. La *vejez*, para la OMS, correspondería a la etapa de la vida a partir de los 60 años y diferencia cuatro etapas: tercera edad (mayor de 60 años), edad avanzada (de 60 a 74 años), viejos o ancianos (de 75 a 90 años) y grandes viejos o longevos (mayor de 90 años). Sin embargo, el término más utilizado para aludir a todo este grupo de personas es “tercera edad”. Así, en el artículo 50 de la Constitución Española se relaciona la “tercera edad” con el periodo vital caracterizado por la jubilación o cese de la actividad laboral.

Los **datos** aportados por la OMS (octubre, 2021) confirman que el envejecimiento de la población del planeta es mucho más rápido que en el pasado: en 2050, 2000 millones de personas tendrán 60 o más años, 900 millones más respecto a 2015, y 434 millones de personas tendrán 80 o más años. En España este progresivo envejecimiento también se confirma y el IMSERSO prevé que en 2050 el 37 % de los españoles tendrá más de 65 años.

Según datos del INE (enero, 2021) hay 47 394 223 habitantes en **España** y el **19,77 %** tiene 65 o más años, como se muestra en el gráfico n.º 1. Estima que el porcentaje de personas mayores de 65 años en España en 2050 superará el 30% de su población. Este dato es aún más contundente en Castilla y León: en 2021 el 25,65% de su población ya tiene 65 o más años.

Investigando la relación entre digitalización y las personas mayores del “vuelva Ud. mañana” al “pulse cero ¿a quién molestamos los viejos?”



**Gráfico 1.** Datos provisionales a 1 de enero de 2021 (INE)

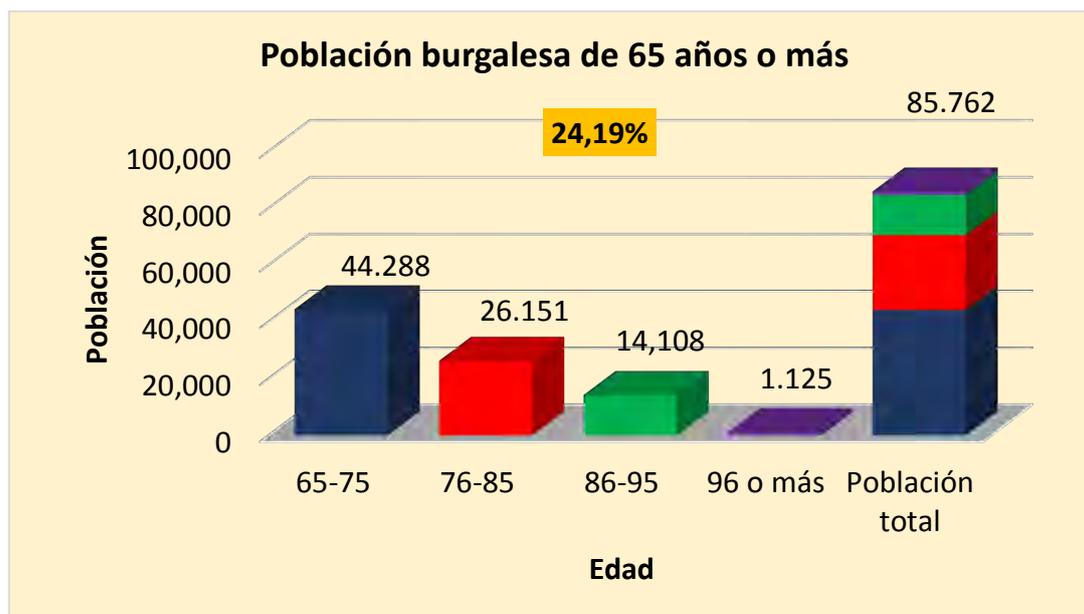
**BURGOS** (capital y provincia) cuenta con 354 478 habitantes. Como se puede ver en el gráfico n.º 2, el **24,19 %** de la población burgalesa tiene 65 o más años (54% mujeres y 46 % hombres) lo que supone un **4,42 %**, por encima de la media española.

Este envejecimiento de la población (mayor esperanza de vida) junto con el creciente proceso de digitalización<sup>1</sup> en los distintos servicios que se ofrecen a los ciudadanos (administraciones, entidades financieras, sanidad, empresas, ocio...) ha provocado un distanciamiento y/o brecha digital<sup>2</sup> entre las TIC y las personas mayores, que se ven obligadas a utilizarlas sin tener, en muchas ocasiones, ni los conocimientos ni los medios adecuados<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Proceso por el cual se registran datos de forma digital (RAE). En España se aprobó en 2005 el Plan Avanza (seguido del Plan Avanza 1 y su Estrategia 2012-2015), con la intención de usar las TIC en las instituciones públicas. La Agenda Digital para España (2013) continuó con esta política para conseguir “una administración electrónica”. En Castilla y León, la Estrategia Regional para la Sociedad Digital del Conocimiento (ERSDI) 2007-2013 recogió la intención de aplicar los avances de las TIC a la Sanidad (Portal de Sanidad; posteriormente, Sacyl Conecta). Las entidades financieras también han sido sometidas a un fuerte proceso de digitalización que influye en su relación con las personas mayores.

<sup>2</sup> “Desfase o división entre individuos, hogares, áreas económicas y geográficas con diferentes niveles socio-económicos con relación tanto a las oportunidades de acceso a las tecnologías de la información y la comunicación, como al uso de Internet para una amplia variedad de actividades” (OCDE, 2001)

<sup>3</sup> Aunque el art.14 de la Ley 397/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas indica que las personas físicas pueden elegir en todo momento comunicarse con las Administraciones Públicas para el ejercicio de sus derechos y obligaciones a través de medios electrónicos o no, lo cierto es que cada vez se impone más la tramitación electrónica.



**Gráfico 2.** Población burgalesa de 65 años o más (Datos provisionales 1 de enero de 2021, INE)

### **3.2. Causas de la brecha digital en las personas mayores**

Entre las **causas** de la brecha digital se encuentran los ingresos y niveles educativos bajos (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, (OCDE); el miedo a usarlas por su falta de privacidad y seguridad (Peral, Arenas y Villarejo, 2015) o la falta de acceso porque no se les considera capaces de utilizarlas ya que requieren rapidez y precisión (Pavón, 2002, citado en Pino, Soto y Rodríguez, 2015). Esta misma idea es recogida por Hanna Köttl e Ittay Mannheim, investigadores del proyecto Horizonte 2020 Euroageism<sup>4</sup>, que ven una relación estrecha entre el envejecimiento y la idea de no ser capaces de usar la tecnología, lo que conduce a algunos errores. Defienden que se crean aparatos ideados, supuestamente, para incluir a las personas mayores en la tecnología, pero en realidad se les excluye. No se les consulta el diseño y, generalmente, no se les tiene en cuenta en la publicidad.

Estos autores afirman que el edadismo<sup>5</sup> es una forma de discriminación socialmente aceptada y que no se combate como sí se hace con el sexismo y el racismo y que se

<sup>4</sup> Programa europeo que pretende armonizar distintas disciplinas teóricas y metodológicas en la discriminación por la edad.

<sup>5</sup> Término acuñado por el gerontólogo y psiquiatra Robert Butler en 1968. Aunque la RAE no recoge este término, la Fundéu considera que es la alternativa válida en español. Es el término más usado tanto en la prensa como en textos especializados para referirse a los estereotipos y prejuicios existentes en relación con la edad. La OMS, por su parte, redactó el Informe Mundial sobre el Edadismo (2021) donde se explica qué es, cuál es su repercusión y sus consecuencias y señala una serie de estrategias para acabar con el mismo.

Investigando la relación entre digitalización y las personas mayores del “vuelva Ud. mañana” al “pulse cero ¿a quién molestamos los viejos?”

puede ejercer incluso sobre uno mismo. Plantean que para cambiar esta situación hay que concienciarse de que el problema no es si sabemos o no utilizar una determinada tecnología, sino que puede que estemos condicionados socialmente para pensar así; por ejemplo, con los chistes sobre la edad, el uso de expresiones entre los jóvenes de “ok, booner” o el retrato de los *baby boomers* (nacidos entre 1946 y 1964) como digitalmente inferiores y resistentes al cambio. En la misma línea, Roger Guasch, director ejecutivo de la *startup* Berdac,<sup>6</sup> piensa que infantilizamos a la gente mayor y nos olvidamos de su capacidad de adaptarse a los cambios. Las investigaciones actuales sugieren que el edadismo puede estar más generalizado que el sexismo y el racismo y que es una lacra del siglo XXI (Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social, 2021).

### **3.3. Beneficios e inconvenientes de las TIC en las personas mayores**

Los **beneficios** que las TIC aportan a toda la sociedad, incluidas las personas mayores, son evidentes ya que garantizan un envejecimiento saludable porque permiten comunicarse con otras personas y entornos, acceder a nuevas y necesarias informaciones, aumentar su autoestima, disminuir el miedo a la soledad y fomentar las relaciones intergeneracionales (Pino Juste *et al.*, 2015). Como señalan estos autores en su estudio, a pesar de todos estos beneficios un 67,6 % de las personas mayores no quieren aprender a utilizarlas porque, como ellos mismos afirman, “a su edad” no reconocen su utilidad.

Casamayou y González (2017) afirman que las TIC ayudan a los mayores a seguir integrados en la sociedad, pero que no deben ser un imperativo y que son necesarias políticas y programas que les permitan incorporarlas en función de las necesidades e intereses en su vida cotidiana.

Sin embargo, no todo son ventajas o beneficios en el uso de las TIC, ya que entre sus **inconvenientes** se encuentra la ansiedad tecnológica, especialmente presente en quienes tienen que enfrentarse a ellas por primera vez. Suele darse en personas que se resisten a los cambios y que se preocupan mucho por los errores que pueden cometer en su uso; por eso, se sienten incapaces de manejarlas (Meuter, 2003 citado en Peral *et al.*, 2015).

Por otra parte, es importante señalar que la llamada tercera edad es un grupo heterogéneo que no percibe las ventajas e inconvenientes de las TIC en sus vidas de la misma manera, ya que no todas las personas mayores tienen las mismas capacidades intelectuales, destrezas, formación, oportunidades, voluntad a la hora de utilizarlas ni tampoco su vida laboral ha sido la misma. Aunque la definición tradicional de brecha digital se basa en características sociodemográficas (edad, sexo,

---

<sup>6</sup> *Startup*: empresa de nueva creación con grandes posibilidades de crecimiento que comercializa productos y servicios mediante el uso de las TIC.

nivel formativo, clase socioeconómica...) estas variables no siempre explican los motivos por los que los mayores utilizan o no las nuevas tecnologías. Peral, Arenas y Villarejo (2015) afirman que las variables psicológicas (edad cognitiva<sup>7</sup>, ansiedad tecnológica, nivel de audacia) complementan a las variables sociodemográficas y muestran las diferencias significativas entre los usuarios y no usuarios mayores de las nuevas tecnologías. Por ello, proponen el concepto de brecha psico-digital.

### **3.4. Brecha digital en España y en Burgos**

González, Fanjul y Cabezuelo (2015) realizaron un estudio comparativo entre los mayores de Francia, Reino Unido y España mediante 507 encuesta, 172 en Francia, 160 en Reino Unido y 175 en España. Llegaron a la conclusión de que los mayores españoles son los que tienen menor adaptación al uso de las TIC debido a su escasa formación y educación en este campo porque no tienen la misma consideración social, por lo que con frecuencia quedan excluidos. Cristóbal Torres Albero (2017) afirma (con los datos del INE, intervalo 2006-2016) que parece muy poco probable que se reduzca a corto plazo la brecha digital ya que las diferencias no se están reduciendo con el ritmo suficiente.

La “*Encuesta sobre Equipamiento y Uso de Tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares*” (INE, 2020) compara los datos de España con los de Eurostat (Oficina Europea de Estadística). Aunque la encuesta se refiere a viviendas en las que, al menos, vive una persona de 16 a 74 años, también se incluye información sobre personas de 75 y más años. **El 69,7 % del grupo de 65 a 74 años** (frente al 99,8 % de los jóvenes de 16 años y del 89,5 % a partir de los 55 años) **utiliza las TIC**. Este porcentaje se reduce al **34,6 % del grupo de 75 a 84** y cae hasta el **13,7 % en el grupo de 85 y más años**. Es decir, el descenso aumenta con la edad, aunque con relación a 2019 el mayor aumento (6,1 %) en el uso de la red se da entre el grupo de 65 a 74 años. Solo un 6,5 % de los mayores españoles tienen la suficiente destreza digital para ser autónomo y solo el 20 % de los mayores de 65 años utilizan Internet diariamente. Por su parte, *El II Barómetro de Consumidor Sénior* (MAFRE, 2021) ofrece datos sobre la población española de 55 a 65 años y de 66 años en adelante que realiza actividades *online* y señala que la brecha digital se acentúa a partir de los 65 años.

En Burgos, los resultados del estudio de Casado, Lezcano y Rodríguez (2015) con alumnos del Programa Interuniversitario de la Experiencia (419 personas con edades comprendidas entre los 55 y los 94 años) indican un aumento notable del uso de Internet a lo largo de los años debido a que lo consideran un medio útil para el aprendizaje y a su deseo de estar activos, actualizados y comunicados. Por ello,

---

<sup>7</sup> Autoconcepto que las personas tienen de sí mismas. Cada uno percibe su edad en función de los estereotipos sociales o culturales, de la realidad social en la que vive y de los cambios que ha sufrido.

Investigando la relación entre digitalización y las personas mayores del “vuelva Ud. mañana” al “pulse cero ¿a quién molestamos los viejos?”

afirman que deben diseñarse mecanismos para que las personas que no utilizan las TIC las vean como un factor beneficioso en su envejecimiento activo.

El II Plan Sectorial de Personas Mayores del Ayuntamiento de Burgos (2019-2023) busca planificar, coordinar y optimizar los recursos, servicios y programas de la ciudad de Burgos para las personas mayores. Se estructura en cinco ejes estratégicos de actuación. La medida 1.1.3 contempla la adhesión de Burgos a la Red Mundial de Ciudades y Comunidades Amigables con las Personas Mayores<sup>8</sup>. Esta medida se considera de baja prioridad, por lo que se plantea como alternativa a largo plazo. Otra de las medidas (5.2.2.) es potenciar el uso de las TIC como canal de comunicación de las personas mayores (reducir la brecha digital). Es una medida de alta prioridad. Para evaluar la implantación de esta medida se utilizará como indicador el número de visitas a la página *web* del Ayuntamiento de Burgos por parte de los mayores.

### **3.5. Actualidad del tema**

El problema que sufren los mayores con las tecnologías es un tema de **actualidad** (ANEXO I). La digitalización no siempre les ha tenido en cuenta. Cada vez encuentran más dificultades para pedir una cita médica, hacer una gestión en el banco o realizar trámites administrativos, acciones muy importantes en su vida. El progresivo cierre de las entidades bancarias, por ejemplo, supone la digitalización de muchas gestiones: páginas *web*, aplicaciones, cajeros automáticos o el pago de recibos a determinadas horas. Pese a que se trata de un grupo económicamente fuerte (en Burgos, los 38 300 mayores de 75 años mueven con sus pensiones 41 millones de euros al mes), esto no ha impedido que los bancos principales les obliguen a realizar trámites *online*. Estas son algunas de las quejas más frecuentes recogidas en los distintos medios de comunicación. Así, el presidente de la Confederación Española de Organizaciones de Mayores (CEOMA, 2021) propone que se adapten los cajeros de forma que les resulte más fácil su uso. La filósofa Adela Cortina (2020) pide erradicar la gerontofobia y el edadismo por ser una patología social, una lacra, afianzada con la pandemia, a la vez que defiende que los ancianos no son improductivos porque siguen consumiendo. Los propios ancianos reclaman una ley de protección del mayor que les proteja y reconozca sus derechos y Carlos Clavijo (2021), escritor, productor de cine/tv habla, en este contexto, de “maltrato tecnológico”<sup>9</sup>.

---

<sup>8</sup> El IMSERSO (2013) puso en marcha el Grupo de Trabajo Ciudades Amigables con las personas mayores. La OMS creó este proyecto en 2010 dirigido a todos los ayuntamientos interesados en promover un envejecimiento activo. Se recogen, entre otros, los problemas de comunicación que pueden tener los mayores debido al rápido desarrollo de las TIC y de los productos basados en estas tecnologías: letra demasiado pequeña, mal contraste entre texto y fondo, frases largas complejas, vocabulario demasiado técnico...

<sup>9</sup>Término que alude al desamparo que sienten las personas mayores cuando se les obliga a hacer gestiones esenciales para ellos utilizando las TIC; por ejemplo, pagar recibos en el cajero o relacionarse con las administraciones. Este maltrato les genera dependencia de familiares u otras personas.

Frente a estas incomodidades y/o barreras (recordar contraseñas, ver sus ahorros en una pantalla, códigos QR, *links*, pin, pagar recibos en el cajero, hablar con un contestador automático o relacionarse con las administraciones *online*) hay grupos de mayores que se han hecho oír con sus quejas y protestas como la del grupo de jubilados de Barcelona, o los mayores de Málaga (mayo de 2021). Además, distintos organismos y asociaciones pretenden incluir a los mayores en el uso de las TIC y reducir la brecha digital. En Burgos (donde se centra nuestro estudio), por ejemplo, se ofertan distintas actividades. En el programa municipal *Envejecimiento activo* (dirigido a mayores de 60 años) se encuentra *Internet para la vida cotidiana o el Taller de comunicación y redes sociales*. En los centros cívicos de la ciudad dentro del Programa Mayores también se recogen distintos cursos de Acceso a las Nuevas Tecnologías (alfabetización digital): *Aprende a manejar tus dispositivos: móvil, Aula digital, Excel práctico, Informática iniciación, Internet, Apps básicas para hacer videoconferencias, Compras seguras por internet y Trámites administrativos on line*. La incorporación de *tablets* en algunas residencias sería otro claro ejemplo que pretende acercar la tecnología a los mayores y reducir la brecha digital.

También el Secretario General de las Naciones Unidas (2021, 1 de octubre) en el Día Internacional de las Personas de Edad, cuyo lema es “**Equidad digital para todas las edades**”, pide el acceso, la participación y el fortalecimiento de las capacidades digitales de las personas mayores. Aunque reconoce que es un grupo de personas que corre mayor riesgo de sufrir ciberdelincuencia, nos recuerda que no solo son personas vulnerables, sino que pueden aportar a la sociedad conocimientos y experiencias.

#### 4. Metodología

Este trabajo se ha realizado combinando diversas metodologías propias de las Ciencias Sociales que se concretan a lo largo de la investigación en tres momentos: consulta de fuentes bibliográficas sobre el tema elegido, trabajo de campo (encuestas y entrevistas) y tratamiento informático de los datos obtenidos.

- **Fuentes bibliográficas**

Para llevar a cabo esta investigación partimos de las fuentes documentales: organismos oficiales (INE, INSERSO, Junta de Castilla y León, BOCYL), artículos académicos y artículos y noticias periodísticas que recogen la actualidad de este tema (prensa digital y en papel, programas de radio y publicidad).

- **Trabajo de campo: encuestas y entrevistas**

**Encuestas.** Teniendo en cuenta los objetivos de este trabajo diseñamos un **cuestionario** (ANEXO II) con soporte informático en *Google* que se pasó de **forma aleatoria** a personas de 65 o más años en Burgos (capital y provincia) que no viven en

Investigando la relación entre digitalización y las personas mayores del “vuelva Ud. mañana” al “pulse cero ¿a quién molestamos los viejos?”

residencias porque en ellas se les gestiona el uso de las TIC. Las encuestas se recogieron en papel dado que buscábamos la mayor facilidad y comodidad para las personas mayores. Contamos con la colaboración de los encargados de centros de mayores, centros cívicos, escuela de adultos, Universidad Popular, Universidad de la Experiencia, así como de familiares, compañeros, vecinos y amigos que nos ayudaron a difundir los cuestionarios.

El cuestionario, con 16 ítems (15 de respuesta cerrada y 1 abierta donde se da la posibilidad de expresar libremente su opinión sobre el tema) recoge:

- Datos personales (preguntas 1-5): edad, sexo, lugar de residencia, con quién reside y nivel de estudios. Es importante señalar que la encuesta va dirigida a personas de 65 o más años ya que es la edad media de jubilación en España.
- Grado de preocupación y acceso ante las nuevas tecnologías (pregunta 6-8)
- Facilidad / Dificultad en el uso de las TIC (preguntas 9-10)
- Motivación (preguntas 11-12)
- Satisfacción (preguntas 13-15)

**Entrevistas a modo de “mesas de discusión”.** Se han llevado a cabo de forma presencial en los centros donde se imparten los talleres o cursos y en el instituto Pintor Luis Sáez (Burgos). El número de participantes es reducido debido a las restricciones sanitarias por la COVID-19: nueve alumnos en *Internet para la vida cotidiana*; ocho en *Trámites administrativos on line* y seis en *Taller de informática*. También se hizo una entrevista a los encargados de impartir estos cursos y a la concejala de Mayores del Ayuntamiento de Burgos.

- **Tratamiento informático de los datos obtenidos**

**Encuestas.** En primer lugar, pasamos las encuestas a formato digital en *Google Forms*, donde solo teníamos acceso los participantes del proyecto. A continuación, recogimos los datos en *Excel* y comenzamos el tratamiento estadístico realizando tablas dinámicas. Después hicimos intervalos de confianza y test de hipótesis en la plataforma *GeoGebra*. Finalmente, recogimos los datos más relevantes en gráficos.

**Entrevistas.** Preparamos las preguntas que creímos más oportunas. Pedimos permiso para grabar la conversación y así obtener la mayor fiabilidad de la información, con lo que pudimos hacer una transcripción no literal recogida en los anexos. Posteriormente, hicimos una síntesis con los datos comunes y un cuadro comparativo.

## 5. Presentación e interpretación de resultados

### 5.1. Encuestas

#### 5.1.1. Población y muestra

La población de nuestra encuesta son las personas de **65 o más años de Burgos (capital y provincia)**. La muestra de este trabajo es de **444** personas que respondieron a la encuesta, desde el 27 de septiembre al 9 de diciembre de 2021, en distintas zonas y espacios culturales de la ciudad de Burgos (parque Félix Rodríguez de la Fuente, Plaza Roma, alrededores de IES Pintor Luis Sáez, La Antigua, Fuentes Blancas, Centro de Burgos, Centro Gamonal Norte, Centro Base Seguridad Social Burgos, Villímar, La Ventilla, Parque Europa, Centro Cívico San Agustín, Universidad Popular, Universidad de la Experiencia...) así como en algunos pueblos de la provincia (Quintanilla de la Mata, Belorado, Lerma, Miranda de Ebro...).

De los 444 participantes, **255** son **mujeres** (57,4%), y **189** **hombres** (42,6%). El 57,66% de la muestra (256) corresponde al intervalo de edad de **65-75 años**; el 32,88 % (146) al de **76-85**; el 8,11 % (36) al de **86-95** y el 1,35 % (6) al de **96 o más años**. Estos intervalos nos permiten comprobar si existen diferencias dentro del grupo general de las personas mayores. La **edad media** es de **75,31**.

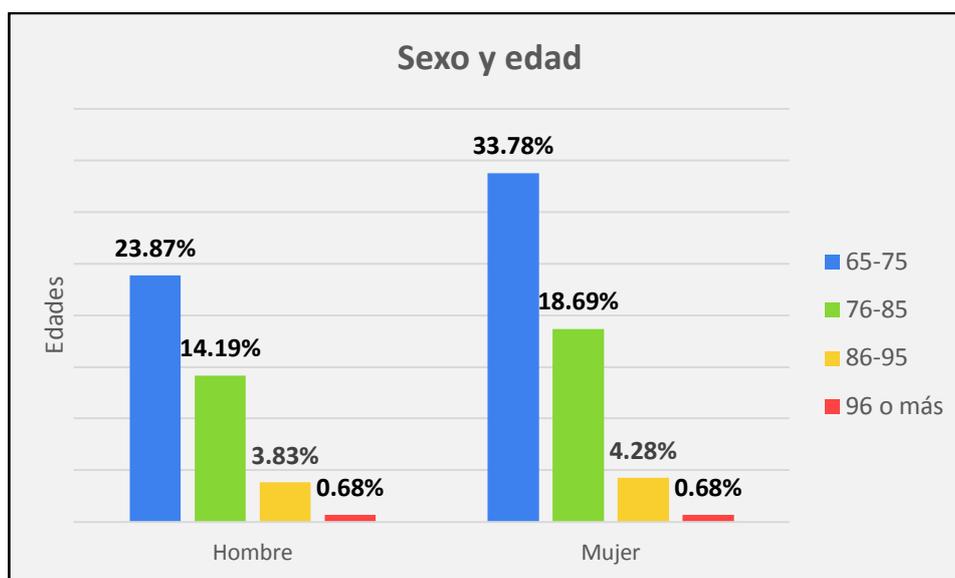


Gráfico 3. Sexo y edad

En cuanto a la **localidad de residencia**, 348 encuestados (78,38 %) viven en la ciudad, 51 (11,49 %) residen tanto en la ciudad como en el pueblo y 45 (10,13 %) en el medio rural. Respecto a si **viven solos o acompañados**, el 27,25 % (121) vive solos y 323 (72,75%) acompañados, bien sea con su pareja, hermanos, hijos o cuidadores externos a la familia. Sobre su **nivel de estudios**, 67 encuestados (15,09 %) no tienen ningún estudio, 213 personas (47,97%) tienen el certificado de Estudios Primarios o Graduado Escolar y 164 (36,94 %) disponen del título de Bachillerato/Formación

Investigando la relación entre digitalización y las personas mayores del “vuelva Ud. mañana” al “pulse cero ¿a quién molestamos los viejos?”

profesional o un título universitario (Gráficos 4, 5 y 6).

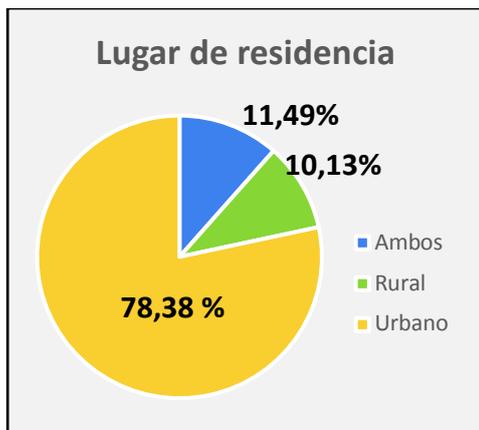
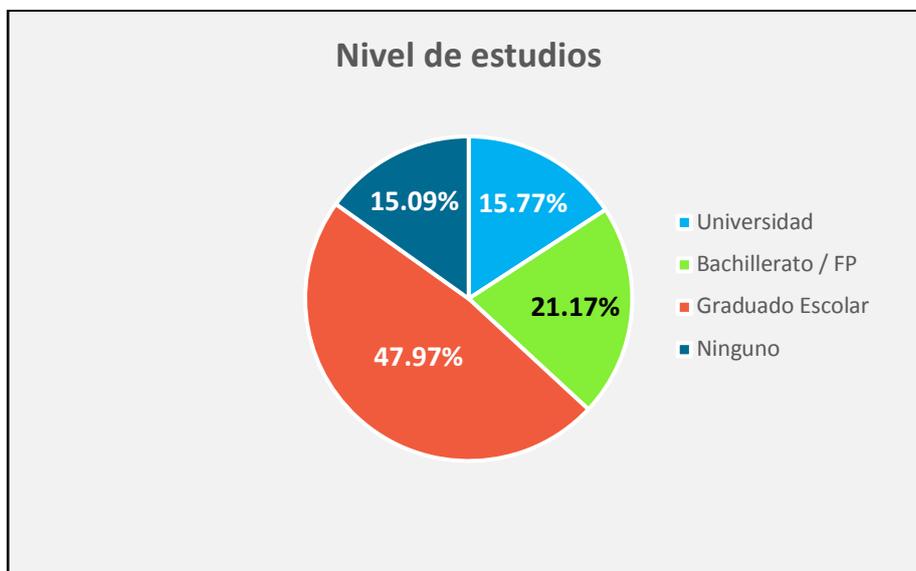


Gráfico 4. Lugar de residencia



Gráfico 5. ¿Con quién reside?



Gráficos 6. Nivel de estudios

### 5.1.2. Análisis y resultados

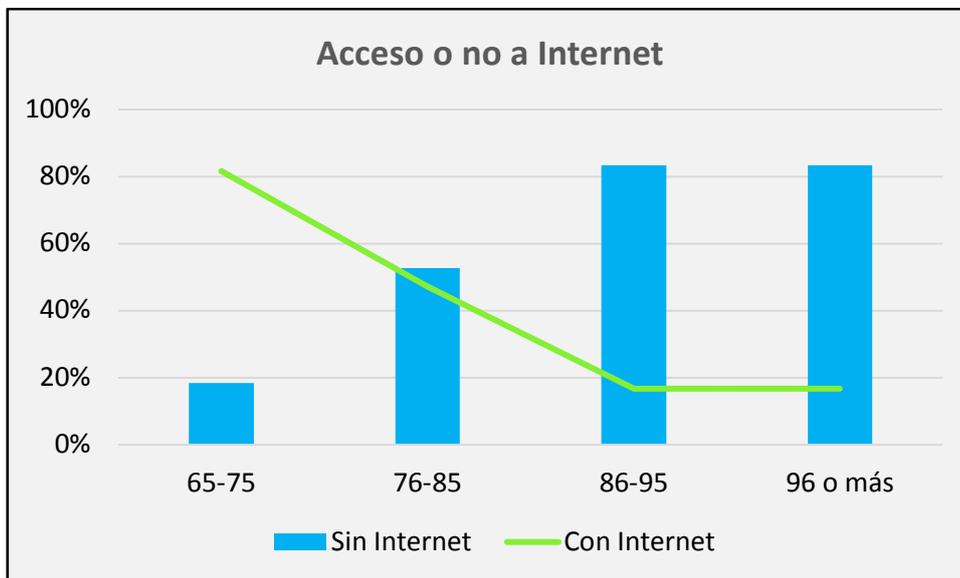
- **Grado de preocupación y acceso a las nuevas tecnologías**

En cuanto al grado de preocupación sobre las TIC, 224 mayores (50,45 %) lo considera “importante” o “muy importante”, frente a 220 (49,65 %) que lo consideran “poco” o “muy poco preocupante”. La importancia de las gestiones no presenciales se ha medido comparando su valor de preocupación con otros cinco temas (pensión, subida de precios, pandemia, salud y soledad). Entre los 144 (32,43 %) que consideran “muy preocupante” el tema de las gestiones no presenciales, el promedio de preocupación total es de 3,2 frente a un 2,6 en los otros temas. Los 135 (30,40 %) que han señalado “preocupación alta” tienen un promedio de 3, y de 2,7 en el resto de las preguntas.

Los 106 (23,87 %) que lo consideran “poco importante” tienen un promedio total de 2,7 que alcanza un 2,8 en el resto. Finalmente, los 114 (25,67 %) que lo consideran “muy poco importante” alcanza un promedio de 2,3 y de 2,6 si se calcula sobre las otras cinco cuestiones.

Un **63,96 %** (284) de la muestra dispone de móvil, tableta u ordenador con conexión a Internet. El **81,64 %** (209) de las personas comprendidas entre los 65 y 75 años tienen acceso a Internet, mientras que solo el 16,7% (6) de las personas de 86 a 95 años lo tiene.

Encontramos que 243 personas de las 305 (**79,67 %**) que hacen las gestiones por sí mismas, con sus parejas o hermanos, tienen al menos un dispositivo con conexión a Internet. Sin embargo, dentro de las 156 que solo disponen de móviles con llamadas, un 54,49 % (85) dependen más de la ayuda de familiares o cuidadores

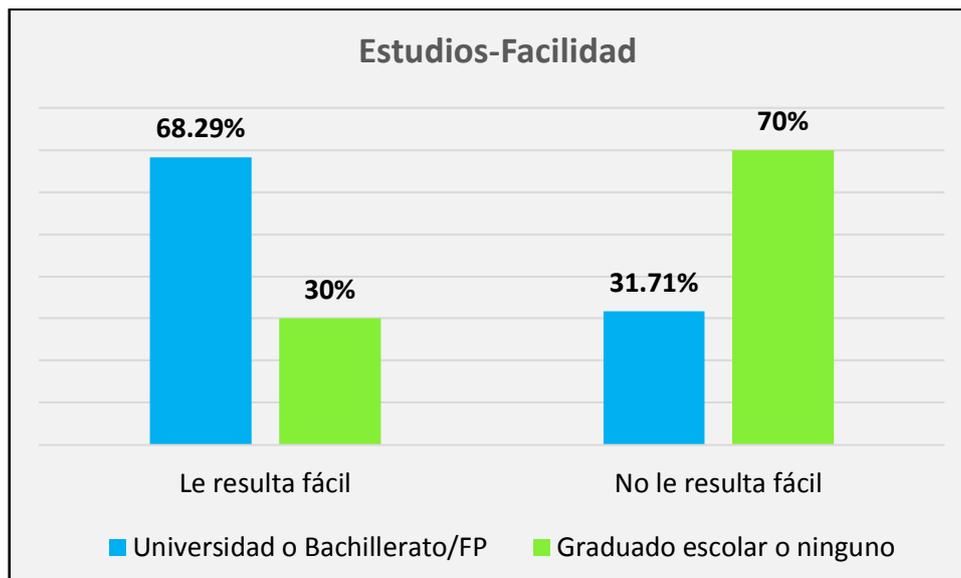


**Gráfico 7.** Acceso o no a Internet relacionado con los grupos de edad

- **Facilidad/ Dificultad en el uso de las TIC**

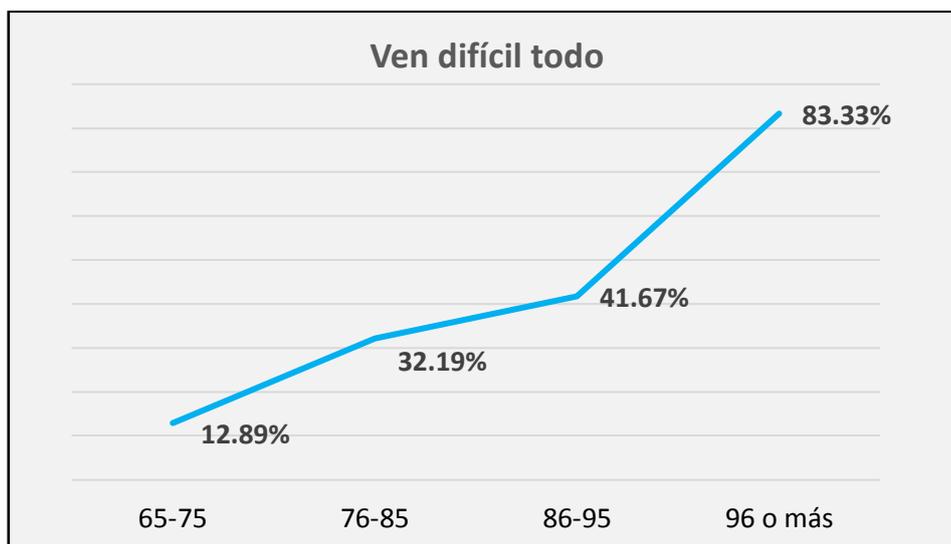
De las 280 personas que no han recibido educación o tienen estudios básicos, el 70 % (196) declara tener más dificultades a la hora de realizar las operaciones de forma no presencial. Por el contrario, el 68,29 % (112) de los mayores que tienen el título de Bachillerato, Formación Profesional o estudios universitarios (164), presentan mayor agilidad. Dentro del grupo de 65 a 75 años, al 46,09 % (118 del total) no le resulta fácil y al 53,91% (138 del total) le resulta sencillo o se defiende. Las dificultades van incrementándose de forma significativa a medida que aumenta la edad.

Investigando la relación entre digitalización y las personas mayores del “vuelva Ud. mañana” al “pulse cero ¿a quién molestamos los viejos?”



**Gráfico 8.** Relación nivel de estudios y facilidad en el uso de las TIC

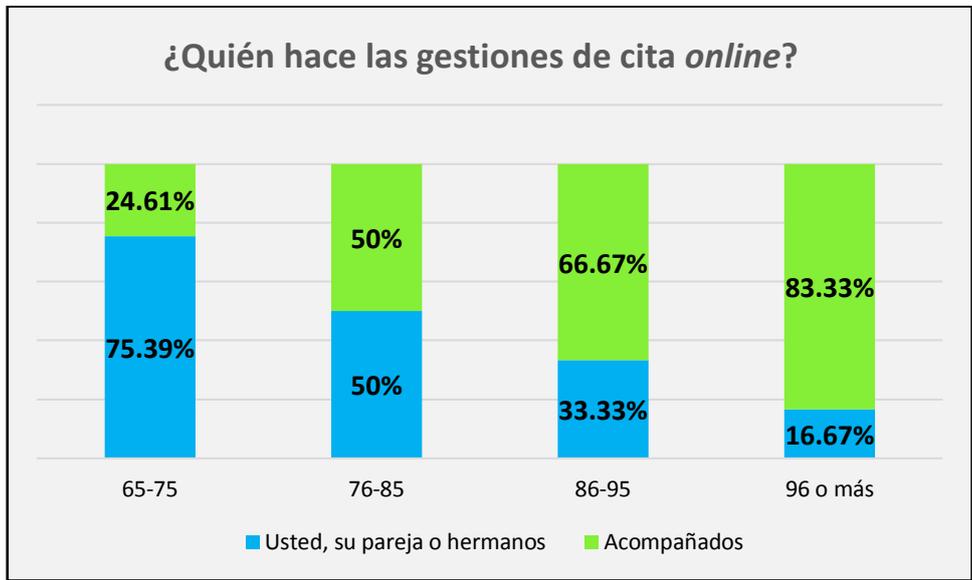
Es significativo que 319 encuestados (**71,85 %**) rechazan los contestadores automáticos entre las tareas que les resultan más complicadas (acceder a páginas de Internet, hablar con contestadores automáticos y responder cuestionarios vía *online*). El porcentaje de quienes tienen dificultades para llevar a cabo estas acciones aumenta en función de la edad. En la franja de 65 a 75 años únicamente encuentran dificultades en las tres cuestiones el 12,89 %. Este porcentaje va aumentando con la edad hasta llegar al 83,33 % de los encuestados mayores de 96 años.



**Gráfico 9.** Relación dificultades (contestadores automáticos, páginas web y gestiones *online*) y grupos de edad

Un 37,16 % (165) del total de los encuestados pide ayuda (hijos, nietos, sobrinos o

cuidadores) al hacer las gestiones no presenciales. El 62,84 % (279) realizan las gestiones por sí mismos, con su pareja o hermanos (teniendo en cuenta que son de edades afines). El porcentaje de aquellos más independientes que no necesitan ayuda para realizar las gestiones es mayor en personas de 65 a 75 años, alcanzando el 75,39 % (192). Este porcentaje va disminuyendo en función de la edad.

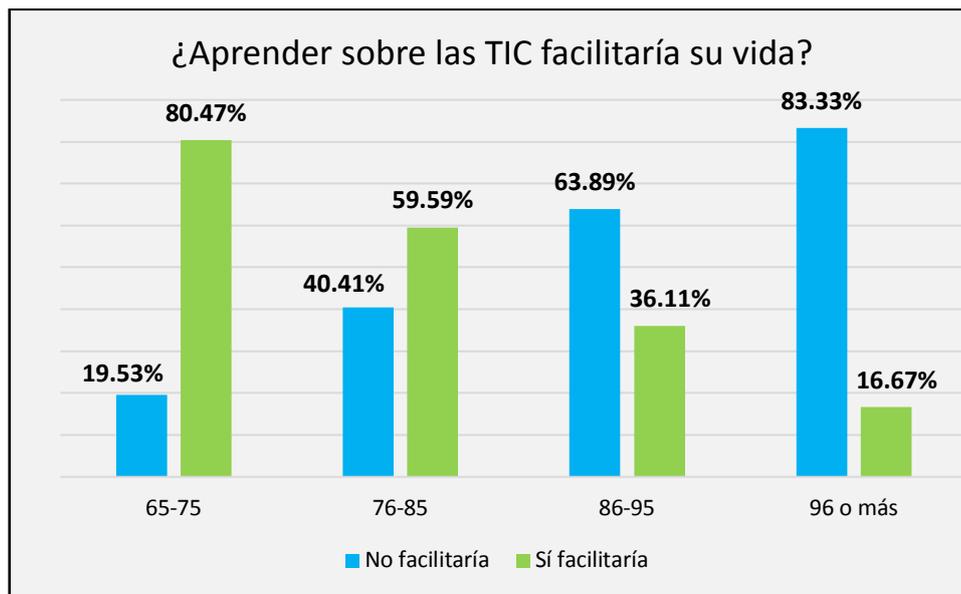


**Gráfico 10.** Relación grupos de edad e independencia para gestionar la cita *online*

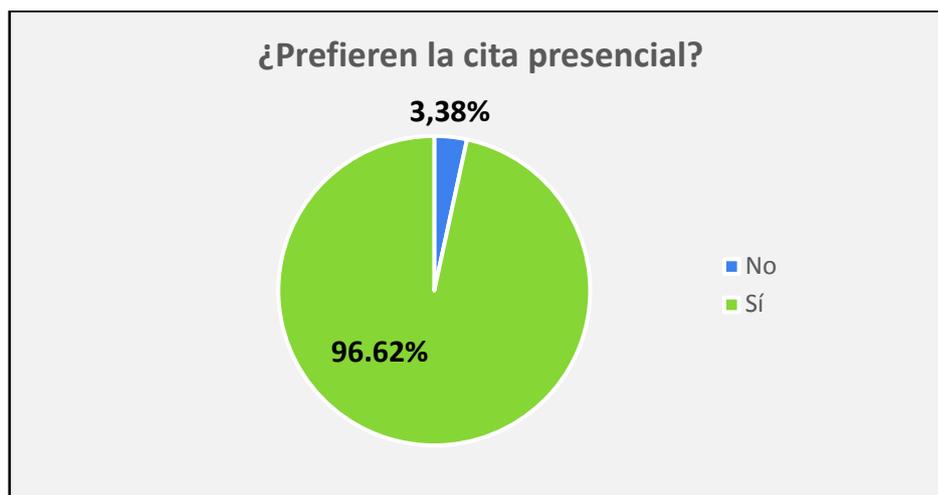
- **Motivación**

Un total de 307 encuestados (69,14 %) opina que aprender a manejar los aparatos electrónicos les podría facilitar la vida. El 64,64 % (287 del total de los encuestados) no ha asistido a ningún curso de formación. El 60,28 % (173) de este grupo, sí considera que la asistencia a algún curso les ayudaría a desenvolverse con las TIC. Cabe destacar que el 65,16 % (187) de los que no han hecho ningún curso de formación no realiza sus propias gestiones en la red, frente al 38,85 % (61 de 157) que tampoco hace sus gestiones a pesar de haber hecho algún curso de formación. El **96,62 % del total de los encuestados (429) continúa prefiriendo la cita presencial.**

Investigando la relación entre digitalización y las personas mayores del “vuelva Ud. mañana” al “pulse cero ¿a quién molestamos los viejos?”



**Gráfico 11.** Relación cursos de formación sobre las TIC y grupos de edad



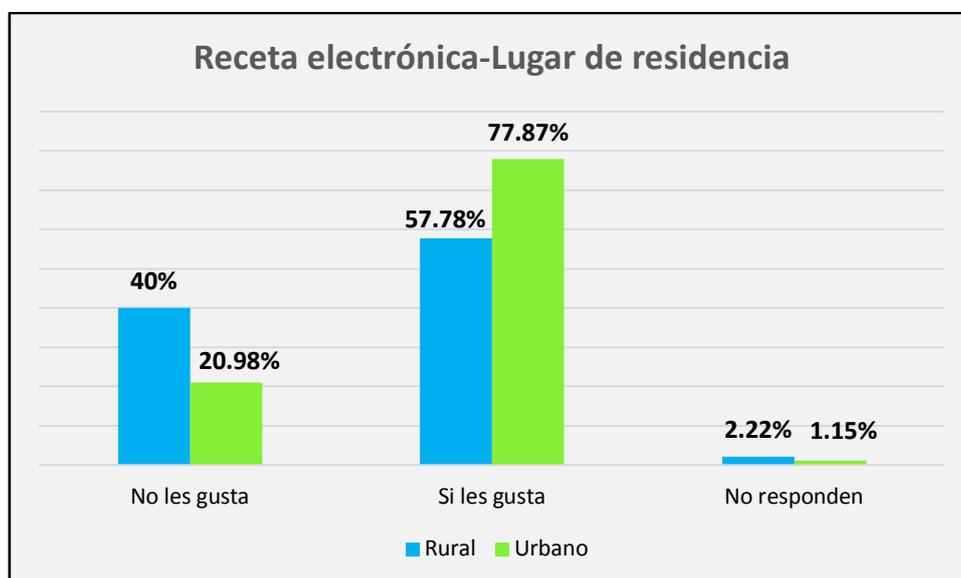
**Gráfico 12.** Cita presencial/ cita *online*

- **Satisfacción**

Respecto a si se sienten socialmente **rechazados o excluidos en el uso de las TIC**, el **48,68 %** de los hombres (92) y el **48,63 %** de las mujeres (124) opinan que no. El **57,78 %** (26) de la población rural no se siente excluido. Sin embargo, estas respuestas no son del todo fiables ya que puede haber habido confusiones en la comprensión de la pregunta o quizás ellos nunca se lo han preguntado.

En cuanto a la pregunta de si les gusta la **receta electrónica**, un **74,77 %** (332) opina que sí. El 75, 37 % (303 de 402) de 65 a 85 años declara que sí les gusta, mientras que en los mayores de 85 años el porcentaje **baja** a un 69,05 % (29 de 42). Según el lugar de residencia, al **77,87 %** de los que viven en el medio urbano (271) sí les gusta,

mientras que a un **20,98 %** (73) no. Un **1,15 %** no responde. Por otro lado, a un **57,78 %** de los que viven en el medio rural (26) les gusta la receta electrónica mientras a un **40 %** (18) no. El **2,22 %** no responde.



**Gráfico 13.** Relación receta electrónica y lugar de residencia

### **5.1.3. Interpretación de los datos obtenidos**

Se puede afirmar que existen notables diferencias en el grupo de personas de 65 años o más entre los que hacen las gestiones solos o acompañados y entre los que tienen o no Internet. Aquellos que disponen de más dispositivos y de conexión a Internet son más independientes y son capaces de realizar ellos mismos las gestiones de manera no presencial. Por el contrario, quienes no cuentan con unos dispositivos adecuados dependen más de la ayuda de otros familiares, incluso lejanos, o de personas ajenas a la familia. El contar o no con Internet influye en su autonomía a la hora de llevar a cabo las gestiones no presenciales.

Otra conclusión es que las dificultades con las TIC aumentan exponencialmente en función de la edad, aunque no tienen una relación directa con el hecho de vivir solo o acompañado. En general, las personas encuestadas coinciden en que lo más difícil es hablar con contestadores automáticos. En la muestra podemos garantizar con un nivel de confianza del 95%, que entre el 67,66% y el 76,03% de la población mayor de Burgos tiene dificultades para hablar por contestadores automáticos.

Asimismo, una vez realizados los estudios estadísticos correspondientes, se puede afirmar sin margen de error que quienes tienen estudios medios o altos encuentran más fácil el uso de las tecnologías o se defienden mejor, frente a los que no tienen estudios o solo los básicos, que son la mayoría de las personas de 65 años o más en Burgos. Disponer de estudios medios/ altos permite adaptarse mejor a los

Investigando la relación entre digitalización y las personas mayores del “vuelva Ud. mañana” al “pulse cero ¿a quién molestamos los viejos?”

cambios tecnológicos. Lo mismo sucede con las edades: cuanto más joven se es, con menos dificultades tecnológicas se topan. Se puede asegurar que las personas de menos edad, concretamente los de 65 a 75 años, son más independientes que los mayores de 75, que dependen de ayuda externa. No obstante, la población mayor de Burgos es bastante independiente ya que se puede obtener un intervalo de confianza entre el 58,34% y el 67,33% que no necesitan ayuda externa para realizar las gestiones no presenciales. Estos datos deben ser considerados bajo el prisma de la enorme dependencia de los mayores de 85 que viven en residencias y, por tanto, no se ocupan de ninguna gestión.

Pese a que entre el 64,85% y el 73,44% de la población total de Burgos opina que la **formación sobre TIC** podría facilitarles la vida, más de la mitad de los que tienen esta opinión no acuden a cursos de formación. Entre el 8,32% y el 14,2 % de quienes realizan cursos lo hacen por necesidad, y entre el 17,37% y el 24,94% por ocio. Por otro lado, se puede confirmar que las personas mayores con estudios medios/altos acuden más a los cursos que las personas con estudios medios/bajos. Aunque el grupo de mayores, poco a poco, va aceptando las tecnologías e incluso creen que les podrían ayudar, prácticamente la totalidad de la población mayor de Burgos sigue prefiriendo **la cita presencial** (entre un 94,94% y un 98,30%).

En cuanto a si se sienten excluidos socialmente en el uso de las TIC (aunque aparentemente observamos diferencias según su lugar de residencia) mediante técnicas de inferencias estadísticas se refutó la idea inicial y se llegó a la conclusión de que no se puede asegurar que el lugar influya en sentirse excluidos o no. Tampoco influye el hecho de ser hombre o mujer. Por otra parte, se garantiza que, entre el 46,25 % y el 55,55 % de la población mayor de Burgos sí se siente excluido en este tema. Acerca de la receta electrónica, hay diferencias dependiendo del lugar de residencia. Las personas que viven en el medio urbano la aceptan mejor que quienes viven en el medio rural, aunque tiene una acogida positiva en ambos lugares.

## **5.2. Entrevistas**

### **5.2.1. Participantes y encargados de cursos TIC en Burgos**

Entrevistamos a los participantes y responsables de tres cursos relacionados con las TIC, dos incluidos en el programa **Envejecimiento activo**, *Internet para la vida cotidiana* y *Trámites administrativos online*. El curso *Operaciones auxiliares de montaje y mantenimiento de sistemas microinformáticos de Nivel I* es un curso ofertado por el CEPA<sup>10</sup> San Bruno (ANEXO III).

---

<sup>10</sup> Centro de Educación de Personas Adultas

### **5.2.1.1. Información sobre los cursos**

*Internet para la vida cotidiana* está dirigido a personas mayores de 60 años y es gratuito. Predomina el aspecto social sobre el aprendizaje. Tiene más demanda que oferta, por lo que se selecciona a sus participantes por sorteo. No se hace ninguna prueba inicial para saber el nivel y los contenidos se adaptan a las capacidades de los alumnos. Se desarrolla desde mediados de septiembre hasta mediados de junio en dos sesiones semanales de 90 minutos.

*Trámites administrativos online* está dirigido a mayores de 18 años, aunque la mayoría de sus participantes son personas de más de 55 años, y es gratuito. El nivel del curso es básico, ya que no pretende la especialización ni entrar en conflicto con la oferta de las academias privadas. Predomina el aspecto social sobre el aprendizaje. No se hace prueba inicial. Tiene una duración de ocho horas.

*Operaciones auxiliares de montaje y mantenimiento de sistemas microinformáticos de Nivel I* es un curso de la familia profesional de Informática y Comunicaciones. Las 330 horas del curso académico se distribuyen en 10 horas semanales. No hay distintos niveles ni se hace ninguna prueba inicial.

### **5.2.1.2. Motivación de los participantes y finalidad de los cursos**

Los motivos para apuntarse en los cursos pueden agruparse en dos tipos. Desde el punto de vista **social**, lo que se busca es relacionarse con otras personas, sentirse activos u ocupar el tiempo. Es decir, se pretende evitar la soledad. En cuanto **imposición**, las personas mayores sienten que en la actualidad es muy difícil apartarse de las exigencias de las nuevas tecnologías y lo que pretenden con los cursos es ser independientes (no necesitar de los hijos, nietos o familiares) para realizar trámites *online*, renovarse/actualizarse, no olvidar lo conocido y aprender cosas nuevas.

Los responsables de los cursos, excepto el del CEPA, manifiestan que la finalidad principal de los mismos es social, es decir, que su pretensión, además de ofrecer una cierta formación, es, ante todo, la de fomentar la relación entre las personas mayores. Esta finalidad cubre una de las motivaciones de las personas que se apuntan a los cursos, aunque para ellos son también importantes los contenidos que se imparten. A este respecto, por ejemplo, los participantes del curso *Trámites administrativos online*, opinan que ocho horas son insuficientes y que deberían ofertarse más plazas.

### **5.2.1.3. Utilidad de los cursos y satisfacción con los mismos**

La mayoría de los participantes manifiesta que si pueden repiten el curso porque están satisfechos y lo que aprenden les resulta útil. ¿Por qué? Porque lo que aprenden les da seguridad, les facilita la vida, hace que pierdan el miedo al ordenador, les posibilita el contacto *online* con la familia y les hace más independientes. También señalan que los profesores se adaptan a ellos y les intentan ayudar de forma

Investigando la relación entre digitalización y las personas mayores del “vuelva Ud. mañana” al “pulse cero ¿a quién molestamos los viejos?”

individual.

Los encargados de los cursos creen que estas actividades sirven a los mayores para tener conocimientos, quitar el miedo que suelen provocarles las TIC y no quedarse atrás. La dificultad fundamental que encuentran los mayores con la tecnología es la constancia y la paciencia además de su miedo a hacer algo mal o a no saber corregirlo. También se busca que los participantes aprendan contenidos relacionados con la vida cotidiana: trámites administrativos, compras *online*, redes sociales, navegación por internet, envío de correos electrónicos, etc. Con las excepciones señaladas (mayor duración y más oferta de plazas), puede decirse que los contenidos de los cursos, en general, cumplen con las expectativas de las personas mayores.

#### **5.2.1.4. Aspectos positivos/negativos de las personas mayores con las TIC**

Los aspectos positivos pueden englobarse en una palabra que repiten mucho: independencia. Las TIC, ante todo, les proporcionan independencia porque les facilita no depender de nadie para realizar determinadas actividades: trámites sanitarios, gestiones administrativas, relación con los bancos, búsqueda de información, comunicación *online*... Es decir, valoran como positivos aquellos aspectos que consideran útiles.

Sin embargo, viven con preocupación el hecho de que mientras el mundo se digitaliza ellos no están preparados para este proceso. Experimentan frustración por su desconocimiento tecnológico, sentimiento de exclusión social, o miedo a cometer errores en los trámites. En general, manifiestan que si usan las TIC es porque no les queda más remedio. Es decir, sus quejas tienen que ver con la falta de presencialidad, ya que “detrás de la pantalla no hay nadie”.

#### **5.2.1.5. Sugerencias**

Los participantes en los cursos reclaman más formación en las TIC; más cursos; más plazas para todos los que lo solicitan, sin limitaciones y sin necesidad de sorteos; más horas en alguno de los cursos ofertados y una prueba inicial para conocer el nivel de cada uno y evitar que se ralentice el aprendizaje. También piden, en algún caso, la necesidad de más medios materiales, como un cañón en el aula, una impresora o mejor conexión a Internet para no tener que utilizar sus datos a la hora de hacer alguna de las actividades. Estas peticiones de mejoras en los recursos también las comparten los encargados de los cursos.

#### **5.2.2. Entrevista a M.<sup>a</sup> Dolores Ovejero Cámara, concejala Delegada de Comercio y Consumo, Mayores y Voluntariado en el Ayuntamiento de Burgos**

Sobre las actividades que se imparten dentro del programa municipal *Envejecimiento activo*, la concejala insiste en su carácter principalmente social, no académico, por lo que no se hacen pruebas iniciales ni a lo largo del curso. Explica que son gratuitas para incentivar la participación y que antes de ofrecer un curso o taller en concreto no se

realiza ningún tipo de estudio para detectar cuáles son las necesidades de las personas mayores en el campo de las nuevas tecnologías.

Reconoce que los recursos, espacios y dotaciones son limitados (ordenadores antiguos, mal funcionamiento de *WiFiBur* que obliga a los usuarios a utilizar sus datos para hacer algunas actividades), pero no hay dinero suficiente para llevar a cabo las reformas necesarias. Tampoco hay un mecanismo concreto para recoger las quejas o sugerencias de los participantes en los cursos; son ellos los que comentan a sus profesores sus opiniones o posibles mejoras. Los trabajadores sociales también ayudan a los mayores a cumplimentar los diferentes impresos si es necesario.

Cree que las administraciones no han tenido en cuenta que muchas personas mayores no saben utilizar los medios telemáticos para hacer sus gestiones. Es necesario, por ejemplo, crear una página *web* del Ayuntamiento de Burgos sencilla, accesible para las personas con dificultades con las TIC, como los mayores. Es consciente de que a este grupo cada año se incorpora un 2 % más y de que es un grupo heterogéneo. En cualquier caso, afirma que la tecnología debe ayudar a los mayores a socializarse. El miedo, el “respeto” al ordenador, le parece la causa principal de la reticencia de los mayores hacia las TIC, por lo que considera importante la ayuda intergeneracional. Señala algunos recursos de la tecnología de los que también pueden beneficiarse los mayores, como la plataforma *burgosencasa.com* y la teleasistencia. Esta plataforma potencia el comercio local y ayuda a las personas que tienen dificultades para desplazarse o que prefieren comprar desde casa. En cuanto a la teleasistencia, indica que algunas personas la rechazan por creer que pierden su intimidad e independencia o por miedo a lo desconocido.

Se muestra abierta a plantear propuestas nuevas para mejorar la vida de los mayores y, por ello, agradece las aportaciones de nuestro trabajo. Admite que quizás en los cursos sobre las TIC habría que dar más importancia a los conocimientos que al aspecto social. Afirma que muchas de las mejoras que podrían hacerse en el ayuntamiento no se llevan a cabo porque hay una “tramitación burocrática compleja” y demasiadas secciones y por eso, cuando se plantea llevar a cabo alguna mejora o novedad es frecuente oír “eso no es mío”. Además, no se tiene ni el dinero ni el tiempo suficiente. Un ejemplo sería la petición para participar en el proyecto *Red Mundial de Ciudades y Comunidades Amigables con las Personas Mayores*<sup>11</sup>

## 6. Conclusiones

---

<sup>11</sup> Programa creado en 2010 por la OMS y dirigido a todos los ayuntamientos interesados en promover un envejecimiento activo y que el IMSERSO puso en marcha en 2013 un grupo de trabajo para impulsar la red en España ofreciendo ayuda a los ayuntamientos. Su objetivo es sensibilizar a la sociedad sobre las demandas de las personas mayores.

Investigando la relación entre digitalización y las personas mayores del “vuelva Ud. mañana” al “pulse cero ¿a quién molestamos los viejos?”

La bibliografía leída, los datos proporcionados en las encuestas, las respuestas dadas en las entrevistas y la información recogida en distintos medios de comunicación nos permiten llegar a unas conclusiones relacionadas con las hipótesis y los objetivos planteados al comienzo de este trabajo. También a unas conclusiones generales.

### **6.1. Revisión de hipótesis**

**Primera hipótesis** -las personas mayores (tercera edad) tienen muchos problemas, miedos y poca experiencia en el uso de las TIC en su vida cotidiana- se puede confirmar en parte. Respecto a los problemas y los miedos, hay mayores que se encuentran cómodos con las nuevas tecnologías porque las consideran positivas e incluso se manejan ágilmente con ellas. Otros las rechazan porque tienen miedo de no saber usarlas, no saben corregir los errores, se sienten impotentes ante ellas, las ven como algo muy difícil para su edad o, simplemente, no les interesan. Sin embargo, entre los que hacen cursos de formación hay quienes quieren aprender a manejarlas para perder el miedo y recuperar su independencia.

En cuanto a la experiencia que pueden tener en el uso de las TIC, se observa una diferencia entre la población burgalesa. La hipótesis no se confirma en las personas de 65 a 75 años ya que son ellos mismos quienes, generalmente, realizan las gestiones y ven más fácil el uso de las tecnologías. Por el contrario, en edades más avanzadas (los octogenarios en adelante) y al no haberlas interiorizado, ven más difícil su uso y necesitan ayuda externa para realizar las gestiones no presenciales.

Respecto a que *las personas mayores desconocen las ventajas o beneficios que las TIC pueden ofrecerles en esta etapa de su vida*- se cumple parcialmente. Hay dos elementos que influyen: la edad y la formación. Se observa que **la edad es un factor discriminante** y que hay una relación directa entre tener más edad y desconocer las ventajas de las TIC. El grupo de 65-75 años es el que muestra mayor conocimiento de las ventajas de las TIC, como lo demuestra el hecho de que la mayoría hagan las gestiones sin ayuda o piensen que su conocimiento les facilita su vida. Los porcentajes a partir de los 76 años van descendiendo hasta llegar a quienes muestran un mayor desconocimiento de sus ventajas, no realizan las gestiones, dependen de ayuda externa y piensan que aprender el uso de las TIC no les aportaría nada a su vida. El otro factor determinante, junto a la edad, es **la formación**, ya que a la mayoría de las personas con estudios medios y superiores les resulta más fácil el uso de las TIC.

**La segunda hipótesis** -*los mayores sienten o piensan que las administraciones públicas y/o privadas, las entidades bancarias, el ocio, la publicidad... no hacen el esfuerzo suficiente para atender a este colectivo quitándoles así una buena parte de su independencia*- **se verifica**. Las opiniones recogidas en las encuestas y en las entrevistas ponen de manifiesto el descontento que tienen hacia las administraciones, especialmente **en temas de salud** y, sobre todo con **los bancos**. El

cierre de oficinas o la limitación de la atención presencial a determinadas horas, obliga a los clientes a realizar trámites a través del cajero automático o de dispositivos electrónicos. Esta es una de las principales causas de las protestas de los mayores por las incomodidades y barreras que les imponen, junto a la imposición del contestador automático. Algunos encuestados, incluso, se quejan del trato recibido y manifiestan que antes se les trataba mejor.

A pesar de las quejas recibidas, sí hemos visto que cada vez hay más estudios sobre este tema y que por distintas organizaciones se están proponiendo medidas para mejorar la calidad de vida de los mayores con respecto a las TIC: petición para adaptar los cajeros automáticos, la inclusión en el programa *Envejecimiento activo* de cursos y actividades sobre las TIC, la necesidad de crear una página *web* y una guía del Ayuntamiento de Burgos muy sencilla para que las personas mayores puedan acceder y hacer las gestiones fácilmente...

Esperamos que la futura Ley de Servicios de Atención al Cliente<sup>12</sup> sirva para solucionar algunos de los problemas de los mayores, entre otros, con las TIC. En este Proyecto se recoge, por ejemplo, que las entidades bancarias deberán atender al cliente las 24 horas, personalmente y durante todo el año, acabar con los contestadores eternos como único medio para atender a los clientes. Son medidas muy importantes que se aplicarán a varios sectores privados (servicios esenciales de agua y energía, de transportes de viajeros, postales, de telecomunicaciones, de servicios audiovisuales de pago y de servicios financieros), pero curiosamente no a los servicios proporcionados directamente por las diversas administraciones.

## **6.2. Conclusiones/propuestas**

El concepto de “persona mayor” no está demasiado acotado. En la literatura sobre este tema se manejan criterios distintos para incluir a una persona en este colectivo: tener 55, 60 o 65 años. Este criterio conlleva consecuencias prácticas, ya que no es lo mismo plantear el tema de la brecha digital a partir de 65 años que hacerlo a partir de 55. Los datos son muy distintos en uno u otro caso.

Es necesaria la formación para combatir la brecha digital por edad. Hay que intentar erradicarla cuanto antes porque son las personas que ahora tienen más de 65 años, muy especialmente los que sobrepasan los 75, las que más sufren sus consecuencias. Las generaciones posteriores tendrán problemas para acceder y usar las TIC por motivos no tan ligados a la edad, como pueden ser las desigualdades sociales y económicas, pero ahora la única manera de mitigar la brecha por edad es la posibilidad de que los mayores que así lo deseen puedan recibir una formación que les haga independientes. Incluso en el grupo que menos valora las ventajas y

---

<sup>12</sup> El Proyecto de Ley fue aprobado por el Consejo de Ministros el 16 de noviembre de 2021 para su remisión a las Cortes.

Investigando la relación entre digitalización y las personas mayores del “vuelva Ud. mañana” al “pulse cero ¿a quién molestamos los viejos?”

beneficios de las TIC algunos muestran interés por formarse y acuden a cursos para aprender. A través de las entrevistas se ha comprobado que los participantes en cursos, cuando conocen sus beneficios, vuelven a inscribirse para continuar aprendiendo. Desafortunadamente, muchos se quedan fuera al no haber plazas suficientes.

La tercera conclusión es que no hay que generalizar al hablar de la brecha digital por edad. Todo depende de las circunstancias y capacidades de cada persona ya que, al tratarse de un grupo heterogéneo, no todos perciben las ventajas e inconvenientes de las TIC en sus vidas de la misma manera. Las TIC deben ser una oportunidad, nunca una imposición, puesto que hay personas que por diferentes motivos no quieren usarlas. También debería garantizarse que los que no quieren o no pueden ponerse al día con las TIC encuentren facilidades de las diferentes instituciones y administraciones para realizar sus gestiones. Será el modo de no excluirlos. Si hablamos de “envejecimiento activo”, pero no ofrecemos herramientas a los mayores, tanto a los que quieren usar las TIC como a los que no, solo usamos palabras sin contenido. Creemos que debemos aprovechar al máximo las ventajas que nos ofrecen las nuevas tecnologías, pero teniendo en cuenta a toda la sociedad y ayudando intergeneracionalmente a quienes tienen más dificultades.

La última conclusión que queremos señalar es que los mayores de Burgos muestran unos porcentajes mayores en el uso de las TIC que la media nacional. Si tomamos como referencia la “Encuesta sobre Equipamiento y Uso de Tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares” de 2020 del INE y la comparamos con nuestra encuesta, podemos observar lo siguiente: hay una diferencia en torno al 12 % a favor de los mayores burgaleses de 65-74 años que usan las TIC con relación a la media nacional; esta diferencia (alrededor del 13 %) también se da en la franja de edad de 75-84 años a favor de los mayores de Burgos. En los mayores de 85 años el porcentaje a favor de los mayores burgaleses es, aproximadamente, del 3 %. ¿Cuáles son las causas? La respuesta a esta pregunta podría abrir un nuevo trabajo de investigación.

Esperamos que nuestro proyecto contribuya a plantearse futuras medidas que consigan disminuir o erradicar este problema como la creación de sistemas de atención personal que sirvan como transición a un sistema digital para las personas predigitales.

## **7. Referencias Bibliográficas**

Albero, C. T. (2017). Sociedad de la información y brecha digital en España. *Panorama Social*, 17. En <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6371386>

Ayuntamiento de Burgos (2019-2023) Gerencia Municipal de Servicios Sociales. II Plan

Sectorial de Personas Mayores. En <http://www.aytoburgos.es/archivos/perfiles/articulo/documentos/ii-plan-sectorial-mayores-burgos-v8-07012020.pdf>

BOE (2015). Artículo14. Derecho y obligación de relacionarse electrónicamente con las Administraciones Públicas. Disponible en <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-10565>

Casado Muñoz, R., Lezcano, F., & Rodríguez Conde, M. J. (2015). Envejecimiento activo y acceso a las tecnologías: Un estudio empírico evolutivo. *Comunicar*, 22(45), 37-46. En <https://www.redalyc.org/pdf/158/15839609004.pdf>

Casado-Muñoz, Raquel, & Lezcano, Fernando, & Rodríguez-Conde, M-José (2015). Envejecimiento activo y acceso a las tecnologías: Un estudio empírico evolutivo. *Comunicar*, XXII (45),37-46. ISSN: 1134-3478. En: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15839609004>

Casamayou, A., & González, M. J. M. (2017). Personas mayores y tecnologías digitales: desafíos de un binomio. *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, 7(2), 152-172. En [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=personas+mayores+y+tic&og=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=personas+mayores+y+tic&og=)

Clavijo, Carlos (2021) Cositas buenas. En <https://twitter.com/carlosclavijo22/status/1443532276671860744> (30 de septiembre de 2021)

Cortina, Adela (2020). Ponencia *Ética del envejecimiento en tiempos de pandemia*. Seminario Académico 2020 sobre Envejecimiento y COVID-19

Diario de Burgos (2021). La nueva banca y el mundo rural. Noticias. 31 de octubre de 2021. En <https://www.diariodeburgos.es/noticia/Z39D63BCA-FE1C-6735-0ED5F51F6E780323/202110/La-nueva-banca-y-el-mundo-rural-y-los-mayores>

*El Boletín* (2021) No sólo en la banca: la digitalización de la sanidad pública excluye también a las personas mayores. En <https://www.elboletin.com/no-solo-en-la-banca-la-digitalizacion-de-la-sanidad-publica-excluye-tambien-a-las-personas-mayores/> (Consulta, 20 de septiembre de 2021)

*El País* (2021). La falacia del móvil del pensionista o cómo cerrar mal la brecha digital de los mayores. En [https://elpais.com/tecnologia/2021-05-29/la-falacia-del-movil-de-pensionista-o-como-cerrar-mal-la-brecha-digital-de-los-mayores.html?event\\_log=oklogin](https://elpais.com/tecnologia/2021-05-29/la-falacia-del-movil-de-pensionista-o-como-cerrar-mal-la-brecha-digital-de-los-mayores.html?event_log=oklogin)

González-Oñate, C., Fanjul-Peyró, C., & Cabezuelo-Lorenzo, F. (2015). Uso, consumo y conocimiento de las nuevas tecnologías en personas mayores en Francia, Reino Unido y España. *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, 23(45), 19-28. En [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=Gonz%C3%A1lez-O%C3%B1ate%2C+C.%2C+Fanjul-Peyr%C3%B3%2C+C.%2C+%26+Cabezuelo-](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Gonz%C3%A1lez-O%C3%B1ate%2C+C.%2C+Fanjul-Peyr%C3%B3%2C+C.%2C+%26+Cabezuelo-)

Investigando la relación entre digitalización y las personas mayores del “vuelva Ud. mañana” al “pulse cero ¿a quién molestamos los viejos?”

[Lorenzo%2C+F.+%282015%29.+Uso%2C+consumo+y](#)

INE (2020). Encuesta sobre equipamiento en los hogares. (Nota de prensa) [https://www.ine.es/prensa/tich\\_2020.pdf](https://www.ine.es/prensa/tich_2020.pdf)

INE (2020). Encuesta sobre Equipamiento y Uso de Tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares. (Datos provisionales a 1 de enero de 2021. Publicado el 23 de junio de 2021). En [https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736176951&menu=ultiDatos&idp=1254735572981](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176951&menu=ultiDatos&idp=1254735572981)

INE (2021) Personas mayores de 75 años Resultados <https://www.ine.es/dynt3/inebase/es/index.htm?padre=6899&capsel=6912>

INE (2021) Población española. Datos provisionales a 1 de enero de 2021. Publicado el 23 de junio de 2021) En [https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736176951&menu=ultiDatos&idp=1254735572981](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176951&menu=ultiDatos&idp=1254735572981)

MAFRE, Centro de Investigación Ageingnomics (2021). *El II Barómetro de Consumidor Sénior*. Economía plateada. Con la colaboración de Google. Madrid. Disponible en <https://documentacion.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/es/media/group/1299.do>

Martínez López, Olga (2020) Brecha digital educativa. Cuando el territorio es importante. En <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7517718>

Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social (2021). Promoción del buen trato. Prevención del edadismo. En <https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/Prevencion/EnvejecimientoSaludable/Fragilidad/BuenTrato/Edadismo.htm>

Naciones Unidas (2021) Equidad digital para todas las edades. En <https://www.un.org/es/observances/older-persons-day>

OMS (2015) Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud. En [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/186466/9789240694873\\_spa.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/186466/9789240694873_spa.pdf) (Acceso 7/10/2021)

OMS (2021) Informe mundial sobre el edadismo – Resumen. En <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240020504>

OMS (2021) Informe Mundial sobre el Edadismo. En <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240020504>

Peral Peral, Begoña; Arenas Gaitán, Jorge; Villarejo Ramos, Ángel Francisco (2015). De la brecha digital a la brecha psico-digital: Mayores y redes sociales. *Comunicar*, n.º 45, v. XXIII. Revista Científica de Educomunicación. En <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5133308>

Pino Juste, Margarita Rosa; Soto Carballo, Jorge Genaro; Rodríguez López, Beatriz (2015). LAS PERSONAS MAYORES Y LAS TIC. UN COMPROMISO PARA REDUCIR LA BRECHA DIGITAL. *Pedagogía Social. Revista Interuniversitaria*, (26),337-359. [fecha de Consulta 3 de noviembre de 2021]. ISSN: 1139-1723. En:

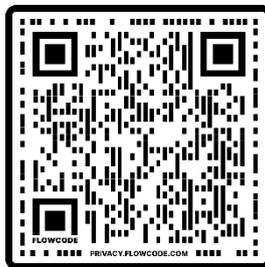
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=135043653003>

RTVE (2021) El drama oculto del maltrato en la vejez. En <https://www.rtve.es/noticias/20210615/drama-oculto-maltratabusovejez/2103726.shtml>

## Agradecimientos

A nuestra tutora Soledad García Pérez y a la profesora de la UBU, Rosa Ana Obregón Labrador, por su apoyo, orientación y guía en la elaboración de este trabajo. Asimismo, damos las gracias a quienes nos han ayudado a difundir las encuestas (encargados de cursos, centros cívicos, centros de mayores, familiares) y, muy especialmente, a todos los mayores que han respondido a nuestro cuestionario y/o a nuestras entrevistas, así como a la concejala de Mayores en el Ayuntamiento de Burgos. Por supuesto, a nuestro instituto que se esfuerza en atender a la diversidad educativa.

## 8. Anexos



# **Estudio del crecimiento de la lombriz *Eisenia foetida* y de algunos parámetros fisicoquímicos en el vermicompostaje de diferentes residuos**

Rafael Álvarez Iglesias  
Aroa Vega Pérez

Marta Colinas Rodríguez (Coordinadora)

I.E.S. Gil y Carrasco  
Pl. Ayuntamiento, 12, 24401 Ponferrada, León  
marta.colrod@educa.jcyl.es

## **Resumen**

Según el MITECO las actividades cotidianas generan toneladas de residuos aprovechables. Estudios recientes sugieren como alternativa ecológica para evitar su disposición en vertederos y la consecuente generación de gases de efecto invernadero, su bioconversión en vermicompost mediante las lombrices de tierra de la especie *Eisenia foetida*, calificadas por Darwin como los intestinos de la tierra. El vermicompost como biofertilizante permite reducir el uso de fitoquímicos participando en la enmienda del suelo. Se diseñó un modelo experimental con 4 vermicompostadoras (control: sin residuos; doméstico: mondas de frutas y verduras; hortofrutícola: follaje de la huerta berciana e instituto: papel y posos de café). Se analizaron parámetros biológicos (biomasa, proporción juveniles/adultas, peso/individuo o longitud) para vincularlos al tipo de fuente nutricional, optimizar parámetros fisicoquímicos (temperatura, humedad relativa o pH) y evaluar la calidad del vermicompost resultante (germinación y volumen de lixiviados). Se consiguió una gran transformación de residuos, indicativo de la versatilidad de estas ingenieras de la tierra. La biomasa de lombrices se incrementó en todos los tratamientos en relación al control, tendiendo al engorde con residuos domésticos y a la reproducción con los

hortofrutícolas y los del instituto. Las poblaciones juveniles/adultas fluctuaron alternándose salvo en el control, ciclos necesarios para que las comunidades se mantengan en el tiempo de forma óptima. La longitud no se mostró como un parámetro condicionante. Se obtuvieron buenos índices de germinación y un volumen considerable de lixiviado, conocido como oro líquido por su gran rentabilidad. Se concluyó que el Bierzo es un enclave óptimo para el vermicompostaje, proceso controlable de forma sencilla, económica y práctica. Investigaciones como esta podrían ayudar a la instauración de un modelo sostenible de economía circular para reaprovechar residuos y contribuir con pequeñas estrategias locales a mitigar las consecuencias ambientales de la emergencia climática en la que vivimos.

**Palabras Clave:** Cambio climático, economía circular, *Eisenia foetida*, lombriz de tierra, residuos orgánicos, vermicompost, vermicompostaje.

**Keywords:** Circular economy, climate change, earthworm, *Eisenia foetida*, organic waste, vermicompost, vermicomposting.

## Descripción del Proyecto

De acuerdo con la memoria de generación y gestión de residuos del MITECO (2018) los residuos recogidos y tratados procedentes de los hogares y del sector servicios (comercios, oficinas e instituciones) superaron los 22 millones de Tm y tan solo el 17% fueron destinados a compostaje. Lejos queda aún este porcentaje del 50% que se pretende conseguir para el 2050, teniendo además en cuenta que se espera que se acelere la producción de residuos con el incremento global poblacional y nuestro ritmo de vida (Kaza *et al.*, 2018). Estos autores en el libro “*What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*”, establecen que es necesario cambiar de modelo de gestión residual, pues el reto está íntimamente relacionado con las emisiones de gases de efecto invernadero, el principal desafío al cual se enfrenta la sociedad del siglo XXI.

Este proyecto parte de la idea de que la gestión residual a través del vermicompostaje con lombrices puede ser clave en términos ecológicos. No solo permitiría reducir residuos cuya disposición final puede generar problemas fitosanitarios y sustituir el uso de fitoquímicos (fertilizantes y pesticidas) en las labores agrícolas, sino que la clave medioambiental estaría en conseguir mitigar la crisis climática en la que vivimos. En este sentido, aplicar vermicompost en los cultivos restablece la calidad de los suelos, con lo que se mejora la fijación de CO<sub>2</sub> evitando su escape hacia la atmósfera a la par que se desprende menor cantidad de este gas en relación a la que se genera en los vertederos de residuos (Flórez, 2020).

Ya que esta práctica no se encuentra muy extendida por ahora en El Bierzo, estudios como este podrían servir para dar a conocer e incentivar la creación de empresas

## Estudio del crecimiento de la lombriz *Eisenia foetida* y de algunos parámetros fisicoquímicos en el vermicompostaje de diferentes residuos

locales que comercialicen estos intestinos de la tierra (Darwin, 1887) para vermicompostaje doméstico o alimentación animal. El proceso de vermicompostaje permitiría el aprovechamiento y reciclaje de una gran diversidad de residuos orgánicos cotidianos (Compostando la ciencia, 2022) pudiendo transformarlos en productos de valor añadido que pueden ser utilizados en prácticas agrícolas o proyectos de restauración de suelos (Villegas-Cornelio & Laines, 2017) a la vez que se instaure un modelo de economía circular regional sostenible que reduzca la huella ecológica de nuestras actividades (Lim *et al.*, 2015).

### Objetivos

<b>Objetivos de diseño</b>	<p>O1. Diseñar un modelo experimental que permita la supervivencia de la lombriz <i>Eisenia foetida</i>, así como la transformación de residuos orgánicos en vermicompost.</p> <p>O2. Analizar algunos parámetros fisicoquímicos para el seguimiento y optimización del vermicompostaje en el modelo experimental diseñado.</p>
<b>Objetivos experimentales</b>	<p>O3. Vincular diferentes parámetros biológicos del ciclo de vida de la lombriz <i>Eisenia foetida</i> con el tipo de fuente alimenticia residual.</p> <p>O4. Analizar comparativamente la calidad del vermicompost generado para evaluar el proceso de vermicompostaje y su potencial uso como biofertilizante orgánico.</p>
<b>Objetivo divulgativo</b>	<p>O5. Dar a conocer un método práctico, económico y sustentable de economía circular ecológica y local para la gestión de residuos cotidianos de naturaleza orgánica.</p>
<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<p>O6. Mitigar las consecuencias medioambientales derivadas de la inapropiada gestión residual a través del desarrollo científico-tecnológico de herramientas de vermicompostaje.</p>

### Metodología

Se prepararon 4 vermicompostadoras opacas con 4 tratamientos diferentes que estaban basadas en un balde opaco con perforaciones en la base para la salida de lixiviados y con bandejas inferiores para su recogida:

Control (CON)	Doméstico (DOM)	Hortofrutícola (HOR)	Instituto (INS)
-	<p><b>Mondas de frutas y verduras</b> (patata, plátano, uvas, boniato), cáscaras de huevo, pelo humano y de mascota y plástico compostable.</p>	<p><b>Broza de huerta y jardín</b> incluyendo hojas y tallos y algún fruto (pimiento, berenjena, maíz, repollo, judías, tagetes, hortensias...) y frutales (higuera, avellano, manzano...).</p>	<p><b>Papel</b> de la trituradora del instituto, <b>cartón</b> y <b>posos de café</b>.</p>

Se recogieron, desmenuzaron y mezclaron los residuos orgánicos de cada tratamiento en fragmentos pequeños. Para preparar el lecho o la cama de las lombrices se colocaron tiras de papel absorbente y cartón en la base y se añadió sustrato universal en una proporción 1:2 (lecho:residuo). Así, se dispusieron 2L de sustrato universal, 4L de residuo y 3L de agua en cada vermicompostadora. Finalmente se incorporaron las lombrices acompañadas del vermicompost en el que se recibieron, homogeneizándolas y distribuyendo un peso equitativo por recipiente (1362g o ~250 individuos/6L). Las vermicompostadoras se mantuvieron en interior en condiciones controladas de temperatura y humedad relativa, además de estar cerradas con sacos de rafia para evitar la desecación y la entrada de luz e insectos.

- Controles y muestreos (Camiletti, 2016; Canales-Gutiérrez et al., 2020; Canales-Gutiérrez et al., 2021; Durán & Henríquez, 2007 y López et al., 2013):

1. Se realizó un **control semanal** de:

- **Temperatura y humedad ambiental:** se registraron los datos a través de un termómetro e higrómetro ambiental.
- **Hr del compost:** se controló a través del método del puño, realizando recirculación del lixiviado en caso de percibir sequedad o facilitando la aireación en caso de encharcamiento.
- **Temperatura y pH del compost:** la temperatura se midió con termómetro edafológico en el vermicompost sólido y el pH con tiras indicadoras en la bandeja de lixiviados.

2. Se realizaron **5 muestreos quincenales (semanas S0-S8)** mediante recogida tras homogenización del vermicompost de 3 réplicas (100mL) de puntos aleatorios para determinar:

- **Peso de lombrices:** se separaron todas las lombrices y se pesaron en báscula de precisión.
- **Número de lombrices:** se separaron las juveniles de las adultas (las que presentan el clitelo reproductivo marcado) y se procedió a su recuento manual.
- **Longitud de lombrices:** se seleccionaron 5 lombrices adultas al azar y se midieron en posición extendida con ayuda de una regla.

3. Se realizó un **análisis final** en la semana 8 (**S8**) de:

- **Volumen de lixiviado total:** se vertió el lixiviado de las bandejas en vasos de precipitados y probetas con embudo.
- **Índice de germinación:** para cada uno de los 4 tratamientos se dispuso

## Estudio del crecimiento de la lombriz *Eisenia foetida* y de algunos parámetros fisicoquímicos en el vermicompostaje de diferentes residuos

vermicompost en 5 vasitos de germinación y un total de 6 semillas de *Festuca sp.* en cada uno. Se dejaron durante 19 días y se realizó un recuento de las plántulas germinadas.

Se seleccionaron los datos de las réplicas de la S8 para realizar comparaciones en los diferentes tratamientos para cada variable a través del programa estadístico PAST3. Se realizó la prueba de Levene para comprobar homogeneidad de las varianzas y poder realizar un análisis paramétrico mediante ANOVA de 1 vía seguido de *post hoc* con la prueba por parejas de Tukey-HSD para comparar dos a dos los tratamientos. En todos los casos se consideraron diferencias significativas entre los tratamientos con  $p < 0,05$ . Letras diferentes en las gráficas de cada parámetro para la S8 señalan diferencias significativas entre los tratamientos.

## Resultados

- **Climograma del laboratorio**

La temperatura ambiental media durante las 3 primeras semanas rondó los 22°C para decaer hasta los 17°C durante las dos semanas finales. El promedio de temperatura se mantuvo en  $19,96^{\circ}\text{C} \pm 3,02$ . Por su parte, la humedad relativa ambiental se mantuvo en  $42,75\% \pm 2,36$  durante la mayor parte del tiempo salvo un periodo más seco en torno a la semana 2 (28%). Estos valores son algo inferiores a los propios para esta lombriz, cuya reproducción se maximiza en climas trópico-ecuatoriales, pero aún así las condiciones del Bierzo permiten el vermicompostaje.

- **Temperatura y pH del compost**

Se observaron valores semejantes de  $T^{\circ}$  y pH en el compost a lo largo de las 8 semanas de experimento en los 4 tratamientos. La temperatura fue mayor durante las tres primeras semanas, con valores rondando los 23°C, para descender en las dos últimas semanas a valores medios de 18°C, de forma pareja a la temperatura ambiental, solo que unos 2°C por encima, resultado del calor desprendido en el vermicompostaje. La temperatura media a lo largo del experimento fue de  $21,06^{\circ}\text{C} \pm 8,17$  y el pH medio se mantuvo más constante en  $8,17 \pm 0,44$ .

- **Análisis cualitativo**

La transformación de residuos durante el experimento fue más que evidente, pues se consiguió generar vermicompost, una pasta oscura, que transitó desde un estado de flóculos húmedos durante la primera parte del proceso hasta un alto grado de porosidad y un tamaño de agregados menor en el tramo final. La transformación de residuos no fue completa, pues se necesitan tiempos de compostaje mayores a las 8 semanas. No se consiguió la eliminación total del plástico biodegradable ni del pelo

en el tratamiento doméstico. El residuo que más tardó en biodegradarse fue el del instituto, pero finalmente también se pudo obtener vermicompost. En algunas etapas del proceso aparecieron moscas y otros pequeños insectos, pero de forma fluctuante y no significativa. También se observó una tendencia al encharcamiento en el tratamiento hortofrutícola y a la deshidratación en el control, vinculados a la naturaleza del residuo.

- **Biomasa de lombrices**

Se observó un descenso en la biomasa de lombrices en el grupo control que contrasta con la tendencia al aumento significativo en el resto de tratamientos. Se observan picos de biomasa entre las S6-S8 de casi 10g/100mL en los grupos doméstico y hortofrutícola, cuando el rendimiento en transformación de residuos es mayor.

- **Número total de lombrices**

En el grupo control y doméstico, entre los que no hay diferencias significativas en la S8, se produce una disminución progresiva de la población de lombrices, oscilando en valores de unos 10 individuos por cada 100ml. Por otro lado, las gráficas del grupo hortofrutícola y del instituto (también sin diferencias significativas entre ellas en la S8), siguen un mismo patrón, en el que se produce un brusco descenso de la población en las tres primeras semanas, aumentando después a partir de la cuarta, superando incluso la población inicial. En conjunto, se observa que el mayor crecimiento se produce en el grupo hortofrutícola, donde se alcanzan valores máximos de 30 individuos/100mL, aunque con una gran desviación estándar entre las réplicas de los muestreos.

- **Peso por lombriz**

Para comprobar por qué la biomasa aumentaba en el grupo doméstico, pero disminuía el número total de lombrices, se decidió calcular el peso por lombriz, dividiendo los dos parámetros anteriores. Se produjo ligero engorde tras el estrés inicial, con tendencia general al descenso de peso por individuo con el tiempo en los tratamientos control, hortofrutícola e instituto, con diferencias muy significativas en la S8 en relación al grupo doméstico. En este tratamiento se superan a partir de la S4 y hasta el final del experimento los valores de peso promedio por lombriz encontrados en la literatura, pues se alcanzan casi los 0,80 g/individuo, dato que coincide con el aspecto general de estas lombrices, mucho más gruesas y fuertes que las del resto de tratamientos.

- **Proporción juveniles/adultas (J/A)**

El número de lombrices juveniles y adultas varía de forma oscilatoria, de modo que en los máximos de individuos adultos se producen los mínimos de individuos

## Estudio del crecimiento de la lombriz *Eisenia foetida* y de algunos parámetros fisicoquímicos en el vermicompostaje de diferentes residuos

juveniles. En muchos momentos del tiempo la proporción J/A supera el 50%, y aunque es interesante que existan juveniles para dar continuidad al proceso, lo importante radica en la alternancia consecutiva de J/A. En el grupo control solo se produce esta oscilación en las primeras semanas, a diferencia del resto, cuyas oscilaciones se exageran en el grupo hortofrutícola y se atenúan en el grupo instituto. En la S8 hay diferencias significativas en el número de adultas entre el grupo control y el doméstico e instituto, mientras que no existen diferencias entre el hortofrutícola y el resto.

- **Longitud promedio**

Se observa que en el grupo control hay una tendencia mantenida a la disminución de la longitud de las lombrices, mientras que la tendencia al crecimiento se aprecia en el grupo doméstico, en el que la longitud supera la media para esta especie de lombriz (>7,5cm). En los grupos hortofrutícola y del instituto disminuye la longitud las cuatro primeras semanas, para crecer en la sexta y octava semana con tendencia descendente global. A diferencia del resto de parámetros analizados, la longitud no parece ser un parámetro vinculable al tipo de residuo o a la optimización del vermicompostaje.

- **Tasas**

De forma semejante a cómo realizan en su estudio Aynehband et al. (2017) con la biomasa y la proliferación, se calcularon las tasas o ratios mediante la división del promedio de cada parámetro en el momento final (S8) entre la medición inicial (S0). La tasa de biomasa total, experimentó un crecimiento generalizado excepto en el grupo control, que decreció con respecto al inicio del experimento. La tasa de proliferación disminuyó en los grupos control y doméstico, y aumentó en los grupos hortícolas y del instituto. En cuanto a la tasa de J/A, se incrementó en el grupo de control y del instituto y sufrió un retroceso en el doméstico y en el del hortofrutícola. En la tasa de peso por individuo solo creció el grupo doméstico, todos los demás decrecieron o se mantuvieron, como es el caso del grupo del instituto. La tasa de longitud no es vinculable al vermicompostaje, puesto que la flexibilidad de las lombrices y su medición al estar en movimiento no otorgan fiabilidad. Además, se observó que todas las tasas mejoraban el tratamiento control, exceptuando la proporción de J/A, que tampoco se cree vinculable al vermicompostaje, pues depende del momento del ciclo en el que se muestreen las lombrices.

- **Volumen de lixiviado**

En relación al contenido hídrico de los residuos y la tendencia a la deshidratación en el vermicompostaje, se observa una clara superioridad de volumen de lixiviado en el grupo hortofrutícola, seguido del grupo doméstico, el instituto y, por último, el control. La coloración más oscura se correspondió al tratamiento instituto, debido a

la presencia de posos de café, mientras que el hortofrutícola presentó una coloración más parda que el control y el doméstico, entre los que no se apreciaron diferencias.

- **Índice de germinación**

Analizando la germinación a los 19 días de la siembra, y en correspondencia con la naturaleza del residuo y la evolución del resto de parámetros del vermicompostaje, se observó que el porcentaje más alto se produjo en el vermicompost doméstico, estando agrupado el conjunto de valores en torno al 96,67% de las semillas, mejorando el 86,67% del control. Sin embargo, el vermicompost del instituto tiene los datos más distribuidos con una media del 93,33%, en el hortofrutícola el porcentaje es inferior al 50% y en el instituto no se aprecian diferencias significativas con el control. Se considera la posibilidad de que los porcentajes podrían haber mejorado significativamente de haber usado un control adicional basado exclusivamente en sustrato universal o de haber finalizado los 90 días necesarios para el vermicompostaje, indicativo del gran potencial como biofertilizante del humus de lombriz sólido y líquido.

## **Conclusiones**

En base a los objetivos planteados y el análisis y discusión de resultados se concluye que:

1. El modelo experimental propuesto es válido para asegurar la supervivencia y reproducción de la lombriz *Eisenia foetida*, permitiendo la obtención de vermicompost y el estudio de la transformación de residuos orgánicos de diferente naturaleza.
2. Temperaturas atmosféricas y del compost de alrededor de 20°C, humedad ambiental con valores del 40% y pH neutro-alcalino permiten la correcta transformación de residuos orgánicos en vermicompost utilizando la lombriz *Eisenia foetida*.
3. El ciclo de vida de la lombriz *Eisenia foetida* y el vermicompostaje dependen en gran medida de las propiedades nutricionales del residuo orgánico utilizado, pues el mayor crecimiento en engorde de las lombrices se consigue con residuos domésticos, mientras que la mayor reproducción se obtiene con residuos hortofrutícolas. Las poblaciones juveniles/adultas oscilan de forma intercalada presentando una gran versatilidad y adaptación ante cualquier tipo de fuente nutricional.
4. Determinar la humedad relativa y la proporción de C:N en las fuentes residuales y el vermicompost permitiría en investigaciones futuras analizar de forma fidedigna las alteraciones en los parámetros biológicos de la lombriz *Eisenia foetida* durante el proceso.
5. El proceso de vermicompostaje se demuestra como un método sencillo,

## Estudio del crecimiento de la lombriz *Eisenia foetida* y de algunos parámetros fisicoquímicos en el vermicompostaje de diferentes residuos

práctico y económico que mejora significativamente la calidad del sustrato como biofertilizante orgánico al obtenerse unos índices de germinación elevados y un volumen considerable de lixiviados.

6. El presente trabajo contribuye a la investigación para la mitigación de las consecuencias ambientales de la inapropiada gestión de residuos, a través del desarrollo tecnológico de una herramienta de vermicompostaje que fomente la economía circular ecológica en el Bierzo

## Bibliografía

Ayneband, A., Gorooei, A., & Moezzi, A. A. (2017). Vermicompost: an eco-friendly technology for crop residue management in organic agriculture. *Energy Procedia*, 141, 667-671.

Camiletti Morales, J. (2016). *Estudio del vermicompostaje de compost de residuos orgánicos de distinta naturaleza*. Trabajo Fin de Máster. Universidad Politécnica de Elche, España, pp. 60 (inédita).

Canales-Gutiérrez, Á., Solís Ramos, B. J., Panca Castañeda, R. J., & Quispe Cáceres, B. L. (2020). Crianza de *Eisenia foetida* en diferentes sustratos de desarrollo biológico. *Ecología Aplicada*, 19(2), 87-92.

Canales-Gutiérrez, Á., Mestas-Gutiérrez, N. I., & Chambi-Alarcon, M. S. (2021). Crecimiento y producción de cocones de la *Eisenia foetida* (lombriz roja) en cuatro sustratos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(5), e19843-e19843.

Compostando la ciencia (2021), < <http://www.compostandociencia.com/>>, [Consultada: 12-12-2021].

Darwin, C. (1887). *The Formation of Vegetable Mould, Through the Action of Earth Worms, with Observations on Their Habits*. (No. 92). Humboldt Publishing Company.

Durán, L., & Henríquez, C. (2007). Caracterización química, física y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. *Agronomía Costarricense*, 31(1), 41-51.

Flórez Muriel, E. (2020). *El vermicompost, una alternativa para la recuperación de suelos*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/36123>.

Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. World Bank Publications, Washington, pp. 270.

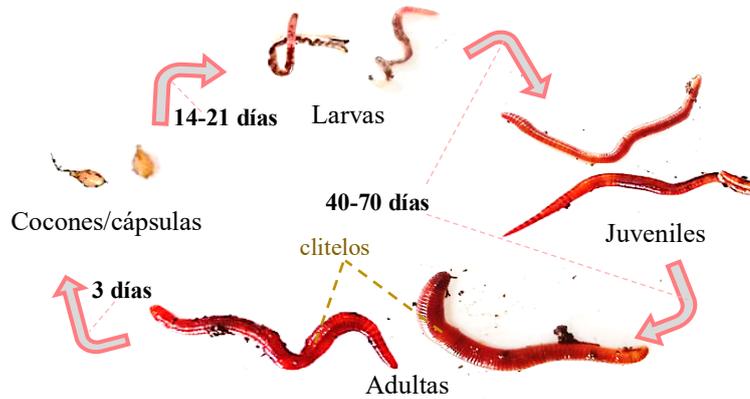
Lim, S. L., Wu, T. Y., Lim, P. N., & Shak, K. P. Y. (2015). The use of vermicompost in organic farming: overview, effects on soil and economics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(6), 1143-1156.

López, C., Ruelas-Ayala, R. D., Sañudo-Torres, R. R., Armenta-López, C., & Félix-Herrán,

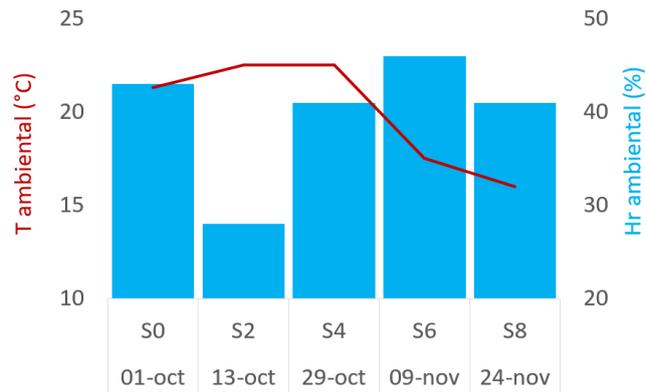
J. A. (2013). Influencia de diferentes sustratos orgánicos en la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). *Tecnociencia Chihuahua*, 7(2), 81-87.

## ANEXO. Diagramas y gráficos

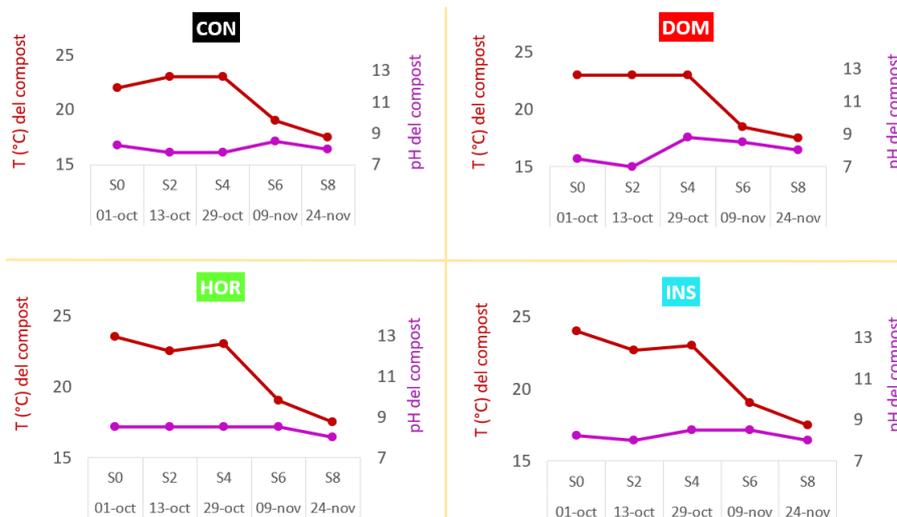
- Ciclo de vida de *Eisenia foetida*:



- Climodiagrama del laboratorio:



- pH y T del compost en los 4 tratamientos:

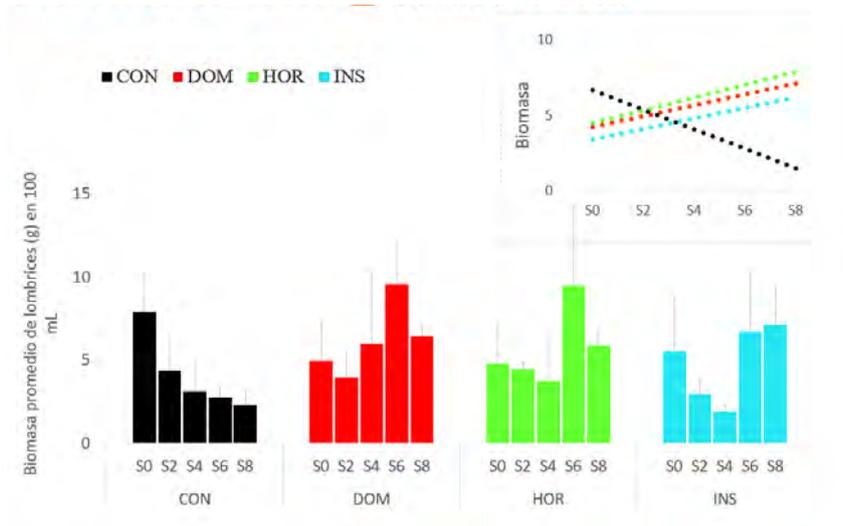


# Estudio del crecimiento de la lombriz *Eisenia foetida* y de algunos parámetros fisicoquímicos en el vermicompostaje de diferentes residuos

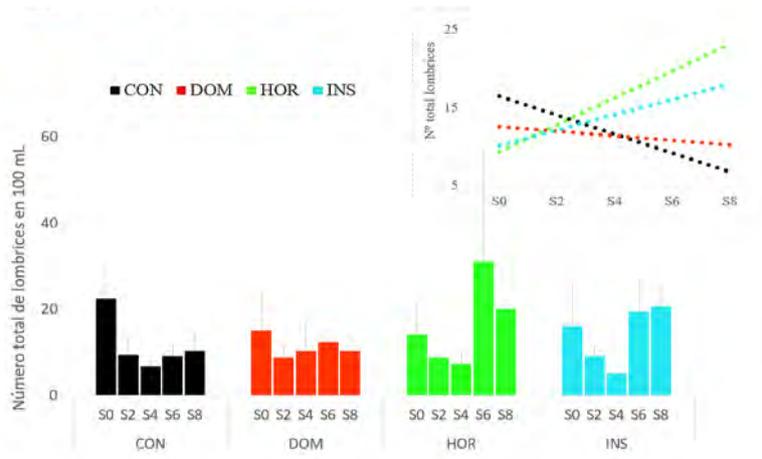
- Análisis cualitativo



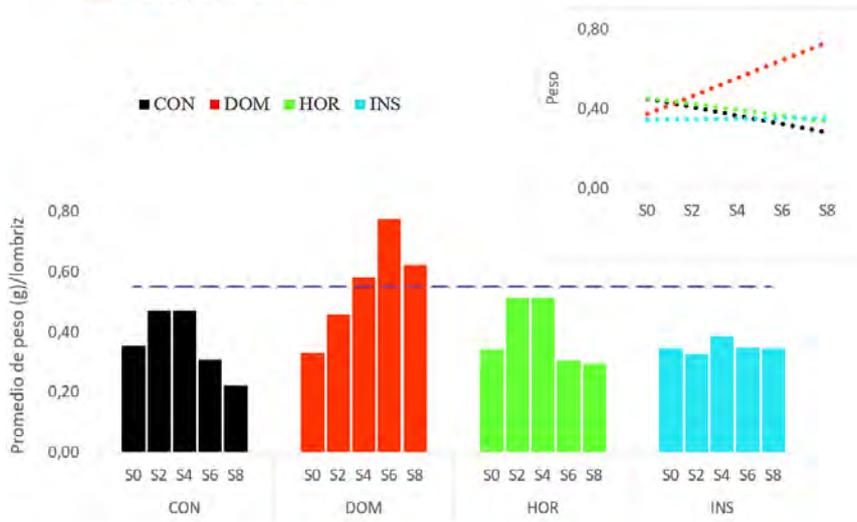
- Biomasa de lombrices



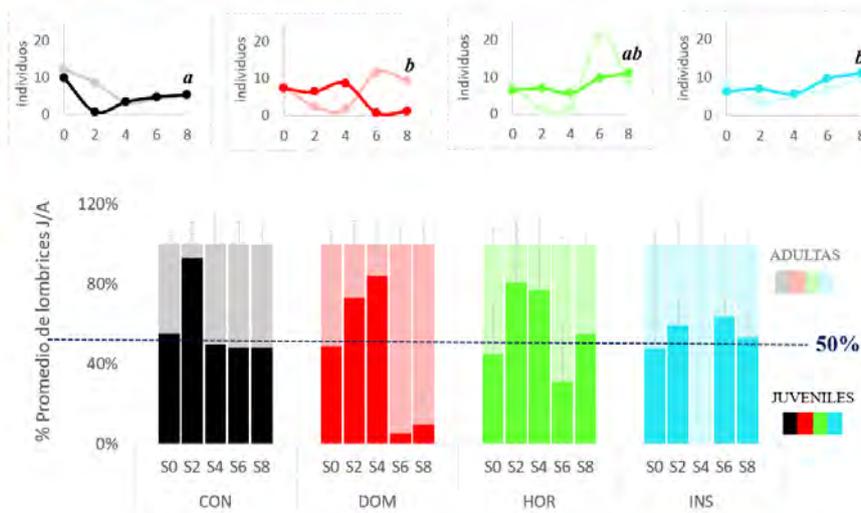
- Número total de lombrices



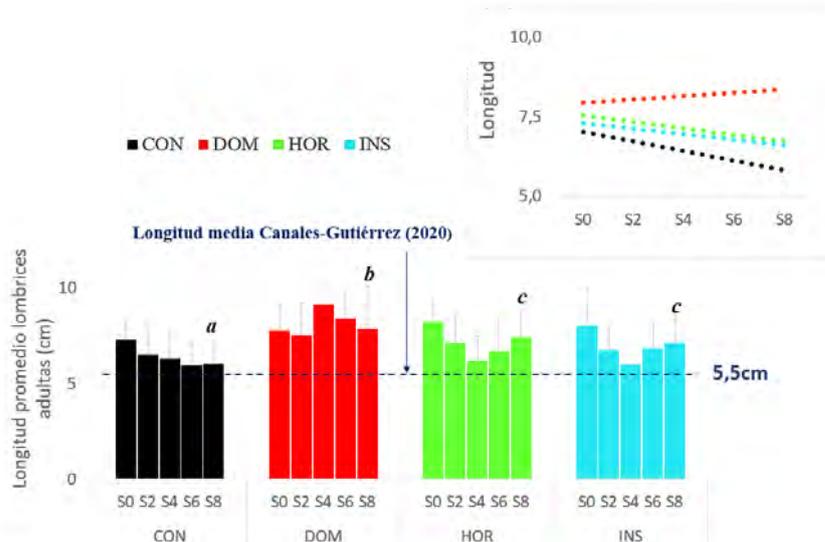
- Peso por individuo



- Proporción juveniles adultas (% J/A)

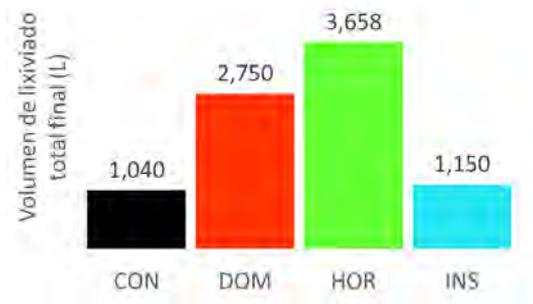


- Longitud de las adultas

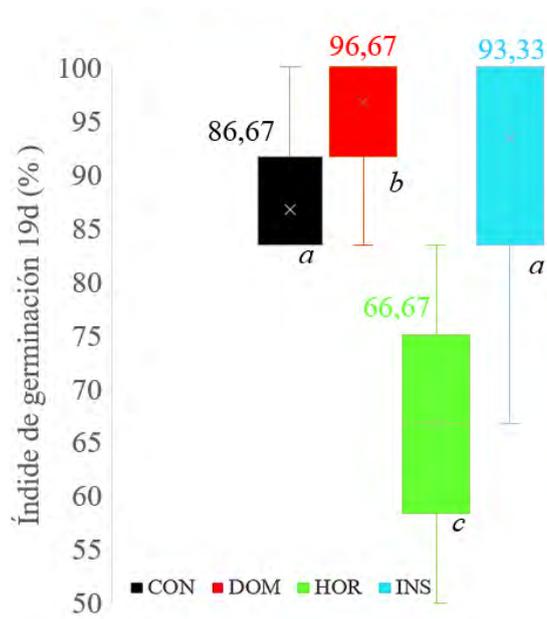


Estudio del crecimiento de la lombriz *Eisenia foetida* y de algunos parámetros fisicoquímicos en el vermicompostaje de diferentes residuos

- Volumen de lixiviados



- Índice de germinación



# La ecuación de Pell y el problema de encontrar la primera solución: Método de Lagrange y las fracciones continuas, búsqueda del mejor método

Isabel García Pescador

Ana María Pérez Cubillo (Coordinadora)

IES Lancia

Calle Egido Quintín, 24006, León

anam.percub@educa.jcyl.es

## Resumen

La ecuación de Pell es una ecuación diofántica, es decir, una ecuación en la que tanto los coeficientes como las soluciones que se buscan pertenecen al conjunto de los números enteros. Surge de un desafío propuesto por el matemático Pierre de Fermat, aunque otros matemáticos ya habían planteado casos particulares, y tiene la forma de:

$$x^2 - dy^2 = 1$$

Son varios los matemáticos que han intentado resolver esta ecuación, sin embargo, los más destacados son William Brouncker (1620-1684) que intentó resolverlas utilizando fracciones continuas, Lagrange (1736 – 1813) que elaboró un método basado en las fracciones continuas o Johann Carl Friedrich Gauss (1777 - 1855) que estableció una norma para encontrar la solución.

Una particularidad de esta ecuación es que teniendo la primera solución se pueden obtener todas las demás mediante la siguiente fórmula:

$$x_n + \sqrt{d}y_n = (x_1 + \sqrt{d}y_1)^n$$

Para encontrar la primera solución Lagrange desarrolló un método en el que utilizaba

las fracciones continuas para realizar una aproximación de  $\sqrt{d}$ . Si se considera que  $d$  debe tener la forma de  $d=n^2+a$  se puede realizar una generalización de dicho método para la primera fracción continua, obteniéndose lo siguiente:

$$x_1 = (bn+1) \text{ e } y_1 = b$$

que se puede utilizar siempre que se cumpla la condición de que:

$$\frac{2n}{a} = b \in \mathbb{N}$$

Este proceso puede llevarse a cabo realizando la aproximación de  $\sqrt{d}$  por exceso en lugar de por defecto como hacía Lagrange, partiendo de  $d=(n+1)^2+a$ . Los resultados en este caso son:

$$x_1 = (bn+b-1) \text{ e } y_1 = b$$

que se puede utilizar siempre que se cumpla la condición de que:

$$\frac{2(n+1)}{a} = b \in \mathbb{N}$$

Este método resulta fácil de utilizar para algunos valores de  $d$ , sin embargo, para otros resulta un proceso tedioso. Actualmente se puede recurrir a un programa informático, que realice todos los cálculos y proporcione directamente los valores de la primera solución.

**Palabras Clave:** Ecuación de Pell, fracciones continuas, primera solución, generalización del método de Lagrange, programa que busca la primera solución.

## Descripción del Proyecto

Si se obtiene la primera solución de la ecuación se pueden obtener todas las demás mediante la fórmula:

$$x_n + \sqrt{d}y_n = (x_1 + \sqrt{d}y_1)^n$$

Por eso la monografía se centra en encontrar dicha primera solución.

Varios matemáticos han encontrado formas de resolver la ecuación de Pell, sin embargo, este estudio se ha centrado en el método propuesto por Lagrange. Este método emplea la aproximación mediante fracciones continuas de  $\sqrt{d}$  en la que el numerador se correspondería con el valor de  $x_1$  y el denominador se correspondería con el valor de  $y_1$ .

Para poder trabajar con este método se ha realizado una generalización para:

$$d=n^2+a$$

Se obtiene como resultado de la siguiente aproximación:

$$\sqrt{d} \simeq \frac{bn+1}{b}$$

de forma que  $x_1 = (bn+1)$  e  $y_1 = b$ . A partir de la aproximación para cualquier valor de

La ecuación de Pell y el problema de encontrar la primera solución: Método de Lagrange y las fracciones continuas, búsqueda del mejor método

Vd conseguida mediante el método de Lagrange se extraen unas fórmulas válidas para aquellos casos en los que la primera solución de la ecuación de Pell se puede obtener con la primera fracción continua. Es decir, la solución para la ecuación de Pell que tiene la forma de:

$$x^2 + (n^2 + a) \cdot y^2 = 1$$

y cumple la condición de que:

$$\frac{2n}{a} = b \in \mathbb{N}$$

se pueden utilizar las siguientes fórmulas para calcular la solución:

$$x_1 = (bn + 1) \text{ e } y_1 = b$$

Si en lugar de emplear las fracciones continuas, se utiliza una aproximación por exceso de  $\sqrt{d}$  se obtiene (para  $d=(n+1)^2-a$ ):

$$\sqrt{d} \simeq \frac{bn+b-1}{b}$$

Es decir, la solución para la ecuación de Pell que tiene la forma de:

$$x^2 + [(n + 1)^2 - a] \cdot y^2 = 1$$

y cumple la condición de que:

$$\frac{2 \cdot (n+1)}{a} = b \in \mathbb{N}$$

se pueden utilizar las siguientes fórmulas para calcular la solución:

$$x_1 = (bn + b - 1) \text{ e } y_1 = b$$

Otra posibilidad es encontrar la primera solución a partir de la segunda, y para ello se puede recurrir a la fórmula que permite obtener el resto de las soluciones para  $n=2$ :

$$x_2 + \sqrt{d}y_2 = (x_1 + \sqrt{d}y_1)^2$$

De manera que si se sustituyen los valores conocidos en las siguientes igualdades que resultan de la fórmula anterior se pueden extraer los de  $x_1$  e  $y_1$ :

$$x_1^2 = \frac{x_2 + 1}{2}$$

$$dy_1^2 = \frac{x_2 - 1}{2}$$

Sin embargo, de estas formas no se puede encontrar la primera solución para cualquier valor de  $d$ . Aquellos casos para los que no se obtiene solución podría buscarse una mediante otros métodos o incluso probando posibles soluciones para la ecuación hasta encontrar una que sea válida. Pensando en las aplicaciones que tiene esta ecuación, como por ejemplo la criptografía, y para evitar este proceso tedioso se

puede recurrir a un programa informático que realice todos los cálculos y proporcione directamente los valores de la primera solución. Es por ello por lo que decidí diseñar unas líneas de código que faciliten el proceso de búsqueda. Para ello aprendí a programar con el lenguaje Python, elaboré el organigrama que debía seguir el programa y realicé las líneas de código que permiten ejecutarlo.

## Bibliografía

Diamond (2009). *La ecuación de Pell*. <https://www.gaussianos.com/la-ecuacion-de-pell/> (Consulta: 11/08/2021)

La geekipedia de Ernesto (2019). *Curso de programación Python desde cero*. <https://www.youtube.com/playlist?list=PLyvsggKtwbLW1j0d5yaCkRF9Axpdlhsxz> (Consulta: 01/09/2021)

Murillo Tsijli, M. (2015). *Sobre las fracciones continuas: aplicaciones y curiosidades*. [https://tecdigital.tec.ac.cr/revistamatematica/ARTICULOS\\_V15\\_N2\\_2015/RevistaDigital\\_Murillo\\_V15\\_n2\\_2015/RevistaDigital\\_Murillo\\_V15\\_n2\\_2015.pdf](https://tecdigital.tec.ac.cr/revistamatematica/ARTICULOS_V15_N2_2015/RevistaDigital_Murillo_V15_n2_2015/RevistaDigital_Murillo_V15_n2_2015.pdf) (Consulta: 28/10/2021)

Parra Machio, R. *Ecuación Pell*. <http://www.hojamat.es/parra/pell.pdf> (Consulta: 25/09/2021)

Valdebenito Fuentes, R. A. (2018). *Nociones de la ecuación de Pell*. <http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/2932/1/Valdebenito%20Fuentes%2C%20Ricardo%20Antonio.pdf> (Consulta: 30/09/2021)

Van Rossum, G. (2021). Python Software Foundation (Versión 3.9.6)

# En busca de microorganismos productores de nuevos antibióticos en suelos

Elena del Rey Blanco  
Cristina Rodríguez Martín  
Paula Vicente Fraile

María Vega Garrido Hernández (Coordinadora)  
Ángel Luis Fernández Prieto (Coordinador)

IES Fray Luis de León  
Avenida Maristas, s/n  
Salamanca  
mvgarrido@educa.jcyl.es

## Resumen

Este trabajo se enmarca en la necesidad de investigar nuevos antibióticos, ya que los actuales son cada vez menos útiles debido a las resistencias bacterianas que están apareciendo, la resistencia a los antibióticos que es ya una amenaza para la salud a nivel mundial.

Los antibióticos son producidos por bacterias y hongos que los secretan a su entorno de forma natural para eliminar otros microorganismos.

Hemos tratado de aislar de suelos microorganismos productores de nuevos antibióticos. Se han recolectado muestras de suelos en entornos naturales y se han efectuado siembras de diluciones seriadas en medio TSA. De las colonias obtenidas se han realizado cultivos puros de 24 de ellas por cada muestra de suelo recogida y se han efectuado ensayos de antibiosis sobre microorganismos no patógenos relacionados con bacterias multirresistentes del grupo ESKAPE (*Enterococcus*, *Staphylococcus*, *Klebsiella*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas* y *Enterobacter*), para comprobar si los microorganismos seleccionados impiden el crecimiento de otras bacterias. Se ha realizado sobre una bacteria Gram positiva (*Staphylococcus epidermidis*) y otra Gram negativa (*Escherichia coli*).

Se han analizado en total 160 microorganismos, de los cuales 18 son productores de antibióticos contra *Staphylococcus epidermidis* y 2 contra *Escherichia coli*.

Se estima que un 8 % de los microorganismos recogidos producen antibióticos.

**Palabras Clave:** Antibióticos, bacterias, resistencia, microorganismos, búsqueda, suelos.

**Keywords:** Antibiotics, bacteria, resistance, microorganisms, search, soils.

## Hipótesis y Objetivos

Un antibiótico es una sustancia química de origen natural o un derivado sintético que tiene una actividad antimicrobiana. Se utilizan para tratar infecciones bacterianas en los animales y seres humanos.

Los antibióticos son producidos por bacterias y hongos que los secretan a su entorno de forma natural para eliminar a otros microorganismos. En la actualidad hay también antibióticos de síntesis química.

La resistencia a los antibióticos es la capacidad que tienen las bacterias de resistir los efectos de un antibiótico. Cada día las bacterias son más resistentes y los antibióticos menos útiles. La resistencia está afectando a muchos agentes infecciosos distintos, responsables de infecciones comunes graves, como septicemias, diarreas, neumonías, infecciones urinarias, tuberculosis o gonorrea. Son auténticas superbacterias en las que coincide que son patógenos y además resistentes a los antibióticos. El tratamiento de estas enfermedades cada vez se vuelve más difícil debido a la pérdida de eficacia de los antibióticos. La resistencia a los antibióticos prolonga las estancias hospitalarias, hace que las enfermedades sean más largas, aumenta el riesgo de tener una infección invasiva, incrementa los costes médicos y aumenta la mortalidad. Muchas prácticas médicas actuales, como los trasplantes, la quimioterapia contra el cáncer o las cirugías mayores serían imposibles sin los antibióticos. Se calcula que en 2013 se produjeron 700.000 muertes atribuibles a la resistencia antibiótica en el mundo. Algunos científicos han vaticinado que para el 2050 se esperan 10 millones de muertes atribuibles a la resistencia a los antibióticos, será la principal causa de muerte.

Este hecho se debe a varios factores, el uso inadecuado parece ser uno de los problemas fundamentales:

- El 85% de los antibióticos se prescriben en atención primaria de forma preventiva.
- Es común también la práctica de dejar de tomarlo en cuanto los síntomas mejoran, a pesar de la prescripción médica de mayor duración del tratamiento. Con esto se consigue que desaparezcan del paciente las cepas más sensibles al antibiótico, pero pueden permanecer algunas que, por mutaciones al azar, son más resistentes, esto tiene como consecuencia reinfecciones en el propio

En busca de microorganismos productores de nuevos antibióticos en suelos

paciente, o contagio a otros por cepas resistentes a ese antibiótico, que ya no servirá.

- Los antibióticos no solo se emplean en medicina, sino también en veterinaria e incluso en agricultura.
- Se abusa de los antibióticos cuando se emplean en bajas dosis como suplemento alimenticio para estimular el crecimiento y el engorde de los animales, independientemente de que estén enfermos o no.
- También se han utilizado como estimuladores del crecimiento y para evitar plagas en agricultura y también en acuicultura.

## Objetivos

El proyecto consiste fundamentalmente en la búsqueda de nuevos microorganismos productores de antibióticos mediante la exploración de suelos de hábitats de todo el planeta.

## Hipótesis de investigación

Muchos microorganismos que viven en el suelo producen sustancias antimicrobianas para defenderse de la competencia de otros microorganismos. Para encontrar estos microorganismos hemos llevado a cabo un estudio en el que a partir de muestras de bacterias de un suelo en condiciones asépticas se pueda llegar a fabricar nuevos antibióticos. En cada momento hemos tomado nota de todos los datos ya que en el caso de que se consiga localizar una bacteria productora de antibióticos, se pueda investigar sobre ella.

El trabajo forma parte del proyecto **Small World Initiative**, es un proyecto internacional en el que participan universidades de muchos países. La participación en el mismo nos ha sido propuesta por investigadores de la Universidad de Salamanca donde lleva funcionando desde 2016 denominándose ahora **MicroMundo**. Profesores e investigadores de la Universidad de Salamanca, junto con alumnos universitarios voluntarios nos han asesorado en la realización del trabajo.

## Metodología

### Fase 1. Toma de muestras de suelo en condiciones asépticas

Recogida de muestras de suelo en zonas que no hayan sido contaminadas y que no hayan recibido tratamientos severos con herbicidas u otros productos químicos. Se han recolectado de los entornos naturales, de los cuales se registran todos los datos para, posteriormente, ser capaces de volver a las coordenadas exactas del lugar

donde se encontró dicho productor.

Los datos de la muestra de suelo se recogieron a través de la aplicación para móvil EpiCollect5 que recoge los siguientes datos: Identificador (CÓDIGO), centro educativo, nombre de alumnos participantes, fecha y hora de recolección de las muestras, temperatura °C, pH y condiciones meteorológicas del lugar donde se toman las muestras, además de la localización exacta con coordenadas geográficas y un apartado de observaciones sobre el entorno (tipo de terreno, vegetación, etc.)

### **Fase 2. Siembra de diluciones seriadas en medios de cultivo microbiológico**

Utilizamos un medio de cultivo pobre en nutrientes, ya que muchos microorganismos medioambientales están adaptados a ambientes oligotróficos (pobres en nutrientes), con un pH similar al del suelo (utilizaremos pH neutro) y a una temperatura parecida a la del ambiente del que proceden.

Se ha utilizado un medio TSA (Agar Triptona-Soja) que se usa generalmente para el cultivo de una gran variedad de microorganismos. Lo usamos diluido 10 veces para seleccionar los microorganismos típicos de ambientes oligotróficos.

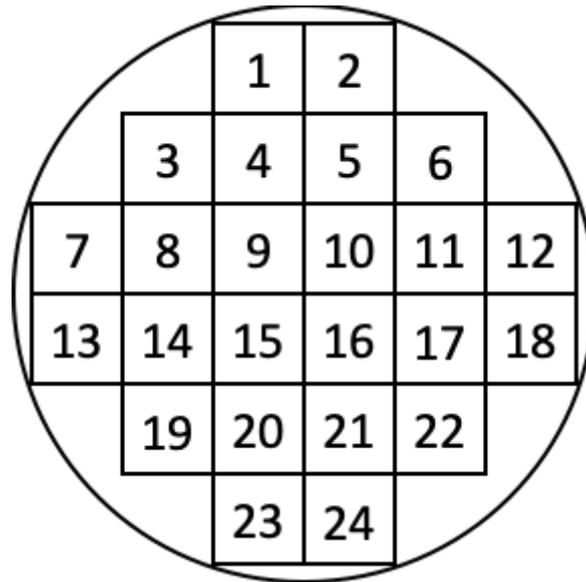
Realizamos 5 diluciones seriadas 1/10 y extendemos por las placas con la ayuda de bolas de vidrio estériles, moviéndolas por la superficie.

Finalmente incubamos las placas en estufa a 25°C, durante varios días hasta que se aprecien colonias en la superficie del agar. Las diluciones seriadas se hacen para poder ver colonias aisladas en alguna de ellas. Si no la muestra la muestra tendría demasiadas células como para poder observar colonias aisladas en alguna de ellas. Si la dilución es muy alta el número de colonias será bajo y tampoco se podría ver gran variedad.

### **Fase 3: Aislamiento de microorganismos en cultivo puro**

Cada especie forma colonias con características diferentes, de las que seleccionaremos 24 para aislarlas en otra placa aparte.

Marcamos con un número en la parte inferior de la placa las colonias diferentes y más relevantes para nuestro estudio, y anotamos sus características (color, tamaño, forma y observaciones) en una tabla. Sobre la placa en la que vamos a sembrar los microorganismos se rotula la cuadrícula de la plantilla y se numeran las celdas para sembrar ordenadamente las colonias en la correspondiente a sus números asignados en la tabla de características (Figura 1)



**Figura 1.** Plantilla con cuadrícula usada para siembra

Se siembra cada microorganismo en el cuadro correspondiente y se incuban las placas durante al menos 48 horas a 25°C.

Aparecerá una colonia distinta en cada cuadrado, y podremos observar claramente las características de cada una, como su viscosidad, color, textura, etc. Esta siembra nos servirá para la próxima fase, ya que así disponemos de todos los microorganismos clasificados y diferenciados.

#### **Fase 4: Ensayo de antibiosis sobre microorganismos relacionados con bacterias multirresistentes del grupo ESKAPE**

Consiste en comprobar si los microorganismos seleccionados impiden el crecimiento de otras bacterias.

Al tratarse de un proyecto realizado en centros educativos no se pueden realizar experimentos con microorganismos patógenos, por lo que se utilizan otros relacionados que no son peligrosos, utilizaremos bacterias parecidas a otras patógenas resistentes a muchos antibióticos, que forman el llamado grupo SKAPE.

En la tabla 1 mostramos en la columna de la izquierda los seis géneros bacterianos denominados ESKAPE (*Enterococcus*, *Staphylococcus*, *Klebsiella*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas* y *Enterobacter*) que causan infecciones difíciles de tratar debido a que han acumulado resistencia a la mayoría de los medicamentos antibióticos que tenemos. En la columna derecha aparecen bacterias relacionadas con ellas pero no patógenas. Elegimos una bacteria Gram positiva (*Staphylococcus epidermidis*) y otra Gram negativa (*Escherichia coli*), que se diferencian en la estructura de la pared bacteriana y los colorantes que tiñen cada bacteria (Gram + y Gram-) como microorganismos sensibles a los ensayos de antibiosis.

**Tabla 1.-** Bacterias multirresistentes a antibióticos (ESKAPE) y bacterias similares no patógenas

Patógeno ESKAPE	Bacteria segura relacionada
<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Enterococcus raffinosus</i>
<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
<i>Klebsiella spp</i>	<i>Escherichia coli</i>
<i>Acinetobacter baumannii</i>	<i>Acinetobacter baylyi</i>
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Pseudomonas putida</i>
<i>Enterobacter spp.</i>	<i>Enterobacter aerogenes</i>

Dibujamos la tabla de la plantilla en la base de dos placas y en cada una de ellas señalamos el nombre del microorganismo SKAPE utilizado y la clave de nuestra muestra.

Extendemos por toda la placa marcada y estéril el microorganismo SKAPE cubriendo toda la superficie del agar. Repetimos este proceso con ambos microorganismos testigo, cada uno en una placa diferente.

Después, sembramos los microorganismos seleccionados en la fase 3 siguiendo un mismo orden de numeración en ambas placas, en la misma cuadrícula y en diagonal en el mismo sentido.

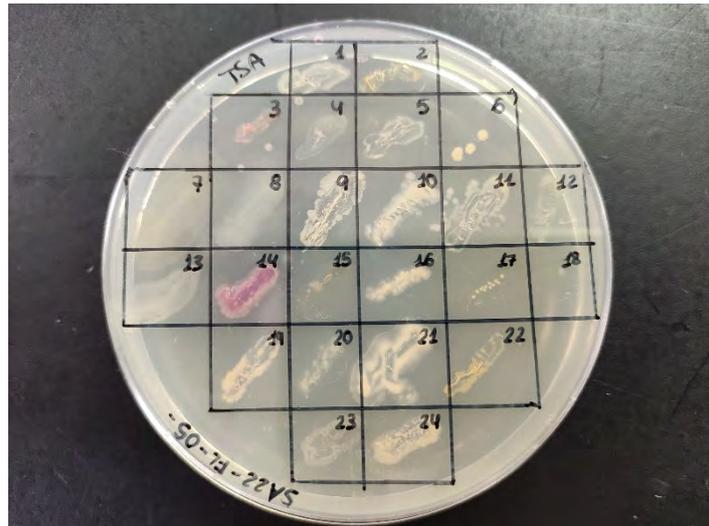
A continuación, se deben incluir en cada placa un control positivo, un microorganismo conocido productor de antibiótico, y un control negativo. Se sembrará cada uno en uno de los cuadrados superiores de la tabla.

Por último, incubamos las placas a 30°C (303K) durante al menos 48 horas.

Si en alguna de ellas aparecen fenómenos de inhibición del crecimiento de otra colonia podría tratarse de bacterias productoras de antibióticos.

## Resultados y Conclusiones

Tras la siembra inicial de las muestras se eligieron 24 colonias de cada muestra y se sembraron en cultivo puro. Como resultado de la selección e incubación de éstas aparecieron colonias, en las que se pudieron apreciar separados los distintos tipos de microorganismos (Figura 2)



**Figura 2.** Colonias sembradas en líneas diagonales

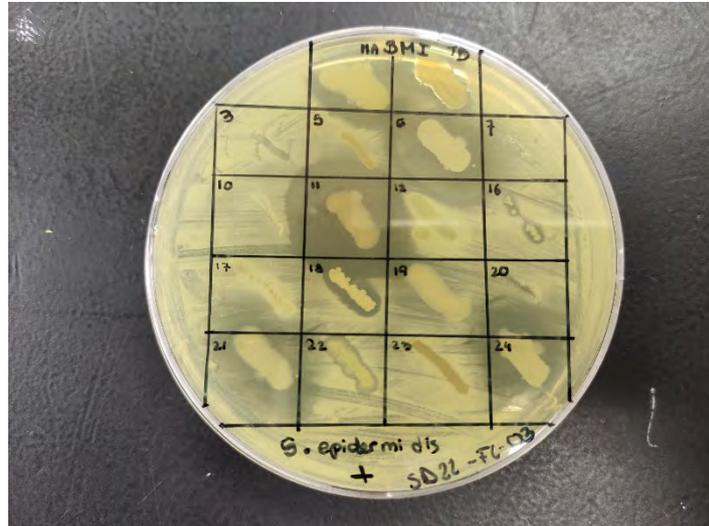
Tras el ensayo de antibiosis observamos las colonias, los microorganismos testigo han crecido por toda la placa, y sobre éste las colonias de los microorganismos que nosotros hemos sembrado procedentes de placa. Si en torno a alguno de nuestros microorganismos del suelo existe un halo claro o zona de inhibición significa que produce alguna sustancia que impide el crecimiento del microorganismo testigo, podría tratarse de un microorganismo productor de antibióticos. Esto debe ocurrir también en el control positivo. (Figura 3)



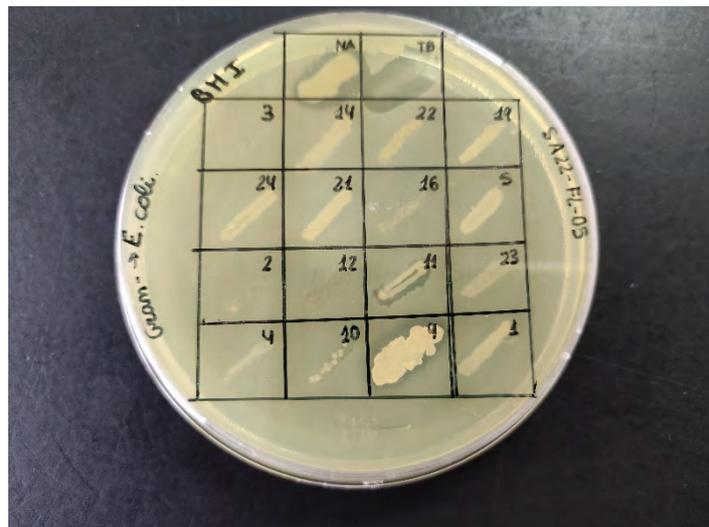
**Figura 3.-** Placa con halos de antibiosis

En las placas de Petri, podemos observar las colonias numeradas. Hay 16 zonas asignadas para los microorganismos recogidos más dos espacios para los testigos. En una placa, la bacteria testigo presente es *Staphylococcus epidermidis* (Figura 9), en otra se encuentra la bacteria *Escherichia coli* (Figura 10). Lo primero que hay que ver es que los controles han funcionado, luego localizar los halos de inhibición. También podemos ver la extensión del césped de bacterias y su homogeneidad. Por último,

podemos destacar el crecimiento de los microorganismos, que depende del medio en el que se encuentran, la competencia que se da entre el microorganismo recogido y el del césped y la cantidad de éstos. Cabe destacar que el medio de cultivo de los microorganismos cambió de TSA a BHI, por lo que algunos de estos crecen mal.



**Figura 4.** Placa con sembrada con *S. epidermidis* como bacteria testigo



**Figura 5.-** Placa con sembrada con *E. coli* como bacteria testigo

En la tabla 2, se muestran los resultados de los microorganismos que han presentado halos de inhibición. De los 160 microorganismos analizados en total, 18 son productores de antibióticos contra *Staphylococcus epidermidis* y 2 son productores de antibióticos contra *Escherichia coli*. Aunque se puede volver a comprobar los microorganismos para evitar desechar posibles productores de antibióticos no vistos, se estima que un 8% de los microorganismos recogidos producen antibióticos.

En la tabla 2, se muestran los resultados de los microorganismos que han presentado halos de inhibición. De los 160 microorganismos analizados en total, 18 son

## En busca de microorganismos productores de nuevos antibióticos en suelos

productores de antibióticos contra *Staphylococcus epidermidis* y 2 son productores de antibióticos contra *Escherichia coli*. Aunque se puede volver a comprobar los microorganismos para evitar desechar posibles productores de antibióticos no vistos, se estima que un 8% de los microorganismos recogidos producen antibióticos.

**Tabla 2.-** Muestras de microorganismos que han presentado halo de inhibición contra *Staphylococcus epidermidis* y *Escherichia coli* (las cruces representan la importancia del halo observado)

MUESTRA (Pareja alumnos)	COLONIA	INHIBE CRECIMIENTO <i>S. epidermidis</i> (GRAM +)	INHIBE CRECIMIENTO <i>E. coli</i> (GRAM )
02	6	+++	++
02	9	+	-
03	6	+++	-
03	11	+++	-
03	16	+ (con poco crecimiento)	-
03	18	+	-
03	21	+++	-
03	22	+	-
03	24	+++	-
05	5	+	-
05	11	+	+
05	23	+	-
06	10	+++	-
06	17	++	-
07	11	+	-
08	8	+++	-
09	05	+	-
09	16	+	-

## Bibliografía

Casado González, M.C.; Torrico Cabezas, G.; Medina Anguita, M. (2012). *Medios de cultivo en un laboratorio de Microbiología*. Disponible en: [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_farmacia/catedraMicro/08\\_Tema\\_5\\_Cultivo.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_farmacia/catedraMicro/08_Tema_5_Cultivo.pdf)

Castillo, I.; Lodeiros, C.; Núñez, M.; Campos, I. (2001). Evaluación in vitro de sustancias antibacterianas producidas por bacterias aisladas de diferentes organismos marinos. *Rev. Biol. Trop.* 49(3-4): 1213-1222, 2001

Costa Pérez Herrero, A.; Miguel González, C.A.; Del Cañizo Fernández-Roldán, M.A. (1984).- *Prácticas de Biología. Instituto de Ciencias de la Educación.* Ediciones Universidad de Salamanca.

Llewelyn, M. J., y col. (2017). *The antibiotic course has had its day. British Medical Journal.* 358:j3418. (Disponible en <https://doi.org/10.1136/bmj.j3418>)

O.M.S. *Resistencia a los antibióticos.* 31 de julio de 2020. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/resistencia-a-los-antibi%C3%B3ticos> (Consultado el 16 de octubre de 2021)

Universidad Nacional del Nordeste. *Trabajo Práctico Nº 4. FACULTAD DE AGROINDUSTRIAS (2006). Medios de cultivo Microbiología General - Carrera Farmacia.* (Disponible en <http://www.biologia.edu.ar/microgeneral/tp4.pdf>) Consultado el 14 de octubre de 2021.

## Agradecimientos

- Beatriz Santos- Profesora de la Universidad de Salamanca e investigadora en el Instituto de Biología fundamental y Genómica. Coordinadora del Proyecto MicroMundo en Salamanca
- Estudiantes de la Facultad de Biología: Samantha Beatriz González Carranza, Rodrigo Esteban Villafañe, Katarina Czánová. Lidia Iglesias Sánchez y María Lorenzo Sánchez.
- Organizaciones: Instituto de Biología Funcional y Genómica CSIC/USAL, Unidad de Cultura Científica USAL, Facultad de Biología USAL.
- Financiación: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y Unidad de Cultura Científica USAL

# Midiendo la tierra desde la puerta del instituto. Geodesia asequible

Sara Serrano Marazuela

David Yuste María

Daniel Puente Costa

Pedro Canales Tejedor (Coordinador)

IES Francisco Giner de los Ríos,  
Av. De la Constitución sn. Segovia  
pedro.canales@iesginerdelosrios.com

## Resumen

La confianza en los métodos científicos por parte de los alumnos no debe suponerse a priori en la metodología educativa. La simplicidad con la que pasamos de la explicación de un concepto o método científico de elevada relevancia a la aceptación de los resultados, no es siempre evidente para el alumnado. En las ocasiones en las que sea posible debe mostrarse la transición de la teoría a la práctica. Esta vieja reflexión metodológica, fue el origen del proyecto didáctico de alta integración competencial como el que presentamos.

La medida del tamaño terrestre ha sido en este caso la vía elegida para involucrar a los alumnos en el reto de llevar una investigación de principio a fin.

La integración de conocimientos matemáticos, físicos, históricos y sobre todo la planificación, organización y coordinación en una actividad compleja han sido algunas de las virtudes del proyecto presentado.

Se reproducen tres métodos históricos para la medida del tamaño terrestre, a saber, los métodos de Eratóstenes, Al Biruni y triangulación geodésica.

En todos ellos se realizan las medidas necesarias, involucrando en ocasiones a alumnos de otros centros (europeos en este caso).

El último de los métodos desembocó en un trabajo complejo de gran riqueza didáctica. En él se combinan completamente la investigación histórica, la planificación, toma de medidas (diurnas y nocturnas), tratamiento de datos y cálculos.

El control de errores y el establecimiento de criterios de validación de las aproximaciones efectuadas por los alumnos permitió la medida del arco terrestre con una precisión más que suficiente para cumplir los objetivos marcados.

**Palabras Clave:** Triangulación, geodesia, metro, Eratóstenes, Al Biruni, arco de meridiano.

**Keywords:** Triangulation, geodesy, metro, Eratosthenes, Al Biruni, meridian arc.

## **Hipótesis de trabajo**

El proyecto surge a partir de las cuestiones que aparecen a lo largo de la enseñanza relacionadas con la forma y tamaño de la Tierra y la definición original del metro. En las etapas finales de la Enseñanza Secundaria se dispone de elementos de conocimiento y competencias suficientes como para poder ser integradas de manera que se aborde la realización de medidas con gran precisión.

## **Objetivos**

El objetivo del proyecto es la medida del tamaño terrestre mediante tres procedimientos realizados a lo largo de la historia.

1. La medida de Eratóstenes en el siglo II a.n.e.
2. La medida de Al Biruni en el siglo X
3. La medida del meridiano para el establecimiento del metro como unidad internacional de medida a principios del S XIX

## **Metodología y materiales**

Se realizaron las sesiones de planificación e investigación. Las medidas requerían en todo momento el contacto con el entorno, lo que obligó a reconocer el terreno y su topografía, investigar la situación de vértices establecidos, decidir nuevos puntos de observación, verificar la visibilidad mutua, así como la realización de observaciones y medidas astronómicas, profundizando en el significado de conceptos elementales como bóveda celeste, o movimientos diurnos de los astros. Se realizaron numerosas salidas en horario escolar y fuera del mismo, tanto diurnas como nocturnas.

El material usado en parte fue fabricado por los alumnos (ballestillas, cuadrantes). Se usaron bicicletas, cintas métricas y un teodolito cedido por la Universidad de Politécnica de Ávila (USAL).

A continuación, se resumen cada una de las fases del proyecto.

### **1.- Medida del radio terrestre mediante el método de Eratóstenes**

Este método era bien conocido por los alumnos al ser una actividad frecuente en

nuestro centro. Se adaptó el método de Eratóstenes a dos observadores en distintas latitudes aprovechando contactos con otros centros de Europa y estancias de compañeros en el extranjero. La diferencia en el tamaño de las sombras al mediodía de una barra vertical es debida a la curvatura terrestre. La medida de las sombras permite medir el ángulo de incidencia de los rayos solares en distintas latitudes al mediodía. Conociendo la distancia entre las localizaciones (lejanas) podemos reproducir el método.

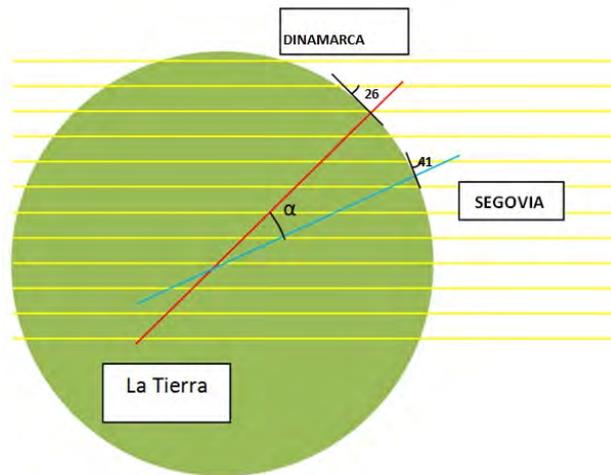


Figura 1

Los resultados obtenidos para el ángulo en dos localizaciones (Bjerrimbro y Segovia) fueron:

**Tabla 1.** Resultados para el ángulo

	$A(^{\circ})$	$D(km)$	$RT(km)$
Segovia	40.1	1718	6981
Bjerrinbro	26.0		

Con un error relativo del 10%.

## 2.- Medida del radio terrestre mediante el método de Al Biruni.

Este método se basa en la medida de la depresión del horizonte ( $\alpha$ ) observada desde una altura conocida (en nuestro caso medida previamente). El ángulo bajo la horizontal en el que se observa el horizonte será mayor cuanto mayor sea la curvatura terrestre. La relación matemática final (suponiendo que la altura de observación es despreciable frente al radio terrestre, ya que el ángulo es pequeño) es:

$$R = \frac{2AB}{\alpha^2}$$

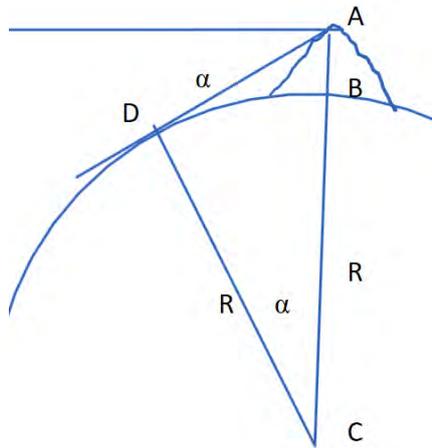
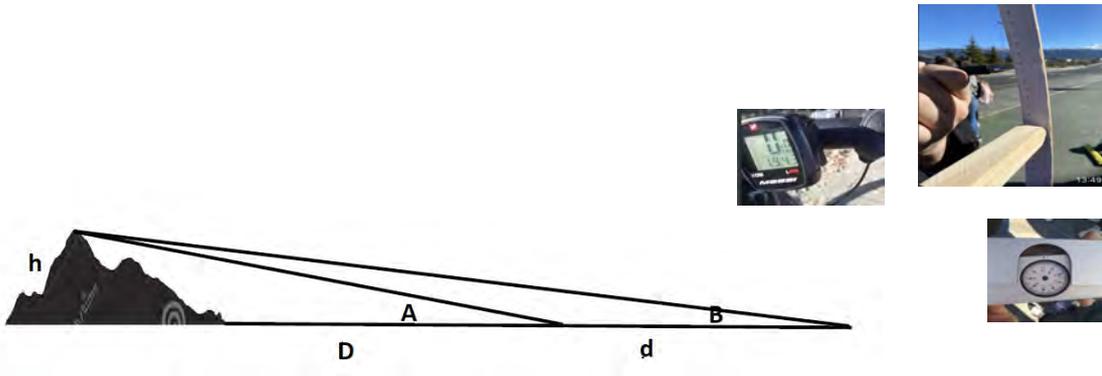


Figura 2

### 2.1 Medida de la altura AB.

Se determinó la altura de Peñalara usando el procedimiento bien conocido de los dos puntos de observación de distancia conocida. Para ello se midió la distancia con una bicicleta y se determinaron los ángulos con distinto instrumental, tanto fabricado por los alumnos como de uso profesional.



Figuras 3, 4, 5

### 2.2 Medida del ángulo de depresión del horizonte.

La medida del ángulo de depresión no se realizó desde Peñalara al estar inaccesible para los alumnos en invierno. Se substituyó por otro monte cercano mas accesible y de menor altura. Los problemas de refracción, así como la dificultad para establecer claramente la línea del horizonte pronosticaban que este método sería el que mayor incertidumbre provocase. Las medidas para la ubicación elegida (Cerro de Cabeza Grande) fueron las siguientes:

**Tabla 2.** Medidas para la ubicación elegida

$\alpha_{ob}$	0,773 dec	0,01214 rad
$s$		
$h$	500 $\pm$ 50 m	0,5 $\pm$ 0,05 km

Esto arroja un resultado para el radio terrestre de:

$$R= 6783 \text{ km} \quad \epsilon \approx 6\%$$

### 3.- Medida del radio terrestre mediante triangulación geodésica.

El conocimiento del método usado para la determinación de la longitud del meridiano terrestre para el establecimiento del metro como patrón universal de medida a principios del S XIX (Expedición de Mechain y Dalmbre) así como las expediciones geodésicas precedentes fueron las que marcaron la realización de la parte principal del trabajo.

El método consiste en el trazado (mediante visuales) de una red de triángulos de Norte a Sur, el establecimiento de una base de medida directa y su resolución trigonométrica. Posteriormente, con ayuda de observaciones astronómicas se orienta la red y se vuelven a resolver los triángulos, de manera que quede establecida la distancia real ente dos puntos. Finalmente se mide el arco entre los extremos del segmento de meridiano medido, mediante observaciones astronómicas que permiten conocer la diferencia de latitud entre ellos. De esta manera, de forma análoga al método de Eratóstenes, se consigue calcular el radio terrestre.

Se valoraron las aproximaciones y simplificaciones necesarias para poder llevar a cabo una adaptación del método de forma que fuese asequible para realizar por alumnos en un trimestre. Estas fueron:

- Consideración de triángulos planos.
- Los triángulos se consideran horizontales, despreciando las diferencias de alturas entre los vértices de observación.
- Se desprecia el fenómeno de la refracción en ángulos horizontales.

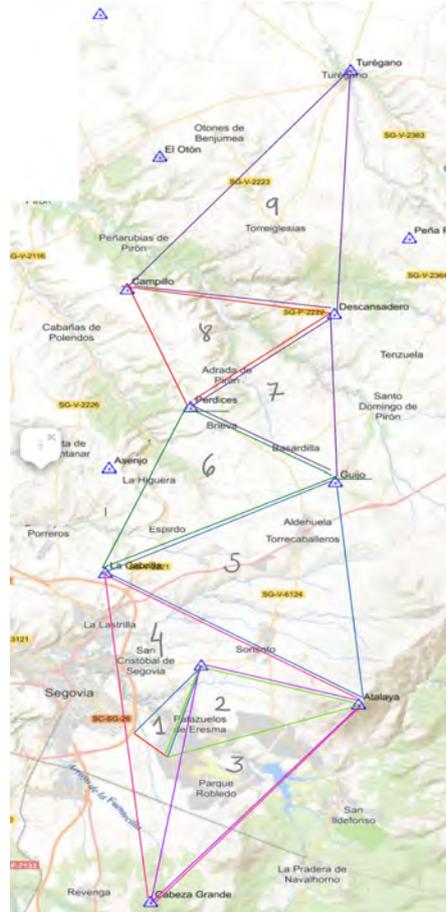


Figura 6

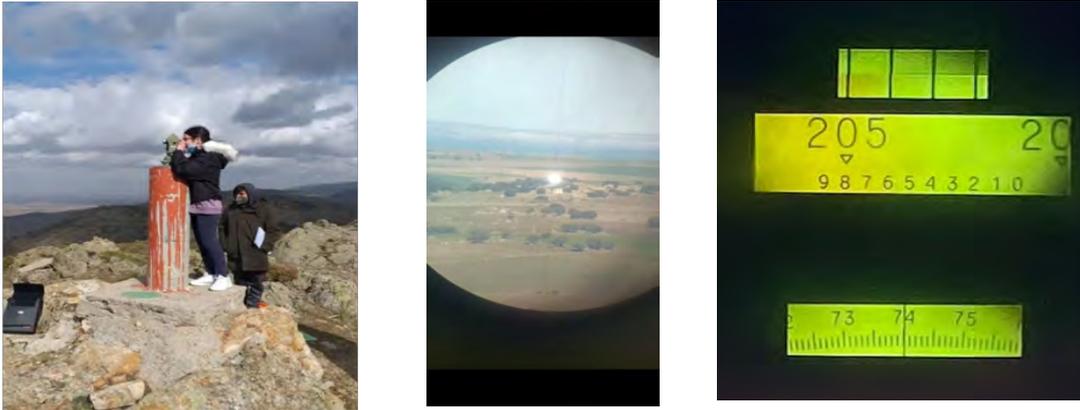
### 3.1 La red de triángulos.

Tras analizar la topografía del lugar se decidió aprovechar un gran número de vértices geodésicos del IGN, así como establecer otros que conectasen la base con la red.

La línea base se eligió en el carril bici que une Segovia con la Granja, en un tramo recto y bastante horizontal. Las medidas se hicieron calibrando exactamente el cuentakilómetros de una bicicleta.

Las observaciones se hicieron con un teodolito Wild 2 con telescopio de treinta aumentos. Aún así, la localización de los vértices no fue sencilla, teniendo que recurrir a señalizaciones como chalecos reflectantes, banderas, espejos o bengalas para lograr la visibilidad necesaria para la determinación de los ángulos.

## Midiendo la tierra desde la puerta del instituto. Geodesia asequible



**Figuras 7, 8, 9**

Este trabajo (meticuloso y largo, como todos los procesos de toma de datos) se plasmó en las hojas de campo que posteriormente permitieron la resolución de los triángulos.

La organización de las medidas se vio facilitada por el uso de la hoja de cálculo, que permitió finalmente obtener una matriz de la red de triángulos.

ÁNGULOS				LADOS			
	A	B	C		a	b	c
1	100,9905	67,0523	31,9572	1	3948,276184	3431,618385	1900,0000
2	63,3626	93,5059	43,1315	2	5283,996832	6265,821561	3948,2762
3	93,0992	72,0987	34,8021	3	10104,89358	9203,860357	5283,9968
4	52,9232	89,2985	57,7783	4	9474,028106	12642,46405	10104,8936
5	58,6924	65,0274	76,2802	5	8104,746656	8675,298628	9474,028106
6	45,7743	64,1194	90,1063	6	5403,297677	6934,773539	8104,746656
7	60,7129	80,0985	59,1886	7	5498,278907	6415,066702	5403,2977
8	84,2799	51,2500	64,4701	8	6285,20827	4672,443272	5498,2789
9	66,6222	93,5135	39,8643	9	9283,962119	10668,90329	6285,2083

**Figura 10**

### 3.2 Trazado del segmento de meridiano y orientación del mismo.

Una vez dimensionada la red, se trazó un segmento de meridiano que pasase por uno de los vértices accesibles. La orientación necesaria NS de dicha línea (lo que la convertiría en meridiano) se realizó mediante la medida del ángulo horizontal de la estrella polar desde el vértice accesible con otro vértice adyacente perteneciente también a la red.



Figura 11

### 3.3 Medida del segmento de meridiano trazado y orientado.

La línea trazada genero otra multitud de triángulos secundarios. La selección de los lados de los mismos que constituían parte del meridiano trazado serían el objetivo de nuestro siguiente cálculo. LA cuidadosa resolución d ellos triángulos, buscando las relaciones encadenadas entre ángulos y lados, permitió obtener finalmente la medida con un error (comprobado con cartografía) realmente sorprendente.

$$L = 31853 \text{ m } \epsilon \approx 0,3\%.$$

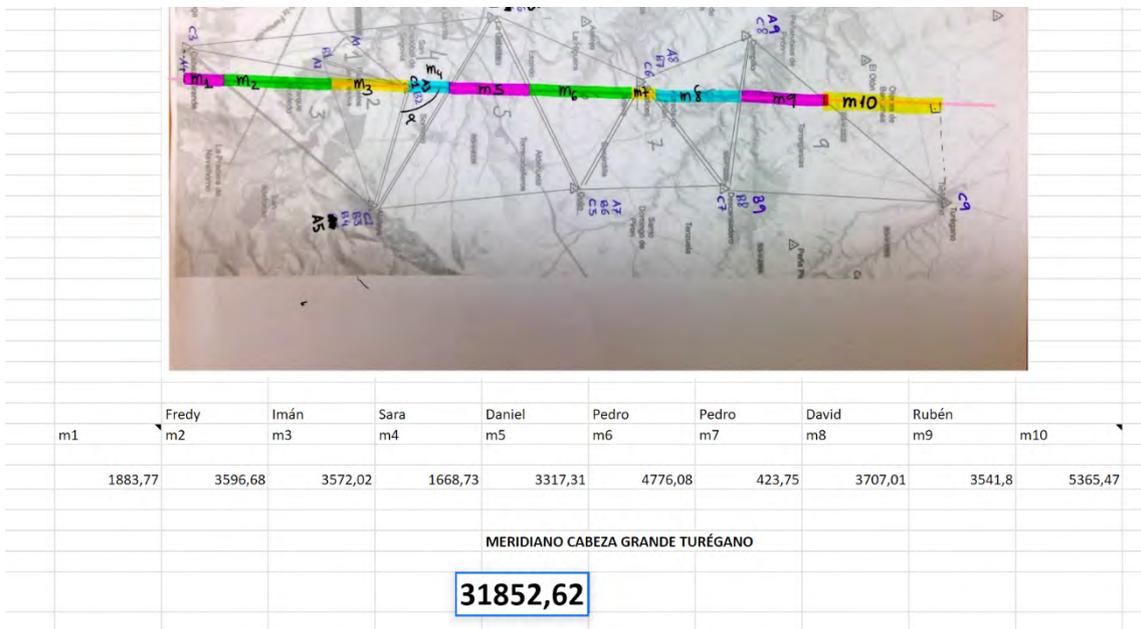


Figura 12

### 3.4 Medida del arco correspondiente al arco de meridiano medido.

Se determinó mediante la observación de la estrella polar desde los dos extremos del arco trazado (Cabeza Grande y Turégano, vértices de equivalente latitud pertenecientes a la red). La estrella polar, si bien marca el norte con bastante exactitud y permanece básicamente inmóvil en el firmamento, debe ser observada simultáneamente en ambos lugares. La razón es que no se encuentra exactamente el polo norte celeste. Su pequeña separación permite que realice un movimiento que, dado el pequeño valor de nuestro arco medido (unos pocos kilómetros frente a los cientos de las triangulaciones que nos sirvieron de inspiración) no se podía despreciar. Una cuidadosa planificación previa usando un planetario, permitió valorar la importancia y sensibilidad de esta medida.

Para ello se realizaron dos observaciones en días consecutivos a la misma hora (con cuatro minutos de diferencia debido a la traslación terrestre de un día a otro) en ambos lugares.

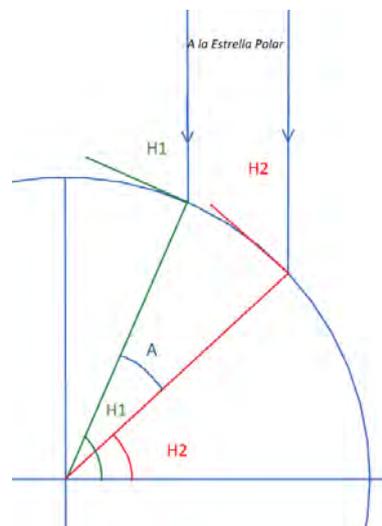


Figura 13

$$A = H1 - H2 = 45,8932 - 45,5601 = 0,333 \text{ dec}$$

De este modo el resultado final quedó:

$$\frac{0,33}{400} = \frac{31,85}{L};$$

$L = 38258 \text{ km}$ , lo que supone un radio terrestre

$$R = 6089 \text{ km } \epsilon \approx 5\%.$$

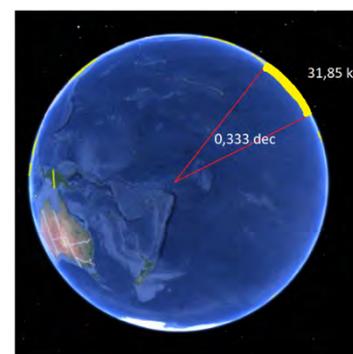


Figura 14

## Conclusiones

La integración de los conocimientos teóricos adquiridos en la enseñanza secundaria han permitido la realización de un proyecto complejo que reproduce los métodos usados en la ciencia y facilita su comprensión.

La medida del radio terrestre por tres métodos distintos con medidas totalmente autónomas en dos de ellos ha resultado de una exactitud satisfactoria:

**Tabla 3**

<i>Método</i>	<i>Radio Terrestre (km)</i>	<i>Error relativo</i>
Eratóstenes	6981	10%
Al Biruni	6783	6%
Triangulación	6089	5%

## Bibliografía básica

Guedj, D. (2003) *El metro del mundo*. Barcelona: Anagrama

Martín Asín, F. (1990) *Geodesia y Cartografía matemática*. Madrid: Paraninfo

Vañó Piedra, P. (2012) *Arco Geodésico de Struve*. Alcoi: IES Andreu Sempere

# ¿Cómo influye el bachillerato en la estabilidad emocional del alumnado?

Adriana de Gracia Revilla  
Aroa Palomar Tejedor  
Rocío Untoria Gallardo

Ana Isabel Blázquez la Peña (Coordinadora)

IES Virgen del Espino  
C. Sta. Teresa de Jesús, 1, 42003 Soria  
42002744@educa.jcyl.es, aiblazquez@educa.jcyl.es,  
adriana.grarev@educa.jcyl.es, aroa.paltej@educa.jcyl.es,  
rocio.untgal@educa.jcyl.es

## Resumen

La ansiedad y el estrés son sentimientos cada vez más visibles cuando se habla de estudios de bachillerato. Y esta es una realidad en la que tanto padres como profesores deberían ser agentes principales que ayudasen a gestionar estas emociones.

En este proyecto se exponen los distintos factores que afectan al desarrollo del adolescente, indicando su relación con la posible aparición de afecciones de carácter psicológico. Está centrado en el bachillerato, una etapa postobligatoria, que tiene lugar tras finalizar los cuatro años de la ESO, en la que el alumnado se especializa dentro de un ámbito de estudio. Al final de esta etapa, los alumnos que quieran continuar sus estudios universitarios, realizarán una prueba de acceso, la EBAU.

La adolescencia es un periodo marcado por el cambio, tanto en el ámbito social, como en el físico y psicológico. A su vez, la ansiedad es una respuesta emocional, que resulta clave en esta etapa educativa (el bachillerato), ya que, como se desarrolla ampliamente en el proyecto, puede alterar los horarios de sueño y de alimentación, e incluso provocar que el estudiante se quede en blanco durante un examen.

Partiendo de estas premisas, en el proyecto se analizan sus relaciones, así como los efectos que la ansiedad puede provocar en el alumnado, y se indican posibles soluciones para minimizar las consecuencias derivadas de este problema.

Resulta esencial remarcar las conclusiones extraídas en nuestro proyecto. En primer

lugar, indicar que los cambios en la adolescencia se dividen en físicos y psicosociales; en segundo lugar, señalar que los alumnos de segundo de bachillerato son más propensos a sufrir ansiedad que los alumnos de primero. Finalmente, queremos concluir con el dato más importante: que el bachillerato y la consiguiente EBAU es una de las mayores causas para el desarrollo de un estado de ansiedad.

**Palabras Clave:** Adolescencia, Pubertad, Ansiedad, Ansiedad ante los exámenes/ Test anxiety (TA), Bachillerato , EBAU.

**Keywords:** Adolescence, Puberty, Anxiety, Test Anxiety, Baccalaureate, EBAU.

## Introducción

El desarrollo de una afección mental en adolescentes está influenciado por algunos agentes inherentes al bachillerato. Factores como la presión por creer que se va a suspender, la incertidumbre sobre el futuro, las altas notas de corte o las influencias sociales producen que la estabilidad emocional del alumnado sea más vulnerable.

En este proyecto se desarrolla un estudio cualitativo en el que se realiza una investigación sobre la adolescencia, la ansiedad y su relación con la etapa de bachillerato. Se incluye también una parte cuantitativa basada en el análisis y en la recopilación de resultados de diferentes encuestas, dirigidas hacia el alumnado de los dos cursos de bachillerato y hacia el profesorado, con el objetivo de analizar el impacto real del problema y el grado de conocimiento sobre el mismo.

## Hipótesis y objetivos

Teniendo en cuenta los distintos cambios físicos y mentales que sufren durante estos años, los estudiantes son extremadamente vulnerables a desarrollar problemas psicológicos. Por ello hemos formulado una hipótesis general que gira en torno a una pregunta: “¿sufren los bachilleres ansiedad?”, y que contestaremos en la memoria del proyecto.

Para poder dar respuesta a esta pregunta, nos hemos planteado una serie de objetivos necesarios a alcanzar. Los objetivos son los siguientes:

- Estudiar las características de desarrollo de los estudiantes de Bachillerato.
- Observar la relación entre ansiedad y adolescencia, principalmente en los estudiantes de Bachillerato.
- Analizar el impacto de los exámenes de EBAU.
- Encontrar soluciones y métodos para evitar la ansiedad
- Dar visibilidad y normalizar el problema.

## ¿Cómo influye el bachillerato en la estabilidad emocional del alumnado?

Con este proyecto nos gustaría enfatizar cómo se sienten los adolescentes, y crear un efecto en las personas que nos rodean. De esta manera, podrán tratar de ayudarnos a sentirnos mejor o dar algunas soluciones para intentar reducir el estrés y la ansiedad.

### **Metodología**

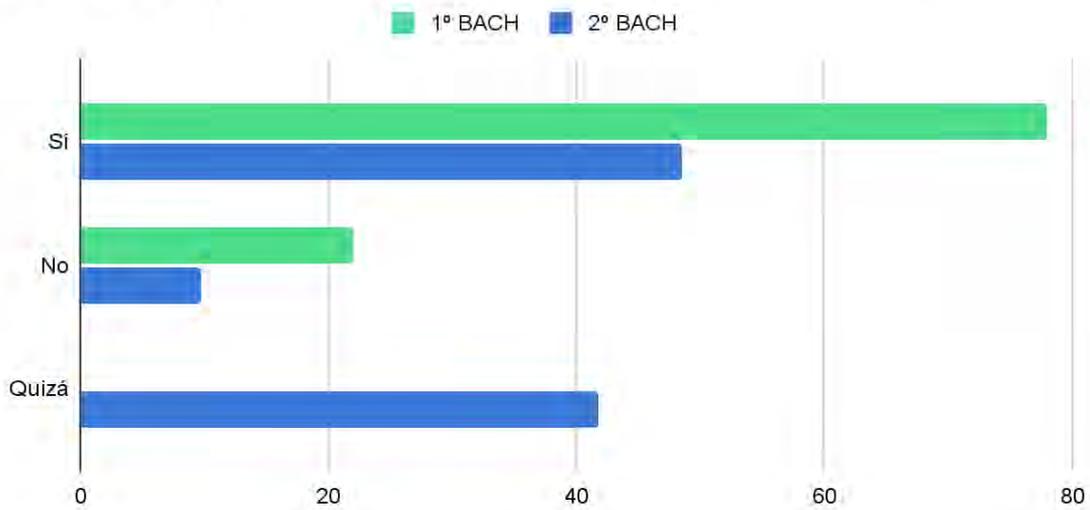
Nuestro proyecto está basado en una metodología mixta:

- La parte cualitativa consistió en la recopilación de información sobre la ansiedad y el estrés. Tratamos de establecer una relación entre la ansiedad y el cómo afecta a los estudiantes de Bachillerato. También estudiamos los exámenes de acceso a la universidad y sus efectos positivos y negativos en la salud mental de los estudiantes. Para ello realizamos una búsqueda de información en fuentes bibliográficas e informáticas.
- La parte cuantitativa consistió en una encuesta dirigida a los alumnos de ambos cursos de bachillerato, no únicamente del IES Virgen del Espino, sino que también tratamos de llegar a otros institutos de la capital y el resto del país. Para su creación, nos servimos de la plataforma *Google Forms* y otras que utilizamos como medio para difundir las encuestas.

### **Resultados y conclusiones**

Aunque se realizaron tres encuestas y se obtuvieron muchas respuestas de toda España, creemos conveniente analizar tres gráficos que demuestran las conclusiones del proyecto. Es importante destacar que la encuesta se realizó para los alumnos que habían cursado bachillerato durante el curso escolar 2020/2021, ya que considerábamos importante que los alumnos llevaran al menos un trimestre cursando esta etapa educativa.

## ¿Has llegado a sentir ansiedad durante la etapa de Bachillerato?



**Figura 1**

La gráfica anterior muestra los datos obtenidos de los alumnos de 1º y 2º de bachillerato, respondiendo a la pregunta “¿Has llegado a sentir ansiedad durante la etapa de bachillerato?”

Tras el análisis de los datos , pudimos observar que un porcentaje considerable de alumnos de 2º curso (cerca del 50%), no puede afirmar ni negar haber sufrido ansiedad durante el curso escolar.

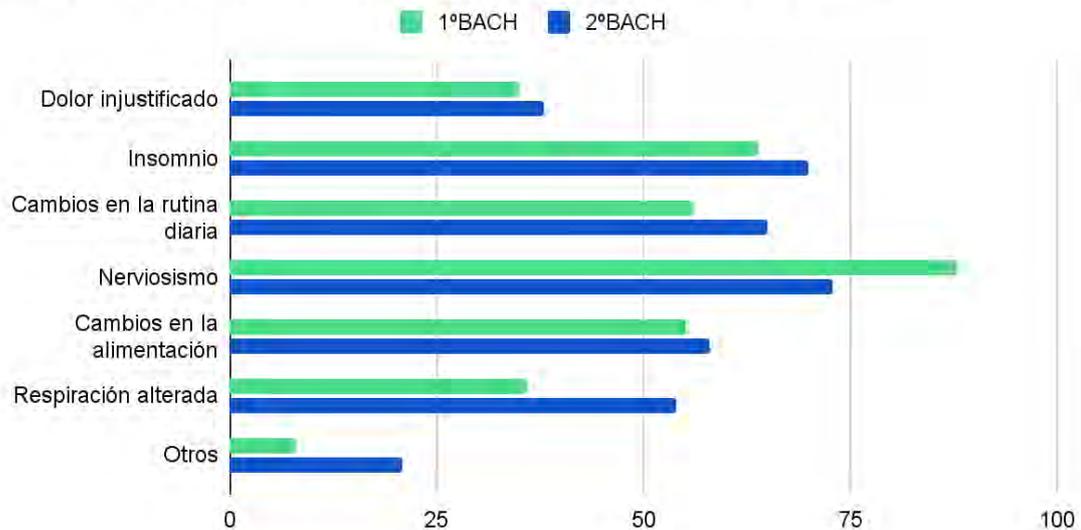
Al observar los resultados de 1º curso , se puede observar que este porcentaje se reduce a la mitad; por lo tanto, alrededor del 25% de los encuestados no tienen una idea clara sobre los estados de ansiedad.

Al mismo tiempo, podemos ver que son más las personas de 1º de Bachillerato que afirman padecer este problema. De igual manera, el número de personas que niegan haberla experimentado, duplicando el número de respuestas de estudiantes de segundo año.

En consecuencia, se puede deducir que el alumnado del primer curso está más informado sobre salud mental y tiene ideas más claras sobre los trastornos de ansiedad.

¿Cómo influye el bachillerato en la estabilidad emocional del alumnado?

**Si has respondido afirmativamente a la pregunta anterior, por favor indica los síntomas que se apliquen a tu caso**



**Figura 2**

La gráfica señala la información obtenida acerca de la sintomatología del alumnado de los dos cursos de bachillerato.

Los datos obtenidos muestran que, sorprendentemente, en ambos cursos escolares se han señalado los mismos síntomas en el mismo orden de relevancia.

El síntoma más común es el nerviosismo, con un gran número de alumnos que lo padecen especialmente en 1er (88 respuestas), seguido del insomnio, con un número más elevado entre el alumnado de segundo curso (70 estudiantes).

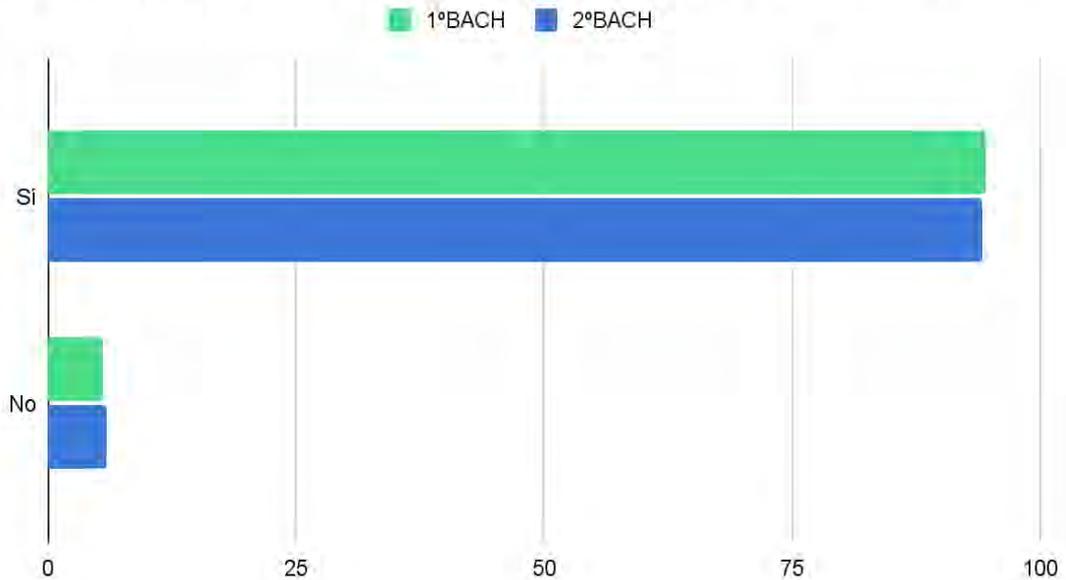
El tercer síntoma más común son los cambios en la rutina diaria, experimentados por 56 alumnos de 1º, y 65 alumnos de 2º de bachillerato, seguido de cerca por los cambios en los hábitos alimentarios con 55 personas que los sufren.

El síntoma que aparece a continuación es la respiración alterada que padecen mayoritariamente los alumnos de 2º (54 personas).

El síntoma menos frecuente es el dolor injustificado: 35 alumnos de 1º y 38 alumnos de segundo de bachillerato.

Además de las opciones presentadas, parte del alumnado realizó aportaciones propias, especialmente en 2º de Bachillerato. Entre las respuestas obtenidas destacan manifestaciones de cambios de humor, ganas de llorar, decepción por las notas obtenidas, irritabilidad y mareos, entre otros.

### ¿Crees que exámenes como la EBAU producen ansiedad?



**Figura 3**

La gráfica anterior describe las respuestas obtenidas ante la pregunta “¿Crees que exámenes como la EBAU producen ansiedad?”

Aunque se esperaba una respuesta afirmativa ante la pregunta, no esperábamos que fuera tan concluyente, verificando así una de nuestras hipótesis: la ansiedad está altamente relacionada con los exámenes del tipo EBAU. Como se observa en el gráfico ( en color verde los alumnos de primero de bachillerato y en color azul, las respuestas de los estudiantes de segundo de bachillerato ), casi el 95% de los alumnos de ambos cursos respondieron afirmativamente.

En este caso, creemos importante resaltar que el examen de EBAU es una prueba que consta de dos partes, una obligatoria y otra voluntaria; esta última solo la realizan los estudiantes que quieran acceder a un grado o doble grado universitario.

Así, el porcentaje de personas que no sufren de ansiedad por la EBAU puede deberse a que ellos no tienen pensado realizar la EBAU, o porque no sienten que sea un aspecto decisivo.

Otra causa de por qué no los exámenes como la EBAU no les generan ansiedad podría ser que el grado o doble grado al que intentan acceder no tiene una nota de corte muy alta, por lo que no necesitan obtener una nota muy alta en los exámenes. En algunos casos, también influye el tipo de universidad al que se va a ir ya que las universidades privadas no utilizan la EBAU como método para seleccionar a los alumnos, sino que tienen sus propios requisitos de acceso y su propio proceso de

## ¿Cómo influye el bachillerato en la estabilidad emocional del alumnado?

admisión.

Una vez descritas las gráficas, resumido el proyecto, y analizado la metodología, se exponen en los siguientes puntos las conclusiones obtenidas:

- La adolescencia es una etapa llena de cambios en diferentes aspectos, este desarrollo se puede dividir en dos grandes ámbitos: cambios físicos y psicosociales.
- Gracias a las encuestas se ha podido constatar que la ansiedad es, de hecho, un problema común entre los alumnos de bachillerato, aunque la acusan con más intensidad los de segundo curso.
- La combinación de síntomas físicos y reacciones emocionales que interfieren con la capacidad para desempeñarse bien en una prueba y el estudio sobre el examen de acceso a la universidad o EBAU están altamente relacionados entre sí, siendo la EBAU una de las principales causas de ansiedad entre el alumnado de bachillerato
- Por último, gracias a la difusión de nuestras encuestas, además de la información recopilada en los anteriores apartados y la exposición oral de este proyecto, hemos conseguido completar nuestro objetivo principal: dar visibilidad a este problema.

Una vez explicados los objetivos, analizado las partes del proyecto, obtenido resultados de las encuestas y extraído las conclusiones, hay que añadir que, el proyecto ha sido una gran oportunidad para aprender sobre la salud mental. Dada la amplitud del tema, no hemos podido hacer un análisis más exhaustivo de muchos otros aspectos que nos suscitan interés; de cualquier modo, vemos posible retomar este estudio en un futuro próximo para seguir investigando y para conocer la evolución de los resultados obtenidos en el presente proyecto.

# Eutrofización en las aguas del río Duero

Mario Hernández García  
Luis Hidalgo Lorenzo  
Guillermo Velasco Almendro

Alicia Sampedro Montañés (Coordinadora)

I.E.S. Cardenal Pardo de Tavera  
Avda Carlos Latorre 11. 49800 Toro. Zamora  
asampedromo@educa.jcyl.es

## Resumen

La eutrofización puede ser definida como un enriquecimiento de las aguas superficiales (principalmente ríos, lagos y embalses) en lo que a nutrientes se refiere. Así pues, un ambiente eutrofizado es aquel que contiene un exceso anormal de nutrientes. Esta abundancia de nutrientes puede provocar efectos adversos en las masas de agua afectadas, como pueden ser:

- Incremento de la producción y biomasa de los productores primarios (fitoplancton y macrófitas). Este crecimiento provoca un aumento excesivo de organismos vivos en el agua. Esto hace que las aguas se tornen verdosas y turbias, y de este modo se dificulta que la luz llegue a las capas inferiores, provocando que la vegetación del fondo muera.
- Descenso del oxígeno (O<sub>2</sub>) disuelto en el agua provocando la muerte de los animales, principalmente peces.
- Pérdida de calidad del agua.
- Problemas de sabor y olor del agua, con un sobrecoste económico en el tratamiento de estas.
- Aparición de toxinas producidas por algunos tipos de algas<sup>1</sup>

Dado que la eutrofización de las aguas es un problema que se da cada vez con más frecuencia en las aguas de nuestro país, el objetivo de este proyecto es hacer un

---

<sup>1</sup> [https://www.miteco.gob.es/va/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/prob-amb/gases\\_eutrofizantes.aspx](https://www.miteco.gob.es/va/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/prob-amb/gases_eutrofizantes.aspx)

estudio sobre la eutrofización del río Duero a su paso por Toro, para investigar si los vertidos que se están haciendo están contribuyendo a una bajada en la calidad de las aguas.

**Palabras Clave:** Eutrofización, Contaminación, Agua, Río, Duero, Ecosistema.

**Keywords:** Eutrophication, Pollution, Water, River, Duero, Ecosystem.

## 1. Marco Teórico

### 1.1. *¿Qué es la eutrofización?*

La eutrofización es un proceso en el cual se produce un exceso de nutrientes, principalmente Nitrógeno (N) y Fósforo (P), en un ecosistema acuático, lo que genera una proliferación, es decir, un incremento descontrolado de algas fitoplanctónicas. (Zarza, 2019)

En aguas dulces, este proceso comienza con un crecimiento de un grupo de algas unicelulares llamadas diatomeas y otro de organismos eucariotas en su mayoría acuáticos llamados clorofíceas, después de todo este crecimiento, en la superficie del agua, se forman cianobacterias, que al acabar las reservas de fósforo y nitrógeno mueren y crean una capa que impide el paso de la luz, lo que incapacita a los organismos que existen debajo de ellos a realizar la fotosíntesis. (Anónimos, 2021)

### 1.2. *¿Cómo se produce la eutrofización?*

Las causas de la eutrofización de las aguas se encuentran en:

- Agricultura: se emplean fertilizantes nitrogenados para abonar los cultivos, filtrándose en la tierra y llegando a hasta ríos y aguas subterráneas.
- Ganadería: los excrementos de los animales son ricos en nutrientes, sobre todo en nitrógeno. Si los excrementos no son gestionados de buena manera pueden terminar contaminando las aguas cercanas.
- Residuos urbanos: principalmente los detergentes con fosfatos.
- Actividad industrial: se pueden producir vertidos tanto de productos nitrogenados como fosfatados entre otros muchos tóxicos.
- Contaminación atmosférica: las emisiones de óxidos de nitrógeno y azufre reaccionan en la atmósfera produciendo lluvia ácida, llevando nutrientes de este modo a las masas de aguas.
- Actividad forestal: los residuos forestales que se dejan en las aguas se degradan, aportándole todo el nitrógeno y el resto de los nutrientes que tenía la planta. (Sewervac Ibérica, 2018)

### **1.3. Consecuencias de la eutrofización de las aguas**

- Incremento de la producción y biomasa de los productores primarios (fitoplancton y macrófitas). Este crecimiento provoca un aumento excesivo de organismos vivos en el agua.
- Descenso del oxígeno (O<sub>2</sub>) disuelto en el agua (debido a que, al morir los organismos vivos, la materia orgánica es oxidada, usando el oxígeno disuelto), provocando la muerte de los animales, principalmente peces.
- Pérdida de calidad del agua, ya que al aumentar la podredumbre y agotarse el oxígeno, las aguas adquieren un olor nauseabundo. El olor de estas aguas puede ocasionar pérdidas económicas (turismo, áreas que pierden valor...), problemas respiratorios y su consumo puede conllevar problemas sanitarios. Por lo tanto, también puede afectar a la producción piscícola de una zona o provocar que un cauce anteriormente navegable deje de serlo. Todo esto, a su vez, provoca que estas aguas no se puedan destinar para lo que estaban concebidas y conlleve un sobrecoste económico su tratamiento.
- Aparición de toxinas producidas por algunos tipos de algas (como los dinoflagelados que provocan las denominadas mareas rojas). Estas sustancias pueden ocasionar la muerte de animales al ser consumidas. Los animales afectados pueden actuar como vector afectando a otras especies y alcanzar a los humanos. Además, las condiciones anóxicas del fondo dan lugar al crecimiento de bacterias que producen toxinas letales para pájaros y mamíferos que no se ven directamente afectados por la falta de oxígeno de las aguas. Las especies invasoras aprovechan las nuevas condiciones y desplazan a los organismos locales.

(Sewervac Ibérica, 2018) (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, -)

### **1.4. ¿Cómo se puede reducir la eutrofización?**

Algunas de las soluciones que se pueden plantear para reducir la eutrofización de las aguas son:

- Tratar las aguas residuales en EDAR (estaciones depuradoras de aguas residuales) que incluyan tratamientos biológicos y químicos que eliminan el fósforo y el nitrógeno.
- Almacenar adecuadamente el estiércol que se usa en agricultura.
- Usar los fertilizantes más eficientemente.

- Cambiar las prácticas de cultivo a otras menos contaminantes. Por ejemplo, retrasar el arado y la preparación de los campos para el cultivo hasta la primavera y plantar los cultivos de cereal en otoño, asegura tener cubiertas las tierras con vegetación durante el invierno con lo que se reduce la erosión.
- Reducir las emisiones de NO y amoníaco. Realizar un menor uso de detergentes con polifosfatos.
- Inyectar O<sub>2</sub> puro en lagos y embalses afectados.

(Aldariz, 2021)

## **2. Hipótesis e identificación de variables**

### **2.1. Hipótesis**

Hace ya unos años se empezó, aunque más intensamente este último verano, a raíz de lo ocurrido en el mar Menor, a hablar de la problemática real que conllevaban estos procesos de eutrofización y, con los años, tanto investigadores como simples ciudadanos y visitantes de las orillas del Duero, se han percatado del progresivo aumento de la contaminación de dichas aguas. La provincia de Zamora se encuentra a unos 350 kilómetros del nacimiento, en los Picos de Urbión, así que el sentido común nos lleva a pensar que, tras haber pasado ya varios territorios, las aguas que llegan a nuestras demarcaciones deberían estar más contaminadas, incluso. En este proyecto, vamos a comprobarlo.

### **2.2. Identificación de variables y sus valores considerados normales**

1. Concentración de amoníaco (NH<sub>3</sub>): 0,0 mg/l
2. Concentración de nitritos (NO<sub>2</sub>): 0,0 mg/l
3. Concentración de nitratos (NO<sub>3</sub>): 0,0 mg/l
4. pH: 7,0 – 8,0
5. Dureza de carbonato o alcalinidad total (KH): ≥ 7 dKH (125 mg/l)
6. Dureza general (GH): ≈ 8dGH (142 ppm)
7. Concentración de fosfatos (PO<sub>4</sub>): 0,0 mg/l – 0,10 mg/l
8. Turbidez del agua: entre 3 y 6 metros

Una vez conocidos los valores de esas variables, utilizaremos la clasificación de la OCDE para determinar el estado trófico de las aguas del Duero. Si bien esta clasificación solo tiene en cuenta tres parámetros, puesto que no hemos podido medir uno de ellos, la clorofila, por no disponer del material de laboratorio adecuado en nuestro centro, consideramos que conocer el resto de las variables que vamos a medir nos puede ayudar a hacernos una mejor idea del estado del río.

Categoría trófica	Clorofila "a" ( $\mu\text{g/L}$ )	Profundidad Secchi (metros)	Fósforo ( $\mu\text{g/L}$ )
Ultraoligotrófico	<1	>12	<4
Oligotrófico	1-1.25	6 – 12	4 – 10
Mesotrófico	2.5-7.9	3 – 6	10 – 35
Eutrófico	8-25	1.5 – 3	35 – 100
Hipertrófico	>25	>1.5	>100

Fuente. (López & Madroñero, 2015).

### 3. Experimentación

Para determinar la turbidez de las masas de agua del río Duero elaboramos un disco de Secchi con el que poder medir la penetración luminosa, y a partir de ahí determinar cómo de turbia estaba el agua.

Posteriormente, se tomaron diversas muestras de agua del río (en distintas márgenes de este, así como en diferentes tramos). Consecuentemente, se midió el nivel de turbidez del agua de dichos tramos con el disco de Secchi. Asimismo, se recogieron invertebrados y otras muestras que podrían resultar de interés a la hora de sacar conclusiones sobre si la hipótesis concordaba con los resultados obtenidos de la experimentación; es decir, si resultaba válida.





Seguidamente, las muestras se llevaron al laboratorio del centro educativo IES Cardenal Pardo Tavera para ser sometidas a un análisis químico mediante unos kits de análisis de agua. Para el análisis se utilizaron una serie de reactivos que se añadieron al agua de distintas maneras y, a partir del color obtenido, se estableció una relación con la concentración a estudio. Se relata a continuación el procedimiento aplicado:

- **Amoniaco ( $\text{NH}_3$ ):** se introducen en el tubo de ensayo 5 ml de agua con ayuda de una pipeta. A continuación, se añaden cinco gotas del “Reactivo 1 –  $\text{NH}_3$ ”, cinco gotas del “Reactivo 2 –  $\text{NH}_3$ ” y otras cinco del “Reactivo 3 –  $\text{NH}_3$ ”; seguidamente, se agita el tubo. Transcurridos diez minutos, se compara el color obtenido con la guía para establecer el nivel de amoniaco de la muestra.
- **Nitritos ( $\text{NO}_2$ ):** se introducen en el tubo de ensayo 5 ml de agua con ayuda de una pipeta. A continuación, se añaden cinco gotas del “Reactivo –  $\text{NO}_2$ ” y se agita el tubo. Transcurridos dos minutos, se compara el color obtenido con la guía para establecer el nivel de nitritos de la muestra.
- **Nitratos ( $\text{NO}_3$ ):** se introducen en el tubo de ensayo 5 ml de agua con ayuda de una pipeta. A continuación, se agita el “Reactivo 1 –  $\text{NO}_3$ ” y se añaden seis gotas del mismo. Posteriormente, se agregan seis gotas del “Reactivo 2 –  $\text{NO}_3$ ” y se agita el tubo. Transcurridos diez minutos, se compara el color obtenido con la guía para establecer el nivel de nitratos de la muestra.
- **pH:** se introducen en el tubo de ensayo 5 ml de agua con ayuda de una pipeta. A continuación, se añaden cinco gotas del “Reactivo – pH” y se agita el tubo. Seguidamente, se compara el color obtenido con la guía para establecer el nivel de pH de la muestra.

- **Dureza de carbonato o alcalinidad total (KH):** es una medida de cómo resiste el agua a los cambios de pH. Se introducen en el tubo de ensayo 5 ml de agua con ayuda de una pipeta. A continuación, se añade una gota del “Reactivo – KH” y se agita el tubo. Una vez la muestra se torna azul, se añaden gotas del “Reactivo – KH”. El número de gotas necesarias para que el agua se torne amarilla es el nivel de dKH, que debería estar situado entre seis y ocho.
- **Dureza general (GH):** da una idea de los minerales disueltos en el agua. Se introducen en el tubo de ensayo 5 ml de agua con ayuda de una pipeta. A continuación, se añaden dos gotas del “Reactivo A – GH” y se agita el tubo. Una vez la muestra se torna rosa, se añaden gotas del “Reactivo B – GH”. El número de gotas necesarias para que el agua se torne azul es el nivel de dGH.
- **Fosfatos (PO<sub>4</sub>):** se introducen en el tubo de ensayo 2 ml de agua con ayuda de una pipeta. A continuación, se agita el “Reactivo 1 – PO<sub>4</sub>” y se añaden cinco gotas del mismo. Posteriormente, se agregan nueve gotas del “Reactivo 2 – PO<sub>4</sub>” y se agita el tubo. Transcurridos quince minutos, se compara el color obtenido con la guía para establecer el nivel de fosfatos de la muestra.

## 4 Resultados

### 4.1 Análisis del tubo de Secchi

Tomamos muestras de agua en dos puntos diferentes, uno después de la zuda donde el agua corría con más fuerza, y también antes de ella, pero se obtuvieron valores de turbidez bastante parecidos

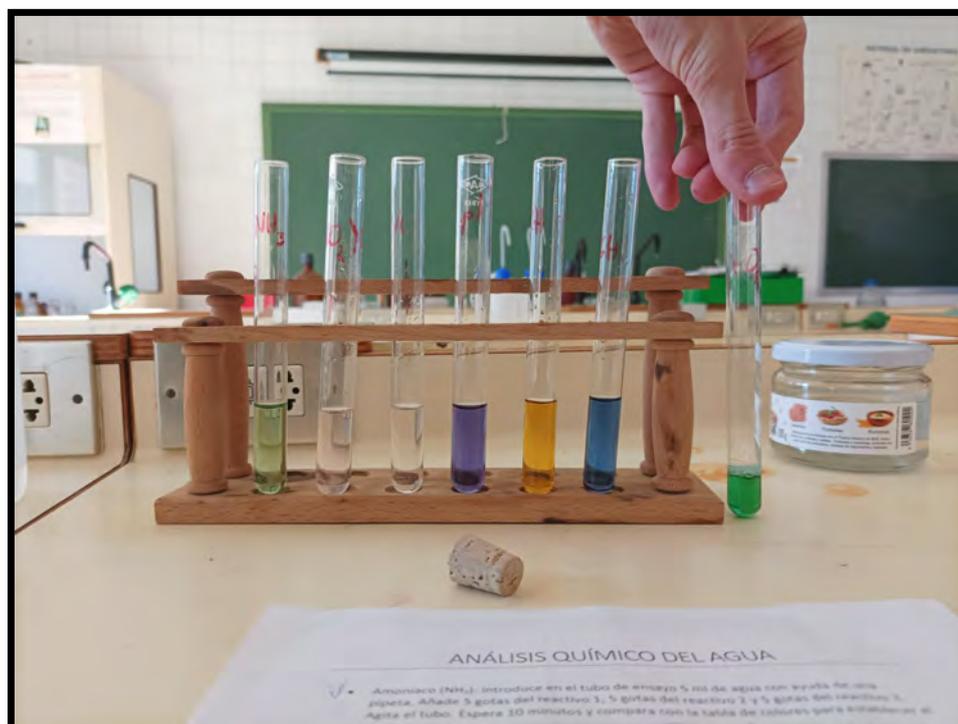


De esta forma, el disco se sigue observando a una distancia de 90 centímetros, pero calculamos aproximadamente se dejaría de ver a alrededor del metro y medio de distancia, nunca por encima de los dos metros. Por lo tanto, según la clasificación trófica, el agua del río Duero cercana a Toro se encontraría en un estado eutrófico.

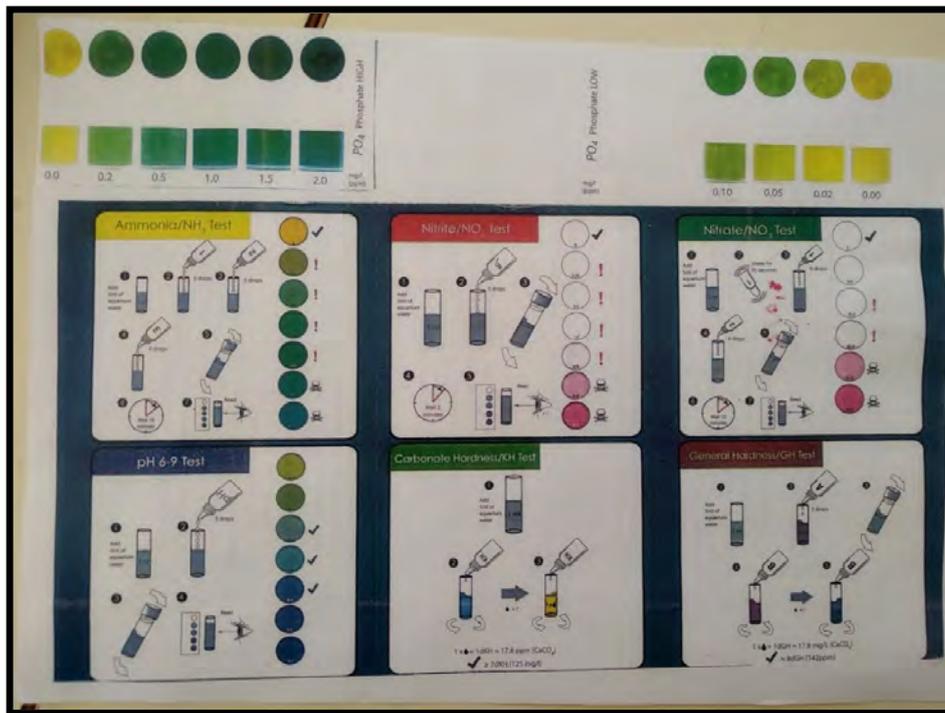
#### 4.2 Concentraciones del agua

Esta tabla ilustra las concentraciones que hemos medido en el laboratorio:

VALORES OBTENIDOS	
1. Amoniac (NH <sub>3</sub> )	0,424 mg/l
2. Nitritos (NO <sub>2</sub> )	0,411 mg/l
3. Nitratos (NO <sub>3</sub> )	22,15 mg/l
4. pH	8,6
5. Dureza de carbonato o alcalinidad total (KH)	9,5
6. Dureza general (GH)	15
7. Fosfatos (PO <sub>4</sub> )	0,5
8. Turbidez del agua	≈ 1,5 m - 3 m



De izquierda a derecha los tubos miden: amoniac (NH<sub>3</sub>), nitritos (NO<sub>2</sub>), nitratos (NO<sub>3</sub>), pH, alcalinidad total (KH), dureza general (GH) y fosfatos (PO<sub>4</sub>)



*Guía para la medición de las concentraciones*

## Conclusiones

Tras la recogida de información que hemos llevado a cabo, podemos determinar que los principales factores que inciden en el proceso de eutrofización de las aguas del río Duero son los siguientes:

- **La agricultura:** podemos ver en los resultados del análisis del laboratorio que hay concentraciones significativas de compuestos nitrogenados (amonio, nitritos y nitratos). El uso de abonos nitrogenados puede estar generando un exceso de nitrógeno en el agua. Por otra parte, un mal uso de abonos naturales; es decir, que es usen más de los que la tierra puede absorber, es un factor más para tener en cuenta.
- **La industria:** como es lógico, el cauce del Duero va arrastrando todos los desechos que se vierten antes de llegar a Toro. Teniendo esto en cuenta, creemos que la industria, principalmente la de Valladolid, ya que es la más desarrollada en las proximidades del río, es la que genera estos desajustes en las concentraciones que hemos medido.
- **La vegetación:** un crecimiento descontrolado de la vegetación puede llegar a disminuir el oxígeno que contiene el agua y, por tanto, su capacidad de regeneración disminuiría considerablemente.
- **Los factores naturales:** el tipo de terreno de la cuenca del Duero favorece la

eutrofización, pues es una zona sedimentaria. Debido a ello, hay una mayor cantidad de fósforo del recomendable, como se puede ver en los resultados obtenidos en el laboratorio. Por otra parte, el desarrollo del proceso de la eutrofización se da cuando un cuerpo de agua cuenta con poca profundidad (como es el caso de los ríos) y las temperaturas cálidas favorecen el proceso de eutrofización (como sucede en Toro durante el verano, al poseer un clima mediterráneo continental, que además se está acrecentando debido al cambio climático).

VARIABLES	VALORES OBTENIDOS	VALORES RECOMENDABLES
1. Amoniac (NH <sub>3</sub> )	0,424 mg/l	0,0 mg/l
2. Nitritos (NO <sub>2</sub> )	0,411 mg/l	0,0 mg/l
3. Nitratos (NO <sub>3</sub> )	22,15 mg/l	0,0 mg/l
4. pH	8,6	7,0 – 8,0
5. Dureza de carbonato o alcalinidad total (KH)	9,5 dKH	≥ 7 dKH (125mg/l)
6. Dureza general (GH)	15 dGH	≈ 8dGH (142ppm)
7. Fosfatos (PO <sub>4</sub> )	0,5 mg/l	0,0 mg/l – 0,10 mg/l
8. Turbidez del agua	≈ 1,5 m - 3 m	3 m – 6 m

En esta tabla se observa claramente cómo los valores que hemos obtenido no se corresponden con los recomendados, lo que nos da a entender que el río Duero está muy influenciado de la contaminación. Además, los valores de la turbidez, los fosfatos y los nitratos indican que el río Duero está en un estado de eutrofización.

<b>Tabla 1. Efectos potenciales de la eutrofización causados por el ingreso excesivo de nitrógeno y fósforo en lagos, depósitos y ríos</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la biomasa del fitoplancton.</li> <li>• Crecimiento de especies de algas potencialmente tóxicas o no comestibles.</li> <li>• Crecimiento de la biomasa de algas bentónicas y epifíticas.</li> <li>• Crecimiento excesivo de macrófitas acuáticas.</li> <li>• Disminución de la biomasa de peces y moluscos cultivables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la frecuencia de mortandad de peces</li> <li>• Reducción de la diversidad de especies.</li> <li>• Reducción de la transparencia del agua.</li> <li>• Dilución de oxígeno disuelto.</li> <li>• Reducción del valor estético del cuerpo de agua.</li> </ul>

(Barreto, 2013)

Consecuentemente con lo expuesto con anterioridad y concluyendo, es clave regular todos los factores que podamos controlar y que contribuyan activamente a la eutrofización del río Duero para evitar, de este modo, cada uno de los potenciales

efectos vistos que podría provocar la eutrofización. Aunque algunos de los factores sean ajenos a nuestra voluntad, como el clima de la zona, se hace imprescindible regular los que sí podemos controlar para contrarrestar estos efectos inalcanzables a nuestra capacidad de reacción. Únicamente de esta forma lograremos equilibrar los pujantes valores de la eutrofización no solo de nuestro río, sino de todas las masas de agua que se encuentran bajo su efecto a día de hoy, y que presentan uno de los peligros más candentes.

Las posibles medidas a tomar serían:

- Mayor control de los vertidos, tanto agrícolas y ganaderos como industriales
- Limpieza de la cuenca del Duero, si es posible en verano que es cuando menor nivel de agua hay
- Mejora de la depuración de las aguas
- Un uso de estiércoles de mejor calidad y, si es posible, que sean orgánicos
- Concienciación sobre el problema de la eutrofización y sus consecuencias

### Referencias Bibliográficas

- Aldariz, I. F. (2 de Junio de 2021). *greenteach.es*. Obtenido de [https://www.greenteach.es/eutrofizacion/#Soluciones\\_y\\_tratamiento\\_de\\_la\\_eutrofizacion](https://www.greenteach.es/eutrofizacion/#Soluciones_y_tratamiento_de_la_eutrofizacion)
- Anónimos. (6 de 12 de 2021). *wikipedia.org*. Obtenido de [wikipedia.org](https://es.m.wikipedia.org/wiki/Eutrofizaci%C3%B3n): <https://es.m.wikipedia.org/wiki/Eutrofizaci%C3%B3n>
- Aquae, F. (s.f.). *fundacionaquae.org*. Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/eutrofizacion/>
- Barreto, L. (2013). Eutrofização em rios brasileiros. *Enciclopedia Biósfera*, 21-79.
- Mas, M. (2017). Uso de la teledetección y los SIG en la vigilancia de la calidad del agua: Aplicación al Mar Menor.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (- de - de -). *miteco.gob.es*. Obtenido de [miteco.gob.es](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/prob-amb/gases_eutrofizantes.aspx): [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/prob-amb/gases\\_eutrofizantes.aspx](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/prob-amb/gases_eutrofizantes.aspx)

- Sewervac Ibérica. (11 de 04 de 2018). *iagua.es*. Obtenido de *iagua.es*: <https://www.iagua.es/noticias/sewervac-iberica/eutrofizacion-causas-consecuencias-y-soluciones>
- Zarza, L. F. (14 de 10 de 2019). *iagua.es*. Obtenido de *iagua.es*: <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-eutrofizacion>



Formación Profesional

# Logística en Arenas de San Pedro

Andrea Fraile Muñoz  
Álvaro Gil Illescas  
Diego Gómez Carro  
Estefanía Granado Sierra  
Iván Martín Gutiérrez  
Débora Martín Sánchez

Emilia Rodrigo Fernández (Coordinadora)

IES Arenas de San Pedro.  
Av. Lourdes, 2, 05400-Arenas de San Pedro, Ávila.  
05000294@educa.jcyl.es  
emilia.rodfer.1@duca.jcyl.es

## Resumen

Los/as alumnos/as desarrollan este proyecto para entender el significado de la logística empresarial en Arenas de San Pedro y en su área de influencia. Siguen un proceso práctico basado en el pensamiento de diseño y de acción, Design Thinking, e incluye en su preparación: el planteamiento de muchos interrogantes, la observación, el análisis de datos, la ideación, elaboración de un prototipo, testear resultados y, finalmente, sugerir propuestas de mejora.

**Palabras Clave:** Pensamiento de diseño. Procedimiento metodológico mixto. Investigación aplicada. Logística integral.

**Keywords:** Design Thinking. Logistics Services: Integrated Logistics. Large Warehouse. Last Mile Delivery. Business's Online Visibility and Digital Marketing. Lockers.

## Descripción del Proyecto

Se define como un proceso práctico basado en el pensamiento de diseño, Design Thinking, eficaz para entender la realidad empresarial del mundo de la logística en Arenas de San Pedro y proporciona respuestas a hechos que precisan ser modificados; es decir, posibilitan cambios viables que se conviertan en valor para las empresas y permitan incrementar las oportunidades de mercado.

El presente trabajo, desde una perspectiva educativa, permite la determinación de

necesidades, sugerir la implementación de mejora y, al mismo tiempo, encontrar sentido al aprendizaje.

## OBJETIVOS

- Comprender la logística en su integridad como proceso de aprovisionamiento, transporte, distribución y de última milla, teniendo muy presente la logística inversa que permita la sostenibilidad.
- Comprender las ventajas de la logística en la realidad empresarial de Arenas de San Pedro (Ávila) y de su entorno.
- Contrastar y analizar la información recogida.
- Plantear y sugerir propuestas de mejora en los procesos logísticos.

## METODOLOGÍA

Activa y participativa para los dos equipos de trabajo y fue desarrollada con diversas herramientas:

1. El trabajo se planifica, se establecen los procesos a seguir y se programan las actividades esenciales con Microsoft Planner, herramienta intuitiva que facilita el trabajo colaborativo.
2. Envío de cuestionarios elaborados con Forms a las empresas, para contactar con las empresas y recopilar algunos datos.
3. Se utiliza Google Maps para ubicar y localizar las empresas - requirió una indagación previa en diversas Webs (Cámara de Comercio de Ávila, Webs de Instituciones Locales)-.
4. Compartir y buscar información o acceder a contenidos educativos desde SharePoint.
5. El programa informático multiplataforma Blender 3.0 es empleado para originar el gráfico tridimensional de la plataforma logística.
6. Presencia en las redes sociales con Instagram, para publicitar el centro logístico e, igualmente, utilización de la herramienta de diseño simplificada Canva y Webs de imágenes sin derechos de autor.
7. Google Sites para presentación de la empresa simulada en su página Web.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

- a) La logística tiene una pequeña representatividad, siendo significativa la presencia de empresas con flota que organiza operaciones de transporte por carretera. Hay una gran dependencia de los operadores logísticos especializados en alimentación, bebidas, productos farmacéuticos y

sanitarios, del sector de automoción.

- b) Las empresas logísticas que proporcionan el abastecimiento están ubicadas en otras Comunidades (Rutas comerciales operativas con Madrid y Castilla la Mancha), lo que da lugar a una alta dependencia en el aprovisionamiento, porque no existen espacios de almacenamiento adecuados, igualmente, configura los tiempos en la entrega y repercute en el precio final de los productos.
- c) En las áreas de influencia de Arenas de San Pedro, las empresas de logísticas analizadas están vinculadas al transporte y distribución de materias primas, semielaborados y productos finales destinados a la comercialización. Suelen utilizar distintos vehículos: pequeños camiones, furgonetas, etc., para el transporte por carretera.
- d) Señalamos la presencia del almacén de tránsito cuya actividad se centra en la recepción y expedición rápida de productos, principalmente asociado al sector de hostelería.
- e) Las empresas muestran una pequeña presencia en Internet y en redes sociales

## PROPUESTA DE MEJORA: EMPRESA LOGÍSTICA SIMULADA (PROTOTIPO DE CENTRO LOGÍSTICO EN RAMACASTAÑAS).

Nuestra empresa simulada es un operador logístico integral que proporciona y facilita el transporte, el almacenamiento, los embalajes, la preparación de pedidos, la organización de los sistemas de información y la gestión de las operaciones de carácter comercial.

Fue elegida para su ubicación en Ramacastañas, que es una pedanía de Arenas de San Pedro - distancia entre ambas localidades de 5,1 Km - está interconectada con el CORREDOR ATLÁNTICO por su gran proximidad y con dos vías de comunicación importantes: LA CARRETERA NACIONAL 502 Y AUTOVÍA A2.

Debería fomentarse el acceso del nuevo centro logístico ubicado al corredor europeo para llegar a diferentes enclaves logísticos españoles y portugueses desde las conexiones arriba mencionadas. Gracias a la buena localización, se podrían fijar rutas de aprovisionamiento internacional y mejoraríamos la operatividad nacional, apostando por los servicios eficientes y sostenibles del transporte – mercancías y por extensión el transporte de personas, porque es preciso dinamizarlo –.

La conexión e interoperabilidad facilitan el desarrollo económico del Sur de Ávila, incrementan las posibilidades de empleo y permite la fijación e incremento de la población, consigue fijar o mejorar los servicios y, además, los beneficios económicos permanecen en la Comunidad Autónoma y, por supuesto, en el municipio.

Por otro lado, sabemos que es muy importante fomentar la visibilidad digital de nuestra empresa simulada en el ámbito de Internet y en las plataformas sociales, por esa responsabilidad asumida, hemos originado perfil en Instagram y Web Corporativa en Site, para poder competir en el mercado y generar oportunidades de negocio, con una buena gestión garantizada

Además, nos preocupamos por hacer más sostenible las entregas de última milla, incorporando taquillas inteligentes y vehículos polivalentes conectados y electrificados.

Se han planteado importantes expectativas de mejora en el proceso de reciclaje de envases y embalajes, gestión de residuos inteligente, formando parte de un compromiso con la Admón. Local para rentabilizar el punto limpio y el reequipamiento de la planta actual, porque allí no deberían faltar separadores para garantizar el proceso de selección y conseguir optimizar los residuos.

La combinación de actuaciones parece ser una buena solución y se obtienen aún mayores logros.

# ¿Ventilar o purificar?, he ahí la cuestión

Daniel Tascón Álvarez

Paula Carro Meléndez

Rosa Aurora Rodríguez Rodríguez (Coordinadora)

CIFP Tecnológico-Industrial

Calle Profesor Gaspar Morocho s/n 24007 León

rarodriguezr@educa.jcyl.es

## Resumen

Tradicionalmente estudiantes y profesores pasan la mayor parte de su jornada escolar dentro de lugares cerrados, aislados del exterior por ventanas herméticas que evitan la entrada de contaminantes químicos, polvo, frío y ruido, pero promueven, a su vez, la acumulación en el aire del aula de los contaminantes químicos y biológicos que se generan dentro de la misma, con el riesgo que ello implica. Las condiciones ambientales que se deben cumplir dentro de un aula vienen establecidas, de una parte, por el Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE), por otro lado por el Protocolo de Medidas para Centros Educativos del Ministerio de Sanidad, dirigido a frenar la expansión de la pandemia de COVID-19 y en último lugar, pero no por ello menos importante, por el Anexo III del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. A través de este proyecto los alumnos de segundo curso del Ciclo Formativo de Grado Superior en Prevención de Riesgos Profesionales del Centro Integrado de Formación Profesional Tecnológico-Industrial de León han querido comprobar si en su centro educativo, situado en la ciudad de León, donde entre los meses de noviembre y febrero, las temperaturas medias son inferiores a 7°C, sería más recomendable realizar una ventilación natural cruzada de las aulas o bien renovar artificialmente el aire de las aulas usando un purificador del aire. Para ello hemos analizado, bajo diferentes condiciones experimentales, las condiciones ambientales en varias aulas y aquí mostramos los resultados obtenidos y las conclusiones que se derivan de ellos.

**Palabras Clave:** COVID-19, calidad del aire, partículas, CO<sub>2</sub>, RITE, renovación del aire, ventilación.

**Keywords:** COVID-19, air quality, particles, CO<sub>2</sub>, RITE, air renewal, ventilation.

## 1. Introducción

El aire es esencial para la existencia de los seres vivos. Tradicionalmente estudiantes y profesores pasan la mayor parte de su jornada escolar dentro de lugares cerrados, aislados del exterior por ventanas herméticas que evitan la entrada de contaminantes químicos, polvo, frío y ruido, pero promueven, a su vez, la acumulación en el aire del aula de los contaminantes químicos y biológicos dentro de la misma, con el riesgo que ello implica (1). De hecho, se ha observado que la permanencia de las personas dentro de locales cerrados desencadena la aparición de enfermedades alérgicas y pulmonares, irritaciones, escozores de ojos y jaquecas y facilitan la difusión de enfermedades infecciosas entre los usuarios de un mismo inmueble (1).

Para evitar este tipo de problemas se deben crear unas condiciones que garanticen la higiene del aire que se respira en los recintos cerrados. La necesidad de garantizar las condiciones higiénicas del aire se vio especialmente acentuada a partir de la aparición del SARS-CoV-2 en nuestras vidas a finales de 2019 y especialmente con su propagación desde 2020 (2).

La expansión de la COVID-19 supuso enormes cambios organizativos en nuestras vidas en general y en los centros educativos, en particular. Uno de ellos, dada la evidencia sobre la transmisión del SARS-CoV-2 por aerosoles, ha sido enfatizar la importancia de la ventilación de las clases. En particular, el Ministerio de Educación recomienda en su Protocolo de Medidas para Centros Educativos la realización de la ventilación cruzada, si es posible de forma permanente, con apertura de puertas y/o ventanas opuestas o al menos en lados diferentes de la sala, para favorecer la circulación de aire y garantizar un barrido eficaz por todo el espacio. El protocolo insta a ventilar con frecuencia las instalaciones del centro, a poder ser de manera permanente, incluyendo al menos 15 minutos de ventilación al inicio y al final de la jornada, durante el recreo, y siempre que sea posible entre clases. (3).

Más allá de eso, el Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE) (4) establece que para un aula la calidad del aire interior deberá ser buena (lo que denomina IDA 2), lo que implica que haya un caudal de aire exterior de al menos  $12.5 \text{ dm}^3/\text{persona}$  y de  $0.83 \text{ dm}^3/(\text{s}\cdot\text{m}^2 \text{ de superficie})$ , que la calidad del aire percibido (método olfativo) será como máximo de 1,2 decipols y un máximo de 500 ppm de  $\text{CO}_2$  y establece que esta calidad será controlada de forma directa por sensores que miden parámetros como el  $\text{CO}_2$  o compuestos orgánicos volátiles (VOCs) (4).

La ventilación permanente de las aulas, llevada a cabo inexcusablemente en nuestro centro desde principios del curso pasado sin duda ha garantizado mantener una calidad del aire adecuada en el interior de las aulas en cuanto a reducción de contaminantes químicos, como muestran los niveles de  $\text{CO}_2$  detectados en nuestras

aulas (5). También se observó durante el curso pasado una reducción de la incidencia de enfermedades infecciosas respiratorias y en particular de la COVID-19 en nuestro centro (5) en paralelo con la ventilación de las aulas, si bien este descenso ha ido parejo al descenso de la incidencia de la enfermedad por coronavirus en la sociedad en general (2) y no se puede vincular exclusivamente a la ventilación.

Sin embargo, la ventilación continua de los espacios del centro modificó también de forma indeseable las condiciones ambientales de muchas aulas por una bajada importante de las temperaturas en las clases durante las horas lectivas y un aumento del ruido procedentes del exterior, además de dar lugar a la exposición a molestas corrientes de aire. Esto ha supuesto un perjuicio para la calidad de la enseñanza a la que se debe prestar una atención prioritaria de acuerdo con las leyes educativas en vigor (6).

León, donde se ubica nuestro centro es una ciudad con unas temperaturas medias inferiores a 7°C entre noviembre y marzo, con temperaturas mínimas promedio por debajo de los 3°C en esos meses (siendo los más fríos enero y febrero) y temperaturas máximas que no llegan, de promedio, a los 12°C ni siquiera en marzo, el más cálido de los cinco meses mencionados (7). Es por ello que la ventilación natural continuada de las aulas supuso estar muy a menudo en clase entre noviembre y marzo del curso pasado a temperaturas del aire interior por debajo de los 17°C (mínimo deseable para la realización de trabajos sedentarios (8), tal y como medimos con los alumnos en clase.

El nivel de ruido también fue alto, por una parte porque con las puertas abiertas llegan a cada aula donde se imparte clase las voces de las personas que hablan en pasillos y en otras aulas y también porque el ruido en el exterior durante el curso pasado y éste ha sido muy alto por la construcción de un centro comercial (9) cerca de nuestro centro formativo.

En consecuencia, el bajo nivel de confort en el aula y la dificultad para seguir las clases fueron dignas de reseñar en muchas ocasiones tanto por parte del profesorado, como por parte del alumnado, que traía mantas para taparse y tuvo dificultades para tomar notas a mano en clase en muchas ocasiones por el frío. También es digna de mención la dificultad del profesorado para permanecer y trabajar en los departamentos y en la sala de profesores, por las corrientes de aire y el frío, principalmente.

## 2. Hipótesis y Objetivos

La hipótesis con la que iniciamos con este proyecto fue que utilizando un purificador del aire en el aula se podían conseguir unas condiciones higiénicas comparables o mejores a las de una ventilación cruzada continua del aula, de manera que la protección frente a la COVID-19 estuviera garantizada, se cumplieran los criterios

del Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios para aulas (RITE) (4), se respetaran las disposiciones mínimas de seguridad y salud en centros de trabajo, que podemos encontrar en el Real Decreto 486/1997 (8) y se obtuvieran las condiciones para confort acústico del aula que indica el Real Decreto 1367/2007 (17), de manera que, en definitiva, obtuviéramos las condiciones ambientales necesarias para que lograr una enseñanza de calidad (6).

En la Tabla 1. se pueden observar las condiciones ambientales que son deseables en un aula y que deberían conseguirse en todo momento, junto con la normativa que las regula.

### 3. Material y métodos

#### 3.1. Variables en estudio

Como podemos ver en la Tabla 1., las variables que hemos estudiado en este proyecto para evaluar la calidad del aire en las aulas las podemos dividir en dos tipos. Por una parte, las variables que nos van a indicar el grado de confort en el aula y por otra parte las variables que nos indican el nivel de higiene y seguridad en el aula.

#### 3.2. Población

Con el fin de comparar las condiciones ambientales de las aulas con ventilación natural cruzada con las condiciones de las aulas con un purificador del aire en marcha, lo primero que hicimos fue seleccionar “aulas de experimentación”, aquellas en las que instalaríamos un purificador del aire y “aulas control”, aquellas con ventilación natural cruzada. Tanto unas como otras fueron similares en sus características dos a dos, para poder comparar, especialmente en cuanto a dimensiones del aula, orientación y ocupación del aula durante el día de experimentación. No obstante, para garantizar la similitud de características de las “aulas control” y “aulas de experimentación”, en momentos diferentes, se intercambió su rol, pasando a ser aulas de purificación las primeras, y aquellas en las que se estaba haciendo purificación del aire, pasaron a tener ventilación natural cruzada.

En la selección de unas y otras fue prioritario obtener previamente el visto bueno del profesor y del grupo de alumnos para su participación en este estudio y para entrar periódicamente a medir varios parámetros de la calidad del aire.

En lo que se refiere a la ocupación de las aulas, en la Tabla 2. se han indicado las cifras medias

Tanto las mediciones de los niveles de contaminantes como de las características del ambiente térmico e higrométrico y del ruido, como la realización de encuestas tuvieron lugar un viernes a la semana, en las semanas de experimentación.

En las “aulas de experimentación”, el purificador se puso en marcha durante 2 horas

del viernes de realización del experimento, previas a la medición, justo después del recreo de media mañana; mientras que en las “aulas control” hubo exclusivamente ventilación natural cruzada. En este segundo caso, también partían de una situación de ventilación natural previa de al menos veinte minutos con el aula vacía, durante el recreo.

Al cabo de aproximadamente dos horas de estar en marcha el purificador del aire se han realizado las mediciones ambientales tanto en las “aulas de experimentación” como en las “aulas control”, ubicando los medidores en una zona central del aula.

Las fechas en las que se recogieron los datos necesarios para el proyecto, en concreto, fueron el 10, 12, 19 y 26 de noviembre, el 3 y 10 de diciembre de 2021, para una primera fase y el 11, 18 y 25 de febrero de 2022, para una segunda fase, posterior al análisis de los resultados obtenidos en la primera fase. El día semanal de experimentación se han medido todas las variables identificadas en el apartado anterior tanto en las “aulas de experimentación” como en las “aulas control”.

Por otra parte, cabe destacar que la práctica totalidad de las aulas y talleres del centro han participado puntualmente en este estudio, ya sea como “aulas de experimentación” o, sobre todo, como “aulas control”, evaluando la calidad del aire en sus clases en una o más ocasiones a lo largo del mes de febrero de 2022.

### **3.3. Instrumentación**

Con el fin de conseguir la purificación del aire contamos con dos equipos de purificación del aire, en particular el modelo Airpurtec HEPA488 (10) que vamos a utilizar para realizar la investigación que hemos planteado. El equipo utilizado se ha colocado siempre un punto lo más central posible dentro de las aulas con purificación del aire, punto previamente seleccionado de acuerdo con las condiciones que nos indica su fabricante (13).

Para analizar los distintos parámetros indicadores de la calidad ambiental de las aulas hemos utilizado los equipos de medición con los que contamos en las aulas y laboratorio del ciclo de Prevención de Riesgos Profesionales y que se relacionan en la Tabla 3.

Por otra parte, se ha evaluado también mediante el método olfativo (15) el nivel del olores en las aulas y, además, se ha realizado mediante una encuesta de elaboración propia, una valoración de la vestimenta y del grado de satisfacción con el ambiente en el aula por parte de los alumnos y profesor que permanecen en tanto en las “aulas de experimentación” como en las “aulas control”.

### **3.4. Recogida de datos**

La metodología que se ha elegido nos ha permitido una recogida de información amplia y exhaustiva de múltiples variables que hemos citado con anterioridad, tanto cuantitativas como semi-cuantitativas, que nos han dado información sobre la calidad del aire existente y sobre la percepción de las condiciones ambientales como

idóneas para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Toda la información ha sido recogida y registrada por los alumnos de segundo curso de Prevención de Riesgos Profesionales en una base de datos compartida en la aplicación MS OneNote a la que accedían desde el móvil.

### 3.5. Tratamiento y análisis de la información obtenida

Los resultados de las mediciones han sido analizados utilizando Microsoft Excel. Con MS Excel se han elaborado asimismo tablas y gráficas para ofrecer una representación de los resultados obtenidos más fácil de entender.

Los resultados de las encuestas son semicuantitativos y nos ha permitido clasificar la situación en una serie de categorías, que también han sido representadas gráficamente con Microsoft Excel.

Se ha realizado un pequeño análisis estadístico de los resultados obtenidos para comparar las condiciones encontradas en ambas situaciones (en las “aulas control”, con ventilación natural cruzada y en las “aulas experimentales”, con purificador del aire) utilizando el método de contraste de hipótesis de la t de Student, con el que hemos tratado de verificar si no había diferencias estadísticamente significativas entre la calidad higiénica del aire usando un sistema de renovación del aire u otro.

## 4. Resultados

### 4.1. Resultados de la evaluación del ruido

Los datos del ruido de fondo obtenidos figuran en la Tabla 4.

Si los comparamos con los valores de referencia de 40 dB(A), especificados en el Tabla 1., vemos que se excede en 5-6 dB(A) el nivel de ruido recomendado en las aulas, de forma habitual. Esto es independientemente del método de renovación del aire.

El hecho de que exista un ruido de fondo en torno a 45-46 dB(A) no es deseable. Además del estrés y fatiga que puede provocar la exposición continuada a niveles altos de ruido, a los profesores les obliga a elevar el tono de voz para hacerse comprender, con las consecuencias para la salud de sus cuerdas vocales.

### 4.2. Resultados de la evaluación de los caudales de renovación del aire

En las “aulas de experimentación” se ha medido el **volumen de aire renovado por el purificador del aire**. Ese volumen es diferente en función del caudal de ventilación y de la potencia utilizada en el purificador del aire.

En general, se ha utilizado el purificador del aire a nivel MEDIO de potencia. El equipo Airpurtec HEPA488 utilizado para la purificación del aire, según el fabricante, a potencia máxima ofrece un caudal de 488 m<sup>3</sup>/h y por tanto a potencia media serían en teoría unos 244 m<sup>3</sup> aire/h. Los alumnos de primer curso del ciclo de Mantenimiento de Instalaciones Térmicas y de Fluidos de nuestro centro han

## ¿Ventilar o purificar?, he ahí la cuestión

medido para nosotros el caudal real del equipo, y les dio un resultado de **268 m<sup>3</sup> aire/hora**, que concuerda bastante con el dado por el fabricante.

En las “aulas control” se ha medido el **volumen de aire renovado por la ventilación cruzada**. Este volumen depende del número y dimensiones de las aperturas para la entrada y salida del aire del aula.

En general, ya que, también se han probado otras opciones, se ha dejado:

una abertura de 17 cm en una ventana y la puerta abierta en las aulas de 172 metros cúbicos de aire, que cuentan con dos ventanas,

dos aberturas de 17 cm, cada una en una ventana, y la puerta abierta en el aula de 250 metros cúbicos de aire, que cuenta con tres ventanas.

Las aberturas fueron medidas y fijadas por los alumnos que realizan este proyecto justo después del recreo, después de que las aulas hubieran estado ventilando durante 30 minutos y han sido mantenidas por los grupos que permanecían en las aulas durante el resto de la mañana de ese día.

Hemos medido la velocidad del aire y casi siempre el anemómetro ha estado en 0,00 m/s excepto rachas puntuales hasta 0,20 m/s en determinados momentos, por lo que hemos tomado un valor medio de 0,05 m/s para la velocidad del aire.

Cada hueco de ventana abierto tiene unas dimensiones de 0,24 metros cuadrados y el hueco de la puerta abierta tiene unas dimensiones de 1,6 metros cuadrados. En total hay un espacio de ventilación de 1,84 metros cuadrados, que con un movimiento del aire a una velocidad de 0,05 m/s, supone una ventilación de 0,092 metros cúbicos/s. Esto supone una renovación de **331 metros cúbicos de aire cada hora**. Similar a la renovación del aire ofrecida por el purificador del aire.

Como se observa en la Tabla 5., se probó el purificador del aire dejando simultáneamente un hueco de 17 cm en la última ventana del aula, abierto en el caso de las aulas de 172 metros cúbicos, y dos huecos de 17 cm de dos ventanas (junto al profesor y al fondo del aula) en las aulas de 250 metros cúbicos. En estos casos la ventilación de 0.24 metros cuadrados con el aire circulando a 0,05 m/s aportó un caudal de aire renovado de 0.012 metros cúbicos por segundo, lo que a la hora supone 43 m<sup>3</sup>/h aportado por cada hueco de ventana que sumaremos al caudal de renovación del aire del purificador.

Para valorar si la renovación del aire está siendo suficiente, nos hemos basado únicamente en lo que hemos indicado en la Tabla 1.: el RITE exige, para obtener una calidad del aire buena, una renovación de al menos 12,5 litros de aire/segundo para cada persona.

Lo hemos calculado, partiendo de los metros cúbicos por hora del caudal de aire purificado/renovado en cada aula y de la ocupación media de cada aula en los días en que hicimos las mediciones. Los resultados figuran en la Tabla 6.

En este caso debemos decir que únicamente las aulas de 172 metros cúbicos de volumen de aire usadas como “aulas control” con ventilación cruzada alcanzaron al ideal de ventilación para un conseguir una calidad del aire buena en un aula (IDA-2), de acuerdo con el RITE (4). Ello no significa que la situación fuera peligrosa en el resto de los casos. Los caudales de renovación mantenidos en el resto de las aulas en esas tres horas sí cumplirían en todos los casos los requisitos de ventilación para una calidad media del aire (IDA-3), que son los niveles de calidad del aire establecidos por el RITE para salones de actos, restaurantes, cafeterías, gimnasios o salas de ordenadores, entre otros al superar los 8 litros/s para cada persona.

#### **4.3. Evaluación del aislamiento térmico de la vestimenta de los ocupantes de las aulas**

A la vista de los resultados de las encuestas, y considerando los valores asignados por el INSST a las distintas prendas de vestir y que se pueden encontrar en la NTP 462 (20), todos los ocupantes de las aulas analizadas tenían un aislamiento térmico entre 1 y 1,20 clo, lo que cumple con los requisitos de la vestimenta del RD 486/1997, de no superar los 2 clo, que indicamos en la Tabla 1.

No obstante, el enfriamiento local de las manos ha dificultado a veces las clases sobre todo a las personas con los puestos próximos a las ventanas.

#### **4.4. Evaluación de la carga olfativa de las aulas.**

Por otra parte, valoramos los **olores** del aula por el método olfativo (informe CR1752 de Fanger) (15) comprobando si se mantenían por debajo de los 1,2 decipols que marca el RITE (4) y que hemos indicado en la Tabla 1.

Para hacer el cálculo de los olores emitidos por los ocupantes de las aulas hemos seguido lo indicado en la Nota Técnica de Prevención NTP-343 (18), que los alumnos aprendieron a usar en el módulo de Riesgos derivados de la carga de trabajo en primer curso de Prevención. Así, le hemos asignado una media de 1,3 olf a cada uno de los ocupantes de las aulas; hemos asignado una carga sensorial de 0,3 olf/m<sup>2</sup> a cada aula en función del tipo de mobiliario que hay, ordenadores, etc.. Posteriormente, teniendo en cuenta la ocupación y la superficie de cada aula, hemos calculado los Olf correspondientes a cada una de ellas y que hemos expresado en las siguientes tablas (Tabla 7. y Tabla 8.). A partir de esos Olf, teniendo en cuenta la ventilación de cada aula pasada a litros por segundo, hemos calculado los decipols (= Olf/(litro·s)), obteniendo los siguientes resultados que encontramos en la Tabla 8.

Hemos podido comprobar que en todos los casos estamos muy por debajo de los 1,2 decipols que establece como límite el RITE, así que la carga olfativa de las aulas ha sido más que aceptable.

#### **4.5. Valoración subjetiva del confort térmico en las aulas a través de las**

### **encuestas.**

Si valoramos exclusivamente el porcentaje de personas insatisfechas (PPI), de acuerdo con el RITE, tal y como especificamos en la Tabla 1., el cálculo del PPI solo tiene en cuenta las sensaciones de frío y calor más intensas, de manera que raramente hemos obtenido más de un 10% en las encuestas (Figura 1.).

Sin embargo, si tenemos en cuenta otro parámetro: el índice medio de valoración o voto medio previsto (IMV o PMV), el resultado cambia. El IMV es el valor promedio de las puntuaciones otorgadas por cada individuo al ambiente, de manera que sí tiene en cuenta las respuestas de ambiente “ligeramente frío” o “ligeramente caluroso”. Este promedio de IMV debería estar entre -0,5 y +0,5 para considerar que hay confort térmico (23). Sin embargo no es así. Frecuentemente ha dado valores entre -0,50 y -1 al repetirse los valores de “ligeramente frío” y “frío” en las respuestas de los ocupantes de las aulas.

Al ser un valor más negativo de lo deseable, indica disconfort térmico debido al frío. Este valor lo hemos encontrado tanto en las “aulas control” como en las “aulas de experimentación” con algún hueco de ventana abierto.

#### **4.6. Evaluación del ambiente termohigrométrico.**

Hemos considerado tres parámetros principalmente: la **velocidad del aire** y la **temperatura del aire** y la **humedad relativa del aire**, con el fin de constatar si se respetaban las condiciones mínimas marcadas por el RD 486/1997 (8). Los tres parámetros han sido medidos en el área central de cada aula.

En la Tabla 9. figuran los resultados de velocidad del aire y de temperatura del aire en diferentes fechas, junto con las temperaturas de ese día, para las distintas condiciones experimentales.

Como se puede ver las diferencias de temperatura con el frío exterior son de unos 8,3°C de media en el caso de las aulas con purificación del aire y una pequeña ventilación del exterior, proporcional al tamaño del aula; mientras que en las “aulas control”, con ventilación exclusivamente con aire procedente del exterior, la diferencia es de sólo 5,6 °C. Es decir, lógicamente, cuesta más mantener en el interior del aula el calor en el generado por el sistema de calefacción del centro, los ocupantes y los equipos de cada aula, cuanto mayor cantidad de aire frío entra en el aula.

Esto tiene dos consecuencias:

- Por una parte, si comparamos los datos obtenidos con los que establece el Real Decreto 486/1997, que, tal y como dijimos en la Tabla 1., considera que para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores la temperatura válida debe estar entre 17 y 27°C para trabajos sedentarios, llegamos a la conclusión de que **las temperaturas en el caso de las aulas en ventilación no son adecuadas para la**

**realización de un trabajo sedentario**, pero las temperaturas existentes en las dos condiciones de experimentación (sólo purificador o purificador + hueco/s de ventana) sí son válidas.

Si tenemos en cuenta el RITE (4), que establece temperaturas entre 21 y 23°C como las adecuadas para ambientes interiores en invierno, considerando que los ocupantes tengan una actividad metabólica de 1,2 met con grado de vestimenta de 1 clo en invierno– que correspondería a estar con un jersey o chaqueta en clase, pero sin abrigo o chaquetón-, PPI menor del 10% y una velocidad del aire menor de 0,1 m/s. En ese sentido las condiciones de temperatura en las “aulas control”, con ventilación cruzada, están muy por debajo de los valores deseables, ello hace que la vestimenta esté habitualmente con un aislamiento por encima de 1 clo con el fin de tratar de adaptarse a la situación. Tampoco en las “aulas experimentales” se cumplen los requisitos térmicos del RITE.

- Por otra parte, **el gasto de calefacción se tiene que disparar**, necesariamente, debido a esa pérdida de calorías con la ventilación intensa de las aulas. Le consultamos a la Secretaria del centro y nos lo confirmó con cifras reales que mostraban lo que estábamos viendo: de 2020 a 2021, el gasto en calefacción del Centro prácticamente se había duplicado.

En lo que se refiere a la velocidad del aire, según el RD 486/1997, este parámetro debe ser menor de 0,25 m/s en ambientes no calurosos y esto, si nos fijamos en la tabla anterior, sí se ha cumplido incluso en los momentos en que ha habido rachas de aire.

En cuanto a la humedad relativa del aire (HR), también la medimos. En el siguiente gráfico (Figura 2.) podemos observar tanto la variación de las temperaturas medias en las aulas como de la humedad relativa del aire en función de las condiciones experimentales del aula.

Como se puede observar las temperaturas han sido significativamente más bajas en las aulas en ventilación, aunque bajó también en las aulas de experimentación cuando se ha dejado un hueco de ventilación de 17 cm abierto, no bajó tanto como en los casos de ventilación cruzada.

Según el Real Decreto 486/1997, la humedad relativa del aire (HR) debe estar entre el 30 y el 70%, salvo que haya riesgo de electricidad estática en cuyo caso deberá estar entre el 50 y el 70%. En el gráfico anterior podemos observar que la HR está en todos los casos en torno al 38% de media, lo que lo hace adecuado, de acuerdo con el RD 486/1997.

Por otra parte, si consideramos en la valoración del ambiente termohigrométrico el RITE (4), este Reglamento establece que los valores de HR deben estar entre el 40 y el 50%, considerando que los ocupantes tengan una actividad metabólica de 1,2 met

con grado de vestimenta de 1 clo en invierno– que correspondería a estar con un jersey o chaqueta en clase, pero sin abrigo o chaquetón-, PPI menor del 10% y una velocidad del aire menor de 0,1 m/s.

Cabe destacar también que el ambiente es ligeramente más seco de lo que marca el RITE, ya que rara vez llegamos al 40% establecido.

#### **4.7. Evaluación de los contaminantes químicos y biológicos.**

Respecto a los factores químicos y biológicos que influyen en la calidad del aire interior son muy diversos, como se puede ver en la Nota Técnica de Prevención del INSST número 243 (11). Puede haber contaminantes químicos tales como gases ( $\text{NO}_x$ , CO y  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , radón), vapores (VOCs), materiales procedentes de los materiales de construcción y mobiliario (VOCs, asbesto, fibra de vidrio, fibras textiles) o de los que se utilicen en las aulas y talleres (colas, pinturas, barnices, pesticidas, etc.), así como contaminantes biológicos (virus, bacterias y hongos) estos últimos especialmente cuando se une una humedad elevada en el ambiente aumenta enormemente cuando la renovación del aire es deficitaria (12).

Estos contaminantes se han valorado de tres formas, principalmente:

4.7.1. A través de los **niveles de  $\text{CO}_2$  existentes** en el aula en ventilación o con purificador del aire. Los valores medios encontrados se presentan en la Tabla 10.

Los niveles de  $\text{CO}_2$  en las aulas se dispararon por encima de las 1.200-1.300 ppm en las aulas al cerrar todas las ventanas. Dado que el  $\text{CO}_2$  se utiliza como indicador de la contaminación generada por los ocupantes (20), podría preocuparnos si conjuntamente con el dióxido de carbono estuvieran elevándose los niveles de partículas en el aire. Sin embargo, al tener el purificador del aire en marcha no había problema en cuanto a acumulación de partículas, incluidas las víricas, considerando que desde el punto de vista sanitario no es un problema alcanzar esos niveles de  $\text{CO}_2$ .

Pero hay otro punto a analizar, y es el posible efecto nocivo sobre la salud del dióxido de carbono *per sé*. De acuerdo con la Nota Técnica de Prevención 549 (19) los niveles de  $\text{CO}_2$  en el exterior deberían estar entre 300 y 400 ppm y en ambientes laborales, de acuerdo con la Guía de Límites de Exposición Profesional a Agentes Químicos la exposición a niveles no debe superar las 5.000 ppm de  $\text{CO}_2$  con el fin de evitar problemas sobre la salud de las personas expuestas. Un nivel de 1.300 ppm, por tanto, no supondría un problema para la salud, si bien sí podría conllevar una disminución del rendimiento intelectual, pérdida de concentración, dolor de cabeza o cansancio (21).

4.7.2. A través de los **niveles de partículas presentes en el aire** del aula en ventilación o con purificador del aire en marcha, medidos con un contador de partículas PCE-PQC-10EU (16), que separa las partículas detectadas por tamaños,

desde 0,30 micras a 10 micras. Dentro de los niveles de partículas hemos prestado especial atención a las partículas de menos de 2,5 micras ( $PM_{2,5}$ ) que son las partículas respirables, y pueden por tanto ser absorbidas a través de los alvéolos pulmonares; y especialmente a las de 0,50 y 0,30 micras, tamaños de los agentes biológicos causantes de enfermedades, especialmente de las bacterias, ya que los virus pueden tener tamaños aún menores, de 0,10 micras, por ejemplo, pero nuestro equipo no nos permite determinar las partículas de ese tamaño por separado. En las Tablas 11. y 12. mostramos los resultados.

Hemos podido observar que los niveles de partículas suspendidas en el aire del aula varían mucho de unos días a otros, en consonancia con el nivel de partículas en el aire exterior. El martes 15 de marzo de 2022, coincidiendo con la calima por la entrada de polvo sahariano, por ejemplo teníamos en el aula unos 66.000 miles de partículas de 0,30 micras por metro cúbico de aire, frente a cifras entre 10.000 y 28.000, el resto de días en que hicimos mediciones.

Es por ello que los datos de las aulas de experimentación sólo pueden compararse con aulas con ventilación cruzada en las mismas fechas. Si alguna de esas fechas ha dado un nivel mucho más alto de partículas que el resto de los días en condiciones control, directamente se ha descartado el uso de ese dato para comparar con el nivel de partículas en condiciones de experimentación, por ejemplo es lo que se ha decidido hacer con los datos del 11 de febrero de 2022.

Si representamos gráficamente la media y error estándar de la media (SEM), para las partículas de 0,30 micras y 0,50 micras, junto con los niveles de  $CO_2$ , encontrados en cada caso, hallamos lo que se observa en la Figura 3.

La comparación de los datos medios obtenidos en las distintas situaciones, control y experimental, se ha realizado a través del método estadístico de la t de Student. Aunque lo habíamos visto en clase, para facilitar los cálculos se ha utilizado la calculadora online que se puede encontrar en la Bibliografía (24).

En este caso en las aulas de experimentación estuvieron completamente cerradas mientras el purificador del aire estaba en funcionamiento, ello hizo que el  $CO_2$  se acumulara por encima de lo deseable. El análisis de la significatividad se ha efectuado utilizando el test de la t de *Student*.. En el caso de los niveles de  $CO_2$  se obtuvo  $p < 0,07$ , por lo que no se resalta de ninguna manera por haber una probabilidad menor del 95%, en concreto del 93%, de que sean diferentes los niveles de  $CO_2$  en ambas situaciones.

Como podemos observar, aunque las partículas disminuyan por la acción del purificador del aire, el  $CO_2$  se acumuló en exceso debido a la falta de ventilación. Es por eso que repetimos el experimento con una pequeña ventilación: un hueco de 17 cm en la ventana del fondo de cada "aula de experimentación" o dos huecos en el caso del aula de 250 metros cúbicos de volumen de aire, añadida a la purificación

del aire en las “aulas de experimentación”. El resultado fue el que se presenta en la Figura 4.

El hueco de ventana de 17 cm en el fondo del aula o dos huecos de 17 cm en las aulas grandes en las “aulas de experimentación”, ha tenido un efecto parcial, aunque los niveles no llegaron a ser tan altos como con todo cerrado, sin embargo sí superan las 500 ppm, y son claramente más altos que en las “aulas control”. Sí se consiguió un buen nivel de reducción de las partículas en aire con el purificador a potencia media. El análisis de la significatividad se ha efectuado utilizando el test de la t de Student.

Si observamos el resto de partículas (Figura 5.), a medida que aumenta su tamaño cada vez hay menos cantidad por metro cúbico de aire, pero nuevamente encontramos que hay más en las aulas experimentales con una pequeña purificación y también hay muchas más en las “aulas control” que en las aulas de experimentación correspondientes.

Observamos como las partículas están más altas en general siempre que no hay purificador del aire funcionando. Parte de las partículas procederán del propio aire exterior, ya que, como se observa, en las aulas de experimentación (con purificador del aire) donde se dejó un hueco de ventana abierto o dos si el aula era grande, hay más partículas que cuando todo estuvo cerrado.

4.7.3. A través de los **niveles de microorganismos presentes en las superficies** del aula en ventilación o con purificador del aire en marcha, medidos con un Luminómetro PCE-ATP 1 (14).

Las mediciones de partículas en superficies las hemos hecho sobre las paredes (siempre en un punto cercano a donde está colocado el sensor de CO<sub>2</sub> fijo en la pared de cada aula) y los picaportes de las aulas (en la parte interior de la puerta del aula), llegando a las siguientes conclusiones, que se reflejan en la Tabla 13: **el nivel de microorganismos de los picaportes de las puertas de las aulas triplica el existente en las paredes** de las aulas.

El motivo es que las paredes apenas se tocan, mientras que los picaportes de las puertas se tocan muy a menudo para salir de clase. Si hiciéramos esta misma medición antes de que se hiciera habitual la utilización de gel hidroalcohólico de forma repetida a lo largo del día, seguramente las cifras serían mucho mayores todavía que las encontradas.

No se han observado diferencias en los niveles de microorganismos en superficies entre las “aulas de experimentación”, con purificación del aire, o “aulas control”, con ventilación cruzada, seguramente debido a que el origen de estos microorganismos en las superficies no está en el aire de los recintos, sino en sus ocupantes.

## 5. Discusión

Nuestra hipótesis inicial era que utilizando un purificador del aire en el aula se

podrían conseguir unas condiciones higiénicas comparables o mejores a las de una ventilación cruzada continua en el aula, de manera que la protección frente a la COVID-19 estuviera garantizada, se cumplieran los criterios del reglamento de instalaciones térmicas de edificios (RITE) para aulas, se respetaran las disposiciones mínimas de seguridad y salud en centros de trabajo (RD 486/1997) y, en conclusión, se consiguieran unas condiciones ambientales necesarias para que pudiera haber una enseñanza de calidad.

Los resultados nos han mostrado que según qué condiciones higiénicas valoremos, en algunos aspectos la hipótesis va a ser correcta y en otros aspectos no.

1. Las temperaturas en otoño/invierno en las aulas han bajado con la ventilación cruzada muy por debajo de los estándares aceptables, tanto desde el punto de vista laboral (RD 486/1997) como desde el punto de vista del RITE.

La utilización de un purificador del aire permite cerrar las ventanas y con ello, la temperatura del aire en las aulas pasa a ser aceptable.

2. Con el purificador del aire disminuyen las partículas en el aire, especialmente las partículas respirables, lo que hace que el riesgo higiénico del ambiente disminuya incluso por debajo del existente con ventilación cruzada.
3. Sin embargo, los niveles de CO<sub>2</sub> se elevan de manera significativa al realizar una purificación del aire con todo cerrado. Estos altos niveles de CO<sub>2</sub>, además de no permitir cumplir con lo establecido en el RITE, puede suponer un perjuicio para un buen rendimiento en las clases.
4. La purificación del aire con filtros HEPA en conjunto con una pequeña ventilación a través de 17 cm de un hueco de ventana no ha sido suficiente para disminuir los niveles de CO<sub>2</sub> de forma efectiva hasta 500 ppm, se necesitaría una ventilación más intensa junto con la purificación del aire.
5. Hay condiciones ambientales mejorables en las aulas, independientemente de si se ventilan o se purifica el aire, que son: un aire demasiado seco (HR baja) y un exceso de ruido. Ninguna de las dos cosas es un defecto muy grave, pero ninguna de las dos está bien tampoco.
6. La posibilidad de utilizar el purificador del aire a mayor potencia no nos la planteamos porque el nivel de partículas se ha reducido suficientemente con el nivel medio de potencia y una potencia mayor en el purificador supondría más ruido –ya tenemos demasiado- y un gasto eléctrico innecesario.
7. La higiene de manos es independiente de la del aire. No evitaremos que los picaportes de las puertas estén sucios por mucho que ventilemos. La higiene de los objetos de uso común se puede mantener a través del lavado de manos de los ocupantes de las aulas.

## 8. Conclusión

Nuestra conclusión es que, valorada en conjunto, **la hipótesis no se puede dar por correcta.**

Es cierto que con la purificación del aire - añadiendo una pequeña ventilación natural o sin ella-, se consigue una disminución del nivel de partículas microscópicas suspendidas en el aire y aumenta, de forma insuficiente, la temperatura del aire, sin embargo supone un importante exceso de dióxido de carbono acumulado, especialmente si no se añade ventilación natural.

Por otra parte, problemas como el exceso de ruido o la baja humedad relativa del aire no se solucionan purificando el aire con filtros.

Por todo ello, si nuestro objetivo es lograr las condiciones ambientales necesarias para que lograr una enseñanza de calidad, a través de la purificación del aire no podemos afirmar que lo hayamos logrado.

En lo que se refiere a la calidad del aire de las aulas, hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- en otoño y primavera, cuando las temperaturas son más benignas, la ventilación natural del aula nos parece sin duda la mejor opción,
- para los meses fríos de noviembre a marzo, seguramente lo mejor sería una solución intermedia que una la combinación de purificación del aire a media potencia con una ventilación mayor de la que hemos hecho en este proyecto, por ejemplo, dejando la puerta del aula abierta junto con el hueco de 17 cm en las ventanas -o dos huecos en aulas grandes-, y no la puerta cerrada, para evitar así la acumulación de CO<sub>2</sub>.

Para los problemas del exceso de ruido o el ambiente con baja humedad, será necesario seguir investigando para alcanzar una solución.

## 9. Agradecimientos

Queremos expresar nuestro agradecimiento a todos los que nos han permitido entrar en sus clases durante un rato a lo largo de muchos viernes de este curso 2021-22 para medir la calidad del aire y encuestar a sus alumnos. Queremos hacer especial mención por su implicación más allá de dejarnos entrar en el aula, pasándonos bibliografía y participando en el cálculo del caudal real de los purificadores del aire, a Mario Rodríguez Sarmiento con su grupo de primer curso de Mantenimiento de Instalaciones Térmicas y de Fluidos. Nuestro mayor agradecimiento también a los compañeros de clase de Paula y Daniel en segundo curso de Prevención de Riesgos Profesionales, por su intensa colaboración en la toma de datos y ayuda en el análisis de los mismos, especialmente a Beatriz Alonso,

Maite González, Iván García, Ariadna Alonso y Elena Díez. La implicación de la mayoría de ellos en las primeras fases de este proyecto ha estado a la altura de la de Paula y Daniel. A todos, gracias.

## 10. Bibliografía

- Calidad del aire interior. (2011). Junta de Andalucía.
- Sistema de vigilancia de enfermedades transmisibles del Instituto de Salud Carlos III.
- (<https://www.isciii.es/QueHacemos/Servicios/VigilanciaSaludPublicaRENAVE/EnfermedadesTransmisibles/Paginas/InformesCOVID-19.aspx>)
- Medidas de prevención, higiene y promoción de la salud frente a la COVID-19 para centros educativos en el curso 2021-22, 28-29. (2021, junio). Ministerio de Sanidad.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios. RD 1027/2007 de 20 de julio, modificado por el RD 178/2021 de 23 de marzo. (2021) Ministerio de la Presidencia.
- Díez-Flecha C. y col. (2021). Casos COVID en centro educativo durante el curso académico 2020/2021. III Congreso internacional de Promoción de la Salud. PRECAM.
- Ley Orgánica de Educación 2/2006 de 3 de mayo modificada por la Ley Orgánica 3/2020 de 29 de diciembre. Artículo 2. (2020). Jefatura del Estado.
- <https://es.climate-data.org/europe/espana/castilla-y-leon/leon-718/#climate-table>
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Anexo III. (1997). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- <https://www.leonoticias.com/leon/centro-comercial-leon-reino-leroy-merlin-conforama-20210825180100-nt.html>
- <https://airpurtec.com/>
- NTP 0243: Ambientes cerrados: calidad del aire. (1989). INSST.
- <http://www.revepidemiologia.sld.cu/index.php/hie/article/view/8/8>
- <https://airpurtec.com/purificadores-de-aire/hepa-488.html>
- Manual de instrucciones del luminómetro PCE-ATP-1. (2017). PCE Instruments. ([https://www.pce-instruments.com/espanol/api/getartfile?\\_fnr=1124433&\\_dsp=inline](https://www.pce-instruments.com/espanol/api/getartfile?_fnr=1124433&_dsp=inline))

## ¿Ventilar o purificar?, he ahí la cuestión

- Fanger, P. O. (1999). CEN CR 1752 - European design criteria for the indoor environment published. REHVA Journal, 1, 7-7.
- Manual de instrucciones del contador de partículas PCE-PQC-10EU. (2019). PCE Instruments.
- ([https://www.pce-instruments.com/deutsch/slot/1/download/18344/pce-deutschland-handheld-series-particle-counter-pce-pqc1x-user-manual-v1.1.docx\\_1353440.pdf](https://www.pce-instruments.com/deutsch/slot/1/download/18344/pce-deutschland-handheld-series-particle-counter-pce-pqc1x-user-manual-v1.1.docx_1353440.pdf))
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. (2007). Ministerio de la Presidencia.
- NTP 0343: Nuevos criterios para futuros estándares de ventilación de interiores (1994). INSST.
- NTP 0549: El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior. (2000). INSST.
- NTP 0462: Estrés por frío: evaluación de las exposiciones laborales. (1997). INSST
- <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/definicion-calidad-aire-y-co2.htm>
- Norma UNE-EN-ISO 14644-1:2016 Salas limpias y locales anexos controlados. Parte 1: Clasificación de la limpieza del aire mediante la concentración de partículas. (ISO 14644-1:2015). (2016). UNE.
- NTP 0074: Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación (1983). INSST.
- <https://es.planetcalc.com/7857/>

## ANEXOS – TABLAS Y FIGURAS

VARIABLES	VALORES DE REFERENCIA
VARIABLES RELACIONADAS CON EL CONFORT EN EL AULA	
Ruido (dB(A))	Menos de 40 dB(A)
Renovación del aire (en litros de aire limpio/persona por segundo)	Más de 12,5 litros/s por persona
Vestimenta (clo)	Menos de 2 clo
Carga olfativa del aire (decipols)	Menos de 1,2 decipols

Grado de satisfacción de los ocupantes del aula (% personas insatisfechas o PPI)  (índice medio de valoración o IMV)	PPI: menos del 10%  IMV entre -0.5 y +0,5
<b>VARIABLES RELACIONADAS CON LA HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL AULA</b>	
Temperatura del aire (°C)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entre 17 y 27°C para trabajos sedentarios, según el RD 486/1997</li> <li>Entre 21 y 23°C en ambientes interiores en invierno según el RITE</li> </ul>
Velocidad del aire (m/s)	Menos de 0,25 m/s
Humedad relativa del aire (%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entre el 30 y el 70%, salvo riesgo de electricidad estática: entre el 50 y el 70%, según el RD 486/1997</li> <li>En interiores en invierno entre el 40 y el 50%, según el RITE</li> </ul>
Niveles de CO <sub>2</sub> (ppm)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menos de 500 ppm (RITE)</li> <li>Menos de 5.000 ppm para que no haya ningún problema de salud derivado de la exposición (INSST)</li> </ul>
Niveles de partículas respirables de menos de 0,50 micras de diámetro, suspendidas en el aire del aula (en miles por m <sup>3</sup> de aire)	<p>Las que haya en el aire exterior limpio.</p> <p>Una cantidad entre &lt; 3.000 miles cumpliría con el estándar ISO 8 (22) de una sala limpia. (*en casos de calima puede llegar a más de 38.000 miles)</p>
Niveles de partículas respirables de menos de 0,30 micras de diámetro, suspendidas en el aire del aula (en miles por m <sup>3</sup> de aire)	Las que haya en el aire exterior en condiciones normales
Niveles de microorganismos en superficies ( en unidades relativas de luz (RLU), siendo 1 RLU = 1x10 <sup>-18</sup> mol ATP)	<p>Si están completamente limpias, debería dar 0.</p> <p>Es aceptable menos de 15 RLU</p>

Tabla 1. Condiciones ambientales en las aulas exigidas por la normativa.

OCUPACIÓN MEDIA DE LAS "AULAS DE EXPERIMENTACIÓN" (purificador del aire)	OCUPACIÓN MEDIA DE LAS "AULAS CONTROL" (ventilación natural cruzada)
7 personas	6 personas

Tabla 2. Ocupación promedio de las aulas a lo largo de la fase de experimentación.

¿Ventilar o purificar?, he ahí la cuestión

VARIABLES QUE SE HAN MEDIDO	EQUIPO DE MEDICIÓN
Ruido (dB(A))	Sonómetro CESVA SC102, de clase 2 y calibrado con el calibrador CESVA SC-30.
Caudal de aire tanto en la ventilación cruzada como en el uso del purificador el aire	Cinta métrica ProErgo-R Komelon 3m y medidor de distancias láser Leica DISTO A-3
Temperatura del aire (°C)	Medidor para climatización testo 440
Velocidad del aire (m/s)	Anemómetro digital KPS-AN 10
Humedad relativa del aire (%)	Medidor para climatización testo 440
Niveles de CO <sub>2</sub> (ppm)	Medidor para climatización testo 440 con sonda de CO <sub>2</sub> y simultáneamente con los medidores de CO <sub>2</sub> fijos existentes en la pared de cada aula modelo S8-0053 de SenseAir.
Niveles de partículas en el aire del aula (en miles por m <sup>3</sup> de aire)	Contador de partículas PCE-PQC-10EU
Niveles de microorganismos en superficies (en unidades relativas de luz (RLU), siendo 1 RLU = 1x10 <sup>-18</sup> mol ATP)	Luminómetro PCE-ATP 1

Tabla 3. Instrumentos de medida utilizados en este estudio.

MÉTODO	NIVEL DE RUIDO
PURIFICACIÓN DEL AIRE en “aulas de experimentación” y la última ventana abierta 17 cm (o última y primera en el caso de aulas grandes)	45,9 dB(A)
VENTILACIÓN CRUZADA en “aulas control”	45,5 dB(A)

Tabla 4. Niveles de ruido.

	MÉTODO	CAUDAL DE AIRE PURIFICADO-RENOVADO / hora
<b>AULAS DE 172 metros cúbicos</b>	<b>PURIFICACIÓN DEL AIRE en “aulas de experimentación” con todo cerrado</b>	268 m <sup>3</sup> aire/hora
<b>AULAS DE 172 metros cúbicos</b>	<b>PURIFICACIÓN DEL AIRE en “aulas de experimentación” con un hueco de 17 cm en una de las ventanas del aula</b>	311 m <sup>3</sup> aire/hora
	<b>VENTILACIÓN CRUZADA en “aulas control” de 172 m<sup>3</sup> de volumen de aire, con un hueco de 17 cm abierto en la ventana y la puerta abierta</b>	331 m <sup>3</sup> aire/hora
<b>AULAS DE 250 metros cúbicos de aire</b>	<b>PURIFICACIÓN DEL AIRE en “aulas de experimentación” con dos huecos de 17 cm en dos ventanas diferentes del aula</b>	354 m <sup>3</sup> aire/hora
	<b>VENTILACIÓN CRUZADA en “aulas control” de 250 m<sup>3</sup> de volumen de aire, con dos huecos de ventana de 17 cm abiertos y la puerta abierta</b>	374 m <sup>3</sup> aire/hora

Tabla 5. Valoración de caudales de aire (I)

Aula	Número medio de ocupantes en el aula (personas)	Caudal de aire renovado o purificado cada hora (pasado a litros/s)	Volumen de aire renovado por segundo para cada persona (litros aire/s· persona)
AULAS DE 172 m <sup>3</sup> DE AIRE (0.3, 3.7, 1.6.) con purificación del aire y puertas y ventanas cerradas	7	74,4	<b>10,6</b>
AULAS DE 172 m <sup>3</sup> DE AIRE (0.3, 3.7, 1.6.) con purificación del aire y con un hueco de 17 cm en una de las ventanas del aula. Puerta cerrada.	7	86,4	<b>12,3</b>
AULAS DE 172 m <sup>3</sup> DE AIRE (0.3, 3.7, 1.6.) con ventilación cruzada con una ventana abierta y puerta	6	91,9	15,3

¿Ventilar o purificar?, he ahí la cuestión

abierta			
AULAS DE 250 m <sup>3</sup> DE AIRE (1.7.) con purificación del aire y puertas y ventanas cerradas	9	74,4	<b>8,26</b>
AULAS DE 250 m <sup>3</sup> DE AIRE (1.7.) con purificación del aire y con dos huecos de 17 cm en las ventanas del aula. Puerta cerrada.	9	98,3	<b>10,9</b>
AULAS DE 250 m <sup>3</sup> DE AIRE (1.7.) con ventilación cruzada con dos ventanas abiertas y puerta abierta.	9	103,9	<b>11,5</b>

Tabla 6. Cálculo del caudal de renovación del aire.

Aula	Superficie del aula (m <sup>2</sup> )	Número medio de ocupantes en el aula (personas)	Olf debidos a la ocupación del aula	Olf asociados a materiales, ordenadores, etc. en el aula	Olf totales en cada aula
0.3.	62	6	7,8	18,6	<b>26,4</b>
1.7.	90	9	11,7	27	<b>38,7</b>
3.7.	62	6	7,8	18,6	<b>26,4</b>
1.6.	62	7	9,1	18,6	<b>27,7</b>

Tabla 7. Cálculo de la carga olfativa de las aulas

Aula	Olf totales en cada aula	Olf asociados a la calidad del aire de la ciudad de León	Condiciones de experimentación	Ventilación del aula en litros/segundo	Total de decipols
0.3.	<b>26,4</b>	< 0,1	Purificando el aire y todo cerrado	74,4 litros por segundo	< 0,45
			Purificando el aire + 17 cm	86,4 litros por segundo	< 0,41
			Ventilación	91,9 litros por	< 0,39

			cruzada	segundo	
1.7.	<b>38,7</b>	< 0,1	Purificando el aire y todo cerrado	74,4 litros por segundo	< 0,62
			Purificando el aire + 17 cm x2	98,3 litros por segundo	< 0,49
			Ventilación cruzada	103,9 litros por segundo	< 0,47
3.7.	<b>26,4</b>	< 0,1	Purificando el aire + 17 cm	86,4 litros por segundo	< 0,41
			Ventilación cruzada	91,9 litros por segundo	< 0,39
1.6.	<b>27,7</b>	< 0,1	Purificando el aire y todo cerrado	74,4 litros por segundo	< 0,47
			Purificando el aire + 17 cm	86,4 litros por segundo	< 0,42
			Ventilación cruzada	91,9 litros por segundo	< 0,40

Tabla 8. Cálculo de la carga olfativa en decipols de las aulas, considerando la ventilación de cada una de ellas.

MÉTODO	VELOCIDAD DEL AIRE	FECHA	Tª AIRE EN AULA (en medio) (°C)	Tª MÁXIMA DEL AIRE EN EL EXTERIOR (°C)
PURIFICACIÓN DEL AIRE en "aulas de experimentación" y todas las ventanas cerradas	0,00 m/s	19/11/21	21,2	12
PURIFICACIÓN DEL AIRE en "aulas de experimentación" y la	0,05 m/s	26/11/21	19,5	8
		03/12/21	19,4	11

¿Ventilar o purificar?, he ahí la cuestión

última ventana abierta 17 cm o dos huecos de 17 cm abiertos en aula de 250 m <sup>3</sup> .		10/12/21	19,1	13
		25/02/22	18,5	12
VENTILACIÓN CRUZADA en “aulas control” con la puerta abierta y la última ventana abierta 17 cm, o dos huecos de de 17 cm abiertos en aula de 250 m <sup>3</sup>	0,05 m/s (con rachas de hasta 0,20 m/s)	19/11/21	17,4	12
		26/11/21	<b>15,9</b>	8
		03/12/21	18,0	11
		10/12/21	<b>16,8</b>	13
		25/02/22	17,2	12

Tabla 9. Resultados de la evaluación de la velocidad y temperatura del aire.

MÉTODO	NIVELES DE CO <sub>2</sub> en ppm (sonda CO <sub>2</sub> Testo)	NIVELES DE CO <sub>2</sub> en ppm (sensor CO <sub>2</sub> SenseAir)
<b>PURIFICACIÓN DEL AIRE en “aulas de experimentación” y todas las ventanas cerradas</b>	1274 ppm	1451 ppm
<b>PURIFICACIÓN DEL AIRE en “aulas de experimentación” y la última ventana abierta 17 cm (o dos ventanas en aulas grandes).</b>	889 ppm	808 ppm
<b>VENTILACIÓN CRUZADA en “aulas control”</b>	520 ppm	496 ppm

Tabla 10. Valores de dióxido de carbono en el aire de las aulas.

	NIVELES DE PARTÍCULAS < 0,30 micras (Promedio ± SEM Miles de partículas/m <sup>3</sup> aire)	NIVELES DE PARTÍCULAS < 0,5 micras (Promedio ± SEM Miles de partículas/m <sup>3</sup> aire)	NIVELES DE PARTÍCULAS < 2,5 micras (Promedio ± SEM Miles de partículas/m <sup>3</sup> aire)
PURIFICACIÓN DEL AIRE en “aulas de experimentación” y	3597 ± 726	554 ± 151	123 ± 47

todas las ventanas cerradas			
VENTILACIÓN CRUZADA en “aulas control” en las mismas fechas	26647 ± 869	2877 ± 3	374 ± 24

Tabla 11. Evaluación de los niveles de partículas en diferentes condiciones experimentales (I).

	NIVELES DE PARTÍCULAS < 0,30 micras (Promedio ± SEM Miles de partículas/m <sup>3</sup> aire)	NIVELES DE PARTÍCULAS < 0,5 micras (Promedio ± SEM Miles de partículas/m <sup>3</sup> aire)	NIVELES DE PARTÍCULAS < 2,5 micras (Promedio ± SEM Miles de partículas/m <sup>3</sup> aire)
PURIFICACIÓN DEL AIRE en “aulas de experimentación” y la última ventana abierta 17 cm o dos ventanas en aulas grandes	5746 ± 631	1140 ± 197	152 ± 34
VENTILACIÓN CRUZADA en “aulas control” en las mismas fechas	12045 ± 1626	2394 ± 528	196 ± 125

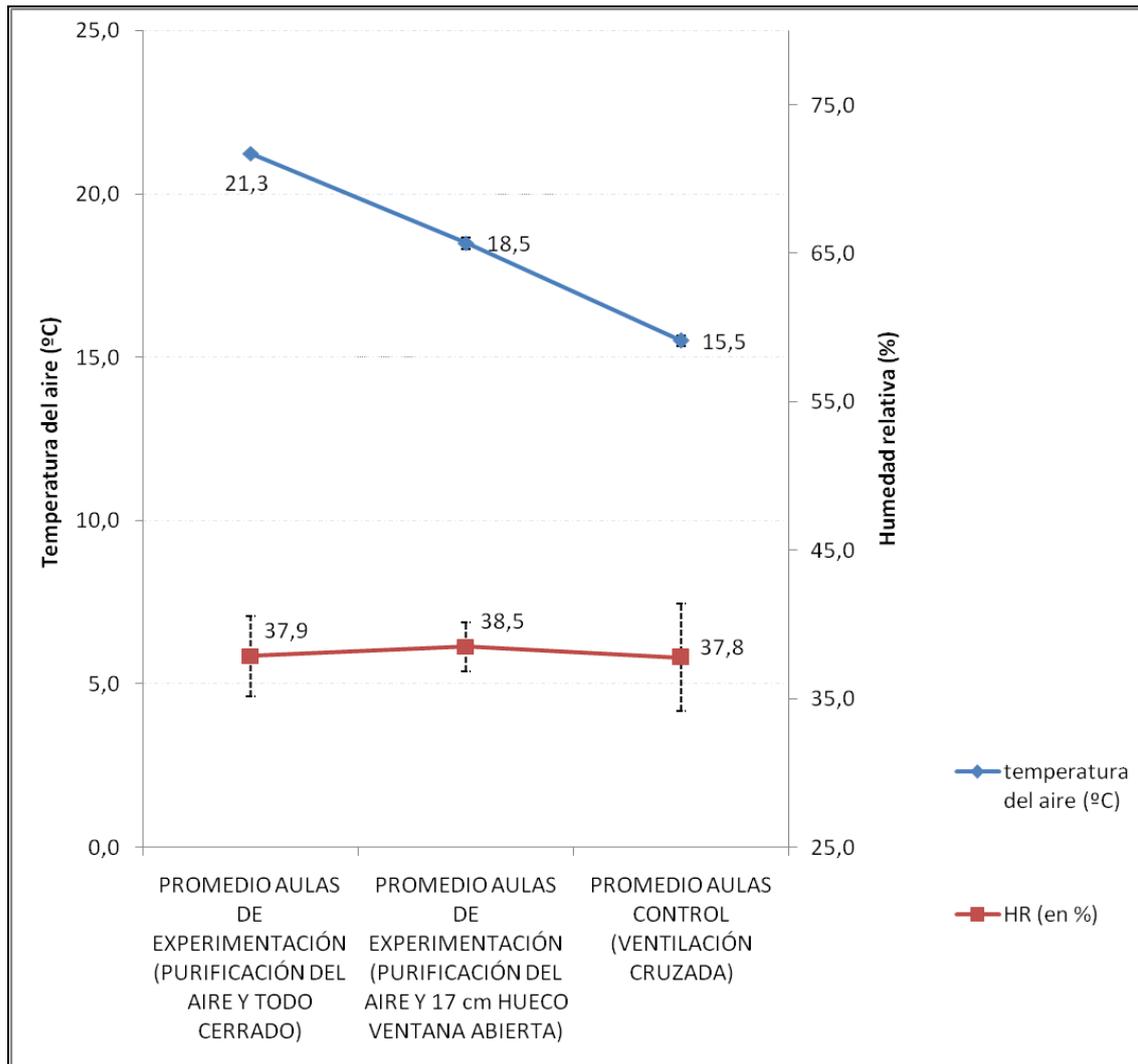
Tabla 12. Evaluación de los niveles de partículas en diferentes condiciones experimentales (II).

	NIVEL PROMEDIO (unidades RLU)	NIVEL PROMEDIO en las aulas (unidades RLU)	NIVEL PROMEDIO en los aseos (unidades RLU)
PARED DEL AULA (junto a medidor CO <sub>2</sub> )	11	11	-----
PICAPORTES DE LAS PUERTAS (lado interior del aula)	38	32	53

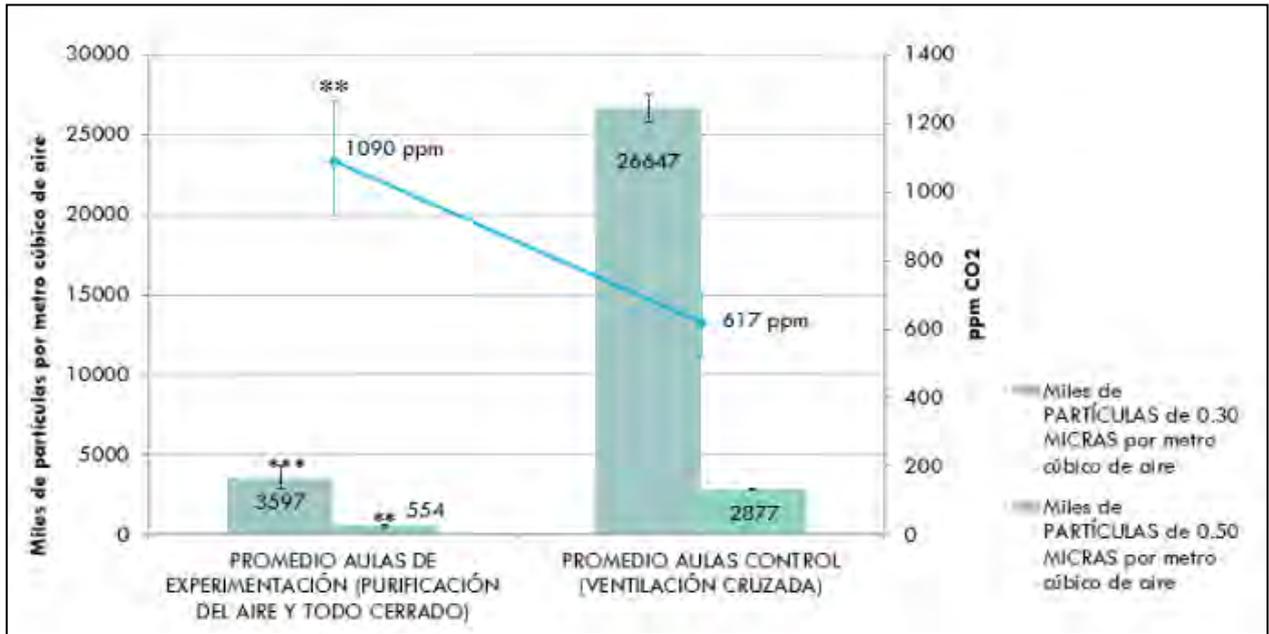
Tabla 13. Niveles de microorganismos detectados en superficies en función de la cantidad de ATP hallado por luminiscencia.

Figura 1. Resultados de una encuesta puntual sobre el confort térmico

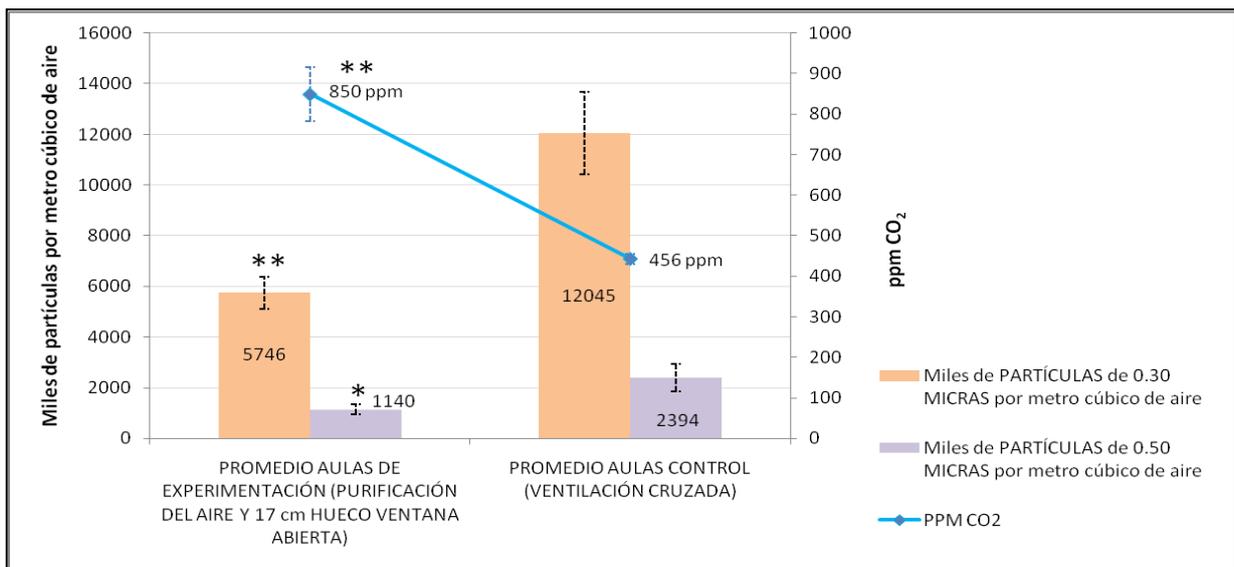
## ¿Ventilar o purificar?, he ahí la cuestión



**Figura 2.** Estudio de la variación de temperatura del aire y HR.

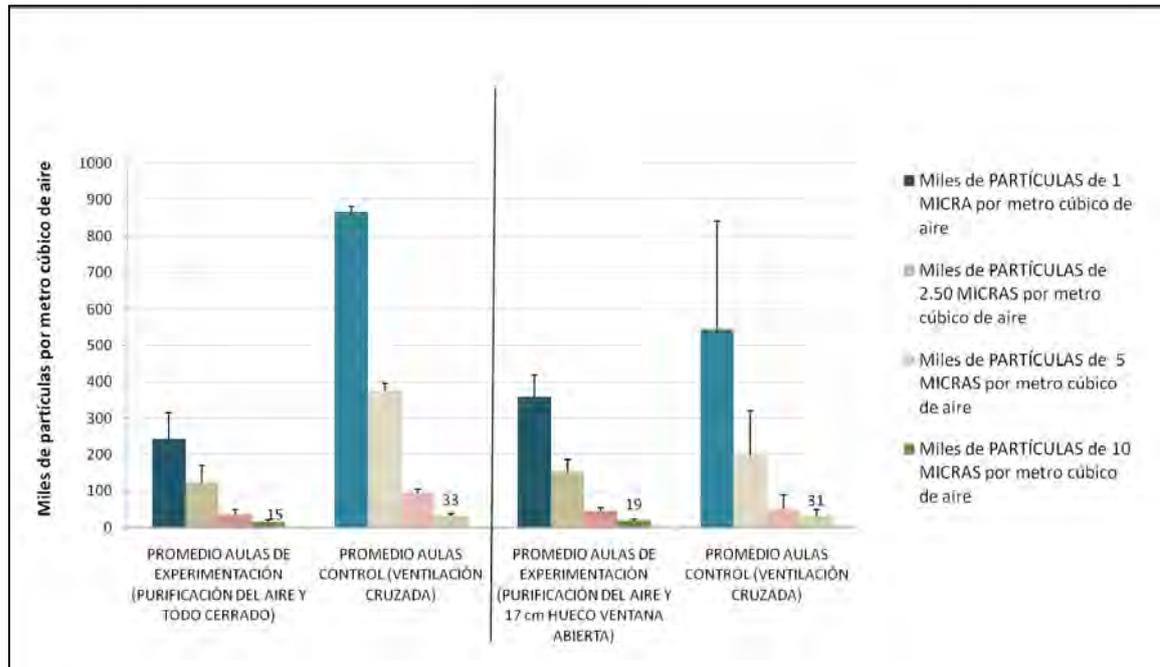


**Figura 3.** Variación de los niveles de dióxido de carbono y de partículas 0,30 micras y 0,50 micras en función de las condiciones de experimentación: purificación del aire con todo cerrado y ventilación cruzada. La significatividad de las diferencias respecto a los valores obtenidos en situación control (ventilación cruzada) se expresa como \*\*  $p < 0,01$  y como \*\*\*  $p < 0,001$ .



**Figura 4.** Variación de los niveles de dióxido de carbono y de partículas 0,30 micras y 0,50 micras en función de las condiciones de experimentación: purificación del aire con un hueco de 17 cm. de ventana abierto y ventilación cruzada. La significatividad de las diferencias respecto a los valores obtenidos en situación control se expresa como \*  $p < 0,05$  y como \*\*\*  $p < 0,01$ .

## ¿Ventilar o purificar?, he ahí la cuestión



**Figura 5.** Variación de los niveles de partículas 1, 2,5, 5 y 10 micras en función de las condiciones de experimentación: purificación del aire y todo cerrado, purificación con un hueco de 17 cm. de ventana abierto y ventilación cruzada.

# La fotoluminiscencia al servicio de la agricultura

Jorge Ortiz Triana  
Christian Ruiz Sánchez  
Sergio Santamaría Gómez

Felipe Abril García (Coordinador)

I.P. Cristo Rey  
felipeag@crstoreyva.com

## Resumen

La agricultura presenta varios retos, la población mundial está en creciente aumento, por lo cual se debe cambiar la forma de producir los alimentos para superar el agotamiento de los recursos naturales, el cambio climático y la desigualdad. El consumo de alimentos incrementará, debido a esto se debe buscar la forma de obtener mayores productividades con enfoques sostenibles, en los espacios actualmente cultivados (FAO 2017).

El objeto de este estudio es investigar si se puede mejorar la productividad de campos de cultivo y reducir la cantidad de pesticidas utilizados, modificando el fotoperiodo de las plantas y la iluminación artificial, logrando de esta manera un incremento en la velocidad de crecimiento de las plantas y un fortalecimiento de estas ante las enfermedades y plagas. Para el estudio se ha contado con la colaboración de INEA y la empresa SIMON, instalando iluminación LED en un invernadero tradicional y comprobar los dos efectos por separado.

Se ha demostrado que la proyección de luz LED azul y roja durante unas horas sobre las plantas puede incrementar su velocidad de crecimiento pero sigue siendo fundamental la luz solar y el riego periódico, de forma que esta iluminación sea un complemento a las horas diurnas y sin captar todas las horas nocturnas, por lo tanto si se modifica de forma correcta el fotoperiodo podemos obtener productos de forma más rápida.

Respecto a la aparición de insectos en la zona de la iluminación LED se contabilizaron el número de insectos que había en las lechugas reduciéndose en un 43% la aparición de la mosca blanca y de pulgones, por lo que beneficia a las plantas reduciendo los insectos y plagas que las pudiera atacar.

**Palabras Clave:** Fotoperiodo, Fotoluminiscencia, Cultivo sostenible, Huertos ecológicos, Rentabilidad.

**Keywords:** Photoperiod, Photoluminescence, Sustainable farming, Organic gardens, Cost effectiveness.

## OBJETO DE INVESTIGACIÓN

El objeto de este estudio es investigar si se puede mejorar la productividad de campos de cultivo y reducir la cantidad de pesticidas utilizados modificando el fotoperiodo de las plantas y modificando el tono luminoso en función de lo que se cultive, logrando de esta manera un incremento en la velocidad de crecimiento de las plantas y un fortalecimiento de estas ante las enfermedades y plagas.

Para comprobar estas ventajas, se instalará la iluminación en un invernadero tradicional, proporcionado por INEA, de esta manera comprobaremos los dos efectos en las plantas por separado.

En primer lugar el incremento del crecimiento mediante un sistema de iluminación en un pequeño huerto de aproximadamente 3 m<sup>2</sup> con 24 lechugas, distinguiendo 12 con únicamente iluminación natural y otras 12 con iluminación natural y en parte de horario nocturno apoyadas con la iluminación por una tira LED de colores rojo y azul.

En segundo lugar el fortalecimiento de estas plantas con la ayuda de la modificación del espectro lumínico proporcionado por una tira de led y con un proyector RGB de elevado flujo luminoso.

### 1. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Para entender mejor este proyecto, explicaremos brevemente las hipótesis de investigación.

#### 1.1. Aumento de la velocidad de crecimiento.

Las plantas responden favorablemente a un tipo determinado de longitudes de onda con respecto al espectro de luz emitido por una luminaria LED. En concreto, la longitud de onda adecuada para la luz roja es alrededor de 630/660 nm y es esencial para el crecimiento de los tallos y expansión de las hojas. En cuanto a la luz azul, la longitud de onda es sólo de 400/520 nm, pero aumenta el contenido de clorofila presente en la planta y el grosor de las hojas.

El motivo por el que empleamos específicamente luz LED es porque tenemos un mayor control sobre la intensidad de la luz, ya que los LED son regulables y tienen un consumo eléctrico muy reducido.

#### 1.2. Reducción de aparición de plagas.

Al igual que la luz roja y azul LED estimula el crecimiento de las plantas y a una mayor aparición de clorofila en sus partes, la luz ultravioleta puede ser también beneficiosa para la planta, ya que se ha demostrado que favorece en una pequeña parte a su crecimiento y lo más importante es que dependiendo del tipo de radiación que incida sobre la planta, produce la migración de insectos plaga como la mosca blanca y el pulgón en nuestro caso.

La radiación de luz UV-A o UV-B puede reducir la aparición de plagas sin crear enfermedades en la planta, es decir, no es perjudicial para la salud, mientras que la radiación de luz UV-C sí que puede ser dañina, y no solo a las plantas sobre las que se proyecte, sino que también puede afectar negativamente a los operarios. Por estos motivos resulta complicado emplear luz ultravioleta en campos de cultivo y plantaciones de interior.

## 2. EJECUCIÓN DEL DISEÑO Y METODOLOGÍA.

### 2.1. Introducción

La parte fundamental de un invernadero es el clima que pueda crear y mantener dentro junto a la iluminación que pueda recibir, por ello a una parte de un invernadero tradicional simple, cedido por INEA, le hemos implantado un sistema de iluminación de una tira LED, de colores rojo y azul, comandada por un reloj crepuscular. Este hará que la tira LED ilumine en el horario nocturno que se describirá posteriormente.

La investigación se realiza en los meses de otoño e invierno, meses desfavorables para las plantas, por la temperatura y las pocas horas de luz, pero al realizar estas investigaciones en invernaderos la temperatura no ha sido un problema.

Los sistemas que dispondría son:

- Un sistema de iluminación, en este caso simulado por una tira LED, que en la maqueta cumple dos funciones: dar iluminación a las plantas para apoyar la luz natural y como otra función la de incrementar el crecimiento de las plantas.
- Un sistema de riego programado proporcionado por INEA con características descritas posteriormente.

### 2.2. Materiales usados

Los materiales usados para la creación del invernadero son los siguientes:

- 1 Tira LED de 5m (azul y rojo).
- 1 Reloj crepuscular.
- 1 Magnetotérmico 1p/10A, 230V.
- 1 Magnetotérmico 2p/10A, 230V

- 1 Huerto prefabricado de 3 m<sup>2</sup>.
- 1 Invernadero.
- 1 Proyector de luces led roja y azul (RGB).
- 1 Fuente de alimentación a 12V.
- 0.4m Carril DIN.
- 1 bolsa de 100 bridas.
- 3 m Cable de 1,5mm.
- 1 Pastilla Dali, Trilux.
- App livelink.
- 1 Plástico de invernadero.
- 4 sacos de Tierra Turba, Rubia sphagnum, turba Negra, (Fibra de coco y perlita).

### 2.3. Cultivo en invernadero

Las fases seguidas para la elaboración y el cultivo de plantas para la investigación en el invernadero han sido:

Fase 2: Introducción de la tierra en la base de madera para preparación del huerto y la división en dos partes con dos palos y un plástico opaco, los cuales son:

- a) Lado derecho: con la instalación de luz artificial y luz natural.
- b) Lado izquierdo: únicamente con luz natural.

Fase 3: Instalación eléctrica de la parte derecha del invernadero y programar sus horas de funcionamiento.

Fase 4: Plantación 24 lechugas y colocaremos dos riegos, uno a cada lado del invernadero.

#### 2.3.1. FASE 1: Estructura de madera del invernadero

La elaboración de la base de madera en la que se introducirá la tierra para posteriormente introducir las plantas.

-Utilizaremos la Tierra Turba, (Fibra de coco y perlita).

#### 2.3.2. FASE 2: División del invernadero

Una vez puesto la tierra sobre toda la base podemos apreciar que lo dividimos en dos partes. La parte de la derecha irá con una instalación de luz artificial y luz natural y la parte de la izquierda solo le dará luz natural.

Se utilizan palos de caña, uno en cada extremo sujetándolo con bridas en la parte superior de la base, a continuación, se coge un plástico negro y lo sujetamos con bridas desde un extremo a otro quedando lo más tenso posible.

### 2.3.3. FASE 3: Instalación eléctrica

La instalación eléctrica realizada consta de una fuente de alimentación a 12V, dos interruptores magnetotérmicos de los cuales uno de ellos tiene la función de apagar o encender las luces LED de manera automática independientemente del reloj y sus horas de funcionamiento y el uso del otro magnetotérmico es proteger la instalación. También hemos instalado un reloj crepuscular que su función es poder encender las luces LED en una franja horaria determinada. De esa manera podemos controlar cuánta iluminación artificial se proyectará a las lechugas.

Todos los dispositivos estarán puestos en un carril din excepto las luces LED que estarán sujetas alrededor del invernadero con bridas, de manera que tenga una iluminación uniforme para todas las lechugas plantadas del lado derecho del invernadero.

Para un primer ensayo la programación se adaptará a las horas de luz natural, la cual tendrá que tener unas horas de luz natural, luz de reposo y luz artificial. De este modo la programación será de 19:00 a 4:00.

El segundo ensayo modificamos las horas de luz artificial por la causa de la posición en la que está el invernadero y por el sombreado sobre las lechugas de la parte con luz artificial. De este modo la programación será de 20:00 a 5:00.

También consta de un riego por goteo a cada lado del invernadero, con una programación a funcionar de todos los días de la semana, 2 veces de 15 minutos de duración con un caudal de 8L/h.

### 2.3.4. FASE 4: Plantación de lechugas

Han existido dos ensayos:

#### - **PRIMER ENSAYO:**

Con la instalación eléctrica y el riego por goteo en funcionamiento procedemos a la plantación de lechugas, que habrá 12 lechugas a cada lado del invernadero.

Después de una observación semanal de las lechugas el ensayo fue fallido por varios matices:

- La colocación del invernadero.
- Sombras generadas por la colocación respecto a la luz natural.

Después de dos semanas se puede apreciar la evolución

En este ensayo no se han podido concretar de forma correcta los datos que

necesitábamos obtener, debido a que por la situación del huerto, se originaban sombras por el día en uno de los lados del huerto, con la consecuencia de que las lechugas no recibiesen de forma idónea la luz solar y esto afectó al crecimiento de ese lado, incluyendo que algunas de las muestras murieron.

- **SEGUNDO ENSAYO:**

Una vez comprobado que en el primer ensayo no conseguimos obtener los beneficios requeridos procedemos a la nueva plantación de 24 lechugas, para ello corregiremos los errores obtenidos en el primer ensayo y ajustaremos la instalación eléctrica a la nueva modificación.

Los errores corregidos son los siguientes:

1. La colocación del invernadero.
2. Sombras generadas por la colocación respecto a la luz natural. Es decir, la luz natural le dará uniformemente a todo el invernadero.



Resultado del invernadero en el segundo ensayo

### 3. VARIABLES.

En el proyecto de han diferenciado varias variables:

- **Variable dependiente:**

Dentro de las variables dependientes encontramos los diferentes tipos de automatismos, tipo de iluminación y fuentes de alimentación de energía limpia que existen en el mercado; así como el tipo de cultivo que esté destinado a producir el invernadero, ya que no todos los cultivos precisan las mismas condiciones para germinar.

- **Variable independiente:**

Dentro de las variables independientes tenemos el valor de la infraestructura del invernadero, ya que una vez que una instalación se automatiza, bien sea cierto que ahorra o no, aporta un confort que la instalación tradicional no tiene, con lo que el

valor del propio invernadero se ve incrementado lo cual ya hace que se pueda llegar a ver amortizada la instalación.

- **Variable medioambiental:**

○ Geográfica:

Dependiendo en qué terreno se requiera instalar cultivos con luz ultravioleta, se necesitarán varios requisitos de los cuales muchos centros urbanos no podrán optar a ellas o no saldrán igual de beneficiosas. Para ello en estos casos se obtendrán recursos no contaminantes de producción para seguir contribuyendo con la sostenibilidad y obtener mayores beneficios, poco costosos y un incremento en el crecimiento de las plantas.

○ Meteorológica:

Dentro de la variable meteorológica nos encontramos con diferentes climas, es decir, un campo complicado por sus variaciones atmosféricas. Tanto en la obtención de energía como en el propio cultivo de las plantas.

#### 4. CONCLUSIÓN.

Uno de los resultados a obtener en esta investigación era comprobar la viabilidad a través de la fotoluminiscencia de crear un entorno sostenible para la agricultura con un pequeño costo económico y con la fotoiluminación poder crear campos de cultivo en los entornos urbanos reduciendo los costos de transporte y poder obtener una alimentación más sana

Conforme al estudio realizado, podemos observar las ventajas significativas que ofrece la proyección de luz LED sobre plantas. En el sistema tradicional, el sistema de iluminación es habitualmente natural (iluminación solar) salvo en ciertos casos de interior donde se emplean algunos tipos de focos incandescentes. También es necesario el empleo de pesticidas para evitar la aparición de plagas que puedan degradar la producción.

Con este estudio hemos podido demostrar que la proyección de luz LED azul y roja durante unas horas sobre plantas puede **incrementar su velocidad de crecimiento** pero sigue siendo fundamental la luz solar y el riego periódico, por lo tanto si se modifica de forma correcta el fotoperiodo a las plantas podemos obtener productos de forma más rápida.

Respecto a la aparición de insectos en la zona de la iluminación era menos significativa respecto a la zona que no tenía la iluminación adicional. Contabilizando en las lechugas el número de insectos que había, en la zona de las lechugas donde estaban los LED se había **reducido un 43%** la aparición de estos la mosca blanca y de pulgones. Este dato indica que los colores benefician a las plantas reduciendo los insectos y plagas que las pudieran atacar.

## 5. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA.

### Bibliografía.

Energías renovables. Ortega, M. Ref. 2302050/21. Paraninfo. Madrid, 2002.  
Artículos académicos de Gupta y Agarwal 2017

### Webgrafía

- Info marco teórico:
  - o <https://www.eseficiencia.es/2018/05/11/crecimiento-luz-horticultura-impulsa-desarrollo-tecnologia-led-iluminacion-eficiente#:~:text=Por%20ejemplo%2C%20la%20longitud%20de,el%20grosor%20de%20la%20hoja.>
  - o [https://www.mundo-geo.es/conocimiento/proyecto-grow-luces-led-mejoran-cosechas\\_233362\\_102.html](https://www.mundo-geo.es/conocimiento/proyecto-grow-luces-led-mejoran-cosechas_233362_102.html)
  - o <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/107840-La-luz-ultravioleta-una-nueva-herramienta-para-la-horticultura.html>
  - o <https://www.agenciasinc.es/Noticias/La-luz-ultravioleta-aumenta-las-defensas-de-las-plantas-de-uva-de-mesa>
  - o <https://plantasyflores.pro/luz-ultravioleta-para-plantas/>
  - o <https://blog.secom.es/la-influencia-de-la-luz-en-el-crecimiento-de-las-plantas/>
  - o [https://www.youtube.com/watch?v=EJR9I1\\_QGfM&t=1s](https://www.youtube.com/watch?v=EJR9I1_QGfM&t=1s)
  - o <https://www.fundacionaquae.org/>
- Radiación Uv-C sobre plantas y personas
  - o <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/107840-La-luz-ultravioleta-una-nueva-herramienta-para-la-horticultura.html>

### Página web del proyecto

- <https://sites.google.com/alumni.cristoreyva.com/growc/inicio>

### Colaboraciones

- <https://www.inea.org/>
- <https://www.simonelectric.com/iluminacion-exterior>

### Publicaciones

- <https://twitter.com/cristoreyva/status/1501921681102852096?t=d8-BOYDQUsFlyVPcYFHZ1Q&s=08>

Vídeos

- <https://youtu.be/qjSrHKINRhU>
- <https://youtu.be/4E4yqFruXQ8>
- <https://youtu.be/8Cqr53mAR9A>

# **Investigación y desarrollo de la promoción en las redes sociales de la Hostelería y la Restauración en Castilla y León**

Alberto Recio Ramos  
Beatriz Choya de Prado  
Diego Parra Cerrato

Tomás Garabito Solovera (Coordinador)

Escuela de Formación Profesional Alcazarén  
C. Manuel López Antolí, 1A, 47009 Valladolid  
tgarabito@alcazarenformacion.es

## **Resumen**

En este trabajo de investigación se detecta un problema dentro de la promoción de los sectores de la restauración y la hostelería en Castilla y León, una comunidad en la que la tecnologización ha resultado más tardía en comparación al resto se identificó como una oportunidad para estudiar la capacidad de mejora de ésta en los medios que hoy en día están tan presentes, como son las redes sociales, estudiando sus ventajas y desventajas.

Para ello, se realiza un análisis de las redes sociales, sabiendo qué son y cuáles son las más utilizadas por la sociedad. Por otro lado, se contacta con expertos en el tema, con los propios hosteleros y los consumidores de estos para conocer la realización de promoción en redes sociales y buscar las posibles mejoras y usos viables.

Por otro lado, se elabora una propuesta de investigación para conocer lo anterior mencionado a través de encuestas a usuarios de hostelería y propietarios hosteleros y, por otro lado, entrevistas a profesionales tanto de marketing digital como de hostelería para conocer cómo se trata este tema y poder encontrar puntos fuertes y débiles para encontrar una mejora a los sectores de hostelería y restauración de su promoción.

Por último, se realiza un tratamiento de resultados seguido de unas conclusiones que permitirán profundizar en el tema y favorecer el desarrollo de la promoción en redes

sociales en la hostelería y restauración en Castilla y León.

**Palabras Clave:** Redes Sociales, Promoción, Hostelería Restauración, Castilla y León.

**Keywords:** Social Networks, Promotion, Hospitality Restoration, Castilla y León.

## • HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

### HIPÓTESIS

En este apartado se narrará cómo la investigación es iniciada y cómo se plantean los problemas para lograr desarrollar la investigación de una manera óptima.

El tema de la investigación es: “El desarrollo de la promoción en las redes sociales de la Hostelería y la Restauración en Castilla y León”.

La situación del problema que se va a investigar se inicia al constatar que actualmente se vive en una sociedad que está evolucionando a pasos agigantados queriendo estar siempre actualizada.

Las Redes Sociales conciernen una poderosa herramienta. Puede afectar a la sociedad de una manera positiva facilitando la comunicación, organización o el ahorro de costes. Por ello, la hostelería y restauración debe llevar a cabo su promoción a través de ella, adaptándose a la misma, huyendo de lo tradicional. Debido a ello, el problema de abordará a través de una investigación en la que se pretenderá conocer si esta modernización se está llevando a cabo y si los métodos empleados por los propietarios de los diferentes locales y negocios son efectivos y bien acogidos por los usuarios.

### OBJETIVOS

#### A. GENERAL.

Realizar un estudio teórico sobre la promoción en las redes sociales en los sectores de la hostelería y la restauración en Castilla y León.

#### B. ESPECÍFICOS.

Conocer las principales redes sociales, qué son y su grado de utilización.

Saber el nivel de utilización y el beneficio del uso de las redes sociales en los sectores de la hostelería y la restauración en Castilla y León para su posterior investigación.

## METODOLOGÍA

La investigación, según su propósito, es aplicada, ya que su finalidad es resolver un problema determinado para el enriquecimiento del desarrollo cultural o científico, analizando una serie de datos.

Según su nivel de profundización, se trata de una investigación descriptiva, ya que

## Investigación y desarrollo de la promoción en las redes sociales de la Hostelería y la Restauración en Castilla y León

tratará de realizar un informe detallado del fenómeno en cuestión.

En cuanto al tipo de datos empleados, se cuenta con una investigación cualitativa a través de datos recogidos mediante entrevistas y, por otro lado, cuantitativa a través de la realización de encuestas con sus respectivas estadísticas.

Buscamos investigar la forma y efectividad de la promoción en redes sociales de la hostelería y restauración en Castilla y León, así como sus ventajas, inconvenientes, aptitudes y limitaciones.

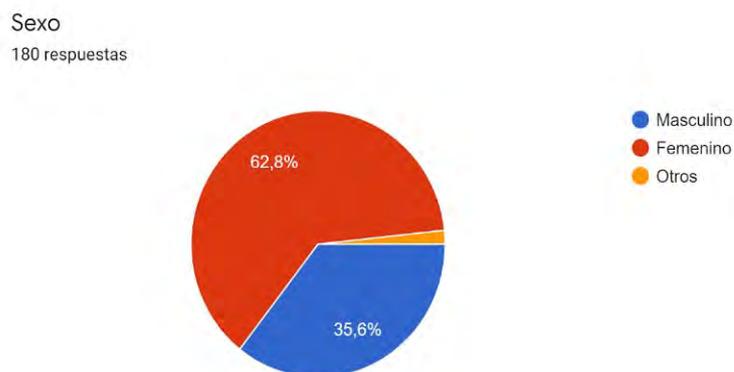
Para la consecución de lo mismo, se ha realizado una encuesta a consumidores de hostelería y restauración a una muestra de 180 personas, otra encuesta a una muestra de 20 propietarios hosteleros y entrevistas a personalidades relevantes de la población objetivo.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### RESULTADOS

#### ENCUESTA A USUARIOS

##### SEXO

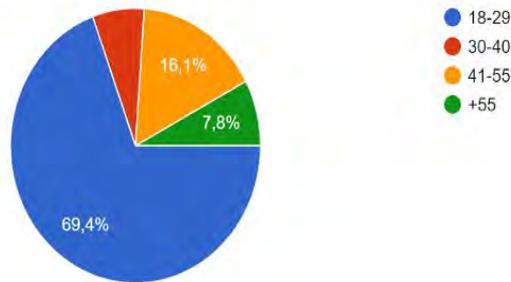


*Fuente: Propia.*

Como resultado se obtiene que la mayoría de encuestados son de sexo femenino.

##### EDAD

Edad  
180 respuestas



Fuente: Propia.

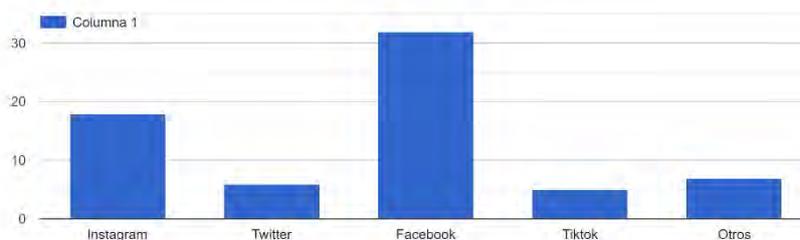
La muestra total de **usuarios (consumidores)** recogida son 180 personas, de los cuales el 62,8% son mujeres, 35,6% hombres y el 1,7% otros.

Los rangos de edad encuestados son de 18-29 años (69,4%), 30-40 años (6,7%), 41-55 (16,1%) y +55 años (7,8%). En el análisis realizado sobre los rangos de edad los que se ha agrupado en dos, siendo el grupo B (18-29 años y 30-40 años) y el grupo A (41-55 años y +55 años).

#### REDES SOCIALES MÁS UTILIZADAS

##### GRUPO A (41-55 años)

Redes sociales más frecuentadas (máximo 2)

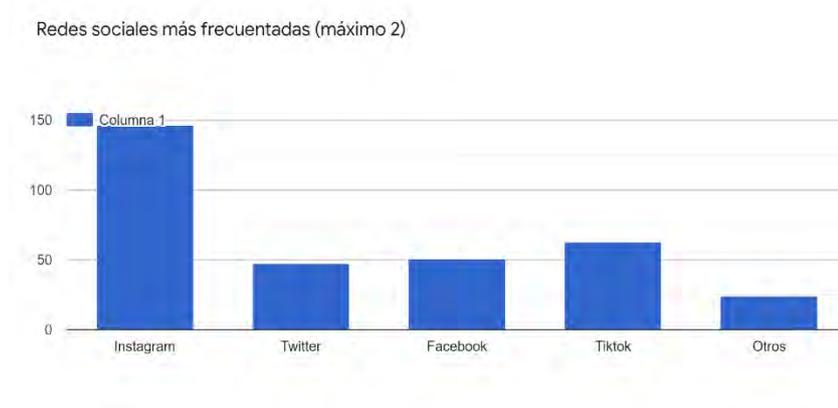


Fuente: Propia.

Grupo A: Se recoge una muestra total de 43 personas, con un máximo de 2 respuestas, obteniendo como resultado que las redes sociales más utilizadas en este rango de edad con un total de 68 recogidas son Instagram con 18 (26.47%) y Facebook 32 (47.05%), y de una forma más residual, Twitter 6 (8.82%), TikTok 5 (7.35%), otros 7 (10.29%).

## Investigación y desarrollo de la promoción en las redes sociales de la Hostelería y la Restauración en Castilla y León

### GRUPO B (18-40 años)



Fuente: Propia.

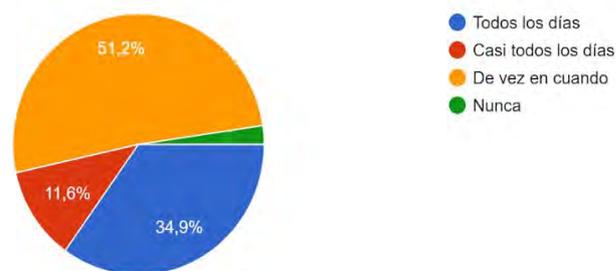
Grupo B: Se recoge una muestra total de 137 personas, con un máximo de 2 respuestas, obteniendo como resultado que las redes sociales más utilizadas en este rango de edad con un total de 331 recogidas son Instagram con 146 (44,10%), Twitter 47 (14,20%), 51 Facebook (15,40%), 63 TikTok (19,03%), 24 otros (4,22%).

### FRECUENCIA DE INFORMACIÓN PROCEDENTE DE HOSTELERÍA

#### GRUPO A (MAYORES 41 AÑOS).

Frecuencia con la que recibes información/publicidad de restaurantes o bares (directa o indirectamente en redes sociales)

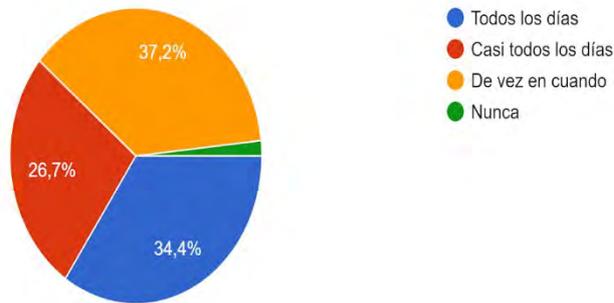
43 respuestas



Fuente: Propia.

Más de la mitad de los encuestados en este grupo de edad no recibe información de forma tan habitual.

## GRUPO B (18-40 AÑOS)



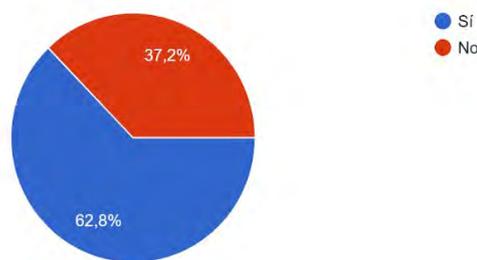
Fuente: Propia.

Se formula la pregunta y se reciben 137 respuestas obteniendo los siguientes resultados el 37,2% responde que de vez en cuando, el 34,4% afirma que reciben publicidad de hostelería todos los días, el 26,7% contesta que casi todos los días y solo 3 personas contestan que nunca.

## LA INFORMACIÓN RECIBIDA ES ÚTIL

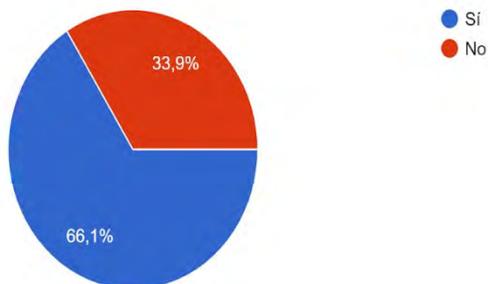
### GRUPO A (MAYORES DE 41 AÑOS)

¿Te resulta útil?  
43 respuestas



Fuente: Propia.

Del grupo de mayores de 41 años, un 37,2% considera que la información que recibe procedente de las redes sociales de la hostelería no es útil.



## GRUPO B (18-40 AÑOS)

Fuente: Propia.

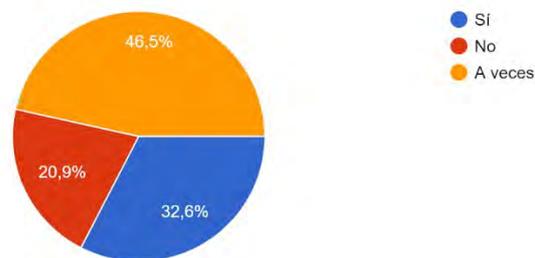
En esta pregunta, solo había dos respuestas posibles y se hace la pregunta a 137 personas de las cuales 199 (66,1%) responden afirmativamente y 61 personas (33,9%) responden que no les es útil, en este caso se puede observar claramente que la mayoría encuentra de utilidad este tipo de información.

### TENGO QUE BUSCAR INFORMACIÓN EXTRA

## GRUPO A (MAYORES 41 AÑOS)

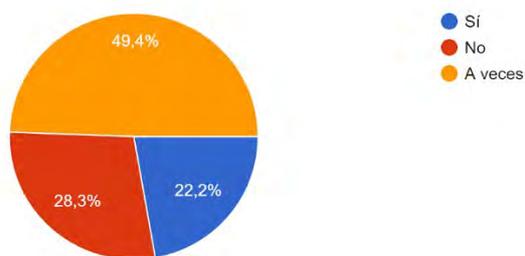
¿Buscas información adicional?

43 respuestas



Fuente: Propia.

El 20.9% no tiene que buscar información extra porque es suficiente la recibida, el restante se ve haciéndolo de vez en cuando o habitualmente.



Fuente: Propia.

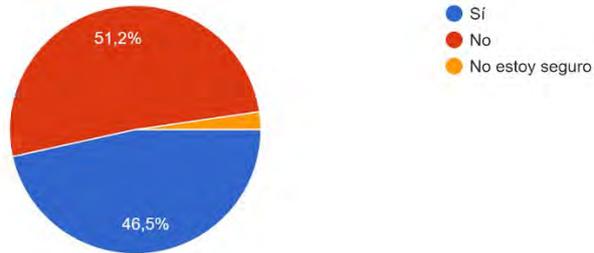
Cabe destacar de esta pregunta que no solo a los encuestados la información recibida les resulta útil, sino que además el 49,4% de las respuestas corresponden a los que a veces buscan información adicional, el 28,3% contesta que no es suficiente y por el contrario el 22,2% de los encuestados responden que sí que buscan más información.

### SIGUES A HOSTELEROS EN REDES SOCIALES

## GRUPO A (MAYORES 41 AÑOS)

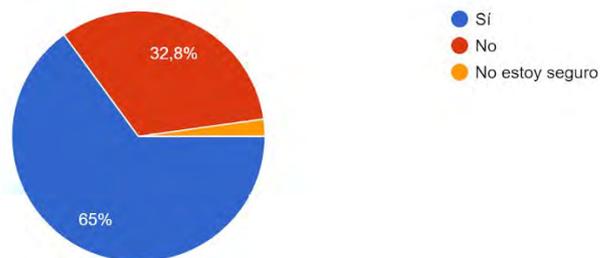
## GRUPO B (18-40 AÑOS)

Sigues en redes sociales a bares/restaurantes  
43 respuestas



Fuente: Propia.

Casi la mitad de los encuestados de este grupo no sigue hostelería generalmente en redes sociales (debemos encontrar esto como una oportunidad).



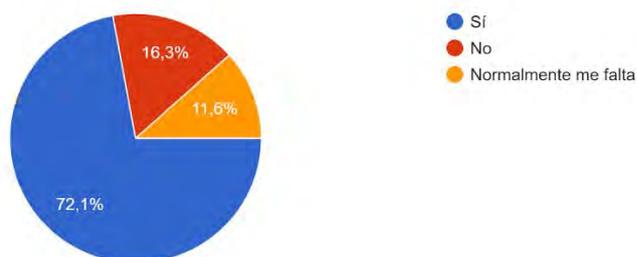
Fuente: Propia.

Sobre 137 preguntados el 65% de las respuestas obtenidas son afirmativas, es decir, más de la mitad de las personas siguen a establecimientos de hostelería por las redes, un 32,8% de las respuestas comentan que no siguen a ningún establecimiento en redes sociales.

## ES SUFICIENTE LA INFORMACIÓN EN REDES

### GRUPO A (MAYORES 41 AÑOS)

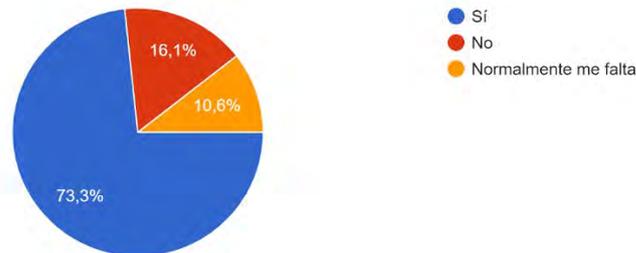
Te parece suficiente la información/publicidad de estos lugares  
43 respuestas



## GRUPO B (18-40 AÑOS)

Fuente: Propia.

La información recibida a este grupo es suficiente para casi  $\frac{3}{4}$ , lo que no tiene por qué indicar que es efectiva.



Fuente: Propia.

Sobre 137 respuestas podemos afirmar que 122 personas (73,3%) son afirmativas, es decir, si la consideran suficiente, 26 (16,1%) son negativas, no es suficiente información y solo 15 respuestas afirman que normalmente le falta información.

¿QUÉ FALTARÍA?

## GRUPO A (MAYORES DE 41 AÑOS)



Fuente: Propia.

Esta pregunta era opcional para complementar la anterior, en este grupo la gente que considera que no es suficiente la información ve de forma general que les falta información en cuanto a precios, carta, calidad y más infografía.

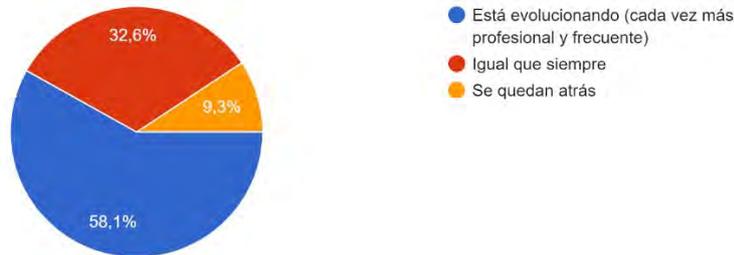
Enlazando esta pregunta con la anterior, no se obtienen datos concretos ya que era opcional, pero se puede concluir que a la mayoría de las personas que contestaban que les faltaba información, comentan que sobre todo les falta: Precios y ofertas, ubicación y fotos y, por último, horarios.

EN LAS REDES SOCIALES, LA PUBLICIDAD

## GRUPO A (MAYORES DE 41 AÑOS)

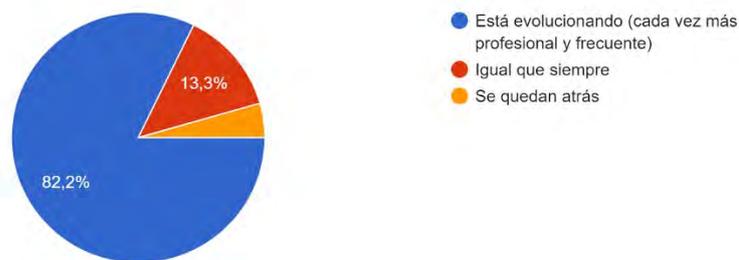
## GRUPO B (18-40 AÑOS)

La información/publicidad en redes sociales en hostelería  
43 respuestas



*Fuente: Propia.*

Por distintos factores la publicidad en redes es vista en evolución para más de la mitad de los encuestados.



*Fuente: Propia.*

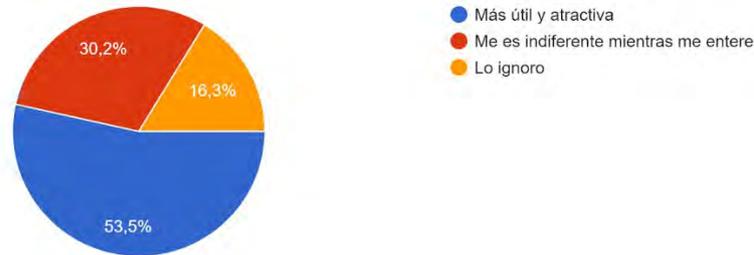
137 respuestas obtenidas y tres posibles respuestas de las que podemos concluir que al 82,2% de las respuestas les parece que están evolucionando favorablemente, para el 13,3% de las respuestas les parece que es igual que siempre, no solo no mejora, sino que no aporta nada nuevo al sector y para un mínimo de 0,5% comentan que se quedan obsoletas y que van por detrás de otros sectores.

DICHA EVOLUCIÓN RESULTA

GRUPO A (MAYORES DE 40 AÑOS)

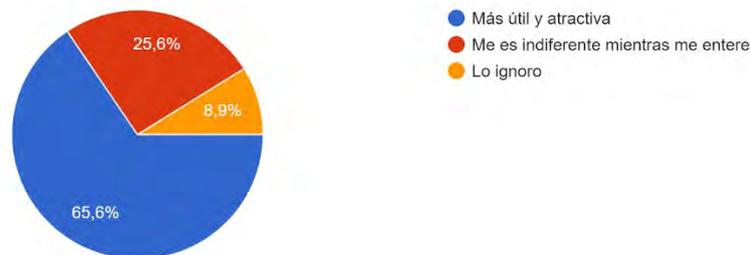
## GRUPO B (18-40 AÑOS)

Te resulta:  
43 respuestas



Fuente: Propia.

Sobre la anterior pregunta, de nuevo, más de la mitad de los encuestados piensa que esta publicidad cada vez es mejor (%pequeño).



Fuente: Propia.

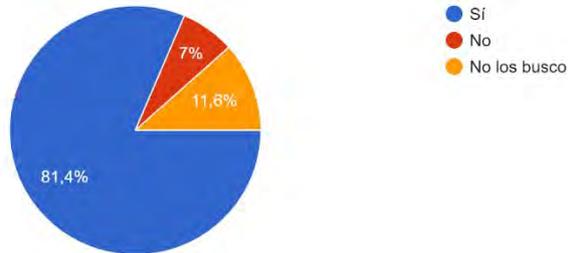
En este apartado se ofrecen tres posibles respuestas y enlazando con la pregunta anterior, la publicidad en redes sociales sobre hostelería aparte de estar evolucionando, al 65,6% le resulta útil y atractiva siendo esta la respuesta más elegida, al 25,6% la publicidad le es indiferente mientras sea clara y se entere y solo el 8,9% ha respondido que ignora dicha publicidad.

## FACILIDAD DE ENCONTRAR EN REDES SOCIALES LA HOSTELERÍA

### GRUPO A (MAYORES DE 41 AÑOS)

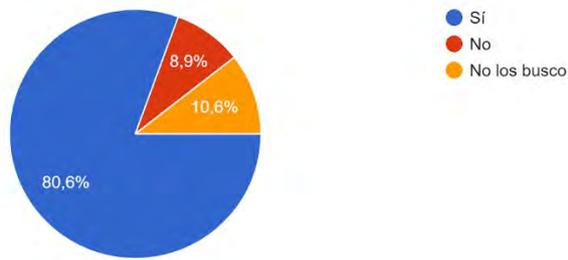
## GRUPO B (18-40 AÑOS)

Es fácil encontrar en redes sociales los bares/restaurantes para informarme de ellos  
43 respuestas



Fuente: Propia.

Más del 80% del grupo ve fácil encontrar las redes sociales de hostelería.



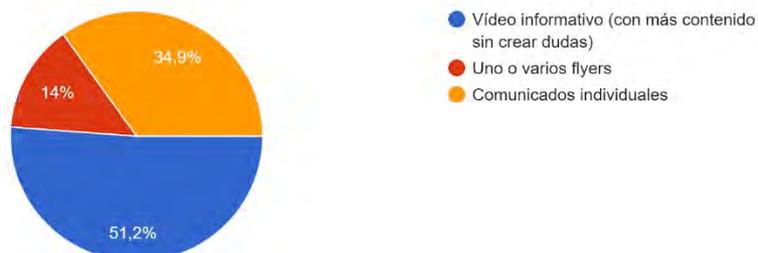
Fuente: Propia.

A esta pregunta se presentan tres posibles respuestas y al 80,6% le resulta fácil encontrar este tipo de publicidad, siendo un porcentaje del 8,9% las personas que les resulta difícil y de un llamativo 10,6% que ni siquiera busca este tipo de información.

## QUÉ PREFIERES VER SOBRE UN EVENTO EN REDES SOCIALES

### GRUPO A (MAYORES DE 41 AÑOS)

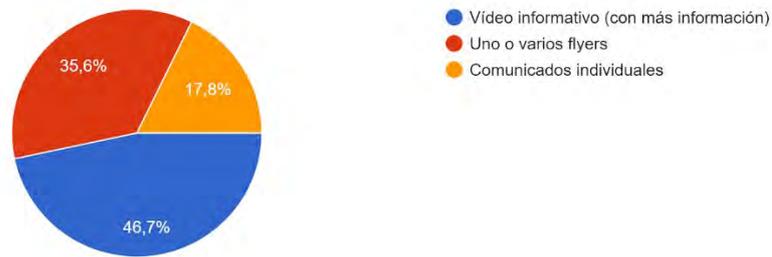
Qué prefieres ver sobre un evento de un bar/restaurante  
43 respuestas



Fuente: Propia.

El 51,2% de los encuestados prefiere ver vídeos informativos sobre un evento futuro.

## GRUPO B (18-40 AÑOS)



Fuente: Propia.

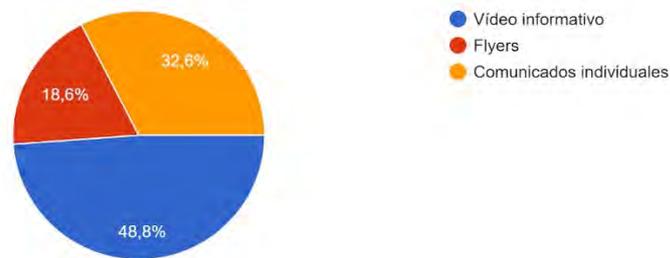
A esta pregunta casi la mitad de las respuestas 46,7% comentan que prefieren algo visual, es decir, un vídeo informativo, llama la atención que un 35,6% de los encuestados opten por un flyer y para un 17,8% es más importante recibir una comunicación personalizada, individual.

## QUÉ SUELES VER SOBRE UN EVENTO EN REDES SOCIALES

### GRUPO B (MAYORES DE 41 AÑOS)

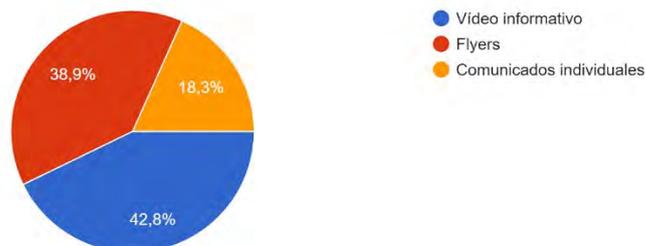
Qué sueles ver sobre un evento de un bar/restaurante (por ejemplo: una fiesta con comida y cócteles ofreciendo una promoción especial)

43 respuestas



Fuente: Propia.

Casi la mitad de los encuestados de este grupo suele ver vídeos informativos para un evento de un lugar de hostelería en redes sociales.



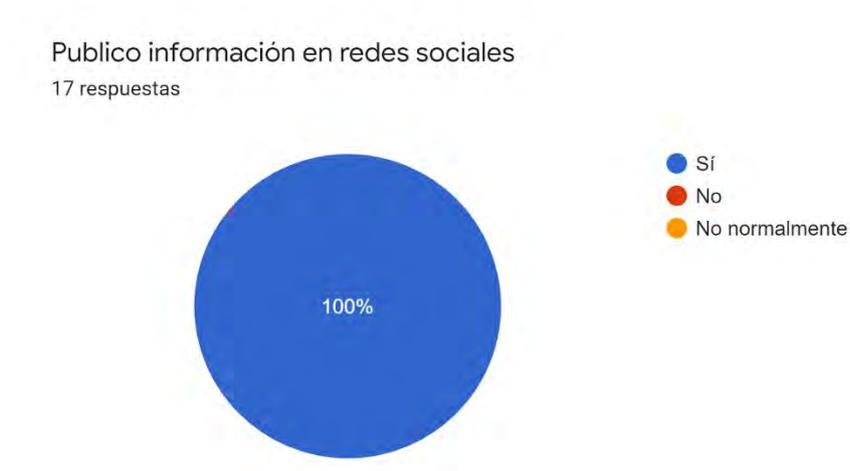
Fuente: Propia.

## GRUPO B (18-40 AÑOS)

Continuando con la tendencia de la pregunta anterior, la respuesta a esta sigue en consonancia con lo contestado anteriormente, por elección mayoritaria la respuesta más elevada es el video informativo con un 42,8% siguiendo con los flyers 38,9% y como antes un 18,3% de los encuestados prefieren comunicados individuales.

### ENCUESTA A PROPIETARIOS HOSTELEROS

#### SE PUBLICA INFORMACIÓN

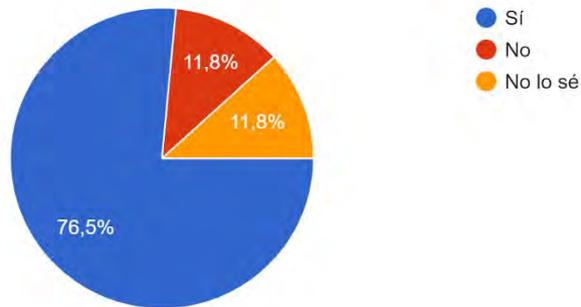


*Fuente: Propia.*

De la muestra obtenida, todos los hosteleros tienen presencia en redes sociales

## EFFECTIVIDAD DE LA INFORMACIÓN

La información que ofrezco en redes llega de forma efectiva  
17 respuestas

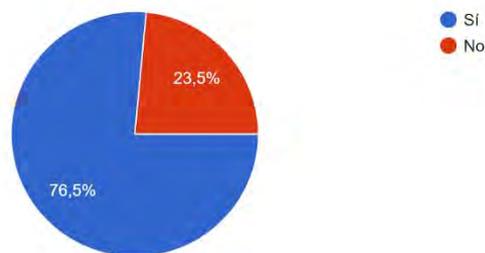


*Fuente: Propia.*

Más del 75% considera que la información que publica tiene un destino efectivo.

## COMENTARIOS DE USUARIOS A HOSTELEROS

Recibo comentarios de que hay gente que no sabía que iba a hacer x evento o promoción  
17 respuestas

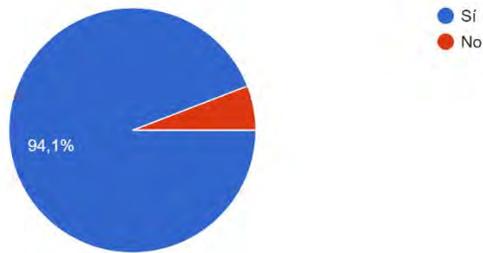


*Fuente: Propia.*

Pese a que en la anterior pregunta más de  $\frac{3}{4}$  de la muestra piense que llega de forma efectiva a los usuarios, esa misma cifra recibe comentarios de los consumidores de que no fueron informados de un evento futuro.

## ACOGIMIENTO DE EVENTOS

Los eventos que organizo son bien acogidos  
17 respuestas

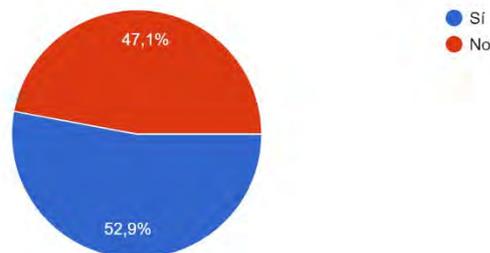


Fuente: Propia.

Generalmente piensan que toman buenas decisiones en la organización de eventos adicionales a la normal actividad.

### CONTRATO A PUBLICISTAS

Contrato a terceros para mejorar mi difusión  
17 respuestas

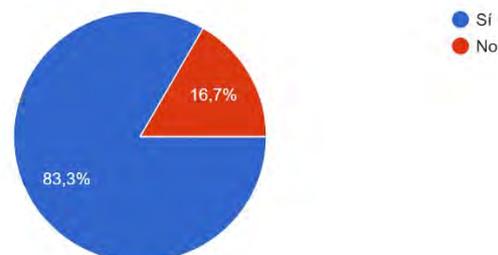


Fuente: Propia.

Poco más de la mitad de los propietarios de la muestra externaliza los servicios de publicidad en redes sociales.

### EFFECTIVIDAD DE SU CONTRATACIÓN

(Si es que lo hago) Noto mejoría en efectividad y profesionalidad  
12 respuestas



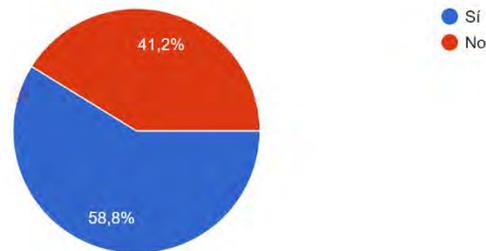
Fuente: Propia.

Más del 80% de los hosteleros que externalizan la gestión de sus redes sociales está

contenido y piensa que es adecuado hacerlo por distintas mejoras.

## CANTIDAD DE INFORMACIÓN EN REDES SOCIALES

Considero suficiente la información que doy redes sociales  
17 respuestas



Fuente: Propia.

Más de la mitad de la muestra piensa que la información de sus difusiones es suficiente y efectiva.

## ENTREVISTAS

A través de información recabada específicamente para el estudio sobre hostelería, restauración y la publicidad de esta, se ha entrevistado a: Loreto Rodríguez, *Encargada de Enoturismo Grupo Yllera* y Álvaro Guerra, *Fundador Agencia de Publicidad y Marketing Vesarte Studios*.

Tomando como referencia de avance en promoción en redes a Bodegas Yllera en el sector hostelero, encontrado de forma similar en establecimientos hosteleros con similar conciencia de promoción por este medio. Hablando de su parte de público objetivo (consumidor final).

- Twitter: Contenido diario, eventos en los que han participado, personas representativas que han acudido a visitar bodegas, “reposteo” de personas que suben contenido sobre el Grupo Yllera, así como noticias y novedades (externas e internas).
- Instagram: Mucho contenido semanal, de un carácter más artístico y atractivo, estos usuarios son prácticamente los clientes más potenciales.
- Facebook: Mismo contenido que en Twitter e Instagram unido, añadiendo algún tipo de evento especial ofrecido por la bodega.
- YouTube: Contenido no tan frecuente, pero de una calidad muy elevada y con un atractivo.

Se destaca que en la mayoría de las redes sociales se realizan colaboraciones para promocionar de forma indirecta a muchos establecimientos, tanto de forma acordada como por medio de marketing personal y viral. Por ejemplo: Creadores de contenido multimedia que acuden a establecimientos hosteleros para mostrar

y analizar sus servicios.

Con relación al contenido aportado por la encargada de enoturismo de Bodegas Yllera; según un estudio anual sobre el Marketing de Influencia, en 2021, el 86% de la población de entre 16 y 65 años utiliza Instagram, Twitter, Facebook o WhatsApp (siendo WhatsApp la más utilizada).

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### RESULTADOS

Según los tipos de respuestas obtenidas podemos sacar las siguientes conclusiones, siendo la primera que casi el 40% de los encuestados reciben información en redes sociales, siendo esta información útil para el 68% y a la vez encontramos que cada vez es más atractiva y ha mejorado tanto en cantidad como en calidad.

Algún encuestado manifiesta que a veces esta información puede llegar a resultar escasa, el 80,6% de estas personas encuentran información adicional de manera fácil. Los encuestados quieren recibir información clara, es decir, directa y eligen mayoritariamente para estos casos el vídeo informativo.

Podemos entonces concluir que, aunque la información ha evolucionado favorablemente, los encuestados siguen solicitando más información visual, más completa, actualizada y más directa.

En la misma dirección de lo analizado anteriormente, esta vez consultamos a los hosteleros, analizando así el impacto que tienen las redes sociales en sus negocios.

La primera conclusión que sacamos es que todos los encuestados tienen presencia en redes sociales, considerando que la información que ofrecen de forma objetiva no llega al público esperado en casi el 80% y por lo tanto los negocios reciben comentarios de clientes manifestando muchas veces el desconocimiento de eventos relacionados con sus negocios.

Ante esta situación poco más del 50% de los propietarios contratan a terceros para mejorar su difusión y los que han externalizado los servicios de difusión manifiestan que sus resultados han mejorado en efectividad y profesionalidad en un 83,3%.

### CONCLUSIONES

Las Redes Sociales son una herramienta fundamental, que facilitan las relaciones inter e intrapersonales y las cuales logran un cambio favorable en los procesos en los que son utilizadas, como puede ser el ámbito de la promoción de las organizaciones.

La sociedad, actualmente, exige y demanda principalmente en ámbitos profesionales, a través de Internet. Lo que conlleva que las empresas deben adaptarse a este medio y debe ser investigado para conocer las limitaciones y fortalecer esta adaptación.

La Hostelería y la Restauración son los ámbitos investigados y los cuales necesitan las

redes sociales para poder llegar al mayor número de clientes potenciales posible. Lo cual lleva a desarrollar estas estrategias e investigación para poder encontrar las ventajas, desventajas, fortalezas y debilidades para que las redes sociales sean utilizadas en esta promoción.

En Castilla y León, el proceso de tecnologización ha resultado ser de los más tardíos de los ocurridos en España y es por eso por lo que ha necesitado de una mayor adaptación para poder utilizar este tipo de promoción basada en Internet y, por ello, en redes sociales.

Se concibe que Facebook es la red social más utilizada por las personas de mediana edad y, por otro lado, Instagram por los jóvenes. Lo que nos lleva a que son dos herramientas muy importantes para la promoción, en este caso, de la hostelería y la restauración.

Una de las ventajas de las redes sociales es la oportunidad que genera a las organizaciones de adentrarse y llegar al mayor número de personas posible, siempre y cuando esta información generada sea correctamente usada y, por otro lado, es una herramienta de la que las empresas de marketing y publicidad pueden beneficiarse y ayudar al sector hostelero.

## BIBLIOGRAFÍA

- Castilla y León Asociaciones. (s/f). Hosteleriaunida.es. Recuperado el 7 de marzo de 2022, de <https://www.hosteleriaunida.es/castilla-leon-hosteleria.html>
- Decreto 12/2016, de 21 de abril, por el que se regulan los establecimientos de restauración en la comunidad de Castilla y León (BOCYL 25-04-2016).
- Grossetti, Michel (2009) ¿Qué es una relación social? Un conjunto de mediaciones diádicas, REDES - Revista hispana para el análisis de redes sociales.
- Harary, ER.; Norman, Z.; Cartwright, D. (1965). Structural Models: A introduction to the Theory of Directed Graphs. Nueva York: John Wiley.
- Decreto 12/2016, de 21 de abril, por el que se regulan los establecimientos de restauración en la comunidad de Castilla y León (BOCYL 25-04-2016).
- Las 10 redes sociales más usadas del mundo. (2021). Escuela Ergon.
- Linton Freeman (2011). Redes Sociales y su análisis. Departamento de las relaciones sociales Universidad de Harvard.
- Las Redes Sociales: Origen y evolución. 2014. Recuperado el 30 de noviembre de 2021. Disponible en <https://gorbrit.wordpress.com/2014/06/24/las-redes-socialesorigen-y-evolucion/>

- Mauri Mari (2012). Redes Sociales antecedentes históricos. Universidad Autónoma de Puebla Facultad de derecho y Ciencias México.
- Miceli, Jorge. 2010. "Problemas de validez en el análisis de las redes sociales: Algunas reflexiones integradoras", en C. Reynoso y J. Miceli (compiladores), Críticas y modelos heterodoxos en antropología compleja. Buenos Aires, Editorial Sb.
- Pineda Ballesteros (2013). Análisis de redes sociales y comunidades virtuales de aprendizaje. Antecedentes y perspectivas. Revista virtual Universidad Católica del Norte Fundación Universitaria Católica del Norte Medellín.
- Redes Sociales. (n.d.). RD Station. Recuperado el 6 de marzo, 2022, de:
- <https://www.rdstation.com/es/redes-sociales/>
- Salinas, A. (2017, 6 noviembre). Cuáles son las redes sociales: tipos, formación y utilidad de todas. MOTT Marketing Digital y Redes Sociales.
- <https://mott.marketing/informacion-de-los-tipos-formacion-y-utilidad-de-todas-lasredes-sociales/>