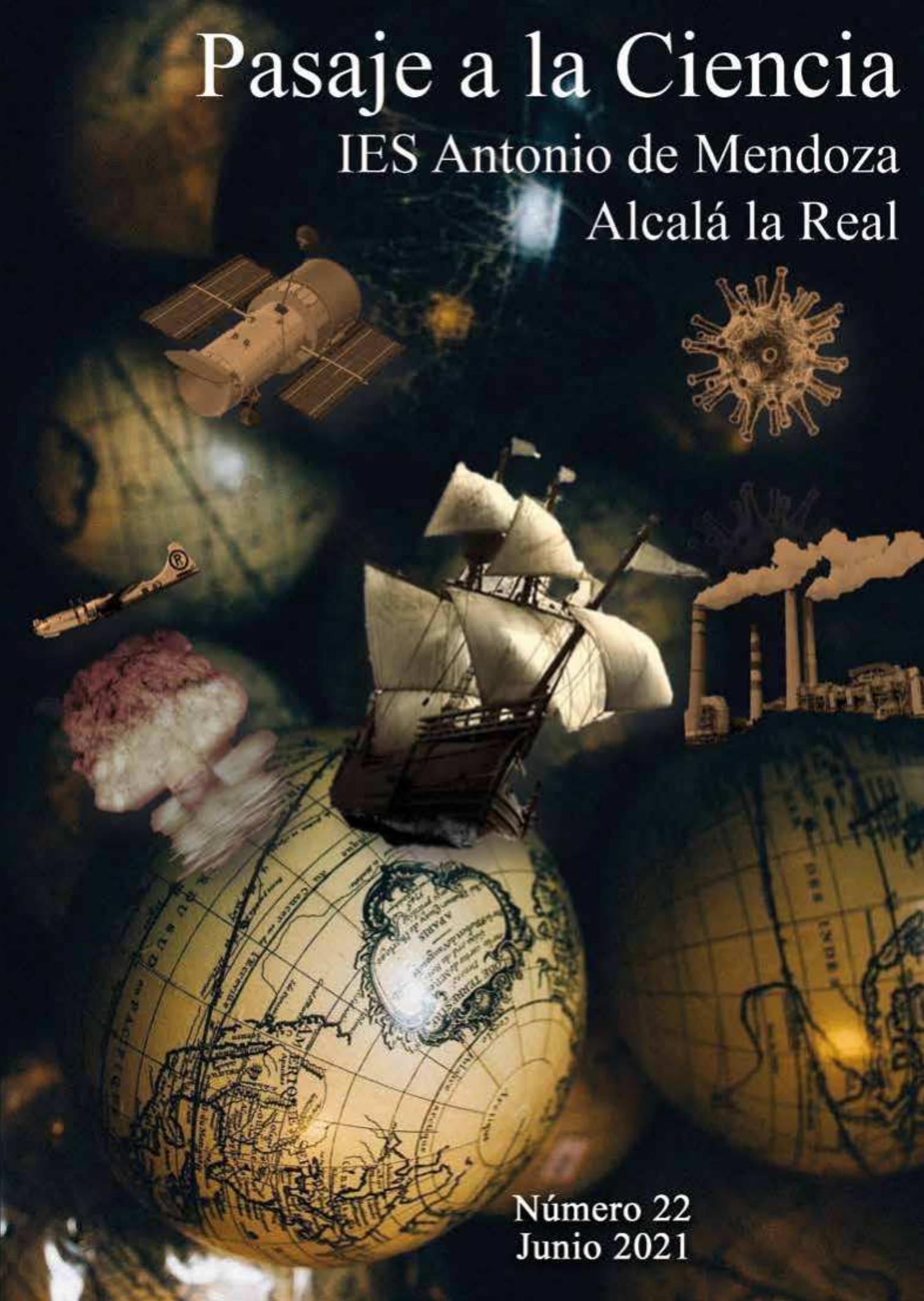


Pasaje a la Ciencia

IES Antonio de Mendoza

Alcalá la Real



Número 22
Junio 2021

Coordinadoras:
Rosa M^a Cuenca Trujillo
Eva Aguilera Herrador

Editores
Eva Aguilera Herrador. *Dpto. CCNN*
Rosa M^a Cuenca Trujillo. *Dpto. CCNN*
Antonio Heredia Rufián. (Jub.) *Dpto. Geografía e Historia*
José Hidalgo Romero. *Director*
Juan Manuel León Millán. *Dpto. Geografía e Historia*
Patricia Pérez López. *Dpto. CCNN*
Ascensión Rabaneda Jiménez. *Dpto. Inglés*
(*Todos, del IES Antonio de Mendoza, Alcalá la Real*)

Diseño de cubierta:
Eva Aguilera Herrador

Encargado de la Web:
Víctor Juan Fuentes Martínez. *Dpto. TIC*



Ayuntamiento de
Alcalá la Real

Colabora:
Área de Cultura del Excmo. Ayuntamiento de Alcalá la Real.



Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y CIENCIA

I.E.S. Antonio de Mendoza
Consejería de Educación
Pasaje del Coto s/n
23680 Alcalá la Real
D.L. J-268-2005
ISSN 1699-6305

<http://www.pasajealaciencia.es>

Índice

Ciencia y Medio Ambiente

Editorial _____ 5

MEDIO AMBIENTE

La Biorrefinería: caminando hacia un desarrollo sostenible _____ 8

Ana Requejo^a, Nuno Santos^b

^a Doctorado en Ingeniería y Tecnología. Gestora de proyectos en el área de la Biorrefinería. AustroCel Hallein GmbH. Austria.

^b Doctorado en Ciencias e Ingeniería de Materiales. Gestor de producto y aplicaciones. Atención técnica al cliente. AustroCel Hallein GmbH. Austria.

Ciencia y Medio Ambiente _____ 17

María Sánchez-Mayendía Pérez-Serrano.

Licenciada en Ciencias Ambientales. Responsable de Desarrollo de proyectos de energía renovable GPG-Naturgy en México.

Importancia de los entornos escolares para el desplazamiento activo al centro educativo _____ 21

López-Centeno Francisco David*, Chillón Palma*

*Grupo de Investigación PROFITH “PROmoting FITness and Health through physical activity”, Instituto Mixto de Investigación Deporte y Salud (iMUDS, Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Granada, Granada, España.

La Responsabilidad social y su impacto en el medio ambiente _____ 30

Miguel Valcárcel Cases.

Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid

El compromiso medioambiental del Grupo Diseños NT _____ 36

Lola Mateos Salvador .

Responsable de Departamento de Recursos Humanos y Jurídico del Grupo Diseños NT

MUJER Y CIENCIA

Margarita del Val: Sensatez y responsabilidad en tiempos de pandemia _____ 39

Silvia Baeza Ramírez. Carmen García Frías. Luna Rosales Palomino

Alumnas de 3 de ESO en el IES Antonio de Mendoza

M^a Patricia Pérez López

Profesora de Biología y Geología en el IES Antonio de Mendoza

INVESTIGADORES LOCALES

- ¿Cómo decidir la ciudad a la que ir de viaje de estudios? _____ 45**
Victoriano Ramírez González.
Catedrático de Matemática Aplicada. Universidad de Granada

- Las telecomunicaciones en tiempos de pandemia: un papel fundamental _____ 52**
Mario Pérez Escribano.
Ingeniero de Sonido e Imagen

CONMEMORACIONES

- 30 años de astronomía de vanguardia con Hubble _____ 55**
José Rodríguez Pérez.
Profesor de Física y Química del IES Álvarez Cubero de Priego de Córdoba

- La búsqueda de las especias y la primera vuelta al mundo _____ 73**
José Calvo Poyato .
Doctor en Historia Moderna

- 250 aniversario del nacimiento de Beethoven _____ 79**
Jorge Ortega Torices.
Profesor de Música del IES Antonio de Mendoza de Alcalá la Real

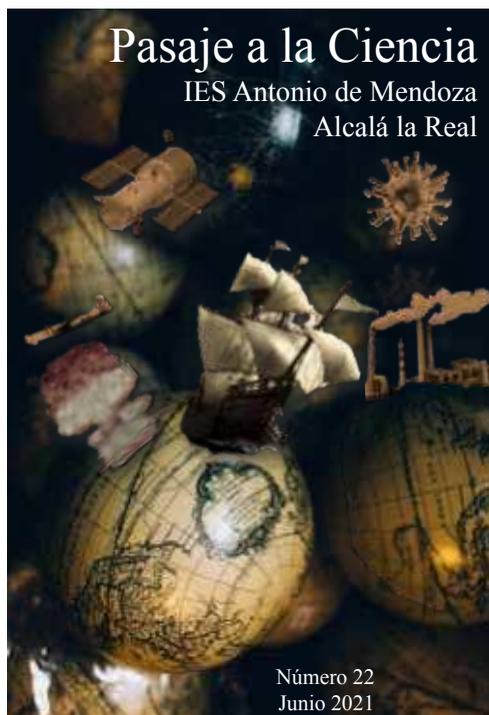
- La bomba de Hiroshima y Nagasaki _____ 82**
José Manuel Rojo Zea^a. Juan Manuel León Millán^b.
^a Profesor de Geografía e Historia. IES. Ángel Ganivet
^b Profesor de Geografía e Historia. IES. Antonio de Mendoza

SALUD Y ENFERMEDAD

- Los Métodos Curativos del Cólera en el Boletín Oficial de la Provincia de Jaén(1833-1834). Algunos datos de Alcalá la Real _____ 93**
Antonio Heredia Rufián. Profesor de Geografía e Historia (jubilado). IES Antonio de Mendoza. Alcalá la Real
Antonio Quesada Ramos. Profesor de Biología. IES Zaidín Vergeles. Granada

- Entrevista al director del IES Antonio de Mendoza sobre la COVID-19 _____ 107 en los centros educativos**
Blog: epidemiasalcalalareal.blogspot.com

Portada



Diseño de portada y contraportada: Eva Aguilera Herrador. Imágenes editadas de pixabay.com

Editorial

Ciencia y Medio Ambiente

¡Sed de nuevo bienvenidos a Pasaje a la Ciencia! Un año más, nos planteamos diversos retos científicos y divulgativos desde nuestro centro educativo. Si echáis un vistazo a la ilustrativa cubierta que ha diseñado mi compañera de coordinación Eva, vais a poder intuir la temática de los artículos con los que podréis disfrutar, no obstante os voy a ir explicando un poquito.

Debido al inicio de la pandemia y al cese de la actividad docente presencial así como la actividad no esencial, “El Pasaje” de este año recoge el trabajo de dos cursos académicos: es decir el trabajo que comenzó en 2019 Eva Aguilera como coordinadora del proyecto, y el del curso actual donde me he unido yo para continuar dicha coordinación. Curso académico, que por otra parte como cabía esperar iba a ser diferente y fuera de precedentes: la situación de crisis sanitaria a la que nos enfrentamos en la actualidad ha marcado un antes y un después en la forma de ver la vida, influyendo notoriamente en la valoración que hacemos de nuestro entorno natural.

En la primera sección, MEDIO AMBIENTE, resaltamos el papel del ser humano en dicho medio, que no es nada más y nada menos que “nuestro hogar” y nos preguntamos: ¿podrían haberse evitado las pandemias y desastres naturales si el ser humano no estuviera destruyendo nuestro entorno natural? Así desde la responsabilidad que tenemos como habitantes de este planeta y aportando nuestro granito de arena, agradecemos a nuestros colaboradores Ana Requejo y Nuno Santos desde Austria, su contribución al respeto por el medio ambiente con el artículo sobre biocombustibles como alternativa más sostenible a los combustibles fósiles convencionales. Igualmente María Sánchez desde Naturgy en Perú, nos muestra como en la ciencia y la tecnología se encuentran las herramientas más importantes para hacer frente a los problemas medioambientales. Sobre Responsabilidad y concretamente Responsabilidad Social como comportamiento ético nos aporta su sabiduría Miguel Valcárcel, prestigioso miembro de la Real Academia de Ciencias Exactas de Madrid. Desde la Facultad de Ciencias del Deporte de Granada, Palma Chillón y Francisco David López-Centeno nos aportan los beneficios a nivel de salud individual y sostenibilidad ambiental del desplazamiento activo (pedaleando o andando) a los centros educativos. Y finalmente, Lola Mateos desde la empresa alcalaína Diseños NT, nos explica que la respuesta a la problemática medioambiental del plástico se debe encontrar en el origen.

En la siguiente sección, MUJER Y CIENCIA, queremos resaltar las investigadoras y sus aportaciones a la Ciencia. En esta ocasión, mediante un artículo sobre Margarita del Val, queremos homenajear a una prestigiosa viróloga española, que además está aportando su sabiduría a la lucha contra la pandemia por la Covid-19, concienciando a la población más joven con artículos de gran impacto.

Continuamos como es costumbre con la sección de INVESTIGADORES LOCALES, con el artículo del veterano profesor Victoriano Ramírez, de la Universidad de Granada, quien nos explica algo tan práctico y de gran ayuda para los centros escolares, es decir los distintos métodos matemáticos para solucionar la difícil tarea de elegir dónde ir de viaje de estudios. Pues aunque parezca algo fácil, hay que poner a todo el alumnado de acuerdo, lo ideal es empezar ordenando las alternativas de mayor a menor preferencia. Por otro lado el joven investigador alcalaíno, Mario Pérez, con su artículo sobre las telecomunicaciones en tiempos de pandemia, nos explica con datos numéricos, cómo el sector de las telecomunicaciones ayudó ampliamente a la sociedad durante el periodo más duro del confinamiento.

Como ya sabéis los que conocéis “El Pasaje” queremos tener siempre vivo el recuerdo de aquellos eventos que han marcado nuestra historia, así que al igual que se viene haciendo en todos los números de la revista hemos recopilado algunos de ellos gracias a nuestros colaboradores, pasando a la sección de CONMEMORACIONES. Por ejemplo, el 30 Aniversario del lanzamiento del telescopio espacial Hubble, el cual ha proporcionado a los astrónomos de todo el mundo información suficiente para escribir unas 18.000 publicaciones científicas, tal como nos cuenta José Rodríguez, un amigo profe de Físi-

ca y Química, apasionado por la Astronomía. También hemos dejado un huequito para sentir la música, tan beneficiosa para el alma, con el artículo sobre el 250 Aniversario de Beethoven de nuestro compañero Jorge Ortega. Por otro lado, en la globalización que vivimos, hay una conexión entre seres humanos que puede haber sido posible en parte, gracias a los primeros pasos que dieron Juan Sebastián Elcano y Fernando de Magallanes en el siglo XVI; por lo que queremos conmemorar el V centenario de esta primera circunnavegación de la Tierra con el artículo que el doctor en Historia Moderna, José Calvo Poyato, realiza sobre la búsqueda de especias durante la 1ª vuelta al mundo, reflejada como una gran aventura épica que marcará un antes y un después en la historia de la humanidad. Por último, con el artículo de José Manuel Rojo y de nuestro compañero Juan Manuel León sobre la bomba de Hiroshima y Nagasaki, recordamos que en el año 2020 hizo 75 años de esta trágica página de la historia.

Pasamos a la última sección SALUD Y ENFERMEDAD que tan importante resulta sobre todo con la pandemia que nos ha tocado vivir (crucemos los dedos para que sea la última) y sin olvidar otras grandes pandemias de siglos pasados, pues para llegar a tener una buena salud, primero debemos conocer a todos esos enemigos que desarrollan las enfermedades. Así nuestros queridos Antonio Heredia y Antonio Quesada, antiguo profesor y director de este Instituto uno, y antiguo profesor y fundador de esta revista el otro, respectivamente, realizan un estudio de los distintos métodos curativos del cólera a través del BOP de Jaén, fuente documental, que también aporta información interesante sobre el desarrollo de esta enfermedad en 1834, en la provincia y en Alcalá la Real. Finalmente nuestro director, Pepe Hidalgo, (en una entrevista realizada por Antonio Heredia y Antonio Quesada en su blog sobre epidemias de Alcalá la Real) nos explica cómo los centros educativos alcalaínos han afrontado la pandemia, y en concreto nos habla de cómo el IES Antonio de Mendoza se ha adaptado a las condiciones que ha determinado una pandemia que nadie esperaba. (Los gráficos y estadísticas los aporta el coordinador Covid del centro).

Me toca despedirme por este año, ha sido un placer trabajar en esta trepidante aventura del saber. Quiero agradeceros vuestro trabajo y esfuerzo a todos los que habéis participado de un modo u otro: equipo directivo y profes del IES, a M^a José, de la imprenta; al Excmo. Ayuntamiento de Alcalá la Real por seguir colaborando un año más, y por supuesto a todos los autores y a los compis del equipo de edición que habéis hecho posible que dichos artículos terminaran en la revista, y para terminar agradecer a Antonio Quesada una vez más por haber iniciado este proyecto, y al incansable Antonio Heredia por su ayuda en todo momento y en cada uno de los pasos seguidos hasta conseguir tener en las manos el primer ejemplar. ¡Gracias y disfruten con la lectura!

Rosa M^a Cuenca
Coordinadora de la Revista Pasaje a la Ciencia

La Biorrefinería: caminando hacia un desarrollo sostenible

Ana Requejo^a, Nuno Santos^b

^a Doctorado en Ingeniería y Tecnología. Gestora de proyectos en el área de la Biorrefinería. AustroCel Hallein GmbH. Austria

^b Doctorado en Ciencias e Ingeniería de Materiales. Gestor de producto y aplicaciones. Atención técnica al cliente. AustroCel Hallein GmbH. Austria

1. Introducción: Concepto de Biorrefinería

Al analizar el significado de la palabra “refinería”, para definir el aprovechamiento y explotación del petróleo, junto con el prefijo “bio” tan usado en los últimos tiempos como sinónimo de respeto al medio ambiente, nos resulta como poco algo contradictorio. Pero si analizamos en detalle este término, entendido al aplicarlo en el campo del aprovechamiento de biomasa para la obtención de bioenergía, todo cobra más sentido. En este sentido, la Agencia Internacional de Energía (IEA) define el concepto de **Biorrefinería** como el procesamiento sustentable de la biomasa en un espectro de productos comercializables y energía, lo que significa que la biorrefinería tiene como objetivo convertir la biomasa en biocombustibles, electricidad, calor, alimentos o en químicos de alto valor para la industria.

Cuando hablamos de biomasa nos referimos a la materia orgánica de origen vegetal o animal, que incluye algas, plantas, árboles, desechos orgánicos, forestales y agrícolas, que son susceptibles de ser aprovechados energéticamente a través de procesos termoquímicos, bioquímicos, mecánicos y químicos.

Antes del desarrollo de la industria basada en el petróleo, la biomasa ya se utilizaba como fuente de energía, materiales y productos químicos.

Entre la gran cantidad de biomasa disponible en la Tierra, quizás la madera fue, y sigue siendo, la más importante. Este *bio-composite* natural, se utilizó como fuente de materiales, por ejemplo para la construcción, armas y más tarde para el transporte (barcos). Tras conseguir el uso controlado del fuego, la humanidad pasó a utilizar la madera como biocombustible para la generación de calor, ya sea en forma de madera propiamente dicha o posteriormente, tras un tratamiento térmico, en forma de carbón vegetal. (1)

Los aceites de base biológica se utilizaron desde el principio en aplicaciones alimentarias y farmacéuticas. A finales del siglo XIX, el motor diesel se desarrolló utilizando aceites vegetales (biocombustibles) y, durante su primera demostración pública en la Feria Mundial de París en 1900, uno de los motores utilizaba aceite de cacahuete. (2)

El papel es probablemente uno de los materiales de base biológica más antiguos y aún más utilizados y, desde mediados del siglo XIX, ha ido creciendo el interés por utilizar su principal componente, la celulosa, como materia prima química. Por ejemplo, en la década de 1850, el primer polímero termoplástico artificial se fabricó con nitrocelulosa. Este fue inventado en Birmingham por Alexander Parkes, quien lo patentó como “Parkesine” en 1862, y posteriormente fue industrializado en Nueva York por la Hyatt Manufacturing

Company, agregando alcanfor al proceso como plastificante y registrándolo como “Celuloide” en 1870. (1, 3)

La demanda mundial de energía está aumentando constantemente: por ejemplo, se espera que el mercado de combustibles derivados del petróleo aumente en un 50% en los próximos 10 años, debido a los aumentos tanto en la población como en el consumo per cápita. En este contexto, el uso de nuevas materias primas para la fabricación de productos químicos y combustibles es un objetivo estratégico.(4)

Todos estos materiales orgánicos pueden aprovecharse en una biorrefinería pero resulta importante escoger un tipo de biomasa que no compita con aquellas fuentes destinadas a la alimentación (maíz, girasol o caña de azúcar). Para ello, la producción de combustibles a partir de biomasa, **biocombustibles**, como alternativa a los combustibles producidos a partir de petróleo, está actualmente creciendo exponencialmente a nivel mundial. Este crecimiento está motivado principalmente por dos razones: el consumo de fuentes fósiles que es limitado y la necesidad medioambiental de conservar el planeta, ya que las fuentes fósiles son las fuentes más importantes de generación de gases de efecto invernadero.

1.1. Tipos de biocombustibles

La biomasa representa un potencial prácticamente inagotable y, como ya se ha mencionado anteriormente, ha sido utilizada como biocombustible desde el siglo XIX, pero su explotación industrial a gran escala para la producción de biocombustibles empezó con la producción de bioetanol, a mediados de los años setenta del siglo XX, en Brasil a partir de la caña de azúcar, y en Estados Unidos, a partir del maíz. Pero este tipo de **biocombustibles convencionales son los creados a partir de cultivos alimentarios cultivados en tierras de cultivo**. La desventaja principal del etanol de **primera generación** es que la utilización de recursos alimenticios como combustible puede amenazar el suministro de alimentos a gran parte de la población, mientras que, por otro lado, también incrementan los precios de los alimentos.

Por desgracia, en la actualidad la mayor parte de los biocombustibles que utilizamos son de primera generación.

Los **biocombustibles de segunda generación** son fabricados a partir de biomasa, que se deriva de materiales vegetales (cultivos leñosos, residuos agrícolas o industriales, o material vegetal de desecho de cultivos destinados a la alimentación) o animales (grasas). Un ejemplo es el bioetanol de segunda generación cuya producción a nivel industrial como fuente energética creció durante la segunda guerra mundial. Por ejemplo, en Hallein, Austria, una fábrica de pasta de celulosa comenzó la producción de bioetanol 95% en 1941, usando residuos industriales, cesando su actividad en 1986. Actualmente, esta misma fabrica (ahora denominada AustoCel Hallein GmbH) prepara una moderna instalación para la producción de bioetanol 99%, para su uso en transportes. (5) En el caso de los vegetales, a diferencia de los de primera generación, el destino principal de los cultivos no es convertirse en combustible, sino que se utilizan aceites ya utilizados en nuestros hogares (girasol, oliva...) para fabricar un combustible de origen reciclado. Otro ejemplo es el biodiesel de segunda generación, cuya producción es aún muy pequeña pero es más sostenible que el de los de primera generación, ya que no se utilizan tierras de cultivo

específicamente para este propósito y damos una segunda vida a lo que consideramos un residuo.

Por último, **biocombustibles de tercera generación** se extraerían a partir de algas con un contenido de aceite natural de al menos un 50%. La producción de este combustible aún no se ha llevado a cabo a escala comercial. Para mejorar su rendimiento y características productivas utilizan diversas tecnologías, como la ingeniería genética.

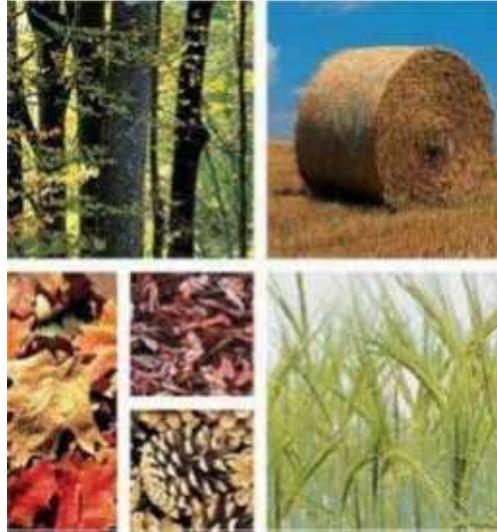


Foto 1: Biomasa vegetal.

<https://sites.google.com/site/arangoya/tipos-de-energias-renovables/biomasa>

En definitiva, los biocombustibles pretenden ser una alternativa más sostenible a los combustibles fósiles convencionales. Para ello sus responsables han emprendido una evolución hacia mejores productos y con los menores inconvenientes posibles. Los primeros que se empezaron a producir utilizaban materia prima de procedencia agrícola, como caña de azúcar o semillas de palma. Por ello, entraban en conflicto con los cultivos alimenticios convencionales. Para evitar este problema y conseguir nuevas materias primas, los biocombustibles de segunda generación usan todo tipo de residuos o cultivos que no entran en conflicto con la producción de alimentos. Algunos expertos hablan incluso de una **cuarta generación**, cuya producción se basa en bacterias modificadas de forma genética que aprovechan mejor el CO₂ como sumidero de carbono. (6)

1.2. Conversión de biomasa en biocombustibles

En este artículo, centramos nuestra atención en la producción de **biocombustibles de segunda generación** que presentan diversas ventajas si los comparamos con los biocombustibles convencionales o de primera generación. Entre ellas, destacamos:

- Menor impacto medioambiental.
- Mayor rendimiento en combustible o energía por hectárea, debido a que es posible aprovechar el total de la biomasa;
- Bajo nivel de emisiones.

De la biomasa se pueden obtener productos similares a los obtenidos con el petróleo, pero se les agrega el prefijo **bio** para diferenciar su origen, tal es el caso de combustibles como biogás, bio-hidrógeno, bio-metano, pellets, carbón vegetal, bioetanol, biodiesel, bio-aceites, entre otros. (7-8)

1.3. Conversión de biomasa en bio-materiales

Se pueden generar además, otros productos de origen biológico que sirven para fabricar pinturas, desinfectantes, complementos alimentarios y plásticos. También se pueden producir biomateriales como las **fibras de celulosa**. Estas fibras se pueden utilizar directamente en la producción de papel o cartón. Alternativamente, las fibras de celulosa (pasta de celulosa) se pueden tratar física y químicamente para generar una gran variedad de materiales.

Utilizando un proceso de disolución directa (Lyocell) o disolución precedida de derivatización química se puede regenerar la celulosa en diversas formas para su utilización en varias aplicaciones: sedas usadas en textiles o tejidos “no tejidos” (como la viscosa, o el lyocell); films (celofán) usado en embalajes o esponjas (esponjas vegetales). Con la nitrificación de las fibras celulósicas, se obtiene la nitrocelulosa, con aplicaciones en la fabricación de barnices, plásticos, explosivos o en pequeñas cantidades en películas fotográficas. La eterificación de la celulosa permite su utilización como regulador de viscosidad en la industria de construcción, alimentación (humana y animal), cosmética y farmacéutica. Las fibras de madera se pueden utilizar también para fabricar tableros DM (densidad media) o MDF (siglas del inglés Medium Density Fiberboard), o en aislamientos térmicos y acústicos).

Para este propósito, los materiales lignocelulósicos (LCM), una fuente limpia, renovable, barata y ampliamente disponible para la producción de productos químicos y biocombustibles de segunda generación, reciben cada vez más interés. Los biocombustibles de segunda generación son la única alternativa renovable adecuada para reemplazo de combustibles fósiles en gran medida.

Desde el punto de vista químico, los LCM están compuestos principalmente de celulosa, hemicelulosas y lignina, con pequeñas cantidades de otros compuestos (por ejemplo, extractos, cenizas y proteínas). Los procesos basados en la separación de fracciones de LCM y la utilización separada de estos para fines definidos (siguiendo los principios de biorrefinería) proporcionan un marco de utilización eficiente. Para obtener los productos deseados a partir de la biomasa es necesario biorrefinarla, para ello se somete a una serie de procesos termoquímicos, bioquímicos, mecánicos y/o químicos.

1.4. Biorrefinería en el marco de la industria de producción de pasta de celulosa de la madera

Los residuos generados en la industria de madera pueden utilizarse en una biorrefinería y utilizarse como materia prima para generar electricidad, calor y biocombustibles. Se espera que el aprovechamiento de la lignocelulosa como materia prima en el futuro facilite mejorar aún la eficiencia de los procesos de conversión y el aprovechamiento de los residuos generados durante el proceso.

El proceso de biorrefinería de esta biomasa incluye varias etapas. Primeramente, es necesario aplicar un pretratamiento termoquímico para romper la estructura molecular de la lignocelulosa (ver figura 1), seguido de un proceso de hidrólisis para descomponer la celulosa y la hemicelulosa en azúcares de 5 y 6 átomos de carbono, conocidos como C5 y C6. Otro producto de este proceso es la lignina. Una vez que se obtienen estos compuestos químicos, se siguen dos caminos diferentes para cada uno.



Foto 2: Modelo integrado de producción de celulosa.

Grupo ENCE. https://twitter.com/Grupo_Ence/status/623402777625133056/photo/1

Por un lado, la lignina se somete a un tratamiento de pirólisis para separar los fenoles, que se usan para fabricar aditivos de aceites lubricantes, adhesivos para las industrias de la madera y la zapatera, curtientes inorgánicos, pesticidas, aditivos, conservadores en cosméticos, fabricación de nylon, saborizantes, colorantes, aromatizantes, antioxidantes. Los residuos de carbón que se producen en este paso, se canalizan al proceso de combustión para generar electricidad y calor.

Por otro lado, los azúcares C5 y C6 se fermentan para obtener bioetanol, el cual debe ser separado por destilación con el fin de obtener el bioetanol anhidro que se utiliza como biocombustible. (9)

1.5. Fermentación alcohólica: Producción de bioetanol de segunda generación (2G)

Algunos tratamientos de fraccionamiento también son adecuados como pretratamientos para la **fabricación de bioetanol de segunda generación** por métodos basados en la hidrólisis de polisacáridos y la fermentación de los azúcares resultantes. En la mayoría de los casos, la etapa de hidrólisis es catalizada por enzimas, mientras que la fermentación puede llevarse a cabo después o durante la etapa de hidrólisis enzimática.

El segundo enfoque se conoce como “sacarificación y fermentación simultáneas” (SSF). (9)



Foto 3: Bioetanol

<https://www.alianzaflotillera.com/2017/05/09/que-son-los-biocombustibles/>

El pretratamiento con LCM debe causar una modificación química y/o estructural del sustrato que resulte en una mayor reactividad frente a la hidrólisis enzimática. Debido a su influencia en los esquemas y costos del proceso, es un paso clave en las biorrefinerías. Un pretratamiento ideal debe cumplir una serie de requisitos, que incluyen:

(a) simplicidad tecnológica y operación económica, adecuada para la ampliación, con requisitos limitados de energía, agua y productos químicos, y dando como resultado una generación limitada de desechos;

(b) capacidad para lograr una fracturación favorable y efectos estructurales mientras que causa pérdidas limitadas de polisacáridos;

(c) producción de varias fracciones de valor agregado (por ejemplo, a partir de lignina y hemicelulosas);

(d) generación de cantidades limitadas de productos de degradación (como furanos, ácidos orgánicos o compuestos fenólicos);

(e) obtención de sólidos ricos en celulosa con alta susceptibilidad a las enzimas hidrolíticas.

La reacción de autohidrólisis (en la que se calienta una suspensión acuosa de LCM para causar la descomposición hidrolítica de las hemicelulosas y catalizada por protones de la disociación del agua y de los compuestos orgánicos generados a partir del sustrato) puede considerarse como un tratamiento de fraccionamiento o como pretratamiento para la hidrólisis enzimática, porque las hemicelulosas se solubilizan selectivamente por hi-

drólisis, produciendo sólidos gastados compuestos principalmente por celulosa y lignina insoluble en ácido.

Cuando el LCM utilizado como materia prima de autohidrólisis contiene xilano como el polímero hemicelulósico principal, las condiciones de autohidrólisis pueden ajustarse para obtener xilooligosacáridos y xilosa como productos derivados de hemicelulosa. Para los xilooligosacáridos se pueden encontrar aplicaciones en las industrias química, farmacéutica o alimentaria, o puede usarse como intermedios para obtener medios de fermentación basados en xilosa adecuados para una variedad de propósitos, incluida la fabricación de bioetanol.

Los sólidos que provienen de la etapa de autohidrólisis (aquí denominados, sólidos autohidrolizados) muestran mayores proporciones de celulosa y pueden presentar una mayor susceptibilidad a las enzimas celulolíticas o reacciones de designificación, susceptibles a las celulasas pueden no ser compatibles con la producción de concentraciones óptimas de sacáridos solubles valiosos, como se ha informado para la madera de eucalipto a productos de degradación no deseados. Esta situación se puede evitar utilizando esquemas de procesamiento basados en etapas secuenciales de autohidrólisis y pasta celulósica, que permiten la separación de componentes en tres corrientes diferentes que contienen principalmente productos derivados de hemicelulosa (licores de autohidrólisis), compuestos derivados de lignina (licores de pasta) y celulosa (sólidos resultantes de la pasta de autohidrólisis), respectivamente. En este enfoque, se pueden obtener fragmentos de lignina solubles libres de azufre cuando la etapa de pulpa se lleva a cabo utilizando un medio organosolv adecuado como agua de etanol. En comparación con los sólidos autohidrolizados, la fase sólida de pasta celulósica de autohidrólisis presenta un mayor contenido de celulosa y susceptibilidad enzimática mejorada, mientras que los fragmentos de lignina solubles pueden usarse para una variedad de propósitos.

La producción de bioetanol de segunda generación a partir de LCM utilizando un esquema de biorrefinería basado en etapas secuenciales de autohidrólisis (realizado en condiciones óptimas para la generación de valiosos de alto valor añadido derivados de hemicelulosa en licores y la designificación organosolv de los sólidos autohidrolizados. (9-10)

Esta forma de obtener los componentes principales de la biomasa es mediante procesos bioquímicos, también conocidos como procesos de fermentación. En este caso, la transformación la llevan a cabo microorganismos, que pueden estar contenidos en la biomasa original; o bien, ser añadidos durante el proceso. Los microorganismos degradan las moléculas complejas de la biomasa en compuestos más simples, de alta densidad energética. Los procesos biológicos más utilizados son la fermentación alcohólica y la digestión anaerobia.

La fermentación alcohólica se utiliza para obtener etanol a partir de la fermentación de azúcares contenidos en la biomasa. También se pueden obtener productos de alto valor añadido para la industria como el xilitol, ácido succínico, ácido itacónico, etc.

Por otro lado, la digestión anaeróbica (en ausencia del oxígeno del aire) consiste en colocar la biomasa en un contenedor cerrado en presencia de microorganismos anaerobios, esta se deja fermentar y con el paso de los días se producirá un gas compuesto princi-

palmente por metano y dióxido de carbono. La materia remanente dentro del biodigestor puede utilizarse como fertilizante orgánico.

1.6. Bioeconomía

El agotamiento de combustibles fósiles, el incremento en la generación de residuos y el cambio climático son algunos ejemplos de la problemática actual de la sociedad de este siglo. Ante esta problemática, la Comisión Europea mantiene una estrategia dirigida a orientar la economía europea hacia un uso más sostenible de los recursos y para ello, las biorrefinerías juegan un papel fundamental en el aspecto de la sustentabilidad, es por ello que debe evaluarse toda la cadena de valor en referencia a su sustentabilidad ambiental, económica, social e institucional, cubriendo todo el ciclo de vida (construcción-operación-desmantelamiento). Esta evaluación también debe tener en cuenta las posibles consecuencias debidas a la competencia entre los recursos alimenticios y la biomasa, el impacto en el uso y calidad del agua, los cambios en el uso de la tierra, el balance de carbono y la fertilidad del suelo, el balance neto de gases de efecto invernadero, el impacto sobre la biodiversidad, los riesgos toxicológicos potenciales y la eficiencia energética. Otros aspectos importantes a considerar son los impactos en la dinámica internacional y regional, los usuarios finales y las necesidades del consumidor y la viabilidad de la inversión. Bajo este enfoque, la obtención de compuestos de alto valor en biorrefinerías, permitirá sustituir compuestos que se utilizan en la elaboración de muchos productos de uso diario, no sólo de combustibles para transporte, con lo que se espera un impacto positivo sobre los problemas ambientales asociados al uso del petróleo y sus derivados. Estas biorrefinerías, en contraposición a las refinerías petroquímicas convencionales, se caracterizan por llevar a cabo procesos eco-eficientes, de baja huella ambiental, basados en el uso de fuentes renovables de diferente tipología y, preferentemente, que no compitan con materias primas alimentarias.

Actualmente, un total de 803 biorrefinerías han sido identificadas en la UE como productoras de algunos de los bioproductos finales asociados a las mencionadas plataformas. El 60% de ellas produce compuestos químicos bio-basados, el 45% produce biocombustibles y el 17% biomateriales y fibras. Cabe destacar que sólo el 22% de todas estas biorrefinerías incorporan tecnologías de obtención de energía en sus instalaciones y, por tanto, pueden autoabastecerse en planta e incrementar la sostenibilidad del proceso que llevan a cabo. La mayor densidad de biorrefinerías se encuentra en Centroeuropa, especialmente en Bélgica, Holanda y Alemania, seguido de ciertas regiones industrializadas de Francia e Italia. España, particularmente, ocupa la novena posición en cuanto al número total de biorrefinerías, con independencia de las capacidades de producción de éstas.

En lo referente a materias primas, el mayor número de biorrefinerías en la UE se basa en el uso de biomasa de origen agrícola, seguido de aquellas con biomasa forestal (especialmente en países como Finlandia, Suecia y Austria), doméstica (especialmente en Alemania, Holanda, Francia, Reino Unido y España) y marina (especialmente en Francia, Holanda y España). (11)

1.7. Bibliografía:

- 1) Santos, N. – PhD Thesis: Influence of chemical and enzymatic treatments on a variety of wood pulps on their dissolution in NaOH-water. Other. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, 2013. English.
- 2) Jan C.J. Bart, Natale Palmeri, Stefano Cavallaro, 4 - Vegetable oil formulations for utilisation as biofuels, Editor(s): Jan C.J. Bart, Natale Palmeri, Stefano Cavallaro, In Woodhead Publishing Series in Energy, Biodiesel Science and Technology, Woodhead Publishing, 2010, Pages 114-129, ISBN 9781845695910,
- 3) Klemm, D., B. Heublein, et al. (2005). “Cellulose: Fascinating biopolymer and sustainable raw material.” *Angewandte Chemie-International Edition* 44(22): 3358-3393.
- 4) Vancov, T.; McIntosh, S. Alkali Pretreatment of Cereal Crop Residues for Second-Generation Biofuels. *Energy Fuels* 2011, 25, 2754–2763.
- 5) AustroCel Hallein GmbH archivos, acceso: Agosto, 2020.
- 6) Luna, N. Las Microalgas como Fuente de Energía y para Procesos de Biorremediación. *Petroquímex*. 14, 89: 23-25. 2017. <http://petroquimex.com/las-microalgas-como-fuente-de-energia-y-para-procesos-de-bioremediacion>
- 7) Luna, N. Biorrefinería: de la biomasa a los biocombustibles y productos químicos. 2019. <https://invdes.com.mx/los-investigadores/biorrefineria-la-biomasa-los-biocombustibles-productos-quimicos>.
- 8) Martínez, A. Etanol carburante, el caso de Brasil y visión de largo plazo. Unión de Morelos. 2008. <http://www.acmor.org.mx/?q=content/etanol-carburante-el-caso-de-brasil-y-visi%C3%B3n-de-largo-plazo>.
- 9) Requejo, A. - PhD Thesis: Olive tree pruning as raw material for the production of hemicellulose derived products, cellulose pulps and bioethanol. Las podas de olivo como materia prima para la producción de las hemicelulosas, pastas celulósicas y bioetanol. 2012. Universidad de Córdoba. Departamento de Química Inorgánica e Ingeniería. Edita: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales Ctra. Nacional IV, Km. 396 A 14071, Córdoba.
- 10) Requejo, A., Peleteiro S., Rodríguez A., Garrote G. and Juan Carlos Parajó, J.C. Second-Generation Bioethanol from Residual Woody Biomass. *Energy Fuels*, 2011, 25, 4803–4810.
- 11) López, J.C. Las biorrefinerías, una apuesta firme hacia la (bio)economía circular. 2020. Ainia Centro Tecnológico. <https://www.ainia.es/tecnoalimentalia/tecnologia/biorrefinerias-apuesta-firme-bioeconomia-circular>.

Ciencia y Medio Ambiente

María Sánchez-Mayendía Pérez-Serrano

Licenciada en Ciencias Ambientales. Responsable de Desarrollo de proyectos de energía renovable GPG-Naturgy en México

El medio ambiente es un sistema formado por elementos naturales y artificiales que están interrelacionados entre si y que son modificados por la acción humana. El suelo, el agua, los seres vivos y objetos fabricados por el hombre, así como su cultura o sus tradiciones, componen el medio ambiente. Todo el entorno que condiciona la forma de vida de la sociedad que existe en un momento y lugar determinados, forman también parte de la definición del Medio Ambiente.

Como es conocido por todos, la conservación de éste es imprescindible para la vida sostenible de las generaciones actuales y futuras.

Factores físicos, biológicos y socioeconómicos nos han llevado a una serie de problemáticas medioambientales como calentamiento global, degradación de los ecosistemas, contaminación o desaparición de las especies.

La crisis ambiental actual guarda una estrecha relación con el conocimiento científico y el desarrollo tecnológico que posibilitaron y potenciaron el aprovechamiento de los recursos naturales. Desde la Revolución Industrial a finales del siglo XVIII, hasta las de los siglos XIX y XX, la dominación y explotación de los recursos naturales así como la actividad humana en general, han provocado una tensión sin precedentes en los sistemas que sustentan la vida en la Tierra.

Pero al mismo tiempo se han visto en la ciencia y la tecnología las herramientas más importantes para hacer frente a los diversos problemas ambientales.

A pesar de la importancia del medio ambiente en el sustento de la vida, los seres humanos hemos tardado mucho tiempo en tomar conciencia de la afectación que estamos causando y no ha sido hasta 1972, que se produce la primera conferencia de la ONU sobre cuestiones ambientales, la cual tuvo lugar en Estocolmo; a la que también se le conoce como la Cumbre de la Tierra.

Por primera vez se discute la responsabilidad de la humanidad frente al medio, natural y humano, y la necesidad de un uso adecuado de los recursos.

En 1983, la ONU estableció la **Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo**¹ cuyo objetivo general era “*Una agenda global para el cambio*” y como objetivos particulares se marcaron los siguientes:

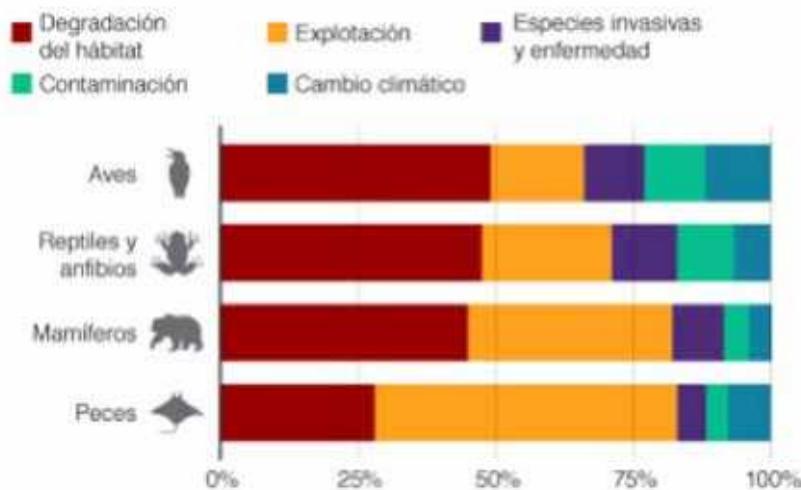
- Reexaminar las cuestiones críticas relacionadas con el medio ambiente y el desarrollo y formular propuestas de acción innovadoras, concretas y realistas para afrontarlas;
- Reforzar la cooperación internacional sobre el medio ambiente y desarrollo, y evaluar y proponer nuevas formas de cooperación que puedan romper con las modalidades existentes e influir así en las políticas y acontecimientos en la dirección del cambio necesario;

¹ Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future

- Incrementar el nivel de comprensión y compromiso respecto de la acción por parte de los individuos, las organizaciones voluntarias, el mundo de los negocios, las instituciones y los gobiernos.

Como resultado de esta comisión se elaboró un reporte denominado Nuestro Futuro Común, también conocido como Informe Brundtland, (debido a que estuvo a cargo de la ministra sueca Gro Harlem Brundtland), donde se advertía que la humanidad debía cambiar sus modos de vivir para evitar llegar a niveles de degradación ecológica inaceptables, haciendo un llamado en pos de un desarrollo sostenible definido como un *“desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”*. Esta definición se consolidó en la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo llevada a cabo en Río de Janeiro en 1992.

La degradación ecológica de los ecosistemas es el factor más importante en la pérdida de biodiversidad a nivel mundial. En la siguiente figura podemos observar los principales causantes:



Fuente. WWF, Informe Planeta Vivo 2018

El cambio climático es a su vez causa y consecuencia de la degradación ecológica de los ecosistemas. Este cambio Climático se entiende como un cambio del clima atribuido directa o indirectamente la actividad humana.

La Convención marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 1997 adoptó el Protocolo de Kioto², el cual entraría en vigor en febrero de 2005, que consiste en un acuerdo internacional para la reducción las emisiones de los gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global.

El protocolo Kioto, tiene como una de los principales objetivos el fomento del mercado del carbono, mediante el cual se obligaba a las industrias emisoras de GEI (Gases de efecto invernadero) a hacer mejoras tecnológicas que permitieran reducir sus emisiones y si esto no era posible pudieran compensar sus emisiones comprando los denominados derechos de emisión.

² https://unfccc.int/kyoto_protocol

Adicionalmente se introdujo otro mecanismo, ligado al mercado, denominado Mecanismo de Desarrollo Limpio. Este mecanismo surge cuando se plantea cómo incentivar que los países sin obligación de reducción de gases de efecto invernadero emprendan un camino de desarrollo sostenible. Si un proyecto en un país en desarrollo reduce emisiones (ej: uno de energías renovables) puede vender esas reducciones de emisión a empresas o países para que las puedan utilizar en su cómputo para cumplir con sus objetivos.

Aunque ambos mecanismos han sido llevados a cabo por los países que se adhirieron al protocolo, cierto es que por ejemplo Estados Unidos, el país con mayor emisión de gases, no ratificó el protocolo por considerar que su aplicación es ineficiente. Y lo cierto es que este tipo de acciones somete al medio ambiente a términos monetarios y de compensación de problemas que me llevan a considerar la necesidad de una reforma hacia un capitalismo verde.

Más recientemente en aras de que los países y la sociedad en general modernicen la gobernanza ambiental a nivel mundial, la ONU ha marcado los Objetivos de Desarrollo Sostenible³ como parte de la Agenda 2030. Entre ellos el **Objetivo 15⁴: Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras, detener la pérdida de biodiversidad**; pretende *Trabajar con el medio ambiente para salvar a las personas*. Inevitablemente nuestro destino como humanidad está ligado al medio ambiente y la permanencia en la tierra de la especie humana está determinada por la capacidad que tengamos de evitar la degradación y extinción de los ecosistemas.

En nuestra relación con la naturaleza el ser humano tiende a pensar que puede compensar un daño al ecosistema, por ejemplo, intentamos compensar el desperdicio de agua utilizando productos amigables con el medio ambiente. Pero esto, pone de manifiesto nuestra incapacidad para dimensionar el problema ecológico, ya que existen comportamientos en materia ambiental que son totalmente irreversibles y el daño nunca jamás se llega a compensar.

Es por esto que se necesita modernizar la visión ambiental a nivel mundial y adoptar nuevas perspectivas teóricas, epistemológicas y metodológicas. Esto conlleva a la generación de una concepción diferente de la naturaleza y nuevas actitudes hacia ella.

Existen 2 posiciones encontradas en este sentido: una asume la necesidad de abandonar el estilo de vida actual de la sociedad capitalista, consumista y depredadora; y otro basado en una mayor inversión para la innovación en los desarrollos científicos y tecnológicos sustentables.

Importantes avances científicos, por ejemplo en el área de energía, han permitido que en los últimos decenios seamos capaces de generar energía con fuentes renovables. Aunque aún estamos muy lejos de llegar al objetivo global de generación limpia a nivel mundial, las empresas cada vez están más comprometidas con el medio ambiente. No solo empresas generadoras, como GPG-Naturgy para la que trabajo, ha tomado conciencia del cambio que se necesita sino que grandes empresas consumidoras cada vez exigen más a las energéticas, que la electricidad que consumen provenga de fuentes limpias.

³ <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

⁴ <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/biodiversity/>

Como una pieza clave en este rompecabezas, las empresas deben erigirse como potenciadores de la transición hacia un modelo de economía circular bajo en carbono, no solo porque la legislación que les aplique según el país les obligue, sino porque los tomadores de decisiones realmente están comprometidos con una conciencia de cambio.

A pesar de todos los esfuerzos que se han llevado a cabo, recientemente la ONU presentó un nuevo informe, denominado Informe IPBES⁵, sobre el estado de la biodiversidad del planeta. El estudio señala que la destrucción de la naturaleza se está dando a una velocidad nunca antes vista y nuestra necesidad de más alimentos y energía son los principales impulsores.

Este informe supone un sustento científico irrefutable de que la biodiversidad en el planeta se encuentra en un estado alarmante, marcando los 5 factores que más alteran la naturaleza: cambios en el uso del suelo, explotación directa de ecosistemas, cambio climático, contaminación y especies exóticas invasoras.

El informe presenta 5 cifras impactantes que merecen ser mencionadas:

1. Un millón de especies naturales están en peligro de extinción y más de 500.000 especies terrestres no tienen hábitat suficiente para garantizar su supervivencia en el tiempo, constituyendo así el riesgo de pérdida de biodiversidad “más acelerado de la historia”.
2. Cada año extraemos alrededor de 60 mil millones de toneladas de recursos renovables y no renovables, casi el doble en comparación con 1980. Sumado a esto, hemos aumentado la extracción de madera en un 45% y estamos utilizando más de un tercio de la superficie terrestre – y el 75% del agua dulce- en agricultura o ganadería.
3. El 75% de los ecosistemas terrestres se han alterado por las acciones humanas y, con su degradación, la productividad de la tierra se ha reducido en 23%. Además, hasta US\$ 577 mil millones en cultivos están en riesgo de perderse, debido a la amenaza que enfrenta las abejas y otros polinizadores.
4. Solo queda un 3% de océano virgen en el planeta; es decir, el 97% de los ecosistemas marinos han sido alterados por la contaminación plástica- que se ha multiplicado por diez desde 1980-, el vertimiento de residuos industriales y el riesgo de fertilizantes y pesticidas, entre otros factores.
5. Desde 1992, las áreas urbanas en el mundo han aumentado en más del doble y la pérdida de ecosistemas costeros –con la protección que estos proveen– tiene a 300 millones de personas en riesgo de sufrir los efectos de inundaciones y huracanes.

Estos datos ponen claramente de manifiesto la necesidad de tomar conciencia, a todos los niveles, y ser capaces como sociedad de generar un cambio en todas las estructuras y sistemas que conocemos. Solo así podremos mantener la vida en el planeta tal y como la conocemos a día de hoy y solo así seremos capaces de perpetuarnos como especie. Tenemos las herramientas a la mano, la ciencia y el medio ambiente no deben estar enfrentados, la ciencia debe estar al servicio del medio ambiente para permitir seguir avanzando en un desarrollo sostenible.

⁵ <https://ipbes.net/>

Importancia de los entornos escolares para el desplazamiento activo al centro educativo

López-Centeno Francisco David, Chillón Palma**

*Grupo de Investigación PROFITH “PROMoting FITness and Health through physical activity”, Instituto Mixto de Investigación Deporte y Salud (iMUDS, Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Granada, Granada, España.

Resumen

El desplazamiento activo al centro educativo, es decir, andar o ir en bicicleta o patinete en el trayecto casa-centro de ida y vuelta, es una de las opciones para aumentar la actividad física en niños y adolescentes. Además, tiene otros muchos beneficios a nivel de salud individual y sostenibilidad ambiental. Por ello, diversas instituciones crean constantemente iniciativas para potenciar el desplazamiento activo, como unas pautas para crear entornos escolares seguros, o los proyectos PACO (Pedalea y Anda al Cole) y STARS (Acreditación y Reconocimiento de Desplazamientos Sostenibles para Colegios) que ayudan a los centros educativos a fomentar los desplazamientos activos en el alumnado.

Palabras clave: desplazamiento activo, entornos seguros, actividad física.

Abstract

Active commuting to and from school, that is, walking, cycling or scooting to and from school, is one of the options for increasing physical activity in children and adolescents. It also has many other benefits in terms of individual health and environmental sustainability. For this reason, various institutions are constantly creating initiatives to promote active commuting, such as guidelines for creating safe school environments or the PACO (Pedalea y Anda al Cole) and STARS (Sustainable Travel Accreditation and Recognition for Schools) projects that help schools to promote active commuting among their pupils.

Keywords: active commuting, safe environments, physical activity.

1. Desplazamiento activo: definición, beneficios y factores influyentes.

Definición

El desplazamiento activo se puede definir como el comportamiento de dirigirse a distintos destinos habituales como al centro educativo por medio de transportes que conlleven un gasto metabólico en nuestro cuerpo, como por ejemplo caminar o usar la bicicleta (Mandic et al., 2015). El desplazamiento activo conlleva diversos beneficios y a su vez, este comportamiento se debe a diversos factores, que se explican a continuación.

Beneficios

- Desde una perspectiva medioambiental.

La contaminación del aire es uno de los grandes problemas de la humanidad, aunque, al no ser visible, no se toma suficiente conciencia como se debería. Según la Agencia

Europea del Medio Ambiente, causa 430.000 muertes prematuras en Europa, afectando en gran medida a la infancia, el crecimiento, la salud respiratoria o el desarrollo cognitivo (Agencia Europea del Medio Ambiente, 2021). Es por esto por lo que debemos de reducir en gran medida la utilización de vehículos que contaminen.

- Desde una perspectiva individual

Son numerosos los beneficios del desplazamiento activo a nivel de salud individual de los que lo practican. La organización mundial de la salud recomienda en niños de 5 a 17 años, realizar un mínimo de 60 minutos diarios de actividad física con una intensidad de moderada a vigorosa; y en adultos, sin embargo, recomiendan un mínimo de 150 minutos semanales (Organización Mundial de la Salud, 2021). El desplazarse andando o en bicicleta diariamente, contribuye a aumentar la actividad física de las personas, por ende su salud física, social y mental, previniendo la obesidad infantil. De hecho, algunos estudios han demostrado que el desplazamiento activo contribuye a aumentar los niveles de actividad física total en los jóvenes (Davison et al., 2008). Además, en niños se ha observado una relación del desplazamiento activo con la capacidad cognitiva (Ruiz-Ariza et al., 2015). La relevancia del desplazamiento al colegio o instituto es alta al ser un comportamiento diario que se realiza como mínimo dos veces al día (ida y vuelta) y podría ser una oportunidad para ser activos.

Factores

Son diversos los factores que pueden afectar y motivar al desplazamiento activo a la hora de desplazarse al centro educativo, pudiendo ser factores personales, familiares y ambientales. A nivel personal, por ejemplo, se ha observado que los niños que perciben más seguridad se desplazan al centro educativo caminando o en bicicleta la mayor parte de las veces (Villa-Gonzalez et al., 2012). Por otra parte, a nivel familiar, la actividad laboral influye notablemente también en el desplazamiento del alumnado al centro educativo de tal forma que las familias que se desplazan a su trabajo caminando repercute en que sus hijos se desplazan también al centro educativo andando y en bicicleta (Rodríguez-Lopez et al., 2013). Además, se han descartado otros factores a nivel ambiental, como el aspecto meteorológico, indicando que no hay apenas diferencias entre un periodo climatológico y otro a la hora de desplazarse al centro educativo en niños españoles del sur de Andalucía, quizás debido a las escasas precipitaciones (Segura-Díaz et al., 2014). Un factor ambiental de gran relevancia es el entorno escolar seguro. Es por esto por lo que actualmente, diferentes grupos de investigación están estudiando cómo afecta el entorno de las ciudades en el desplazamiento activo, donde tanto el centro educativo como las políticas del municipio podrían contribuir a un entorno seguro y agradable que fomentase el uso del andar y bicicleta para desplazarse como medio habitual.

El objetivo de este artículo es proponer motivos para contribuir a crear entornos escolares seguros atendiendo a diferentes perspectivas: Inseguridad, indisciplina vial, autonomía, obesidad, contaminación atmosférica y acústica y explotación del transporte motorizado.

2. Creación de entornos escolares seguros: motivos

A lo largo de los años, se han estudiado diversos factores que determinan el desplazamiento activo en las grandes y pequeñas ciudades, a través de diferentes estudios referenciados en el apartado anterior. Aun así, la investigación de los factores de entorno ha sido escasamente estudiada en España, y se requiere más investigaciones al respecto. El entorno escolar es determinante para fomentar desplazamientos activos, y alude a la zona que rodea el centro educativo. Un entorno escolar seguro podría dar mayor confianza y seguridad al alumnado, a sus familias y a toda la comunidad educativa y, por ende, podría aumentarse el número de jóvenes que van andando o en bicicleta. Se debe garantizar un ambiente agradable y seguro que potencie el desplazamiento activo a cualquier centro educativo. Si no se consigue dicha seguridad, se reduce la capacidad de ir activamente al centro educativo y se aumenta el desplazamiento en vehículo privado o transporte público.

Vamos a exponer los motivos de por qué necesitamos crear entornos escolares seguros desde diferentes perspectivas, atendiendo a la propuesta que realiza el Seminario Nacional de Movilidad e Infancia publicada en la página web <http://www.entornos Escolares.es/> nos ofrece (Entornos Escolares, 2021).

La inseguridad.

La inseguridad de un entorno escolar es uno de los factores con más relevancia dentro del desplazamiento. La percepción de peligro por parte de las familias ha favorecido el aumento de los desplazamientos en vehículo particular y los atascos a la puerta de los colegios, generando un círculo vicioso difícil de romper: más coches, más riesgo, menos niñas y niños caminando.

El predominio de la movilidad motorizada en las calles va en detrimento de la seguridad y autonomía infantil. Los accidentes de tráfico siguen siendo una de las principales causas de muerte en niños y niñas menores de 15 años, y el número de peatones de estos grupos de edad, accidentados en cascos urbanos, ronda los 1.800 en estos últimos años. (Entornos Escolares, 2021).

La indisciplina vial

El entorno escolar no suele ofrecer buenos ejemplos de cumplimiento de las normas de tráfico. Por el contrario, la saturación de las vías, las prisas y una cierta permisividad de las autoridades locales, hacen que, en las horas de entrada y salida, sean frecuentes las dobles filas, el aparcamiento en aceras y pasos peatonales, junto a otros comportamientos que, para colmo, generan un riesgo real a quienes van caminando o en bicicleta. (Entornos Escolares, 2021).

Autonomía

La percepción de peligro ha derivado en sobreprotección y continuo control adulto de la infancia, impidiendo el aprendizaje y dominio de numerosas aptitudes imprescindibles para el buen desarrollo físico y la maduración de destrezas psicológicas básicas: habilidades sociales, resolución de problemas, orientación espacial, percepción de eficacia, autocuidado, autoconfianza, etc.

Las dificultades de los niños, niñas y adolescentes para caminar, correr y relacionarse con su entorno inmediato, así como para encontrarse y jugar libremente con iguales, se han vinculado, no solo con falta de autonomía, sino con problemas crecientes de soledad y aislamiento en niños y niñas, o con el incremento del estrés emocional e hiperactividad.

Obesidad

España se encuentra entre los países europeos donde este problema de salud pública es más grave, con una prevalencia de alrededor de un 40% de sobrepeso en la infancia, de los que un 19% de niños –casi uno de cada cinco– y un 17% de niñas padecen obesidad.

La obesidad infantil tiene efectos inmediatos y a largo plazo sobre la salud física, social y emocional. Los niños, niñas o adolescentes con obesidad corren mayor riesgo de sufrir otras afecciones crónicas de salud y enfermedades: asma, apnea del sueño, problemas en huesos y articulaciones, diabetes tipo 2 y enfermedades del corazón. El sobrepeso infantil está íntimamente vinculado al sedentarismo y a la dificultad de niños y niñas menores para realizar el ejercicio mínimo diario necesario, entre el que debería incluirse el desplazamiento activo a los centros escolares y la actividad física en el entorno del barrio (Entornos Escolares, 2021).

Contaminación atmosférica

La contaminación del aire es un problema invisibilizado, aunque causa más muertes que los accidentes de tráfico: 430.000 muertes prematuras en Europa, según la Agencia Europea de Medio Ambiente. La infancia además es especialmente vulnerable, dado que afecta al crecimiento, la salud respiratoria o el desarrollo cognitivo. La evidencia científica ha puesto de manifiesto el gran problema de salud pública que representa la contaminación del aire en las ciudades –principalmente el NO₂ y la materia particulada, PM_{2.5}, PM₁₀ y partículas ultrafinas (UFP)– convertida en un importante factor de riesgo para enfermedades como las infecciones respiratorias, el asma, las dolencias cardiovasculares o el cáncer de pulmón.

En relación con los entornos y rutas escolares, un estudio reciente en la ciudad de Barcelona mostró que, aunque los niños y niñas invierten sólo un 6% de su tiempo diario en estos desplazamientos a pie, absorben el 20% de la dosis total diaria de contaminantes del aire durante este tiempo (el resto lo hacen en casa – 35% - y la escuela – 30%). Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de crear caminos escolares no solo seguros –desde el punto de vista de la accidentalidad- sino también saludables. (Entornos Escolares, 2021).

Contaminación acústica

El ruido impacta en nuestro sistema nervioso autónomo y endocrino de forma negativa, aumentando la liberación de hormonas asociadas al estrés, como el cortisol. Diversos estudios han observado una asociación entre la contaminación acústica y el deterioro de la función cognitiva, perturbaciones hormonales, incluida la diabetes, accidente cerebrovascular y problemas de salud mental, como la depresión y el estrés. En Europa se calcula que el ruido provoca más de 72.000 hospitalizaciones y 16.600 muertes prematuras al año y, aunque son necesarios más estudios para confirmarlo, hay datos

que sugieren que el ruido puede ser un factor de riesgo para el desarrollo de problemas de comportamiento y atención en niños y niñas. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), la exposición al ruido puede ser una de las causas prevenibles de sordera en la infancia (Entornos Escolares, 2021).

Explotación del transporte motorizado

La contaminación atmosférica provocada por vehículos y actividades industriales, el pavimento de asfalto, que retiene el calor e impermeabiliza el suelo, y la proximidad entre edificios, que no permite liberar el calor, generan las llamadas “islas de calor urbanas”. Todos estos factores, unidos a la falta de espacios verdes (parques, árboles) y azules (mar, ríos, estanques, fuentes), provocan incrementos de temperatura con graves efectos sobre la salud, especialmente en niños y niñas y personas mayores.

Los efectos del cambio climático van a suponer, además, un verdadero reto en relación con el confort climático en las ciudades, a menos que prepararemos y adaptemos edificios y espacios públicos urbanos al previsible aumento de las temperaturas y la mayor incidencia de olas de calor (Entornos Escolares, 2021).

3. Proyectos para fomentar el desplazamiento activo y crear entornos escolares seguros

En España se están desarrollando diferentes estrategias para contribuir al aumento de los desplazamientos activos al colegio y a la creación de entornos escolares seguros. Se mencionan algunos relevantes.

Proyecto PACO (Pedalea y Anda al Cole)

Proyecto PACO (Pedalea y Anda al Colegio), de la Universidad de Granada El proyecto PACO (Pedalea y Anda al Colegio) es un proyecto de gran importancia a nivel internacional dentro del desplazamiento activo tanto caminando como en bicicleta. Lo lidera el grupo de investigación PROFITH (<http://profith.ugr.es/>) de la Universidad de Granada, aunque participan investigadores de Chile y Nueva Zelanda. Dicho proyecto es financiado por el Ministerio de economía y competitividad y pretende estudiar y evidenciar las ventajas del desplazamiento activo a los centros educativos. (Ministerio de economía, 2021). Pueden encontrar más información aquí: <http://profith.ugr.es/paco>.



Figura 1. Logo del proyecto PACO

Actualmente el proyecto PACO, está llevando a cabo en diferentes centros educativos de Valencia, Jaén, Granada y Almería, diversos proyectos que conciencian al alumnado, a las familias y a la comunidad educativa de como tienen que desplazarse al centro educativo de una forma saludable y segura (Chillon et al., 2021).

Recientemente se ha publicado el estudio de protocolo de dicho proyecto, que a nivel científico es un ensayo controlado aleatorio en ir en bicicleta a los centros educativos para promover el uso de la bicicleta para ir y volver a la escuela y mejorar la actividad física en adolescentes. (Galvez-Fernandez et al., 2021). Se he elaborado un manual para los profesores de Educación Física que quieran implementar sesiones de bicicleta en sus clases con disponibilidad en abierto:

<http://profith.ugr.es/pages/investigacion/recursos/manualbici/>

Además, se está llevando a cabo otros estudio para estudiar el factor entorno en el contexto escolar, además del ya existente que se obtienen resultados interesantes (Molina-Garcia et al., 2020).

Proyecto STARS

El proyecto europeo STARS (Acreditación y Reconocimiento de Desplazamientos Sostenibles para Colegios) (Proyecto STARS, 2021) tiene como objeto animar y premiar a aquellos centros educativos que fomenten el desplazamiento sostenible y seguro, tanto a pie como en bicicleta. Es un proyecto dirigido a alumnos desde los 6 a los 19 años y, aunque este proyecto comenzó en Madrid, son ya varios los municipios españoles que se han adherido a dicho proyecto.



Figura 2. Logo del proyecto STARS

Los objetivos principales son:

- Aumentar el número de niños y adolescentes que realizan desplazamiento en bici o caminando al centro educativo.
- Fomentar la autonomía en la infancia.
- Promover el compromiso de los jóvenes y niños con el espacio público.
- Promover estilos de vida saludables.

Proyecto de caminos escolares seguros

El proyecto de caminos escolares seguros es una propuesta abierta para trabajar en los centros educativos. En España, la Dirección General de Tráfico (DGT) ha creado una página web (<https://www.caminoescolarseguro.com/>) y pone también a disposición del interesado, información de como elaborar un camino seguro y las ventajas que nos proporciona. Dentro de su página web, nos muestra además otras iniciativas como es el caso del proyecto Snake, el cual se puede hacer hoy en día en cualquier centro educativo ya que su realización es motivante y fácil de usar.

En todos estos proyectos, se puede encontrar como motivar a la sociedad al cambio principalmente en niveles de salud individual y social, y como estas ventajas pueden evidenciar un cambio en la sociedad.

Últimas medidas añadidas por la Dirección General de tráfico

Actualmente, la DGT ha incluido en su página web una serie de recomendaciones que se centran en la movilidad urbana segura y sostenible que se han publicado esta semana (DGT, 2021). Se centran en como replantear la ciudad 30, que significa un conjunto de calles donde la velocidad está limitada a 30km/h (Observatorio de la Infancia, 2021). En dicho documento, podemos encontrar un conjunto de propuestas como, por ejemplo:

- Mejora de la visibilidad del peatón
- Acondicionamiento viario en las proximidades a pasos de peatones
- Mejora de la permeabilidad peatonal
- Intersecciones y pasos de peatones sobreelevados
- Delimitación y separación de sentidos

Un documento bastante recomendable para todas las ciudades y que actualmente, según la dirección general de tráfico, deberían de llevarse a cabo en todas las ciudades. (Recomendaciones de la Dirección General de Tráfico, 2021).

4. Conclusión

Una vez que se ha demostrado científicamente que el desplazamiento activo mejora la actividad física y salud de los jóvenes, y potencia en gran medida el desarrollo cognitivo pero a su vez, depende de diferentes aspectos sociales del entorno y ambientales, tenemos que intentar contribuir a fomentar dicho hábito. Para ello, es fundamental crear entornos escolares seguros en los espacios colindantes de los centros educativos. Son necesarias personas que, por medio del arte de la palabra y los actos, fomenten y difundan las ventajas de la actividad física y del desplazamiento activo a través del fomento de entornos seguros. En esta tarea, la educación de los jóvenes adquiere una gran importancia a la hora de difundir estas ventajas para tener una mejor calidad de vida no solo en el presente, sino también en el futuro.

5. Referencias

1. Agencia Europea del Medio Ambiente. (2021). Medio ambiente y salud. <https://www.eea.europa.eu/es>
2. Centro Nacional de Educación Ambiental (2021). Entornos Escolares Saludables: Para la conversión de los entornos escolares en áreas de protección de la salud de la infancia . <http://www.entornos Escolares.es/>
3. Chillon, P., Galvez-Fernandez, P., Huertas-Delgado, F. J., Herrador-Colmenero, M., Barranco-Ruiz, Y., Villa-Gonzalez, E., Aranda-Balboa, M. J., Saucedo-Araujo, R. G., Campos-Garzon, P., Molina-Soberanes, D., Segura-Diaz, J. M., Rodriguez-Rodriguez, F., Lara-Sanchez, A. J., Queralt, A., Molina-Garcia, J., Bengoechea, E. G., & Mandic, S. (2021). A School-Based Randomized Controlled Trial to Promote Cycling to School in Adolescents: The PACO Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), Article 2066. <https://doi.org/10.3390/ijerph18042066>
4. Davison, K. K., Werder, J. L., & Lawson, C. T. (2008). Children's active commuting to school: current knowledge and future directions. *Preventing chronic disease*, 5(3), A100-A100.
5. Dirección General de Tráfico (2021). A 30, en ciudad, todos protegidos. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=DX6rUSFdho8&feature=youtu.be>
6. Dirección general de tráfico (2021). Camino Escolar Seguro. <https://www.caminoescolarseguro.com/colegios.html>
7. Dirección General de Tráfico (2021). Dirección General de Tráfico, recomendaciones principales. <https://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/estrategias-y-planes/sistema-seguro/Recomendaciones-de-Movilidad-Urbana-Segura-y-Sostenible-DGT.PDF>
8. Dirección General de Tráfico (2021). Proyecto STARS. [http://www.caminoescolarseguro.com/stars.html#:~:text=El%20proyecto%20europeo%20STARS%20\(Acreditaci%C3%B3n,a%20pie%20como%20en%20bicicleta.](http://www.caminoescolarseguro.com/stars.html#:~:text=El%20proyecto%20europeo%20STARS%20(Acreditaci%C3%B3n,a%20pie%20como%20en%20bicicleta.)
9. Galvez-Fernandez, P., Saucedo-Araujo, R. G., Campos-Garzon, P., Aranda-Balboa, M. J., Molina-Soberanes, D., Segura-Diaz, J. M., Herrador-Colmenero, M., Huertas-Delgado, F. J., Villa-Gonzalez, E., Barranco-Ruiz, Y., & Chillon, P. (2021). Active commuting to school and associated health indicators: evaluation protocol of the PACO study "Cycle and Walk to School" and its implementation in secondary school. *Retos-Nuevas Tendencias En Educacion Fisica Deporte Y Recreacion*(39), 649-657.
10. Mandic, S., Mountfort, A., Hopkins, D., Flaherty, C., Williams, J., Brook, E., Wilson, G., & Moore, A. (2015). Built Environment and Active Transport to School (BEATS) Study: Multidisciplinary and Multi-Sector Collaboration for Physical Activity Promotion. *Retos-Nuevas Tendencias En Educacion Fisica Deporte Y Recreacion* (28), 197-202.
11. Ministerio de economía (2021). Periodo financiado desde enero de 2017 hasta diciembre de 2020. <https://portal.mineco.gob.es/>
12. Molina-Garcia, J., Campos, S., Garcia-Masso, X., Herrador-Colmenero, M., Galvez-Fernandez, P., Molina-Soberanes, D., Queralt, A., & Chillon, P. (2020). Different neighborhood walkability indexes for active commuting to school are necessary for urban and rural children and adolescents. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(1), Article 124. <https://doi.org/10.1186/s12966-020-01028-0>

13. Rodríguez-Lopez, C., Villa-Gonzalez, E., Perez-Lopez, I. J., Delgado-Fernandez, M., Ruiz, J. R., & Chillón, P. (2013). FAMILY FACTORS INFLUENCE ACTIVE COMMUTING TO SCHOOL IN SPANISH CHILDREN. *Nutricion Hospitalaria*, 28(3), 756-763. <https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.3.6399>
14. Observatorio de la Infancia (2021). Las zonas 30 km/h. ¿Qué es una zona 30?. https://www.observatoriodelainfancia.es/oia/esp/documentos_ficha.aspx?id=1344#:~:text=Resumen%3A%20Una%20ZONA%2030%20es,esta%20limitada%20a%2030km%2Fh.
15. Organización Mundial de la Salud. (2021). Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. <https://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/>
16. Ruiz-Ariza, A., de la Torre-Cruz, M. J., Redecillas-Peiró, M. T., & Martínez-López, E. J. (2015). [Influence of active commuting on happiness, well-being, psychological distress and body shape in adolescents]. *Gac Sanit*, 29 (6), 454-457. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2015.06.002> (Influencia del desplazamiento activo sobre la felicidad, el bienestar, la angustia psicológica y la imagen corporal en adolescentes.)
17. Segura-Díaz, J. M., Herrador-Colmenero, M., Martínez-Téllez, B., & Chillón Garzón, P. (2014). [Effect of precipitation and seasonal period on the patterns of commuting to school in children and adolescents from Granada]. *Nutr Hosp*, 31 (3), 1264-1272. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.3.8282> (Efecto de la precipitación y el periodo estacional sobre los patrones de desplazamiento al centro educativo en niños y adolescentes de Granada.)
18. Villa-Gonzalez, E., Rodríguez-Lopez, C., Huertas Delgado, F. J., Tercedor, P., Ruiz, J. R., & Chillón, P. (2012). Personal and environmental factors are associated with active commuting to school in Spanish children. *Revista de Psicología Del Deporte*, 21 (2), 343-349.

La Responsabilidad social y su impacto en el medio ambiente (*)

Miguel Valcárcel Cases

Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid

INTRODUCCIÓN

La Responsabilidad Social (a partir de ahora **RS**) es un concepto nacido a mitad del siglo XX en el ámbito empresarial (**RSC**, Responsabilidad Social Corporativa) y retomado con fuerza en el siglo XXI. Tiene vocación de ir más allá de los sistemas de calidad (muy en boga del último cuarto del siglo pasado) y carácter transversal. No solo se aplica a organizaciones, a empresas sino también a áreas de actividad individuales, medioambientales, comerciales, científico-técnicas, etc. Ha crecido de manera transversal.

Como toda actividad humana, los desarrollos científicos y tecnológicos en el ámbito del I+D+T (investigación, Desarrollo y Transferencia) también tienen su RS. Así, en la literatura científica (5, 6) se ha resaltado la importancia de la misma para el futuro de la Humanidad.

Respecto al contenido de este artículo, en una primera parte se exponen brevemente los conceptos claves de la RS de un individuo, de un área, de una organización, que son esenciales para la vida contemporánea. En la segunda parte, se relatan sistemáticamente las connotaciones internas y externas de la aplicación de la RS al medio ambiente (MA).

EL CONCEPTO DE LA RS

DEFINICIONES DE RS

Actualmente existen más de 100 definiciones de RS en la literatura científico-técnica, la mayoría de ellas en el ámbito corporativo. Cada libro o artículo enfatiza algún aspecto de la misma. En 40 definiciones estudiadas en la literatura (1), las dimensiones de la RS más resaltadas son:

- *Partes interesadas* (en el 88% de las definiciones)
- *Impacto social* (en el 88% de las definiciones)
- *Impacto económico* (en el 86% de las definiciones)
- *Voluntariedad* (en el 80% de las definiciones)
- *Impacto medioambiental-sostenibilidad (en el 59% de las definiciones).*

Estas dimensiones o aspectos esenciales de la RS la definen intrínsecamente con una jerarquía de importancia (%) entre ellos. Se observa que el impacto medioambiental de la RS no se incluye en su definición en un 40% de las definiciones.

Se presenta en la Figura 1 una de las definiciones más aceptadas, que aparece en el estándar escrito Guía UNE-ISO 26.000:2010 sobre la RS tanto para organizaciones como para actividades humanas (2). Las palabras *impacto* (sobre la sociedad y el medio ambiente), *ética* y *transparencia* y *acatamiento de leyes y normas* son esenciales en la RS. Su

(*) A todos aquellas y aquellos que están y estarán implicados en la sostenibilidad de nuestro planeta.

descripción más detallada se hará al comentar los principios de la RS que contiene este artículo. Esta definición exige aclarar algunos términos poco habituales, como se hace a continuación.

El concepto de “*responsabilidad*” es un valor de la conciencia de un individuo o colectivo que le permite concienciarse, reflexionar, administrar, orientar, valorar las consecuencias de sus actos.

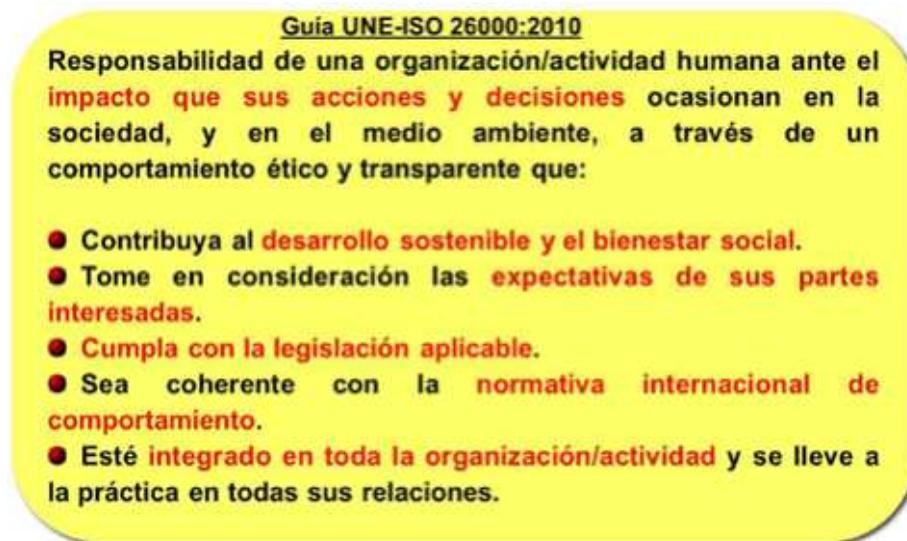


Figura 1.- Definición de la RS en la Guía ISO 26.000:2010. Nótese que en la definición se incluye el definido (“responsabilidad”). Por ello, en este artículo se propone sustituirla por “Concienciación” En este caso el MA está integrado en la definición (“desarrollo sostenible”)

Las “*partes interesadas*” son los colectivos anteriormente denominados en castellano como “grupos de interés” y en inglés como “*stakeholders*”. Se definen como grupos o personas que reciben los outputs (ej. productos, contaminación medioambiental) de una organización (ej. empresa) y que pueden influir (inputs) sobre ella (ej. para la mejora de los productos, bajar su precio y reducir la contaminación medioambiental). Así, las actividades de una organización, área o individuo repercuten sobre las partes interesadas, que a su vez, pueden influir en la remodelación de estas actividades. Este planteamiento two-way es clave en la RS.

CARÁCTER CÍCLICO DE LA RS

El círculo conceptual (ver Figura 2) que define a la RS de forma integral es una concatenación de una serie de facetas complementarias, que se comentan a continuación.

En primer lugar, la RS debe ser un compromiso explícito y por escrito que implique una nueva estrategia que desemboque en cambios sustanciales en la gestión de las organizaciones o áreas que supongan establecer un nuevo código de conducta.

Las preocupaciones sociales y medioambientales deben impregnar las actividades, lo que implica la ampliación de los grupos de interés clásicos.

La RS debe ser el vínculo y balance entre los objetivos principales y las preocupaciones sociales y medioambientales para que la organización o área de actividad sea res-

ponsable y sostenible, lo que indudablemente exige un compromiso, cerrándose el ciclo señalado en la figura.

En el siglo XXI han proliferado los documentos sobre RS que se han desarrollado desde los ayuntamientos, comunidades autónomas o regiones, Estados, Unión Europea y con vocación universal. Hay que tener en cuenta que esta abundante documentación facilita, sin lugar a dudas, la extensión de la asunción del concepto de la RS a otras áreas, así como su desarrollo práctico.



Figura 2.- Circulo conceptual que define la RS de una organización o área.

PRINCIPIOS DE LA RS

Los siete pilares o principios en que debe basarse la RS se describen en el apartado 4 la Norma ISO 26.000:2010. Éstos son fundamentales para su comprensión y su adopción. Estos principios se muestran esquemáticamente en la Figura 3.



Figura 3.- Principios básicos de la RS.

Los *tres primeros pilares* son: la rendición de cuentas, la transparencia y el comportamiento ético. La discusión acerca de si RS significa también comportamiento ético está de esta manera resuelta, aunque los especialistas clásicos no lo acepten. Estos principios son esenciales y van más allá de la calidad.

Los *otros cuatro principios* pueden agruparse en uno solo si se tiene en cuenta que todos tienen en común el respeto y acatamiento a diferentes valores: unos generales, como son los derechos humanos, la normativa internacional de comportamiento y la legalidad vigente; y otro específico, correspondiente a los intereses de todas las partes interesadas, valga la redundancia.

Si hubiese que destacar algún principio, sería el último: la satisfacción integral de todas las partes interesadas, ya que en él confluyen todos los demás.

La RS aparece con fuerza en el siglo XXI, a partir del cual han surgido entusiastas y detractores de la misma. Así, la RS se ha planteado como:

- Una moda pasajera
- Una estrategia real para la mejora
- Una fachada, para aprovecharse de ella
- Un compromiso con la sociedad y el medio ambiente

La situación actual puede estar deformada hacia lo no correcto (ej. predominio del uso interesado, siendo la RS una fachada). Esta situación debe evolucionar hacia un predominio de las facetas realmente relacionadas con la RS (estrategia y compromiso) a costa de reducir los aspectos más de marketing (moda, fachada), que son también perfectamente legítimos siempre que la estrategia y compromiso sean prioritarios.

LA RS DE LA SOSTENIBILIDAD

En la Figura 4 se muestra una aproximación general de la RS sobre el MA, con diversas alternativas según tres diferentes criterios: 1) Inclusión o no del MA en la definición de RS; 2) Connotaciones internas o externas; y 3) Estrategias de marketing verde o ecológico). Los detalles de cada alternativa se comentan a continuación.

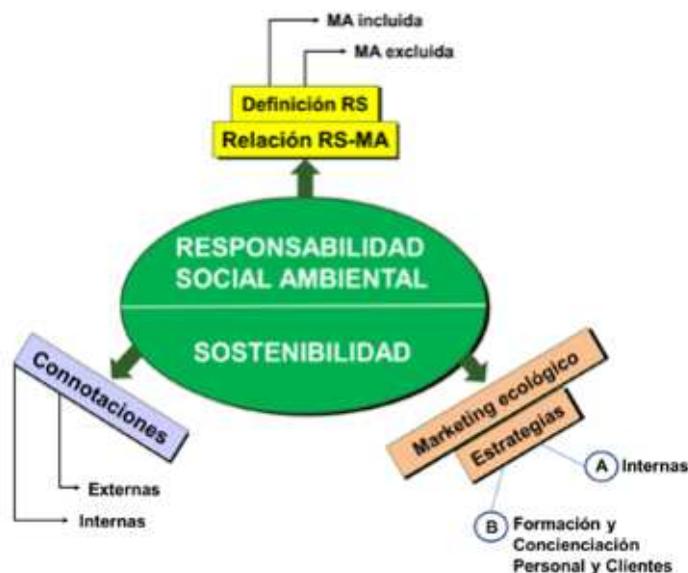


Figura 4.- Panorámica general de la RS medioambiental

SOSTENIBILIDAD

El impacto ambiental de la RS está íntimamente relacionado con el concepto de “sostenibilidad”. Existen muchas definiciones de este término. Una de las más simples y concluyentes es: se dice que *un proceso es sostenible cuando “satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”*. La RS sobre el MA está íntimamente ligada a la sostenibilidad: concienciación, estrategias y acciones para asegurar la preservación/mejora del planeta.

La relación entre RS y MA, el tema abordado en este artículo, es contundente e inexcusable. Unos autores consideran la sostenibilidad (preservación/mejora del MA) como una parte de la RS, y otros, en cambio, lo consideran como un resultado del impacto de la RS. De hecho, un poco más de la mitad (59%) de las definiciones de RS incluyen la aproximación medioambiental. No obstante, ambas aproximaciones describen la misma relación con dos enfoques estructurales diferentes, pero absolutamente complementarios.

Es frecuente la denominación “**responsabilidad social ambiental**” que puede entenderse como *el compromiso que adquieren las compañías para preservar y cuidar el medio ambiente*. El objetivo es evaluar todos los recursos naturales que la empresa utiliza para la creación de sus productos o servicios, por ejemplo el agua, la energía eléctrica o las materias primas que se utilizan para el embalaje, eliminación de plásticos, reciclaje, utilización de menos papel, etc. Implica la plena compatibilización de sus actividades económicas y comerciales con la sostenibilidad medioambiental propia y la de su entorno. En muchas empresas se ha convertido en un punto estratégico de las mismas.

CONNOTACIONES DE LA RS AMBIENTAL

Según se trace una línea de distinción de la aplicación de la RS a la preservación del medio ambiente dentro y fuera de la corporación/empresa/organización, se contemplan dos posibilidades:

- 1) *Connotaciones internas*. Se refieren a todas las acciones que se implantan en la empresa (desde las oficinas hasta la distribución del producto), para evitar la contaminación ambiental en su seno (ej. reducción drástica del uso de papel) y también la que pueden contaminar el entorno (ej. humos que generan la lluvia ácida).
- 2) *Connotaciones externas*. Se refieren fundamentalmente a la calidad ecológica del producto de la empresa que compran sus clientes. Este producto no debe ser tóxico para los seres vivos (cuando se almacena y cuando se usa) y sus residuos eliminables con facilidad. Algunos autores incluyen dentro de las connotaciones externas los residuos de las empresas.

MARQUETING ECOLÓGICO O VERDE

Las empresas tienen como objetivo último satisfacer y fidelizar a los clientes. Pero estos clientes pueden tener una arraigada concienciación medioambiental y otros pasar olímpicamente de ella. La responsabilidad social medioambiental está más reforzada si el cliente exige productos ecológicos. Aunque esto no debe ser obstáculo para que la empresa sea sostenible ya que, a medio/largo plazo la sostenibilidad será una exigencia legal más firme que la existente ahora.

El “marketing verde o ecológico” nace de esta nueva corriente de consumidores “verdes”. Existen dos estrategias perfectamente complementarias:

A) La primera estrategia se centra en el *área comercial y empresarial* y hace referencia a los procesos de creación de los productos. La finalidad es poner en marcha las medidas oportunas para no dañar al medio ambiente y comercializar un producto o un servicio final que no cree ningún tipo de contaminación, que no genere desperdicios y que se haya creado optimizando recursos.

B) La otra estrategia del marketing ecológico se centra en el *área social* y hace referencia a la formación/concienciación. Es decir, se promueven iniciativas para concienciar a su personal interno y a sus clientes externos de la necesidad de proteger y cuidar el medio ambiente. Ambos son los colectivos esenciales de la RS ambiental.

CONCLUSIÓN

El confinamiento por la pandemia de la COVID 19 ha puesto claramente de manifiesto que cuando se reduce la actividad humana se mejora con nitidez la calidad del agua, aire y suelos. Además, los animales invaden el vasto territorio ocupado por los humanos. El objetivo de la RS del MA tiene en estos hechos constatables su materialización práctica. No se trata de minimizar la actividad humana, sino que ésta debe cambiarse siguiendo las normas, reglas y orientaciones de la RS para contribuir a la sostenibilidad del planeta. La preocupación por el cambio climático es consustancial a la RS, esté o no incluida en su definición.

En definitiva, un sistema de RS adoptado, aplicado y revisado periódicamente con rigor por las empresas, es la herramienta más recomendable para la sostenibilidad del planeta.

REFERENCIAS

- (1) A. Dahlsrud. “How corporate social responsibility is defined: an analysis of 37 definitions”. *Corp. Soc. Responsib. Environ. Mgmt*, 2008, 15, 1-13.
- (2) “Guía de Responsabilidad Social ISO 26000:2010”. AENOR, Madrid, 2010.
- (3) P. Krosggaard-Larsen, P. Thostrup, F. Besenbacher. “Scientific Social Responsibility: a call to arms”. *Angew. Chem. Int.*, 2011, 50, 2-4.
- (4) M. Valcárcel, R. Lucena. “La Responsabilidad Social de la Ciencia y Tecnología”. *Anal. Quim.*, 2012, 108, 156-159.
- (5) M. Valcárcel, R. Lucena. “Social Responsibility in Analytical Chemistry”. *Trends Anal. Chem.*, 2012, 31, 1-7.

El compromiso medioambiental del Grupo Diseños NT

Lola Mateos Salvador

Responsable de Departamento de Recursos Humanos y Jurídico
del Grupo Diseños NT*

¿Qué sería lo primero que pensarías si te preguntaran la relación entre medioambiente y el plástico en general? Posiblemente se te vengan a la cabeza términos como contaminación, amenaza ecológica o imágenes de toneladas de bolsas o residuos plásticos en nuestros mares y océanos matando a la fauna marina. Durante años, se ha culpabilizado a este material de muchos de los problemas medioambientales que amenazan nuestro planeta: calentamiento global, contaminación de tierra, suelos, ríos, mares...

Actualmente, estar en contra del plástico es la posición más sencilla, ya que su mala fama es con lo que nos bombardean en los medios y en los congresos. Sin embargo, todo este posicionamiento no presenta actualmente materiales viables económica y ambientalmente más sostenibles que cubran las numerosas aplicaciones que actualmente tiene el plástico en la industria, medicina y tecnología. Este material tiene muchas ventajas y como te habrás dado cuenta, está presente en todos los ámbitos de nuestra vida.

Sin ir más lejos, el dispositivo desde donde nos lees probablemente tenga componentes plásticos, además, el plástico ayuda a garantizar la seguridad de los alimentos, alargar su vida útil y a reducir su desperdicio. Por otro lado, junto con la impresión 3D, los materiales plásticos pueden incluso salvar vidas humanas al permitir la innovación en el sector médico. Si por cualquier circunstancia, tienes que ir urgentemente al hospital, la ambulancia que te llevaría estaría provista de multitud de material sanitario elaborado con plástico.

Por esta razón, la propia respuesta a la problemática medioambiental del plástico se debe encontrar en el origen. El plástico en si mismo no supondría problema para el medioambiente si se gestiona y usa de la forma correcta por lo que renunciar no es la solución. La clave está en el comportamiento de todos, el uso racional del material y en una correcta gestión (reutilización y reciclaje fundamentalmente) de los residuos que se generan, con el fin de beneficiarnos al máximo de sus ventajas pero a la vez, reduciendo su impacto negativo ambiental.

Llevando a cabo un uso concienciado, reduciendo la cantidad de plástico en circulación, y apostando por la reutilización del plástico son acciones que harán que ésta sea la opción más sostenible y ecológica que con la que contamos actualmente. Reducir el uso y el impacto que los plásticos tienen sobre los ecosistemas es una responsabilidad global, tanto de las administraciones públicas como de las empresas privadas y todos los habitantes del mundo.

Uno de los caminos para llevar a cabo estas acciones será el fomento de medidas basadas en la economía circular, en la que se prioriza la reducción y se apuesta por la reutilización de la materia prima y nuevos materiales con menor impacto ambiental.

El concepto de economía circular puede abarcar a todos los ámbitos de la sociedad y de la empresa en particular. Podemos hablar de economía circular tanto en producto como en los procesos de producción, lo que supone una transición muy relevante en las formas de vender, consumir, producir y comprar a nivel mundial.

“Da igual el tamaño de la organización, da lo mismo el sector, no importa el producto o servicio, que, si todos asumimos alguna responsabilidad en empezar con el porqué y motivamos a los demás a que hagan lo mismo, entonces, entre todos, podemos cambiar las cosas”. Simon Sinek (reconocido conferencista inglés)

Desde el punto de vista de la actividad del Grupo de Diseños NT, que cuenta con una clara vocación sostenible, ha supuesto un reto y una fuente de nuevas oportunidades dentro del sector en tanto ha supuesto un cambio de paradigma en la concepción de sus procesos productivos.

La estrategia de economía circular aborda los desafíos planteados por los plásticos a lo largo de la cadena de valor y teniendo en cuenta todo su ciclo de vida. El ecodiseño y la producción de plásticos y sus derivados tienen que respetar plenamente las necesidades de reutilización y reciclaje, para desarrollar y promover materiales más sostenibles.

Además, todo este planteamiento desemboca en un interés general y global para toda la sociedad, aspecto muy vinculado a la RSC (Responsabilidad Social Corporativa) y a la sostenibilidad económica y ambiental (mitigación cambio climático, reducción de emisiones CO2...) de la empresa.

La economía circular se basa en un sistema de aprovechamiento de recursos donde prima los principios de reducción, reutilización y reciclaje de materiales, permitiendo establecer líneas de producción y, en la medida que sea posible, hacer uso de aquellos que sean renovables y menos perjudiciales para el medio ambiente.

Este concepto ligado a la utilización de nuevas tecnologías y sinergias entre las diferentes empresas del Grupo Diseños NT permite sustituir el antiguo modelo económico lineal (Producción – Distribución – Consumo) de los productos de la empresa, por un modelo de economía circular, que se basa fundamentalmente en el modelo siguiente:



Economía circular – AIMPLAS. Disponible en: <https://www.aimplas.es/economia-circular-plastico/>

En particular, nuestro compromiso medioambiental consiste en el desarrollo de una cadena productiva eficiente y sostenible desde el origen. Esto es posible gracias a que el Grupo Diseños NT tiene todo el control total de su cadena de valor, desde la fabricación

de nuestra materia prima, el no tejido, hasta el producto final (bolsas, fundas, artículos de protección higiénico-sanitarios y otros materiales flexibles personalizados).

Nuestro sistema de producción integra el concepto de economía circular y se basa en la utilización de no tejidos que incorporan entre un 50% y 70% de material de origen reciclado. Este modelo de gestión basado en la circularidad implica la fabricación del producto, la utilización y reutilización del mismo, su reciclado y, finalmente, recuperarlo para volver a integrarse en la cadena de valor.

Además, contamos con la Certificación de la Cadena de Custodia de Gestión Forestal PEFC, que verifica la trazabilidad de los productos fabricados con madera y sus derivados. De esta forma podemos garantizar que el papel con el que se fabrican nuestras bolsas procede de bosques gestionados de forma sostenible. Con esta gestión evitamos la deforestación y la explotación ilegal de los recursos naturales, contribuyendo así al desarrollo de las economías de los países subdesarrolladas y al bienestar de todos los ciudadanos.

Nuestro compromiso con el medio ambiente nos ha llevado a buscar soluciones de packaging y embalaje flexible cada vez más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. El no-tejido Recycled Bond fabricado con un 50 – 70% de material de origen reciclado que se emplea en la fabricación de las bolsas y fundas de tela no-tejida es una prueba de ello. Además, todos nuestros productos son fabricados con materiales 100% reciclables, libres de cualquier sustancia tóxica o perjudicial para la salud o el medio ambiente. Utilizamos solo tintas inocuas, de base agua, sin solventes ni otras sustancias tóxicas.

Aunque estamos muy cerca de alcanzarlo, nuestro objetivo es conseguir que todas nuestras bolsas y fundas de tela no tejida sean fabricadas con materiales de origen 100% reciclado y evitar así el uso de resinas vírgenes. La reducción del impacto ambiental es objetivo prioritario para nosotros, por eso cuantificamos y evaluamos la huella de carbono que ocasiona nuestra actividad. Fabricar en España nos permite reducir las emisiones de CO2 y minimizar el impacto ambiental derivado del transporte de nuestros productos a toda Europa en comparación con las importaciones asiáticas.

Nuestra meta es seguir siendo un referente social y medioambiental, generando empleo, aportando bienestar y creando valor para todos nuestros colaboradores y grupos de interés. Seguiremos nuestra senda de crecimiento basándonos en criterios de eficiencia, sostenibilidad social y medioambiental con el fin de devolverle a la sociedad parte de lo que ésta nos da.

* **Diseños NT** es una empresa familiar, fundada en 1991 en Alcalá la Real, Jaén. Con una trayectoria profesional de más de 30 años en el mercado, actualmente la compañía forma parte de un sólido y competitivo grupo industrial, compuesto por un total de ocho empresas, que exportan sus productos por todo el mundo. Líder y referente en el mercado europeo, la empresa cuenta con una diversificada gama de productos, que abarca desde bolsas y fundas fabricadas en materiales reutilizables a artículos higiénico-sanitarios como mascarillas quirúrgicas, entre otros.

BIBLIOGRAFÍA

AIMPLAS. 10 verdades sobre los plásticos. Disponible en:
https://anarpla.com/wp-content/uploads/2019/06/INFOGRAFIA_10_VERDADES_ESPANOL.pdf

Margarita del Val: Sensatez y responsabilidad en tiempos de pandemia

Silvia Baeza Ramírez, Carmen García Frías, Luna Rosales Palomino. Alumnas de 3º de ESO del IES Antonio de Mendoza
M^a Patricia Pérez López.

Profesora de Biología en el IES Antonio de Mendoza

1. ¿Quién es Margarita Del Val?

Margarita del Val Latorre nació el 28 de septiembre de 1959, en Madrid (España). Actualmente tiene 61 años. Es viróloga, inmunóloga española y doctora en Ciencias Químicas, especialmente en Bioquímica y Biología Molecular en la Universidad Autónoma de Madrid. Defiende la eficacia del uso de las vacunas y de las cuarentenas en los casos de crisis por ejemplo como la pandemia del COVID-19 en 2020. En la ciencia no todo es lo que parece a primera vista, pero en el caso de Margarita, sí es fácil hacerse una idea de quién es sólo con saber dónde están sus raíces. Es la mayor de cinco hermanos, hija de Manuel del Val y Consuelo Latorre, ambos químicos, casada con un biólogo, llamado Enrique J. de la Rosa quienes llevan casados más de 30 años. Es madre de una investigadora en biomedicina y un estudiante de ingeniería, por lo que su casa siempre ha sido un templo de ciencia y conocimientos.



<https://img2.rtve.es/a/5908600?w=400&preview=1621424306799.jpg>

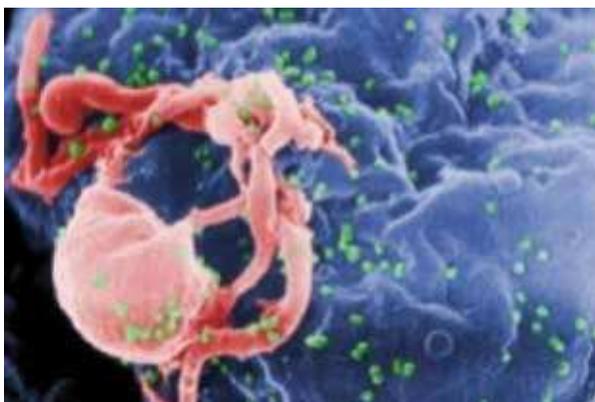
Esta viróloga del Consejo Superior de Investigaciones Científicas se ha convertido últimamente en una de las figuras más solicitadas para hablar sobre lo que está ocurriendo en España de la Pandemia. Ha sido una de las personas que ha luchado porque las restricciones siguieran. Lo que más le gusta hacer en su trabajo es pensar en lo que demuestran los experimentos que han hecho y preguntarse, “¿Y si esto no fuese lo que parece sino otra cosa? “¿Cómo lo podríamos probar?”

2. ¿Cómo se formó como viróloga?

Margarita dijo, “La física se me daba mal, las matemáticas ya me habían satisfecho y la biología me parecía poco científica”. En 1976 comenzó sus estudios superiores en la Universidad Autónoma de Madrid, donde se licenció en Ciencias Químicas en 1981. Después comenzó su doctorado en el Centro de Biología Molecular Severo Ochoa, obteniendo su título de Doctora en Ciencias Químicas en la especialidad de Biología Molecular y Bioquímica en 1985 con la tesis titulada “Componentes glicosilados del virus de la peste porcina africana”.

En 1986, hizo su estancia postdoctoral en Alemania, los dos primeros años en el Instituto Federal de Investigación en Enfermedades Virales de Animales en Tubinga (ciudad universitaria en Alemania) y los siguientes tres años en la Universidad Ulm, donde conoció a muchos científicos con los que compartió descubrimientos y frustraciones, algunos de los cuales todavía son sus amigos.

Allí se interesó en la respuesta inmune celular frente a las infecciones virales, la interferencia de los virus con esta respuesta inmune, y el proceso y presentación de antígenos virales a linfocitos T citotóxicos. Esto último le llevó a diseñar la primera vacuna experimental basada en epítomos.



Fuente: <https://helio.somoscientificos.es/profile/margaritadelval>

Además, durante 19 años, fue investigadora en el Instituto de Salud III en Majadahonda (municipio en la comunidad de Madrid), donde estableció su propio grupo. En Washington, Estados Unidos, ha realizado dos estancias temporales en el NIH (agencia principal del gobierno de los Estados Unidos responsable de la biomedicina y la salud pública de investigación) y una en la Universidad McGill en Montreal, en Canadá.

Desde 2010, trabaja en el Centro de Biología Molecular Severo Ochoa en Madrid. Su investigación está orientada hacia el estudio de la respuesta inmune frente a patógenos (microorganismo capaz de causar una enfermedad) en modelos animales de infección y vacunación en los últimos años. También es investigadora científica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas estudiando la manera de mejorar el control del sistema inmunitario del organismo frente a las diferentes infecciones causadas por virus para poder ayudar con la creación posterior de las vacunas, mejorando así la respuesta inmunitaria frente a infecciones virales.



Fuente: <https://www.cbm.uam.es/>

3. ¿Qué ha hecho en su carrera científica?

Es una investigadora prolífica, que ha dirigido numerosos proyectos de investigación, ha dirigido numerosas tesis doctorales y publicado un gran número de artículos de gran impacto. Al inicio de la crisis del Coronavirus en España, escribió diversos artículos de concienciación de la población joven, destacando el titulado “Coronavirus, una llamada a la sensatez y la responsabilidad” dirigida a los jóvenes.

Margarita, ha representado a España en la Agencia Europea del Medicamento para comercializar medicamentos. Además es miembro de la Real Academia Nacional de Farmacia y del Comité Experto Asesor en Vacunas de la Comunidad de Madrid.

A través de sus intervenciones públicas, Margarita se ha ido ganando la confianza y credibilidad de las personas que le escuchan gracias a su brillante currículum y que cuando abre la boca, siempre da en el clavo. Y lo hace de manera explícita, sin política de por medio.

Sus investigaciones se enfocan en el estudio de la respuesta inmunitaria frente a las infecciones virales y el funciones de las vacunas.

Temas principales que ha investigado:

- La interferencia de los virus con la respuesta inmune.
- El diseño de la primera vacuna experimental basada en epítomos T aislados, término que ha sido la base de varios ensayos clínicos como el Sida o la malaria.
- El estudio de los mecanismos moleculares del procesamiento y la presentación de los antígenos virales a linfocitos T citotóxicos antivirales.
- Los mecanismos y la potenciación de la memoria de los linfocitos T antivirales, base de inmunizaciones duraderas.

Entre los cargos que ha ostentado en organizaciones científicas están:

- Secretaria de la Junta Directiva de la Sociedad Española de Inmunología.
- Coordinadora de la Comisión COSCE del Estudio del Uso de Animales en Experimentación Científica.
- Vocal de la Junta de Gobierno de COSCE del área de las ciencias de la Vida y la Salud.

Algunos de los premios que Margarita del Val ha ganado a lo largo de su carrera investigadora han sido:

- Premio de la Académica Correspondiente de la Real Academia de Farmacia, en 2015.
- Premio UEBE José Cardona, por su valioso trabajo de Investigación, en 2020.
- Medalla de Honor a los Valores Sociales concedida por la Universidad Internacional Menéndez Pelayo en 2021.
- Premio a la “Mejor divulgadora en tiempos de covid-19” otorgado por el Consejo General de Colegios Oficiales de Médicos en 2021.
- Premio “Pasión por la ciencia” concedido por el Museo de Ciencias Universidad de Navarra del festival internacional de cine científico #LabMeCrazy!, en 2021.

En relación a este último premio concedido, la investigadora dijo: “me siento totalmente identificada con la frase “pasión por la ciencia”, aprender, entender, dudar, preguntar y compartir lo apasionante que es. Y además, descubrir algo una misma ejerciendo de científica es un motor que compensa los momentos más áridos”.



Fuente: <http://www.medicosypacientes.com/articulo/margarita-del-val-llevo-escasas-48-horas-vacunada-no-podemos-renunciar-una-solucion-tan>

4. ¿Qué está aportando durante esta pandemia?

Aunque ha sido siempre activa en la divulgación científica, su voz se ha escuchado sobre todo durante la pandemia de la Covid-19. Al inicio de la crisis del coronavirus en España, escribió diversos artículos de sensibilización de la población, como el ya mencionado “Coronavirus, una llamada a la sensatez y la responsabilidad”. A lo largo de estos meses sus aportaciones en diferentes medios de comunicación han sido innumerables, aportando siempre sus amplios conocimientos y experiencia como viróloga para tratar de calmar el desasosiego de la población general.

Sus aportaciones comenzaron tratando de aportar información a la transmisión del virus, la importancia de la ventilación e incluso dando consejos a la población. Una de sus intervenciones más comentada fue antes de la pasada navidad, cuando la doctora asistió vía online al II Congreso Internacional Silver Economy desarrollado en Zamora y, aprovechando su turno de palabra, destacó la importancia de tener cuidado en las cenas navideñas, las cuales, según ella, no eran para nada necesarias y sugirió cómo la pobla-

ción debería comportarse ante las comidas de Navidad, ya que como ella mismo señaló “no hay que juntarse para comer”, incidiendo en “la importancia tan fuerte que tiene la transmisión del virus por el aire”, y añadió: “además, nuestras casas no están hechas para evitar que se concentre el virus en estos espacios cerrados”, respaldando así una alternativa navideña más prudente.



Fuente: <https://zamora3punto0.com/silver-econmy-margarita-del-val/>

Sus mensajes posteriores fueron enfocados a concienciar a la población sobre la necesidad de vacunarse como única forma de contener la pandemia y, como comentaba allá por noviembre “volver a la antigua normalidad va a depender mucho de si las vacunas protegen o no del contagio, porque lo más malo de este virus es que contagia de forma silenciosa”.

Últimamente sus aportaciones están dirigidas a hablar sobre la seguridad de las vacunas de las que disponemos frente al Sars-Cov-2 causante de la Covid-19. Como ella bien dijo tras vacunarse con AstraZeneca, “al que se le ofrezcan, que se la ponga: ¡tómala y corre!”, concluyendo que “cualquier vacuna es buena” y explicando que ponerlas implica “un riesgo 1000 veces inferior que coger el coronavirus”.

En numerosas ocasiones ha analizado los datos e informaciones disponibles de las principales vacunas, Pfizer, Moderna, AstraZeneca y Janssen, afirmando que las vacunas son “las vacunas no son milagros, pero son buenas y seguras”. En palabras de la propia científica “la infección natural es mucho más peligrosa que la inoculación de un medicamento autorizado”.

En conclusión, Margarita del Val es una prestigiosa y reconocida viróloga que en este último año, y debido a la pandemia, se ha convertido en una de las científicas más importantes y más consultadas en España para explicar esta crisis de la Covid-19 a la población, con múltiples apariciones en varios medios de comunicación y aportaciones tan enriquecedoras como la siguiente: “Ante un reto de alcance planetario, que ha hecho tan patente nuestra vulnerabilidad como especie y como sociedad, la ciencia ha respondido sin dudarle con rotundidad, con creatividad, con colaboración mundial, con soluciones. Ha mostrado que, a pesar de ser tan frágiles, somos también poderosos. Es magnífico poder formar parte, como individuo limitado pero con su propia creatividad, intuición, espíritu crítico e independencia, de esa gran empresa que rinde y funciona como colectividad interconectada”.



Fuente:<https://www.diariosur.es/sociedad/margarita-vacuna-astrazeneca-20210414142026-nt.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>

WEBGRAFÍA

1. https://es.wikipedia.org/wiki/Margarita_del_Val
2. https://www.elespanol.com/reportajes/20201125/margarita-val-virologa-implacable-navidad-desmonta-simon/538447437_0.html
3. <https://www.diariosur.es/sociedad/margarita-delval-tercera-dosis-pfizer-vacunas-covid-20210430110822-nt.html>
4. <https://helio.somoscientificos.es/profile/margaritadelval>
5. https://www.niusdiario.es/vida/gente/virologa-margarita-del-val-premio-pasion-ciencia-museo-universidad-navarra_18_3075195250.html
6. <https://www.cbm.uam.es>
7. <http://www.uimp.es/actualidad-uimp/margarita-del-val-medalla-de-honor-uimp.html>
8. <http://www.medicosypacientes.com/articulo/margarita-del-val-llevo-escasas-48-horas-vacunada-no-podemos-renunciar-una-solucion-tan>
9. https://dialnet.unirioja.es/buscar/documentos?query=Dismax.DOCUMENTAL_TODO=margarita+del+val+LaTorre
10. <https://www.laopiniondezamora.es/zamora-ciudad/2020/11/27/margarita-val-senalanavidad-falta-25648679.html>
11. <https://www.diariosur.es/sociedad/margarita-vacuna-astrazeneca20210414142026-nt.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>
12. <https://www.diariosur.es/sociedad/ultima-recomendacion-margarita-del-val-vacunacion-coronavirus-20201130195725-nt.html>
13. <https://www.rtve.es/television/20210519/margarita-del-val-vacunas-buenas-seguras-fitur/2090937.shtml>

¿Cómo decidir la ciudad a la que ir de viaje de estudios?

Victoriano Ramírez González

Catedrático de Matemática Aplicada. Universidad de Granada

1. El problema de la elección social

Vamos a mostrar la dificultad que surge, a veces, cuando un grupo de personas tiene que ponerse de acuerdo para elegir una opción ante varias propuestas. La opción elegida se denomina: *elección social*.

Con objeto de que sea más agradable la lectura, vamos a plantear el problema como si se tratase de elegir el lugar al que van a realizar un viaje de estudios los alumnos de un determinado curso. Concretamente, desean visitar alguna ciudad que no esté a muchas horas en avión.

El organizador del viaje empieza por pedir sugerencias de lugares a los que ir. Pronto alguien hace la primera propuesta y de inmediato surgen varias más. A continuación se realiza un pequeño debate exponiendo argumentos a favor y en contra de cada ciudad.

El organizador observa que ninguna de las ciudades propuestas es la preferida claramente por la mayoría de los alumnos, es decir, ninguna es la más preferida por más de la mitad de ellos. Tampoco se presenta ninguna otra nueva propuesta que pueda aglutinar la aprobación de la mayoría absoluta de la clase.

Así pues, nos encontramos ante un problema de elección social que afecta de manera importante a toda la clase que quiere hacer el viaje de estudios.

Ante cualquier tipo de elección, a nivel particular, cada alumna\o tiene muy claro un orden de preferencias entre las diferentes propuestas. Y en esa ordenación personal de cada alumno se produce la propiedad transitiva en las preferencias. Por ejemplo, si una niña prefiere ir a París antes que viajar a Londres, y también prefiere ir a Londres antes que ir a Roma, es evidente que esa niña prefiere ir a París antes que a Roma.

Sin embargo, cuando la decisión tiene que tomarla un grupo de personas, a veces, no es transitiva. Basta observar que si hay tres alternativas: A, B y C, y tres votantes cuyas preferencias son:

uno prefiere	$A > B > C$,	que notaremos simplemente por: ABC,
otro prefiere	$B > C > A$,	que notaremos simplemente por: BCA,
y otro prefiere	$C > A > B$,	que notaremos simplemente por: CAB.

Entonces habría que quedarse con A antes que con B, porque así lo prefieren dos de los tres votantes. Pero al comparar A con C. Por el mismo argumento C es más preferido que A, luego no debemos elegir A sino C. Ahora bien C pierde frente a B, también por 2 a 1. Con lo cual se ha producido una situación cíclica, conocida como la *Paradoja de Condorcet*.

La paradoja de Condorcet se puede producir cada vez que hay un grupo de más de dos personas que tiene que elegir entre tres o más alternativas; porque, en tal caso, no se tiene garantizada la transitividad en las preferencias.

En muchas ocasiones, no es nada fácil decidir entre diferentes alternativas y eso justifica que existan diferentes métodos para determinar qué alternativa es la vencedora en

un problema de elección social. Los métodos de elección social serán mejores o peores dependiendo de las propiedades que tengan.

Muchas veces la elección de un método u otro se establece por el grado de simplicidad que ofrece a la hora de aplicarlo, y eso ha hecho que uno de los peores métodos, la mayoría simple, se encuentre entre los más usados.

Aquí vamos a citar varias propiedades interesantes y describir algunos métodos. Al final propondremos un método, que tal vez sea de los más interesantes, para elegir la ciudad donde ir de viaje de estudios. Ese mismo método será interesante para hacer la elección de delegada\o de clase, directora\or del IES, o la elección de Presidenta\e de Gobierno. Porque en todos los casos se trata de la elección de un cargo unipersonal.

El método que proponemos es aplicable a votaciones de tipo preferencial, en las que los electores ordenan las alternativas de "más a menos" preferida. La ordenación puede ser total o solo parcial. Es decir, un elector puede escribir solo la alternativa más preferida, o solo ordenar las dos alternativas más preferidas, porque las restantes le resulten indiferentes y todas ocupan la última posición.

2. Breve descripción de los principales métodos de elección social para aplicarlos a la elección de cargos unipersonales.

El problema de tener que decidir entre varias alternativas, para optar por una de ellas, se presenta con frecuencia en política, en economía, en la administración, etc. Cuando quien elige es un colectivo, cada uno de sus miembros tiene unas preferencias sobre las distintas alternativas. Entonces se necesita un método que determine la alternativa vencedora, a partir del voto expresado por los electores. Como hemos indicado anteriormente, la que resulte vencedora se denomina *elección social*. El problema es que el resultado de la elección depende del método que se haya establecido, porque ante una misma votación diferentes métodos pueden dar lugar a diferentes vencedores.

Así pues, el método para evaluar las preferencias de los electores juega un papel muy importante en el resultado de la elección social. Por ello, debemos establecer qué propiedad o propiedades son las más deseables para un método de elección social, y entonces quedarnos con un método u otro, en función de las propiedades que verifica cada uno.

Antes de entrar a describir los métodos más importantes indiquemos que existen dos grandes modalidades de voto.

Una de ellas es la que pide a los electores que ordenen a las alternativas de más preferida a menos preferida. Nos vamos a centrar en esta modalidad de voto. La otra modalidad pide que se dé una puntuación a cada alternativa. Por tanto, a continuación vamos a comentar los principales métodos basados en voto preferencial.

2.1 Mayoría Simple (MS)

Una posibilidad es pedir que cada elector vote solo por la alternativa más preferida, y la que obtenga más votos se declara vencedora. Este es el método de la *Mayoría Simple*. Si la alternativa ganadora ha obtenido más del 50% de los votos, es decir ha conseguido mayoría absoluta, está plenamente justificada como elección social.

La MS se usa en algunos países para la elección de sus diputados en distritos uninominales, como por ejemplo en el Reino Unido.

2.2 Doble Vuelta (DV)

Es posible, que al aplicar la MS ninguna de las alternativas alcance la mayoría absoluta de los votos. En tal caso, la respuesta que da ese método puede ser mala. Por ello, se creó el método de la *Doble Vuelta* (DV).

El método de la DV propone realizar una segunda votación entre las dos alternativas que más votos han obtenido, cuando al votar solo por el más preferido, ninguna alternativa consigue la mayoría absoluta. En tal caso la vencedora de esta segunda ronda es la alternativa que tenga más votos que la otra, aunque debido a los votos en blanco o los nulos no consiga mayoría absoluta.

En realidad para la DV no sería necesario llamar a los electores dos veces a votar. De una sola vez, los electores, podrían ordenar las diferentes alternativas, de más a menos preferida, y a partir de esas ordenaciones podemos hacer el escrutinio de la primera y segunda vueltas.

La DV se usa en Francia para la elección del Presidente de la República.

2.3 Voto Único Transferible (VUT)

Equivale a aplicar varias vueltas hasta conseguir que quede solo un candidato. Pues el método del *Voto Único Transferible*, se basa en eliminar la alternativa que menos veces ocupa la primera posición, y transferir los votos a la alternativa que ocupa la siguiente posición en cada ordenamiento; hasta que una de las alternativas que van quedando obtiene más de la mitad de los votos en primera posición, y se convierte en vencedora.

2.4 Método de Borda

El *Método de Borda* se aplica a partir de una ordenación preferencial total de las alternativas. Así, si existen cuatro alternativas, que las notamos por A, B, C y D, y un elector ha escrito el orden ABCD, entendiéndose que la más preferida es A, seguida de B, de C y en último lugar D, entonces por el voto de este elector se asignan: 4 puntos a A, 3 puntos a B, 2 puntos a C y un punto a D. Sumando los puntos que cada alternativa obtiene por todos los votos, la alternativa que obtiene mayor puntuación es la elección social con el método de Borda. Las puntuaciones también pueden ser 3, 2, 1 y 0, pues la elección social es la misma.

En el método de Borda no se justifica por qué los pesos son decrecientes de unidad en unidad. De hecho hay variantes que son métodos tipo Borda. Por ejemplo, las clásicas votaciones de Eurovisión: 12, 10, 9, ..., 1, 0, 0, 0, ..., 0. O las puntuaciones en cada carrera de coches de fórmula uno: 25, 18, 15, etc.

APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS A LA ELECCIÓN DE CIUDAD PARA EL VIAJE DE ESTUDIOS

Con objeto de facilitar la comprensión de los métodos y sus propiedades vamos a presentar ya el hipotético problema surgido tras las propuestas de viaje de estudios, para visitar una determinada ciudad. Se propusieron cinco ciudades: *Alejandro*, *Bucarest*, *Copenhague*, *Dakar* y *Estocolmo*. A continuación, se realizó un pequeño debate para dar argumentos en pro y en contra de cada una.

Tras el debate el organizador hizo un sondeo para saber cuántos votos tenía cada propuesta, y se obtuvieron los siguientes resultados:

	Propuesta	Votos
A.	Alejandro	10
B.	Bucarest	9
C.	Copenhague	8
D.	Dakar	7
E.	Estocolmo	6

Lo más fácil sería decir que la ciudad elegida es **Alejandro** por ser la ciudad que más votos ha obtenido. Es el resultado que se obtiene al aplicar el método MS. Pero el organizador observa que la votación está muy igualada, con casi todas las opciones, y propone que cada alumno establezca la ordenación de las ciudades de “más a menos” preferida. Con ello, el organizador se arriesgó a que aparecieran 40 ordenaciones diferentes, una ordenación por cada alumna\o.

El resultado no fue tan complejo, pero tampoco ofrecía una salida inmediata. Concretamente fue el siguiente (usamos solo las iniciales de las ciudades para simplificar la escritura):

Preferencias	Votos
ACDEB	10
BDECA	8
BECD A	1
CDEBA	8
ECDAB	7
DECBA	6

Es decir, hay 10 alumnos que prefieren ir a Alejandro, y si no es posible sus preferencias siguientes son Copenhague, Dakar, Estocolmo y en último lugar Bucarest. Otros 8 prefieren el orden BDECA, etc.

Si se aplica la Doble Vuelta hay que decidir entre Alejandro y Bucarest, que tienen 10 y 9 primeras preferencias respectivamente. Observamos que 23 alumnos han situado a **Bucarest** por delante de Alejandro.

Si aplicamos el método VUT hay que eliminar a Dakar de todas las preferencias quedando:

ACEB 10, BECA 9, CEBA 8, ECAB 7, ECBA 6.

Luego como Estocolmo suma 13 primeras preferencias hay que eliminar a Copenhague, que solo tiene 8. Quedando

AEB 10, BEA 9, EBA 8, EAB 7, EBA 6.

Con lo cual, ya no es necesario continuar haciendo eliminaciones porque **Estocolmo** ocupa la primera posición en 21 de 40 votos y es la alternativa vencedora con el método VUT.

Si aplicamos el método de Borda con pesos 4 puntos a la primera preferencia, 3 a la segunda y uno a la tercera, el recuento sería:

A = 40+0+0+0+7+0 =	47 puntos,
B = 0+32+4 +8+0+6 =	50 puntos,
C = 30+8+2+32+21+12 =	105 puntos,
D = 20+24+1+24+14+24 =	107 puntos,

$E = 10+16+3+16+28+18 = 91$ puntos.

Luego con el método de Borda vence **Dakar**.

Por último vamos a comparar las alternativas dos a dos, como sugiere Condorcet, pero siguiendo una agenda u orden que va a ser el siguiente: DECBA.

Es decir, vamos a ver qué alternativa vence al comparar D con E. El resultado es 32-8, luego vence D. Entonces comparamos D con la siguiente alternativa de la agenda, que es C. El resultado es 14-26, luego gana C. A continuación comparamos C con B y observamos que gana C, y C también le gana a A.

Por tanto **Copenhague** es la vencedora por comparaciones dos a dos según la agenda DECBA.

Así, cinco métodos diferentes han dado lugar a cinco ciudades vencedoras diferentes para hacer el viaje de estudios. Eso nos dice que el método que se establezca para realizar la elección social juega un papel muy importante.

¿Qué método es el mejor para resolver un problema de elección social?

Ninguno es perfecto, pero no son todos iguales, unos son mejores que otros.

Para decidirlo hay que establecer propiedades razonables y ver qué propiedades cumple cada método. Entonces podremos decidir que hay unos métodos mejores que otros.

3. Propiedades para la elección social

En primer lugar vamos a describir tres propiedades que se consideran interesantes en la elección social: *Pareto*, *Monotonía* e *Independencia de las Alternativas Irrelevantes*.

3.1 Pareto.

Si para todo elector la alternativa A es preferida a la B, entonces B no debe ser la elección social

3.2 Monotonía.

Si un elector modifica sus preferencias colocando la alternativa A en una mejor posición sin modificar las posiciones relativas de las demás, A no debe resultar perjudicada.

3.3 Independencia de las Alternativas Irrelevantes.

La situación entre dos alternativas, digamos A y B, solo debe depender de cómo han valorado los electores a esas alternativas (es decir, debería ser irrelevante el ordenamiento de las demás alternativas).

Lamentablemente, como demostró el premio nobel en Economía K. Arrow, no es posible encontrar un método de elección social, que no sea dictatorial, y cumpla esos tres requisitos. Además hay más propiedades interesantes. Pero el resultado de Arrow ya nos indica que no existe un método perfecto.

4. Otra propiedad deseable muy importante: el vencedor de Condorcet

Cuando la única información que se tiene de los electores es el orden preferencial, que cada elector establece sobre las diferentes alternativas, y hay *una de ellas que gana a cualquier otra*, al compararlas dos a dos, esa alternativa se denomina *vencedor de Condorcet*.

En el sentido opuesto se define el *perdedor de Condorcet* (la alternativa que pierde frente a cualquier otra).

Cuando una alternativa es vencedora de Condorcet ella debe ser la elección social, puesto que al compararla con cualquier otra, siempre, existe una mayoría absoluta de electores a su favor.

Por el contrario el perdedor de Condorcet nunca debiera ser la elección social, ya que cualquiera de las restantes alternativas le vence por mayoría absoluta.

Las comparaciones de “dos en dos”, conocidas también como “uno contra uno”, constituyen el *Método de Condorcet*. El problema de este método es que, a veces, presenta la Paradoja de Condorcet, que se produce cuando no existe ninguna alternativa que gane a todas. Sino que se produce un ciclo, como vimos más arriba. Eso hace que el método de Condorcet no sea aplicable en algunas ocasiones.

En otras muchas elecciones sí existe un vencedor de Condorcet, y sin embargo los métodos MS, DV, VUT y Borda no garantizan que salga elegido el vencedor de Condorcet. Peor aún, algunos, como MS, son capaces de dar como respuesta el perdedor de Condorcet.

Sin embargo, el *Método de Condorcet según una Agenda* es siempre aplicable y garantiza que es elegido el vencedor de Condorcet, caso de existir.

Este método, como vimos en el ejemplo, consiste en establecer una ordenación de las alternativas (agenda) y compararlas secuencialmente, dos a dos, según esa agenda. Por ejemplo, si hay cuatro alternativas (A, B, C, D) y se establece la agenda: BCAD, debemos comparar B con C y la menos preferida queda descartada, mientras que la vencedora se compara con A, y la vencedora de esta segunda comparación se enfrenta a D para obtener la alternativa vencedora según esta agenda.

Evidentemente, si existe un vencedor de Condorcet ese es el ganador sea cual sea la agenda establecida. Por otra parte el método siempre es aplicable, sin entrar en el ciclo que produce la paradoja de Condorcet.

Cuando no existe vencedor de Condorcet la agenda juega un papel importante. ¿Qué agenda elegir para realizar las comparaciones dos a dos?

La alternativa que tiene mayor ventaja en la agenda es la que ocupa la última posición, mientras que cualquiera de las dos primeras solo puede vencer si es el vencedor de Condorcet. Parece que lo más razonable es reservar las mejores posiciones, es decir las últimas, a las que mayor número de primeras preferencias hayan obtenido.

Así pues, una opción razonable para la agenda es el orden creciente en primeras preferencias. Es decir, a partir de la votación preferencial, la alternativa con menor número de primeras preferencias inicia la agenda y continúa hasta terminar con la ganadora del método MS (agenda creciente).

La agenda creciente es la que hemos usado anteriormente en la votación para el viaje de estudios: DECBA. Y, como vimos, los resultados de las comparaciones dos a dos son:
 $DE \rightarrow D$; $DC \rightarrow C$; $CB \rightarrow C$; $CA \rightarrow C$.

Con lo cual la ciudad elegida sería Copenhague. Aunque podemos observar que Copenhague no es vencedora de Condorcet, ya que sería superada por Estocolmo. Se debe a que, en este ejemplo, no existe un vencedor de Condorcet, sino un ciclo. Por el contrario, sí existe una ciudad que es la *perdedora de Condorcet*, **Alejandro**, y de aplicase el método de la Mayoría Simple habría resultada elegida la perdedora de Condorcet.

5. Elección de Presidente del Gobierno

Si se hubiese aplicado el método anterior para elegir al Presidente del Gobierno, y los candidatos hubiesen sido, por ejemplo los líderes de los partidos con al menos 10 escaños (no quiero decir con ello que esa sea mi propuesta, que no lo es), entonces la agenda para comparar las preferencias de los Diputados, tras las elecciones del 10 de noviembre de 2019, sería:

Rivera • Rufián • Iglesias • Abascal • Casado • Sánchez

Es decir, la agenda debe establecerse de forma creciente en primeras preferencias, para dar ventaja a los líderes de los partidos más votados, en el caso de que no exista vencedor de Condorcet. Así, la primera comparación sería entre Rivera y Rufián. El vencedor se compararía con Iglesias, y así sucesivamente.

Normalmente el resultado de la elección no habría cambiado en esta ocasión, pero Pedro Sánchez no habría tenido que soportar una larga y difícil negociación, ni adquirir determinados compromisos para ser investido Presidente.

La aplicación de un método como éste, para elegir Presidenta/e de Gobierno, requiere establecer el criterio para saber quienes son los candidatos y candidatas a la Presidencia tras la celebración de unas elecciones generales y, en consecuencia, modificar el artículo 99 de la Constitución, que puede hacerse a nivel parlamentario.

Victoriano Ramírez González

Realizó el Bachiller en el COPEM y en el Instituto Alfonso XI de Alcalá la Real. Licenciado en Matemáticas en la Universidad de Granada donde inició su carrera académica como Profesor Ayudante en 1977.

Defendió la tesis doctoral sobre interpolación en una y varias variables en 1980 y alcanzó la plaza de Catedrático en Análisis Matemático en 1986. La investigación teórica y aplicada fue en el campo del Análisis Numérico durante dos décadas. Los principales trabajos estuvieron relacionados con la interpolación, los splines, los elementos finitos y la conservación de la forma. Las aplicaciones eran a la ingeniería y al diseño.

Desde mediados de los años 90 realizó investigación también en aplicaciones de las matemáticas a las leyes electorales, concretamente en el campo de la representación proporcional, biproporcional y con proporcionalidad decreciente, campo en el que ha destacado a nivel internacional. Aunque los primeros trabajos estuvieron enfocados a la mejora del sistema electoral español, ha sido en el Parlamento Europeo, en Suecia y en México donde han tenido mayor repercusión sus aportaciones. Ha publicado varios libros relacionados con el sistema electoral del Congreso de los Diputados, también bastantes artículos con avances en la matemática electoral, en revistas internacionales de gran prestigio (Electoral Studies, Mathematical Programming, Anan. Operation Research, Revista Española de Ciencia Política, Social Mathematical Science, etc).

Ha sido propuesto para intervenir en diversas reformas electorales de Comunidades Autónomas y para la reforma del sistema electoral del Congreso.

Es miembro numerario de la Academia de Ciencias Matemáticas Físico-Químicas y Naturales de Granada.

Las Telecomunicaciones en tiempo de pandemia: un papel fundamental

Mario Pérez Escribano
Ingeniero de Sonido e Imagen

El mes de marzo de 2020 siempre será recordado por gran parte de la población como el mes en el que todo paró. Comercios, trabajos, educación, centros deportivos... todo quedó paralizado por el confinamiento. Este impás supuso que muchas personas tuvieran que seguir su vida a distancia, por ejemplo, para trabajar, asistir a clases o realizar compras. En ese momento, todos esos elementos tuvieron un hilo común: las telecomunicaciones.

El mundo de las telecomunicaciones es diverso. Probablemente, a muchos nos vienen a la cabeza los sistemas más tradicionales, como pueden ser la televisión, la telefonía, internet... Sin embargo, poca gente se preocupa o se pregunta lo que hay debajo de todos estos servicios, que sin duda estuvieron reconocidos en aquel momento como actividad esencial y de primera necesidad.

En lo que a conectividad se refiere, las infraestructuras principales a nivel nacional son las redes móviles, utilizadas para las comunicaciones de nuestros teléfonos, y las de fibra óptica, utilizadas para transmitir, entre otras cosas, la señal de internet que llega a nuestras casas. No obstante, esto es solo la punta del iceberg de lo que nosotros vemos, ya que a día de hoy las redes de telecomunicación están adquiriendo un gran protagonismo a nivel mundial. A nivel nacional, España es el primer país europeo y el tercero del mundo en lo que a despliegue de fibra óptica se refiere, además de contar con unas de las redes móviles más importantes de Europa.

La problemática principal a la hora de diseñar una red viene de que la capacidad de datos que se van a transmitir por ella es inmensa. Sin embargo, se parte de la idea de que no todo el mundo va a hacer un uso simultáneo de la red, sino que la gente la irá usando de forma intermitente y todo el mundo podrá beneficiarse de los servicios que tiene contratados. Por ejemplo, podrá tener la velocidad de transmisión o la cobertura que le ofrece su proveedor en el contrato.

Este es el principio que ha hecho que las redes hayan funcionado sin ningún problema en unas condiciones normales. Pero todo estudio estadístico sobre el uso de las redes se vino abajo aquel 15 de marzo. Ese día se dio un incremento de tráfico cercano al 40% en Internet, además de más de un 50% en el uso de las llamadas de voz. Por poner un ejemplo, en España, el día 14 de marzo se produjo un pico de 468.39 Gb por segundo. Esto sería el equivalente a que en España se estuvieran reproduciendo más de 100.000 películas en Netflix, en alta definición, simultáneamente. Por poner otro ejemplo, los servicios de mensajería, como WhatsApp, multiplicaron por 5 la cantidad de datos transmitidos durante el confinamiento.

Además, las redes tuvieron que hacer frente a nuevos usos para los cuales no estaban todavía planeadas:

- El porcentaje de teletrabajo creció exponencialmente debido a la gran cantidad de usuarios obligados a tener que realizar sus labores desde casa. Este hecho se vio reflejado en aplicaciones como Skype, Webex, Zoom, Microsoft Teams o Google Meet, que vieron cómo se convertían en enormes aliados de las empresas a nivel mundial. La cantidad de datos de audio y vídeo transmitida en las videoconferencias es enorme, por lo que los operadores tuvieron que tomar medidas de refuerzo para incrementar la capacidad de las redes. Estas medidas ya se aplicaban antes en espacios en los que se preveía una gran afluencia de público, tales como eventos deportivos o sociales. No obstante, en este caso se tuvieron que tomar a nivel mundial para garantizar el teletrabajo y el funcionamiento de las empresas.

- Los centros educativos, tales como colegios, institutos y universidades tuvieron que transformar su docencia a una forma totalmente virtual. Aunque esto se había hecho en ocasiones, sobre todo de manera asíncrona, el reto para las telecomunicaciones fue hacer que todas las clases se pudieran desarrollar de forma síncrona, es decir, que los alumnos pudieran seguir en directo las explicaciones del profesor. En general, el avance de las aplicaciones destinadas a estos servicios ha sido enorme durante el último año. Prueba de ello ha sido la subida en bolsa de aplicaciones como Zoom de hasta un 400%.

- El sector del videojuego vivió también sus momentos de máxima audiencia durante el confinamiento. El hecho de que las personas estuvieran confinadas hizo que se disparase tanto el número de horas como de jugadores. Durante la primera semana de confinamiento hubo un tráfico superior al de la semana anterior del 271% en lo que a gaming se refiere. Este uso también supuso un reto para las redes, ya que estas no suelen verse sometidas a un tráfico tan elevado como el que generan los juegos.

- En el ámbito de la salud, cabe destacar el uso de aplicaciones para controlar la expansión del COVID-19. A través de datos anónimos del teléfono, se consiguió, en un tiempo récord, que estas aplicaciones pudieran registrar los vínculos que cada persona había tenido, de cara a poder anunciar posibles contactos con personas positivas en la enfermedad. En este sentido, términos como Big Data, Inteligencia Artificial, Internet de las Cosas o los dispositivos wearables (que se pueden llevar en el cuerpo) están a la

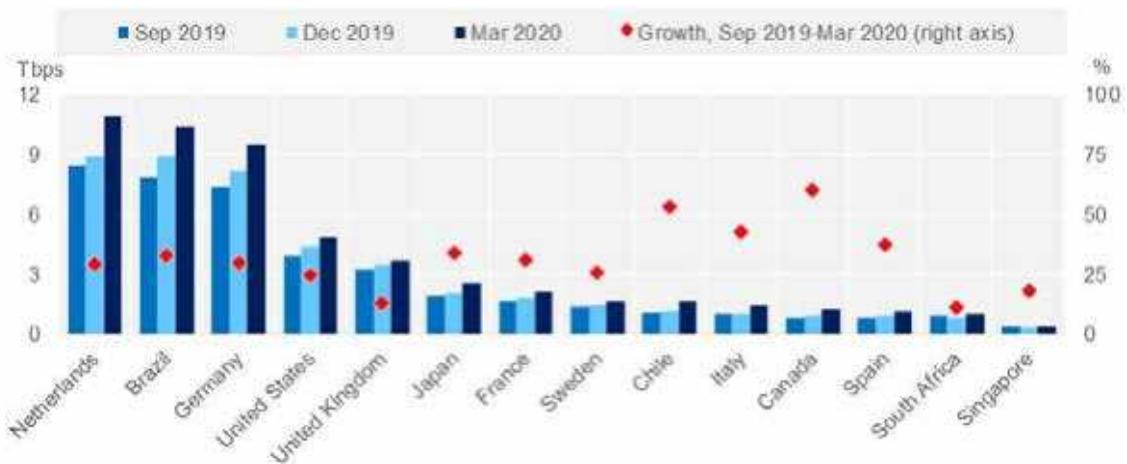


Diagrama del aumento de tráfico en internet en marzo de 2020

orden del día para detectar alertas, analizar patrones y mejorar la respuesta sanitaria. Por ello, una vez más quedó patente que la ingeniería puede estar al servicio de la sociedad, incluyendo el ámbito de la medicina.

- Las compras online se dispararon también durante la pandemia. Una vez más, la necesidad de la gente de obtener bienes de consumo hizo que otra aplicación inesperada entrase en auge. Respecto a este sector, hubo que trabajar principalmente en temas de modernización, de tal manera que los negocios pudieran empezar a ofrecer la opción de compra virtual si no lo hacían, y en temas de ciberseguridad, para que las compras realizadas por los clientes fueran seguras.

Como se ha podido ver, el sector de las telecomunicaciones ayudó ampliamente a la sociedad durante el periodo más duro del confinamiento. Aunque a veces este sector resulte invisible, son muchos los que día a día trabajan en él para hacer que la vida de las personas sea mejor. En mi caso particular, me dedico a la parte más física o tangible de las telecomunicaciones, diseñando circuitos y antenas que se adapten a las nuevas necesidades de las redes y a las nuevas técnicas de fabricación disponibles en el mercado. Cabe destacar que las nuevas necesidades de las redes tienden a maximizar la velocidad de transmisión, la cobertura disponible y la calidad del servicio obtenido por el usuario. Para ello, pueden intervenir diversos ingenieros de distintos ámbitos de la telecomunicación, como puede ser el encargado de diseñar la red de telefonía móvil, la red de enlace de fibra óptica, las antenas y circuitos que integran la red, los dispositivos fotónicos que hacen que las transmisiones por fibra óptica sean más rápidas y eficientes, los ingenieros electrónicos que hacen que todos los sensores de una red funcionen correctamente, los ingenieros que garantizan la ciberseguridad del sistema, los ingenieros acústicos que consiguen el mejor sonido de un teléfono móvil... El mundo de las telecomunicaciones es tan amplio que, a veces, se nos hace difícil descubrir el papel tan fundamental que puede tener en una sociedad, incluyendo situaciones tan inesperadas como una pandemia que haga que el mundo se paralice por completo.

Mario Pérez Escribano

Nació en Alcalá la Real, Jaén, en diciembre de 1993. Recibió el título como Ingeniero de Sonido e Imagen y Máster de Ingeniería de Telecomunicación por la Universidad de Málaga y la Universidad Carlos III de Madrid en 2015 y 2017, respectivamente. En 2014 empezó a formar parte del Departamento de Ingeniería de Comunicaciones de la Universidad de Málaga, donde actualmente está finalizando sus estudios de Doctorado. En 2019 hizo una estancia de investigación en el prestigioso Jet Propulsion Laboratory de NASA, en California, USA. Sus principales intereses como investigador se centran en el análisis de estructuras hechas con técnicas de fabricación aditiva, los circuitos planos y las antenas basadas en resonador dieléctrico. Mario recibió una beca de Formación de Profesorado Universitario (FPU) por parte del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2017-2022).

30 años de Astronomía de vanguardia con Hubble

José Rodríguez Pérez

Profesor de Física y Química del IES Álvarez Cubero
de Priego de Córdoba



A unos 600 km de altura sobre la Tierra se encuentra el *Telescopio Espacial Hubble* desde el año 1990. Desplazándose a una velocidad de unos 27.000 km/h, tarda 95 minutos en completar una vuelta alrededor de la Tierra. Durante el atardecer o el amanecer de una noche cualquiera, despejada y sin luna, puede verse a simple vista como una pequeña estrella en movimiento. Desde lejos solo parece eso, un punto, pero de cerca resulta ser una gran obra de ingeniería punta, uno de los grandes logros de la humanidad que nos ha aportado 30 años de continuos descubrimientos y profundización en el conocimiento del cosmos.

El Telescopio Espacial Hubble o simplemente Hubble fue lanzado por el transbordador Discovery (STS-31) el 24 de abril 1990 desde Cabo Cañaveral (Florida), más de cuarenta años después de haber sido concebido por el astrónomo Lyman Spitzer en el artículo *Astronomical Advantages of an Extra-Terrestrial Observatory*. En 2020, la misión cumplió treinta años desde que empezó a operar. Hasta esa fecha ha recorrido unos 6 mil millones de kilómetros en órbita alrededor de la Tierra. El millón y medio de observaciones de más de 30.000 objetos celestes han generado más de 50 terabytes de datos e imágenes que pueden consultarse libremente en la web <http://hla.stsci.edu/>. Tal cantidad de información ha proporcionado a los astrónomos de todo el mundo información suficiente para escribir unas 18.000 publicaciones científicas, convirtiéndolo en el observatorio espacial más prolífico de la historia.

Hubble ha sido clave en estudios que abarcan desde los planetas de nuestro sistema a solar a los objetos más alejados. Nos ha permitido profundizar en la comprensión de la evolución galáctica y estelar. Especialmente relevantes han sido aquellos descubrimientos relacionados con la energía y materia oscura, componentes principales de nuestro universo. Agujeros negros, cuásares o exoplanetas tampoco han escapado a su ávido ojo.

El Hubble nace en 1968 con el objetivo de ser un telescopio de entre dos y tres metros de diámetro.

Aunque la Agencia Espacial Americana (NASA) ya tenía experiencia enviando pequeños telescopios al espacio (misiones OSO), este proyecto poseía unas exigencias muy superiores. Especialmente desafiantes eran aquellas cuestiones relacionadas con el envío, desde el telescopio a tierra, de un gran volumen de datos, o cómo mantener el telescopio perfectamente orientado hacia un objeto durante un largo período de tiempo. Inicialmente el proyecto se denominó *Large Orbiting Telescope* o *Large Space Telescope*, fue aprobado en 1971 y su lanzamiento programado para 1979. En 1974 se decidió que el diseño del telescopio fuese modular lo que permitiría alargar la vida útil del programa pues sus componentes podrían ser reparados y actualizados. Esta decisión provocó un desafío aún mayor a la par que un considerable aumento del presupuesto. El congreso de EEUU obligó a la NASA a buscar socios inversores para hacer frente al coste del proyecto. En 1976 la Agencia Espacial Europea (ESA) se unió al proyecto aportando el instrumento *Faint Object Camera* y los paneles solares, además de soporte para mantener las operaciones científicas. A cambio, la ESA podría contar con un 15% del tiempo de observación para sus investigaciones. El montaje del telescopio terminó en 1985 pero el desgraciado accidente del *Challenger* en el 86 supuso la suspensión de las misiones *Shuttle*. Finalmente, tras reanudarse dichas misiones pudo ser puesto en órbita.

El pasado año 2020, el Museo Nacional del Aire y el Espacio de Washington D.C. quiso reconocer el esfuerzo e ingenio del equipo de operaciones detrás del Hubble otorgándole el trofeo *Collins 2020*.

A día de hoy, es imposible que alguien no haya visto y disfrutado alguna de las maravillosas imágenes que el telescopio espacial Hubble nos ha dejado. Es posiblemente la misión espacial que más ha acercado la investigación científica a la sociedad, y no solo en el campo de la astrofísica.

Información técnica

Las dificultades de poner un telescopio en órbita son muy superiores a las de montar un observatorio terrestre. Sin embargo, lejos de las nubes, los efectos turbulentos y absorbentes de la atmósfera o la contaminación lumínica, las horas de observación útiles y la calidad de la observación son obviamente muy superiores a las que se pueden conseguir desde tierra.

El Telescopio Espacial Hubble (HST por su siglas en inglés) observa en los rangos infrarrojo, ultravioleta y visible. La luz ultravioleta e infrarroja son absorbidas por la atmósfera, por lo que para estudiar los objetos astronómicos que brillan en estos rangos de longitudes de onda es necesario escapar de ella.

El telescopio Hubble es controlado desde tierra a través de comandos que le indican qué hacer y cuándo hacerlo. La recepción y envío de la información se realiza a través de cuatro antenas que se comunican con satélites, y estos a su vez con la Tierra.

El funcionamiento óptico del Hubble es como el de un telescopio reflector Cassegrain tipo Ritchie-Chrétien amateur. La luz de los objetos celestes viaja hasta el telescopio donde es recogida por el espejo primario, que actúa como un gran colector. Es de tipo hiperbólico y posee un agujero en su centro. Los rayos concentrados provenientes del espejo primario inciden sobre otro espejo hiperbólico, pero esta vez curvado hacia fuera, llamado secundario. El espejo secundario devuelve la luz al espejo primario y atraviesa el agujero de su centro. La luz concentrada se enfoca y es captada por los distintos instrumentos (Imagen 1).

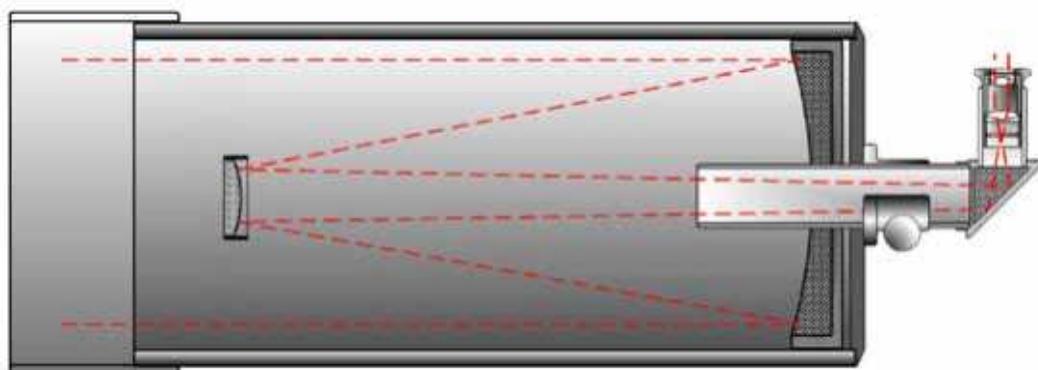


Imagen 1: Esquema de un telescopio amateur del tipo Ritchie-Chrétien. Wikimedia Commons

El espejo primario tiene un diámetro de 2,4 metros y el secundario 0,3 metros. La luz que atraviesa el agujero del primario va a parar a unos espejos selectores que la dirigen a los distintos instrumentos. Los espejos del Hubble están hechos de vidrio de expansión ultrabaja y se mantienen a la temperatura de 21 °C para evitar deformaciones por dilataciones que puedan alterar las imágenes. Éstos han sido aluminizados con aluminio puro y protegidos por una fina capa de fluoruro de magnesio, que además de proteger el aluminio lo hace más eficiente trabajando en el ultravioleta. La empresa PerkinElmer fue la encargada de construir los componentes ópticos y los sensores de guía fina. La construcción del espejo primario comenzó en 1979 y finalizó en mayo de 1981. Su pulido agotó el presupuesto produciendo retrasos en el programa.

En su conjunto, el telescopio tiene una longitud de 13 metros, un diámetro máximo de 4 metros y una masa de unas 12 toneladas. Para la generación de electricidad se emplean dos paneles solares que alimentan los diferentes instrumentos, los cuatro motores de orientación y estabilización del telescopio, los equipos de refrigeración de los instrumentos y la electrónica del telescopio. Además dispone de baterías para cuando la luz del Sol no está disponible. El telescopio está aislado con varias mantas para evitar que las temperaturas extremas dañen los instrumentos o la óptica. Cuenta también con una puerta situada en el extremo que puede cerrarse para evitar la luz directa del Sol. El Hubble posee dos ordenadores principales: uno está destinado al manejo de los instrumentos y la transmisión de información mientras que el otro controla las demás funciones del sistema (Imagen 2).

El HST posee dos tipos de instrumentos para la observación: cámaras y espectrógrafos, y durante una observación pueden trabajar cooperativa o individualmente. Cada instrumento permite observar el universo de una manera diferente, pues cada longitud de onda arroja información concreta sobre las distintas estructuras en galaxias o nebulosas (Imagen 3). Por ejemplo, el rango visible nos informa de la morfología del objeto y distribución de la masa o de la edad de las estrellas, siendo amarillas o rojas las más antiguas y las azules las más jóvenes. El rango infrarrojo nos revela la posición de las estrellas más rojas y por tanto en el final de su vida. Los rayos-X nos informan de aquellos puntos donde se están emitiendo grandes cantidades de energía por agujeros negros, estrellas de neutrones o sistemas estelares binarios.



Imagen 2: Esquema del HST. Hubble Site

Para poder tomar imágenes, el telescopio debe estar perfectamente orientado en todo momento a pesar de estar en continuo movimiento. Además, puesto que las capturas son de larga exposición, es necesario que el telescopio se mueva de forma que la imagen del objeto no se desplace durante su captura. Para el seguimiento y orientación se utiliza una combinación de seis giroscopios que informan de la orientación espacial, y sensores de guía fina encargados de fijar la posición a partir de estrellas de referencia. La desviación máxima permitida durante un período de 24 h es de 7 milisegundos de arco. Lograr tal nivel de precisión en los años setenta fue un gran desafío.

El telescopio fue diseñado para ser visitado por astronautas, y en cada una de las misiones de servicio (SM) que se han llevado a cabo (5 en la actualidad), las capacidades del Hubble han mejorado notablemente al instalarse nuevos instrumentos más sensibles y potentes.

Inicialmente, los instrumentos que el HST tenía instalados eran la *Faint Object Camera* (FOC), el *Faint Object Spectrometer* (FOS), el *Goddard High Resolution Spectrograph* (GHRS), el *High Speed Photometer* (HSP) y la *Wide Field and Planetary Camera* (WFPC). El conjunto de instrumentos actual son la *Wide Field and Planetary Camera*

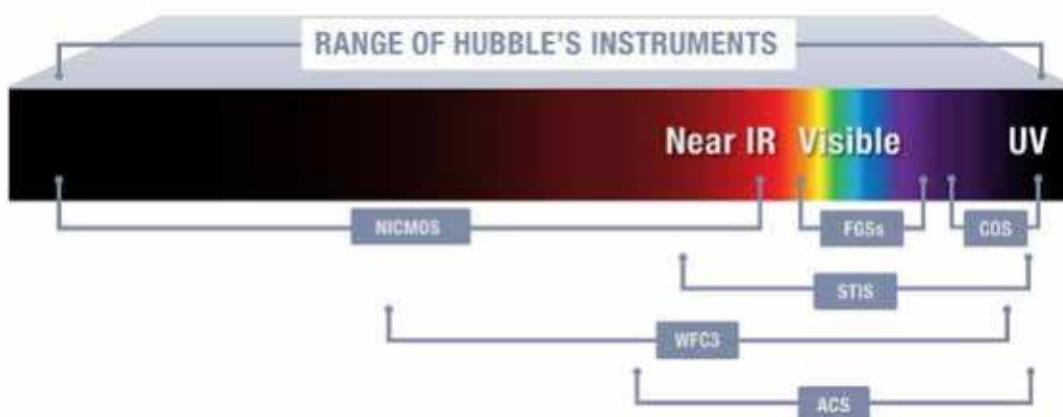


Imagen 3: Rango espectral observado por Hubble con cada instrumento. Hubble Site

3 (WFC3), el *Cosmic Origins Spectrograph* (COS), la *Advanced Camera for Surveys* (ACS), el *Space Telescope Imaging Spectrograph* (STIS) y los sensores de guía fina (FGS).

Edwin Powell Hubble

El telescopio espacial Hubble fue bautizado así en el año 1983 en honor al astrofísico Edwin Powell Hubble, que se hizo célebre por demostrar que la nebulosa de Andrómeda no era tal, sino una galaxia, y lo más importante: que la Vía Láctea no era la única galaxia en el universo. Su descubrimiento más reconocido es la relación entre la velocidad de alejamiento de las galaxias y la distancia a las mismas. Este estudio lo llevó a cabo mediante la observación del corrimiento al rojo de estrellas variables ceféidas fuera de nuestra galaxia, investigación que desarrolló con el telescopio de 2,5 m de diámetro del Observatorio del Monte Wilson en Pasadena durante los años 1922 y 1923. La ley de Hubble, como se la conoce, tiene la siguiente expresión matemática:

$$z = \frac{H_0}{c} r$$

con $z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0}$ conocido como *corrimiento al rojo*, la constante de Hubble, c la velocidad de la luz en el vacío y r la distancia de la Tierra al objeto observado. Para el caso de velocidades muy inferiores a la de la luz, la ley de Hubble adquiere la forma:

$$v = H_0 r$$

que es su expresión más conocida. Este descubrimiento es una prueba de que todas las galaxias se encuentran alejándose del resto, demostrando la expansión del universo, el crecimiento del espacio intergaláctico.

Las misiones de servicio

Del 2 al 13 de diciembre de 1993 se llevó a cabo la primera misión de mantenimiento (SM-1), en la que los astronautas fueron llevados por el transbordador Endeavour (STS-61). La mayor parte del tiempo lo dedicaron a resolver un problema de aberración esférica en el espejo primario que fue detectada tras el lanzamiento y que más adelante explicaremos en qué consistió. Para resolver dicho problema se sustituyó el *HSP* por la óptica correctora *COSTAR*. Además se sustituyó la cámara *WFPC* por *WFPC2*. La finalidad era que *COSTAR* corrigiera el enfoque para *FOC*, *FOS* y *GHR*, pues la nueva *WFPC2* ya incorporaba su propio corrector. La Imagen 4 muestra el nivel de mejora, observándose ahora claramente estructuras del orden de 30 años luz en una galaxia que se encuentra a decenas de millones de años luz. Otros cambios realizados fueron la sustitución de los paneles solares, cuatro giroscopios, magnetómetros, y la actualización del ordenador de a bordo. Para llevar a cabo todo este trabajo se realizaron 5 paseos espaciales durante 10 días después de acoplar la Endeavour al HST.



Imagen 4: Imagen antes (derecha) y después (izquierda) de instalar la óptica correctiva. Hubble Site.

Entre el 11 y el 21 de febrero de 1997 se llevó a cabo la segunda misión de servicio (SM-2). Los astronautas, a bordo del transbordador espacial Discovery (STS-82), reemplazaron el *Goddard High Resolution Spectrograph por la Near Infrared Camera and Multi-Object Spectrometer* (NICMOS), que permitirían al Hubble observar el universo en longitudes de onda infrarrojas. Además, el *Faint Object Spectrometer* se sustituyó por el *Space Telescope Imaging Spectrograph* (STIS), con el objetivo de poder tomar fotografías más detalladas de objetos celestes y poder buscar agujeros negros.

En noviembre del 98, la misión STS-95, realizó varias pruebas para preparar la tercera misión de mantenimiento. En el transbordador espacial Discovery viajaba el español Pedro Duque. La tercera misión de mantenimiento (SM-3) estaba inicialmente diseñada para el mantenimiento preventivo del telescopio. Tras el fallo de tres de los seis giroscopios que el Hubble tiene instalados, se hizo urgente su reparación, pues son necesarios al menos tres operativos para poder orientarse. Puesto que no todos los cambios estaban

preparados y dada la urgencia de la reparación de los giróscopos, se decidió dividir esta misión en dos partes. De forma inesperada, el 13 de noviembre del 1999 falla un cuarto giroscopio. Ante la imposibilidad de orientarse el HST entra en suspensión hasta poder ser reparado. Así, la primera parte de la misión (SM-3A) se llevó a cabo del 19 al 27 de diciembre de 1999. Realizando tres caminatas espaciales se reemplazaron los seis giroscopios, así como uno de los tres sensores de guía fina, que permiten apuntar con precisión y mantener estable al Hubble durante las observaciones, se instaló un nuevo ordenador 20 veces más rápido que su predecesor, una grabadora de datos digital con 10 veces más capacidad, un kit de mejora de la electrónica, se mejoró la batería y se añadieron nuevas capas exteriores de protección térmica.

La segunda parte de la tercera misión de mantenimiento (SM-3B) se lleva a cabo del 1 al 12 de marzo de 2002. Tras varios paseos espaciales, los astronautas instalaron la *Advanced Camera for Surveys* (ACS), una unidad de energía, paneles solares y una unidad de enfriamiento para la NICMOS. La ACS tiene una eficiencia diez veces mayor que la potente *Wide Field and Planetary Camera 2*. La calidad de la ACS era tal que una imagen de la galaxia Tadpole (Imagen 5) mostraba tantas galaxias de fondo que recordaba a la famosa imagen del campo profundo tomada en 1995. La mejora en el módulo de enfriamiento de la *NICMOS* también produjo una mejora significativa en el estudio del infrarrojo cercano.



Imagen 5: Galaxia Tadpole. Hubble Site.

En enero de 2004 se cancela la cuarta misión de mantenimiento por motivos relacionados con la seguridad, debido presumiblemente a la pérdida del Columbia en febrero de 2003. Michael Griffin, administrador de la NASA, anunciaría en octubre de 2006, que la próxima misión de servicio se llevaría a cabo en otoño de 2008 y revitalizaría al HST por al menos 10 años más.

En agosto de 2005 los ingenieros deciden apagar uno de los tres giroscopios que aún quedaban operativos desde la última reparación con el objetivo de evitar su deterioro. Realizar observaciones con solo dos giroscopios produciría unos resultados de una cali-

dad muy inferior, por ello el giroscopio apagado se sustituyó por un sensor de guía fina. Esta decisión mantendría al telescopio operativo hasta la próxima misión de mantenimiento, evitando que entrase de nuevo en suspensión, como ya ocurrió en 1999.

Sin embargo, el 27 de septiembre de 2008 el HST entra en suspensión. A menos de un mes de la próxima misión de servicio falló el formateador de datos, una unidad encargada de enviar los datos recogidos a los científicos de la Tierra. Mientras los ingenieros dan con una solución el Hubble se coloca en modo seguro con los paneles solares apuntando hacia el Sol y las antenas activas para permitir las comunicaciones. Finalmente se resolvió temporalmente el problema usando la unidad de respaldo, pero para no dejar al HST sin repuesto la cuarta misión de mantenimiento se tuvo que posponer mientras los ingenieros ponían a punto la unidad de remplazo. La unidad que falló sería reemplazada en la cuarta misión de servicio.

Entre los días 11 y 24 de Mayo de 2009 se lleva a cabo la cuarta misión de mantenimiento (SM-4). Los astronautas del transbordador espacial *Atlantis* realizaron cinco caminatas espaciales, en las que reemplazaron la *Wide Field and Planetary Camera 2* por la *Wide Field and Planetary Camera 3*, retiraron la óptica correctiva (*COSTAR*) e instalaron el *Cosmic Origins Spectrograph*, y repararon el *Space Telescope Imaging Spectrograph* y la *Advanced Camera for Surveys*. También reemplazaron sus giroscopios, además de otras reparaciones menores. Con la nueva cámara de gran campo, se pueden estudiar objetos en una franja mayor del espectro electromagnético, desde la luz ultravioleta hasta la del infrarrojo cercano. De nuevo, estos instrumentos eran más sensibles y observaban de manera mucho más eficiente que sus predecesores.

Para finalizar este repaso por las misiones de servicio, y mientras se escriben estas líneas, el HST ha vuelto a sufrir otro fallo: un error en el ordenador principal producido el 7 de marzo de 2021 lo ha obligado a entrar en suspensión. Cuatro días después, al tratar de resolver el problema, la cámara WFC3 provocó otro error en su encendido debido a una lectura de voltaje inferior a lo normal. Finalmente el día 13 de marzo el telescopio volvió a operar con normalidad.

Principales contribuciones del Hubble

La actividad científica del HST ha sido impresionante, resulta imposible tratar de resumirla por ello a continuación se exponen algunos de los descubrimientos y observaciones que más relevancia han tenido, así como algunos de los momentos más importantes de esta misión.

Un mes después de ser puesto en órbita, el 20 de mayo de 1990, el Hubble envió la primera imagen demostrando que serían de una calidad muy superior a las que se podían tomar desde tierra. No obstante, tras haber analizado estas imágenes, los ingenieros deducen que un fallo en el diseño del espejo primario hace que sufra de aberración esférica (Imagen 6), originando imágenes borrosas. Los medios no tardaron en publicar que el telescopio espacial Hubble sufría de “miopía”. El defecto era debido a que la parte externa del espejo había quedado demasiado plana por un pulido excesivo, de unos 4 μm de profundidad (el grosor de un cabello humano es del orden de 70 μm). Aún así, si bien las imágenes no eran todo lo buenas que se había previsto, eran bastante mejores que las que

se podían tomar desde la Tierra, permitiendo a los astrónomos realizar investigaciones de relevancia hasta que este problema fuera resuelto.

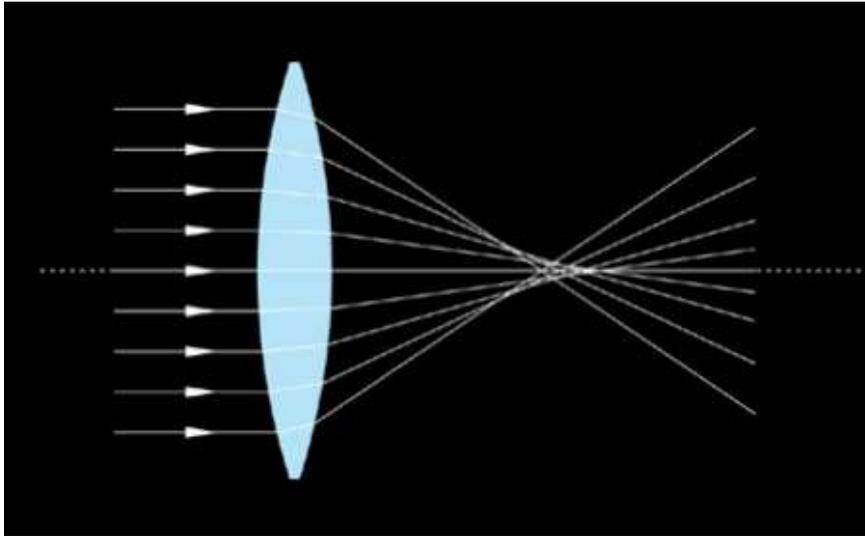


Imagen 6: La aberración esférica hace que los rayos alejados del eje óptico converjan en un foco diferente del que convergen los rayos cercanos al eje óptico lo que imposibilita el enfoque. Wikimedia Commons.

El primer artículo científico basado en las observaciones del HST se publica en marzo de 1991. En ese mismo mes se toma una fotografía de Júpiter con un nivel de detalle similar al que había conseguido la Voyager en su máxima aproximación al planeta en 1979.

En noviembre de 1992, el HST toma una imagen del núcleo de la galaxia NGC 4261, en la constelación de Virgo, a la distancia de 100 millones de años luz. La captura muestra claramente un disco de gas y polvo girando en torno a un claro candidato a agujero negro supermasivo. Éste tendría un diámetro de aproximadamente 300 años luz, y el disco de acreción estaría inclinado unos 60° desde nuestra dirección de observación, lo que permite ver tanto el disco como el centro brillante. Posteriores estudios asignan a este agujero una magnífica masa de 500 millones de masas solares. Para hacernos una idea, el centro de nuestra galaxia también posee un agujero negro supermasivo del orden de 4 millones de masas solares.

En junio de 1993 detecta que la galaxia activa Markarian 315 posee un doble núcleo, descubrimiento que resultó crucial para comprender el mecanismo por el cual una galaxia produce un núcleo activo. Debemos recordar que las galaxias activas son aquellas que contienen un núcleo que emite grandes cantidades de energía, debido muy probablemente a la presencia de un agujero negro supermasivo situado en el centro, sobre el cual al precipitarse materia emite gran cantidad de energía. Las galaxias activas muestran un núcleo muy brillante y claramente puntual, característica que es visible incluso con telescopios amateur.

En el mismo mes se produce otro gran avance, esta vez en el campo de la cosmología. Un equipo de astrónomos logró medir con gran precisión la distancia a la galaxia M81, también conocida como galaxia de Bode, en la constelación de la Osa Mayor, usando, tal y como hizo Edwin Hubble en su estudio sobre expansión del Universo, la variación del brillo de las estrellas ceféidas. Se sabe que, para este tipo de estrellas variables, el período

de variación del brillo y su brillo total están relacionados, lo que las hace unas candidatas adecuadas para el estudio de las distancias. Conocer las distancias a las galaxias así como su corrimiento al rojo es fundamental para conocer el valor de H_0 (recordemos la ley de Hubble) y, a su vez, para conocer la edad del universo, siendo ésta:

$$T = \frac{1}{H_0}$$

Antes de la llegada del HST se estimaba que la edad del universo estaba comprendida entre 10.000 y 20.000 millones de años. El estudio mencionado acotó el rango en torno a los 14.000 millones de años, y estudios posteriores publicados durante 1999 propusieron que la edad rondaba los 13.800 millones de años. En 2019, un nuevo estudio rebaja el valor de la constante de Hubble de 74 km/s/Mpc a 70. En este caso para medir H_0 se utilizaron estrellas gigantes rojas en lugar de las variables ceféidas. Conocer la constante de Hubble es crucial para conocer la evolución del universo y la edad del mismo, pero el problema de fondo radica en cómo medimos las distancias astronómicas.

En mayo de 1994, un estudio basado en imágenes del centro de la galaxia M87 confirma la existencia de un agujero negro supermasivo. De nuevo, una galaxia mostraba en su seno ese extraño objeto predicho por la teoría de Einstein 80 años antes. Esta misma galaxia saltó a los medios el 10 de abril de 2019 al mostrarse por primera vez la imagen de un agujero negro (de unos 6.000 millones de masas solares) y su horizonte de sucesos. La imagen fue obtenida por el *Event Horizon Telescope* (EHT), un telescopio de escala planetaria compuesto por varios radiotelescopios terrestres, entre los que se encuentra el telescopio *IRAM* de 30 metros de Sierra Nevada (Granada).

En julio de 1994, otra noticia saltó a los medios de divulgación científica: el Hubble había captado la colisión del cometa Shoemaker-Levy 9 con Júpiter, siendo la primera vez de un suceso de este tipo era observado. Durante este año, los estudios realizados con HST sobre Saturno y Neptuno permitieron comprender mejor la dinámica atmosférica de estos gigantes gaseosos.

Es el 1 de abril 1995 cuando se captura la que posiblemente sea la imagen más icónica del Hubble, una imagen de los Pilares de la Creación (nubes de polvo y gas situadas en la Nebulosa del Águila) de una calidad muy superior a todo lo hecho anteriormente (Imagen 7).

El 15 de enero de 1995, el HST dirigió sus ojos hacia una pequeñísima región vacía del cielo, en la constelación de la Osa Mayor (Imagen 8), de tamaño angular equivalente a una pelota de tenis vista a una distancia de 100 metros (144 segundos de arco de diámetro). Esta imagen cambiaría la idea que se tenía del universo, ya que con ella se dio el mayor salto atrás en el tiempo hasta el momento (no debemos olvidar que a mayor distancia de observación, más tiempo tarda en llegar hasta nuestra pupila la luz que salió de aquello que observamos, convirtiéndose en sinónimos los conceptos de lejanía y antigüedad). Este descubrimiento demostró la existencia de más de 1.500 galaxias en diferentes etapas de evolución a una distancia tal que su luz ha tardado en llegar a nosotros unos 13.000 millones de años. Para entender lo revolucionario de este acontecimiento hemos de aclarar que hasta la llegada del Hubble, los astrónomos no podían observar galaxias apenas más allá de los 7.000 millones de años luz de distancia de la Tierra. Dicha imagen

ha dado como fruto unos 400 artículos científicos. Además, dicha captura es considerada como referencia en el estudio del universo primigenio y la evolución galáctica. Teniendo en cuenta que el universo es igual independientemente de la dirección en qué miremos podemos intentar hacernos una idea de la inmensidad del mismo, de la cantidad de materia, de estrellas y de planetas que alberga.



Imagen 7: Los pilares de la creación. Hubble Site.

Tras seis años de funcionamiento, el Hubble observa galaxias con diversas posiciones de inicio de cuásares, objetos que a través del telescopio son solamente puntos de luz similares a las estrellas (de ahí su nombre *Quasi Stellar Object*) pero que están a miles de millones de años luz, lo que los hace los objetos más energéticos conocidos del universo. De la investigación derivada de estas observaciones, se dedujo que éstos objetos pueden encenderse a partir de diferentes mecanismos sin que ello suponga un gran trauma para la galaxia que los aloja. Esto podría significar que los cuásares son fenómenos de vida relativamente corta y que muchas galaxias, incluida la Vía Láctea, experimentaron hace mucho tiempo. Actualmente se piensa que los cuásares se forman cuando una gran cantidad de materia cae sobre un agujero negro supermasivo, lo que lo hace emitir gran cantidad de energía.

El año 1997 comienza con la observación de más galaxias con agujeros negros supermasivos en su centro. Los científicos empiezan a teorizar con que casi todas las galaxias tienen en su centro un agujero negro supermasivo, y que éste pudo alimentar en el pasado a algún cuasar que ahora esté inactivo.

Hasta ese año, los astrónomos asumían que el universo se encontraba en expansión, hecho que se deducía de la teoría de Einstein y que había sido observado posteriormente por Hubble. También parecía claro que dicha expansión debería ir ralentizándose debido al efecto de la gravedad del propio universo. Sin embargo, en 1998, dos equipos de astrónomos (el *High-z Supernova Search Team* y el *Supernova Cosmology Project*) usaron los datos de Hubble para medir la desaceleración de la expansión usando el brillo de

supernovas lejanas, su corrimiento al rojo Doppler y otros datos provenientes de diversos estudios. Lo que encontraron dejó atónita a la comunidad científica y a la sociedad en general, pues cambió profundamente la idea que se tenía del universo. Ambos equipos encontraron que éste se expande a un ritmo creciente. A la fuente de esta “antigravedad” se la llamó energía oscura por lo incomprensible de su naturaleza. Ahora sabemos que el universo está formado aproximadamente de un 70% de energía oscura, un 25% de materia oscura y el restante 5% es materia y energía ordinarias.



Imagen 8: Campo profundo de Hubble o HDF (cada punto o estructura es una galaxia lejana).
Hubble Site.

Tan importante como conocer el origen y los detalles de la evolución del Universo, la distribución de materia oscura o los agujeros negros supermasivos, es conocer cómo aparece la vida, en qué circunstancias en clave física y química, y si hay vida fuera de la Tierra. Desde 2009 se está realizando una intensa búsqueda de exoplanetas mediante misiones como *Kepler*, *Gaia* o *Tess*, lo que nos permitirá comprender las principales características de los sistemas planetarios. Especialmente relevantes son aquellos sistemas que albergan planetas tipo rocosos dentro de la zona de habitabilidad, donde la temperatura es adecuada para que el planeta pueda contener agua en estado líquido. El próximo paso será profundizar en el análisis y caracterización de las atmósferas de exoplanetas (misiones *James Webb*, *Plato* o *Ariel*).

Lo que se sabe sobre la formación planetaria depende de varios estudios realizados con HST. Por ejemplo, en 2001, John Bally y Henry Throop publican un estudio sobre la formación planetaria en estrellas en asociación OB observando las estrellas del trapecio de la gran nebulosa de Orión, una región de formación estelar que puede ser vista con un telescopio amateur. Las estrellas tipo O y B poseen una temperatura superficial superior a 30.000 K (la temperatura superficial del sol es de unos 6.000 K) y una fuerte emisión en ultravioleta. Según este estudio, los discos protoplanetarios en estrellas de baja masa próximas a este tipo de estrellas, pueden ser destruidos en un tiempo del orden del millón de años a causa de esa fuerte emisión energética, lo que nos lleva a pensar que la formación de planetas es improbable en este tipo de entornos.

También en 2001, astrónomos del HST anunciaron el primer análisis de una atmósfera exoplanetaria. En dicho trabajo se detectó sodio en un Júpiter caliente orbitando una

estrella a 150 años luz de la Tierra. Fue en 2008 cuando se detectaron por primera vez moléculas orgánicas en una atmósfera exoplanetaria (concretamente en el exoplaneta HD 189733b, un Júpiter caliente, que contiene metano y dióxido de carbono). Este es un paso clave en la búsqueda de vida fuera de la Tierra. Aunque no se espera encontrar vida en estos tipos de planetas debido a su temperatura, estas observaciones son una demostración más de que desde la Tierra podemos caracterizar la química básica de exoplanetas, justificando las misiones venideras.

Los compuestos orgánicos pueden ser un subproducto de los procesos de la vida, y su detección en planetas con unas condiciones físicas adecuadas, podría algún día proporcionar la primera evidencia de vida más allá de la Tierra. Al contrario que HD18733b, el sistema planetario TRAPPIST-1 es uno de los más prometedores donde encontrar vida. Se trata de 7 planetas de tamaño similar a la Tierra de los cuales 3 se encuentran dentro de la zona habitable. En febrero de 2017, el HST estudió la atmósfera de estos exoplanetas, y el estudio, publicado en 2018, concluyó que existía evidencia de la existencia de agua en varios de los planetas de dicho sistema. En este caso, su estrella central juega un papel fundamental en este hecho pues al ser poco mayor que Júpiter, la cantidad de energía que irradia en el rango del UV es bajo, lo que evita que las moléculas de agua se descompongan en oxígeno e hidrógeno.

También en 2008 los astrónomos del Hubble publican la primera imagen en luz visible de un planeta en órbita alrededor de otra estrella (Imagen 9). Las imágenes muestran al planeta Fomalhaut b como un pequeño punto brillante que orbita alrededor de la estrella Fomalhaut, ubicada a 25 años luz de distancia en la constelación de Piscis Austrinus. En la imagen se observa un inmenso disco de material de unos 35 mil millones de km de diámetro (unas 230 unidades astronómicas) que rodea a la estrella en la cual se están llevando a cabo las primeras fases de formación planetaria, pues su edad es de solo 200 millones de años. Fomalhaut es una estrella gigante que consume hidrógeno a un ritmo vertiginoso, de modo que se consumirá en tan solo unos 1.000 millones de años, diez veces menos que la vida del Sol, lo que nos lleva a pensar que los planetas que orbiten Fomalhaut tendrán poca probabilidad de albergar vida evolucionada. En 2020, este planeta se dará por perdido ya que las observaciones posteriores, realizadas entre 2008 y 2014, revelaron una expansión del mismo hasta no ser detectable en 2020 (Imagen 10). Se postula con que

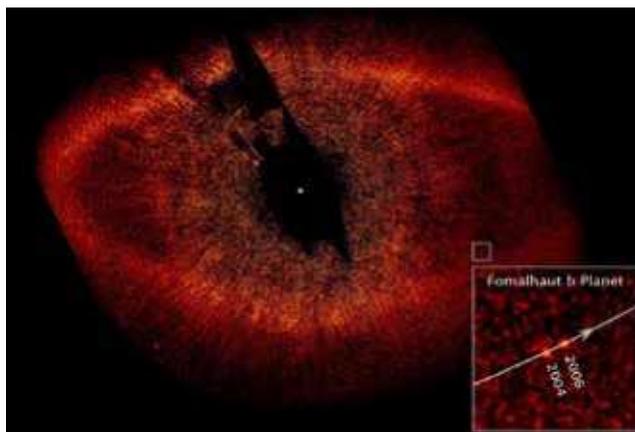


Imagen 9: Captura mostrando el movimiento del exoplaneta Fomalhaut b. Hubble Site.

haya sido víctima de una colisión con otro objeto de grandes dimensiones. En cualquier caso es un fenómeno extraño y es una suerte haber podido observarlo.

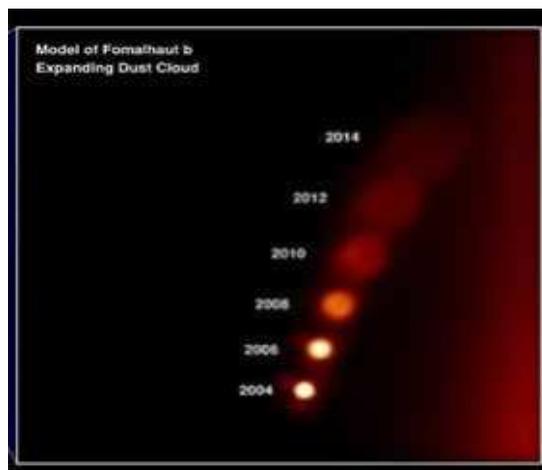


Imagen 10: Fomalhaut b. Hubble Site.

Como dedujo Einstein en su TGR, la masa y la energía pueden curvar el tejido espacio-temporal y hacer que los rayos de luz se desvíen. Las primeras imágenes de éste fenómeno conocido como lente gravitatoria son de finales de los 70, siendo observados tanto en radio como en el visible con telescopios terrestres. Sin embargo, pasar de curiosidad a herramienta científica requirió el trabajo del HST, como muestra la captura tomada durante 13 horas del cúmulo Abell 1689 (Imagen 11), uno de los cúmulos galácticos más masivos conocidos. Su masa desvía y amplifica la luz de las galaxias que se encuentran detrás, mostrando una gran población de galaxias pequeñas que se formaron durante el universo temprano. El descubrimiento en 2018 de la estrella solitaria más lejana conocida, es otro ejemplo de aplicación del efecto antes descrito. Se trata de Ícaro, cuyo nombre oficial es MACS J1149+2223, una supergigante azul que se encuentra a unos 5.000 millones de años luz de la Tierra. No es normal detectar algo tan “pequeño” a esas distancias, es una distancia más típica para la detección de galaxias, lo que nos lleva a entender cuán potente es esta técnica.

El 9 de marzo de 2004, los astrónomos revelaron el retrato más profundo del universo visible jamás logrado superando al *Campo Profundo*: el *Campo Ultra Profundo* (HDF y UHDF respectivamente), con una captura de unas 280 horas en un región del cielo de unos 3 minutos de arco (algo mayor que en el HDF) entre las constelaciones de Eridano y Fornax. La instantánea reveló las primeras galaxias formadas tras la edad oscura después del Big Bang. Estas galaxias distan mucho de parecerse a las espectaculares espirales o majestuosas elípticas a las que estamos acostumbrados. Algunas de las más de 10.000 galaxias que componen el retrato están entre las más antiguas y distantes conocidas, formadas cuando el universo tenía unos 800 millones de años de edad.

En 2006 se anuncia la evidencia más clara de la existencia de materia oscura mediante observaciones realizadas por el Hubble y el observatorio de Rayos X Chandra, entre otros. Hasta donde sabemos, la materia oscura no emite energía ni interactúa con la luz, por lo que solo puede detectarse por su interacción gravitatoria con cuerpos masivos. La observación del cúmulo galáctico conocido como el *Bullet Cluster*, indicó que solo con

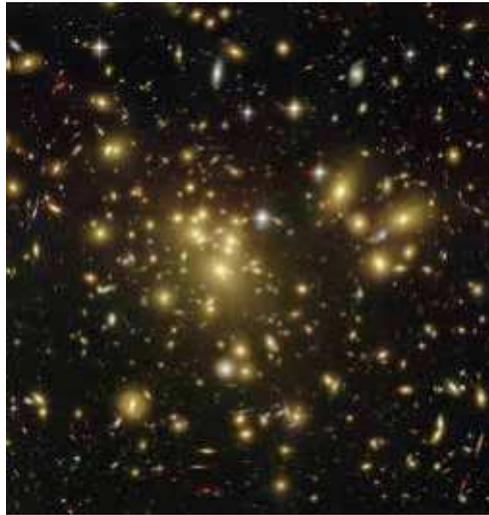


Imagen 11: Efecto lente gravitatoria en Abell 1689. Hubble Site.

la materia observable no sería posible mantener a los componentes unidos. Sin materia oscura, los componentes se separarían rápidamente.

Otra de las estructuras más impresionantes observadas con un telescopio amateur son los cúmulos globulares. Un cúmulo globular es un enjambre de estrellas unidas por la gravedad y que giran en torno a un centro común. Están formados por cientos de miles de estrellas, tienen un radio de varias decenas de años luz y edades de unos 13.000 millones de años. En la vía láctea existen aproximadamente 150 cúmulos globulares distribuidos por el halo y girando en torno a su centro. La distancia entre estrellas en el interior de un cúmulo globular puede llegar a ser del orden del tamaño de nuestro sistema solar, existiendo por tanto una alta densidad estelar. El mayor y más poblado de los cúmulos globulares de la Vía Láctea es Omega Centauri. En octubre de 2010, las capturas realizadas durante cuatro años han permitido realizar un diagrama de velocidades de cada estrella, prediciendo así la posición de cada una de ellas en los próximos 600 años.

Aunque la visión que tenemos del universo es estática, como una fotografía, el cosmos dista mucho de ser un lugar tranquilo. En él las galaxias se desplazan por un vasto vacío y en ocasiones se pueden producir encuentros con otras galaxias que llegan a destrozarlas por completo. Los estudios afirman que un cuarto de las galaxias viven aisladas, separadas del resto en más de 60 veces su propio tamaño. Las restantes pertenecen a grupos galácticos y sufrirán al menos una colisión en su vida. Los tiempos típicos de un encuentro galáctico es de 100 millones de años haciendo que, para el ser humano, parezcan congelados, y sea relativamente complicado entender o predecir de qué modo cambian las galaxias tras una colisión. En 2011 las mediciones realizadas sobre la galaxia de Andrómeda aseguran que en unos 4.000 millones de años dicha galaxia y la Vía Láctea sufrirán una colisión que hará que se fusionen en una sola galaxia.

El 15 de noviembre del 2011 se supera otro récord. Observaciones realizadas por HST y el telescopio Spitzer lanzado en 2003 para el estudio del universo en el infrarrojo, encuentran la galaxia más lejana jamás vista. Se trata de MACS0647-JD, una galaxia diminuta que se remonta a solo 420 millones de años después de la gran explosión. Su luz ha viajado unos 13.300 millones de años hasta llegar a la Tierra.

En diciembre de 2013, el Hubble observa chorros de vapor de agua en Europa, una de las lunas de Júpiter. Es detectada espectroscópicamente cerca de su polo sur. A partir de este y otros descubrimientos posteriores, se sabe que Europa tiene una superficie helada bajo la cual existe un océano de agua líquida. Este es uno de los motivos por los que existen varias misiones (Clipper y JUICE) de las agencias NASA y ESA planeadas para visitar y estudiar la luna galileana en un futuro muy próximo.

En 2017, el observatorio de ondas gravitacionales LIGO, otro de los grandes avances de nuestra era y que nos permitirá estudiar el universo desde la perspectiva de la gravedad en lugar del espectro electromagnético, detectó ondas gravitacionales procedentes de una colisión de estrellas de neutrones. Diferentes observatorios identificaron la fuente del evento dentro de la galaxia NGC 4993 donde localizaron una llamarada estelar. Hubble observó cómo los destellos de luz se desvanecieron en el transcurso de 6 días.

En 2017, el telescopio Pan-STARRS de la universidad de Hawai descubrió un objeto interestelar con forma alargada. Se trata de Oumuamua, el primer visitante interestelar conocido. Este objeto se convertiría en el más controvertido de los últimos años. En junio de 2018, HST observa que Oumuamua está siendo acelerado de forma diferente a como cabría esperar. Dicho comportamiento puede ser debido a que la radiación de nuestro Sol esté propiciando la expulsión de material gaseoso de su superficie tal y como haría un cometa, lo que le estaría imprimiendo dicha aceleración. La controversia se dio cuando el investigador Avi Loeb afirmó que “nuestro Sistema Solar había sido visitado por tecnología alienígena avanzada procedente de una estrella distante”. Según él, Oumuamua no puede ser ni un cometa ni un asteroide, y apunta a un origen artificial, por una civilización alienígena.

En octubre de 2019 Hubble observa el segundo visitante interestelar conocido. En este caso se trata del cometa 2I/Borisov, cuya velocidad y trayectoria indican que proviene de más allá de nuestro sistema solar. Un hecho muy notable, como señaló la investigadora Amaya Moro-Martin, licenciada en física por la Universidad Complutense de Madrid, y actualmente investigadora del Instituto de Ciencias del Telescopio Espacial de Baltimore, es que aunque otro sistema estelar podría tener una características químicas y físicas muy diferentes al nuestro, las propiedades del cometa observado parecen ser muy similares a las de los componentes básicos de nuestro sistema solar. Hasta ahora, todos los cometas catalogados provienen de un anillo de escombros helados en la periferia de nuestro sistema solar, llamado cinturón de Kuiper, un enjambre de rocas más allá de Neptuno, o de la hipotética nube de Oort, una capa de cometas a un año luz del Sol, que define la dinámica borde de nuestro sistema solar. En abril del 2020 Hubble analiza su composición y determina que su abundancia en monóxido de carbono indica que se formó en una estrella fría.

El universo es un lugar formidable lleno de objetos de una belleza indescriptible pero a la vez es un lugar terrible donde gran cantidad de energía pueden liberarse en tiempos relativamente cortos. Los estallidos de rayos gamma (GRB) son de esos tipos de destellos que liberan gran cantidad de energía. Son capaces de liberar en unos pocos segundos tanta energía como nuestro sol generará durante sus 10.000 millones de años de vida. Estos rayos salen de las estrellas que están implosionando a una velocidad del 99% de la velocidad de la luz. La mayoría de los GRB se producen cerca de los centros galácticos donde la densidad de materia es alta. Los rayos gamma son fuertemente ionizantes lo que los hace

letales para la vida. Un estallido de rayos gamma cercano destruiría la atmósfera terrestre convirtiendo a la Tierra en un lugar inhóspito para la vida. En noviembre de 2020 los telescopios Swift y Fermi de la NASA, además de los telescopios detectores de rayos gamma Cherenkov (MAGIC) de las islas Canarias, detectaron un GRB. Al no poder observar rayos gamma, Hubble se usó para localizar la fuente que resultó estar en una galaxia a unos 5.000 millones de años luz, lo que significa que el colapso estelar se produjo cuando nuestro sistema solar estaba en formación. Este estallido resulta ser el más energético del histórico de observaciones. Según las observaciones del HST, el entorno en el que se produjo el estallido posee una gran densidad de materia, lo que podría haber producido tal liberación de energía. Según el investigador Antonio de Ugarte Postigo del Instituto de Astrofísica de Andalucía, el estudio en alta y baja energía de este tipo de fenómenos es crucial para entender los GRB y su relación con el entorno inmediato.

El futuro del HST

Tras más de 30 años de servicio, el Hubble no tiene sucesor directo que observe desde infrarrojo hasta ultravioleta. Todas las misiones actuales se centran en la banda del infrarrojo, con el objetivo de estudiar objetos muy distantes y con un gran corrimiento al rojo Doppler. Por este motivo, la administración Trump, en 2017, estuvo considerando la posibilidad de ampliar la vida del HST con nuevas misiones de servicio. Sin embargo, a día de hoy, su futuro es aún incierto. Al carecer de sistema de propulsión propio, el HST terminará por caer irremediamente a la Tierra si antes no se acopla a un transbordador que lo eleve. El momento de la reentrada es incierto, pero se estima que ocurrirá en algún momento durante los años 30. Para entonces, lo más probable es que muchos de sus componentes ya no funcionen. Este año (2021) está previsto que se ponga en órbita un nuevo telescopio, el telescopio espacial James Webb (JBST) de seis metros y medio de diámetro, fruto de la colaboración entre NASA, ESA y la Agencia Espacial Canadiense. Se trata de un telescopio muy diferente al HST pues éste no observará ni en visible ni en ultravioleta. Su observación en el infrarrojo permitirá profundizar aún más en los descubrimientos realizados con HST permitiendo estudiar las primeras galaxias que se formaron tras el Big Bang. JBST al contrario que nuestro protagonista, orbitará en torno al Sol a una distancia de un millón y medio de km más allá de la Tierra (Punto de Lagrange L2) lo que tiene muchas ventajas. Además de su menor coste, tendrá más tiempo de observación, sus componentes estarán sometidos a menor estrés térmico y su órbita no deberá ser reajustada cada cierto tiempo como ocurre con HST al estar tan cerca de nuestra atmósfera. La duración de la misión se estima entre 5 y 10 años y observará, mientras sea posible, en sinergia con HST. Si todo va según lo esperado será un telescopio que nos aporte otras muchas satisfacciones y descubrimientos.

El futuro de la astronomía está garantizado y pinta emocionante gracias a las múltiples misiones que están proyectadas para las décadas venideras. No obstante es difícil pensar que otra misión futura pueda tener el calado en la sociedad que el que ha tenido, durante estos treinta años, el telescopio espacial Hubble.

Bibliografía

- https://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/main/index.html
<https://hubblesite.org/>
https://www.nasa.gov/mission_pages/shuttle/shuttlemissions/index.html
<https://danielmarin.naukas.com/2020/04/25/tres-decadas-del-telescopio-espacial-hubble/>
https://www.abc.es/ciencia/abci-loeb-unica-explicacion-para-oumuamua-haya-sido-fabricadocivilizacion-extraterrestre-202102021930_noticia.html
- Battaner, Eduardo. Introducción a la astrofísica. Alianza editorial. 1999
- Lauer, T.R. et al. The Core of the Nearby S0 Galaxy NGC 7457 Imaged with the HST Planetary Camera. *The Astrophysical Journal*. 1991.
- Riess, A.G. et al. Observational evidence from supernovae for an accelerating universe and a cosmological constant. *Astrophysical Journal*. 1998. 116, 1009–1038,
- Throop, H.B. & Bally, J. Triggered formation of planetesimals by photo-evaporation. *Bulletin of the American Astronomical Society*. 2004. 36, 1176.
- Throop, H. et al. Evidence for Dust Grain Growth in Young Circumstellar Disks. *Science*. 2001. 292(5522):1686-9
- Rusin, D. et al. B1359+154: A Six-Image Lens Produced by a $z = 1$ Compact Group of Galaxies. 2001. *Astrophysical Journal*. 557, 594
- Kalas, P. et al. Optical images of an exosolar planet 25 light-years from Earth. *Science*. 2008. Vol. 322, 1345 – 1348
- E. Chiang et al. Fomalhaut’s debris disk and planet: measuring the mass and orbit of fomalhaut using disk morphology. *Astrophysical Journal*. 2008.
- MAGIC Collaboration, Acciari, V.A. et al. Observation of inverse Compton emission from a long γ -ray burst. *Nature*. 2019. 575, 459–463
- András Gáspár, George H. Rieke. New HST data and modeling reveal a massive planetesimal collision around Fomalhaut. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*. 2020. 117 (18) 9712-9722
- Verdes-Montenegro, L., Bosma, A., Athanassoula, E. *Astronomy and Astrophysics*. 1995. 300, 65
- Verdes-Montenegro, L. & Bosma, Albert & Athanassoula, E. The ringed, warped and isolated galaxy NGC 6015. *Astronomy and Astrophysics*. 1997. 321. 754-764.
- Perea, J., Del Olmo, A., Verdes-Montenegro, L., Yun, M., Huchtmeier, W., & Williams, B. Mass Distribution in Compact Groups. *International Astronomical Union Colloquium*. 2000. 174, 377-380.
- Spitzer, L., REPORT TO PROJECT RAND: Astronomical Advantages of an Extra-Terrestrial Observatory, reprinted in *Astr. Quarterly*, volume 7, p. 131, 1990.

La búsqueda de las especias y la primera vuelta al mundo

José Calvo Poyato

Doctor en Historia Moderna

La Europa de las primeras décadas del siglo XVI, cuyo comercio aumentaba de forma importante, estaba necesitada de un creciente numerario. Para acuñar más moneda eran necesarias grandes necesidades de oro y de plata y se abastecía, como buenamente podía, de algunas minas existentes en el Viejo Continente y de las remesas que le llegaban del África subsahariana. Pero esas cantidades se mostraban insuficientes porque a las necesidades económicas se sumaban los crecientes gastos de los nuevos Estados nacionales que se estaban forjando en Europa.

El gran negocio por aquellas fechas era el comercio de las especias, a las que se valoraba tanto o más que el oro o la plata. El clavo, la pimienta, la canela... eran productos solicitados y valiosos. Su comercio dejaba unos beneficios tan grandes que compensaban los graves riesgos que suponía traerlas desde lugares lejanos que para los europeos de la época tenían mucho de exóticos y misteriosos,

La caída de Constantinopla, medio siglo antes, en poder de los otomanos había dificultado mucho el comercio del occidente europeo con las tierras de Asia. La vieja ruta de la seda se había colapsado y las conexiones comerciales por el mar Rojo chocaban



con no pocas dificultades para la llegada de productos -las especias entre ellos- a Europa Occidental. Esa circunstancia impulsó aún más los viajes que, bordeando la costa africana, habían emprendido los portugueses desde fecha muy temprana del siglo XV. Gil Eanes y Diogo Cao, entre otros, fueron ampliando el horizonte geográfico africano hasta que Bartolomeu Días, en 1488, lograba doblar el cabo de las Tormentas, posteriormente bautizado como de Buena Esperanza. Diez años después Vasco da Gama lograba llegar a Calicut, en la India, y abría la ruta del océano Indico. Esa ruta sería conocida como la ruta de las especias y rompía, en favor de Portugal, el casi monopolio del que habían gozado los venecianos hasta ese momento, utilizando la ruta del mar Rojo.

En los años siguientes al viaje de Vasco da Gama, los portugueses fueron consolidando esa ruta, cuyos detalles eran un secreto de Estado. Se asentaron en una serie de puntos estratégicos desde los que, además de controlarla, le servían de bases para apoyar sus barcos y ejercer el dominio de la zona. Uno de los navegantes que participó en estas expediciones fue Hernando de Magallanes, conocido en nuestra historia como Fernando de Magallanes. Pertenecía a la pequeña nobleza lusitana y probablemente nació en Sabrosa, cerca de Oporto, en 1481. Su primer gran viaje lo realizó formando parte de la escuadra que acompañaba a Francisco de Almeida, nombrado primer virrey de la India. Permaneció en oriente unos ocho años durante los cuales participó en numerosas acciones, siendo la más importante la expedición que, bajo el mando de Diogo Lopes, llegó hasta Malaca. Allí tuvo que enfrentarse a numerosos peligros y situaciones complicadas, incluida una conspiración que puso en peligro la vida de algunos de los responsables de la expedición. El papel que Magallanes desempeñó para abortar dicha conspiración permitió que uno de los responsables de la expedición, Francisco Serrao salvara la vida, lo que le valió su reconocimiento y que se le asignaran papeles de cierta importancia en la conquista de aquel territorio.

Hay dos versiones sobre lo que ocurrió a continuación en la vida de Magallanes. Según una de ellas, regresó a Europa, con una importante fortuna. Según otra, recibió el mando de uno de los tres buques que formaron la expedición que, desde Malaca, se lanzó para llegar al corazón del territorio de las especias, conocido como el Moluco y en la que también participaba Serrao. Pero una fuerte tormenta impidió a Magallanes llegar a su destino. Sí lo hizo Serrao, quien le facilitó datos sobre la distancia recorrida y la posible ubicación geográfica de aquel territorio del que procedía buena parte del clavo y la pimienta que llegaba a los mercados europeos.

Sea como fuere, nos encontramos con que Magallanes regresó a occidente y poseía una valiosa información sobre lo que era uno de los secretos mejor guardados de la época, dados los beneficios que se derivaban de ello. Una vez en occidente, al servicio del monarca portugués, participará en la batalla de Azamor, ciudad del norte de África, ocupada por los portugueses y asediada por los moros. Recibió una herida en la pierna que lo llevará a cojear el resto de su vida. Otra vez las noticias sobre él se vuelven confusas. Unas versiones señalan que fue acusado de comerciar ilícitamente con los moros, mientras que otras indican que inició acciones legales por considerarse maltratado en el reparto del botín que los moros, al levantar el asedio a que sometían a la ciudad, habían abandonado. En cualquiera de los dos casos Magallanes perdió el favor de la corte. Esa circunstancia sería la que lo llevará a plantearse ofrecer sus servicios a un monarca extranjero y más

concretamente al rey de Castilla. La situación que se vivía en este reino era de una gran efervescencia política. Tras la muerte de Isabel la Católica (1504), Fernando asumió la regencia, pero ante el rechazo de los castellanos al “viejo aragonés” se vio obligado a renunciar y entregar el poder a su hija Juana, aquejada de ataques de demencia, y a su yerno Felipe de Habsburgo, conocido como Felipe el Hermoso.

Fernando, que había contraído segundas nupcias con Germana de Foix, se retiró a sus dominios patrimoniales de Aragón y la unidad dinástica de la monarquía hispánica, tan trabajosamente lograda, pendió de un hilo. Si Fernando hubiera engendrado un heredero -de su matrimonio con Germana de Foix nació un niño que murió a las pocas horas-, habría sido jurado como rey de Aragón. Muerto Felipe de Habsburgo, Fernando fue llamado de nuevo a ejercer la regencia, dadas las condiciones en las que se encontraba Juana.

Fernando falleció en enero de 1516, fecha en que Magallanes ya se planteaba abandonar Portugal y, tras una breve regencia ejercida por el cardenal Cisneros, tomó posesión del reino el hijo mayor de Juana, el hasta entonces príncipe Carlos, un joven de diecisiete años, que había nacido en la ciudad flamenca de Gante y que, cuando llegó a Castilla, en vísperas del otoño de 1517, desconocía las costumbres, formas de vida y hasta la lengua de sus súbditos peninsulares. Al rechazo que esas circunstancias suponían se sumaba el hecho de que al amplio séquito que lo había acompañado desde Flandes -la flota que lo traía a la Península la integraban cuarenta buques- y cuyos miembros recibieron grandes prebendas en detrimento de los castellanos. Incluso el arzobispado de Toledo, la sede primada de Castilla, que se encontraba vacante tras la muerte de Cisneros, fue entregada a un flamenco al que se naturalizó castellano para dar cumplimiento al requisito a que obligaban las constituciones del arzobispado toledano, según las cuales el titular de la mitra había de ser natural del reino. El escándalo fue monumental y las Cortes, reunidas en Valladolid, para evitar que se produjera otra situación similar, dictaminaron que no se daría la nacionalidad de Castilla a ningún extranjero.

Ese acuerdo suponía un duro revés para los planes de Magallanes, y su pretensión de obtener el mando de una expedición castellana, cuyo objetivo era encontrar un paso que comunicase las aguas del Atlántico con las del océano que entonces se conocía como Mar del Sur y más tarde se denominaría como Pacífico. Ese paso permitiría llegar a las Islas de las Especies y que, según los datos que poseía Magallanes podían quedar en el hemisferio correspondiente a Castilla, tras el reparto que castellanos y portugueses acordaron en el llamado tratado de Tordesillas, firmado en 1494. Esos datos habían sido confirmados, en gran medida, por uno de los grandes cosmógrafos del momento. Su compatriota Ruy Faleiro, también postergado por la corona lusitana.

Magallanes y Faleiro viajaron a Sevilla, adonde llegaron en septiembre de 1516. La ciudad andaluza era ya la sede de la Casa de la Contratación y el lugar de donde partían o arribaban las flotas de Indias. Allí plantearon su proyecto, sin desvelar los detalles fundamentales, a dos importantes funcionarios de dicha institución: un factor, llamado Juan de Aranda y al tesorero, el doctor Sancho Matienzo, que se convirtieron en sus valedores más importantes, aunque hubo algunas desavenencias con el primero. A Magallanes lo acogió en Sevilla el teniente de alcaide de los Reales Alcázares, su compatriota Diego Barbosa, con cuya hija Beatriz contraería matrimonio pocos meses después, en febrero de 1517. Fruto de ese matrimonio nacería un niño al que pondrían de nombre Rodrigo.

Entrado ya 1518 Magallanes y Faleiro se trasladaron a Valladolid. En la capital castellana, sede de una de las dos Chancillerías de la Corona de Castilla, estaba Carlos I y se habían reunido las Cortes donde se habían vivido momentos de tensión por el creciente malestar que se respiraba en Castilla, alentado por la rapacidad de que hacían gala los flamencos que habían acompañado al monarca y la falta de sintonía del joven rey con sus súbditos. Por Castilla se expandía una creciente xenofobia que no era, precisamente, lo más beneficioso para los planes de Magallanes. Sin embargo, contó con el apoyo del obispo Fonseca, presidente del Consejo de Indias, el organismo más importante, junto a la Casa de la Contratación, para entender de los asuntos relacionados con las nuevas tierras descubiertas al otro lado del Atlántico.

El apoyo de Fonseca fue decisivo para que el 22 de marzo de 1518 se firmaran las capitulaciones por las cuales Carlos I autorizaba a que Magallanes se pusiera el frente de una escuadra de cinco barcos con la misión de encontrar un paso que permitiera llegar desde el Atlántico al Mar del Sur, descubierto por Núñez de Balboa pocos años antes. En esas capitulaciones se concretaban los detalles relativos al mando de la escuadra y recogían algunas de las normas que habían de cumplirse durante la expedición, cuyo tiempo se había previsto fuera de dos años. Una de ellas señalaba que: *“El tal descubrimiento habéis de hacer, con tanto que no descubráis ni hagáis cosa en la demarcación e límites del sacratísimo Rey de Portugal, mi muy caro y muy amado tío e hermano, ni en perjuicio suyo, salvo dentro de los límites de nuestra demarcación”*. En otra se especificaba la participación de Magallanes y Faleiro en los beneficios que se derivaran de la expedición. Se señalaba que *“... de todo lo que a la vuelta de esta primera armada... de allá trugérades, hayáis y llevéis el quinto, sacadas todas las costas que en la dicha Armada se hicieren...”*

Dicha cláusula, que venía impuesta por lo acordado en Tordesillas, estaba dictada por la rivalidad con que se disputaban las nuevas rutas y las nuevas tierras castellanos y portugueses. Era un brindis al monarca lusitano porque del éxito de la expedición que se encomendaba a Magallanes se derivarían graves perjuicios para los intereses de Lisboa. Eso explica que el embajador portugués en la corte castellana, Álvaro da Costa, no viera con buenos ojos un proyecto como aquel. De hecho, trató de impedirlo, presionando sobre Magallanes y Faleiro, y amenazándoles hasta el punto de que corrió peligro la vida del navegante y el cosmógrafo. Magallanes y Faleiro sufrieron varios ataques, cuando estaban en Zaragoza, adonde se habían trasladado siguiendo a la corte, que se había instalado a orillas del Ebro porque Carlos I tenía que ser jurado como monarca por las Cortes de aquel reino.

Avanzado el verano de 1518 Magallanes regresó a Sevilla donde muy pronto llegaron las cinco embarcaciones de la armada. Se trataba de la *Trinidad*, la *San Antonio*, la *Concepción*, la *Victoria* y la *Santiago*. Todas ellas procedían de los astilleros vizcaínos y durante los meses siguientes se acometió el arduo trabajo de aprestarlas. Se habían conseguido los recursos necesarios para el aparejo y abasto de los barcos, lo que no era cosa menor. Se necesitaba aprovisionar lo necesario para el sustento de más de los doscientos cincuenta hombres que formarían las tripulaciones y estarían navegando por espacio de dos años. Pudo conseguirse, en parte, gracias a la participación de Cristóbal de Haro, un importante hombre de negocios, que aportó el capital que faltaba, al aportado por la Corona, para el apresto de los navíos.

Este tiempo no estuvo exento de incidentes. Unos, protagonizados por los portugueses que seguían tratando de impedir la expedición por todos los medios a su alcance y que lograron que la relación entre Magallanes y Faleiro se tensara, hasta el punto de que el cosmógrafo fue apartado, por orden del rey, de la expedición en la que tenía, según quedaba recogido en las capitulaciones, una autoridad similar a la de Magallanes. Se arguyeron serios problemas de salud que aquejaban al cosmógrafo como causa de su apartamiento. Le substituyó Juan de Cartagena.

Otros fueron consecuencia de la xenofobia cada vez más extendida, como el que tuvo lugar al izar Magallanes su enseña en la nao capitana, la *Trinidad*, antes de que se hubiera colocado en el mástil el pendón real. El ayudante del teniente de Almirante de Castilla, Sebastián Rosero, indignado, se enfrentó a Magallanes, sin atender a las explicaciones que este le daba. Salieron los aceros de sus vainas y el muelle donde estaban atracadas las embarcaciones se llenó de gente. Las autoridades sevillanas trataron de prender a Magallanes que sólo lo evitó gracias a la intervención del doctor Matienzo, que se vio obligado a poner en riesgo su propia vida porque los ánimos estaban muy exaltados.

Muy emotivo resultó el acto por el que Magallanes, que no podía ser naturalizado castellano tras la prohibición de las Cortes de expedir cartas de naturaleza para los extranjeros, juró fidelidad a Carlos I. Fue en la jura de las banderas que llevarían los barcos. La ceremonia se llevó a cabo en la iglesia del convento de los mínimos de Santa María de la Victoria, en Triana. Estuvo presente Sancho Martínez de Leyva, asistente de la ciudad, en su condición de representante del rey, acompañado por numerosos miembros del cabildo municipal. Los principales funcionarios de la Casa de la Contratación, así como cartógrafos, cosmógrafos, pilotos... También los principales responsables de los barcos de la armada expedicionaria. Magallanes juró fidelidad a las banderas y lo tomó a todos los miembros de las tripulaciones de la flota en la que ejercería como jefe supremo, si bien había recibido instrucciones donde se especificaban una serie de obligaciones que debería cumplir durante el viaje y que serían fuente de serios problemas.

El 10 de agosto de 1519, una muchedumbre concentrada en el Arenal y en las riberas del Guadalquivir fue testigo de la partida de la armada que iniciaba su singladura camino de Sanlúcar de Barrameda, buscando las aguas del Atlántico.

La escuadra mandada por Magallanes estaba integrada por cinco naos. La capitana era la *Trinidad*, de 110 toneles. No era la más grande, pero sí la más airosa, al tener más elevados sus castillos de proa y popa, estaba bajo el mando directo de Magallanes. La embarcación más grande era la *San Antonio*, de 110 toneles y estaba mandada por Juan de Cartagena, que había substituido a Ruy Faleiro en la expedición. La *Concepción*, de 90 toneles, quedaba al mando de Gaspar de Quesada. La *Victoria*, de 85 toneles, quedaba en manos de Luis de Mendoza. Por último, el buque más pequeño era la *Santiago*, de 75 toneles. Este último barco era, posiblemente, una carabela cuyo tamaño le permitía navegar por aguas poco profundas. En cada uno de los barcos acompañaban al capitán, un piloto, un maestro y un contra maestro. La atención espiritual de las tripulaciones estaba en manos de dos capellanes que iban a bordo de la *Trinidad* y la *San Antonio*.

Los buques eran más pequeños de lo que Magallanes hubiera deseado, pero permitían una notable capacidad de carga. El tonel era la medida de capacidad utilizada por los constructores vascos, mientras que en el sur se utilizaba la tonelada. La relación entre

el tonel y la tonelada era de cinco a seis. Diez toneles equivalían a doce toneladas. La tonelada en aquella época era equivalente a 20 quintales, unos 920 kilogramos. En ellos cargaron gran cantidad de objetos para intercambiar con los indígenas de los lugares donde tomaran tierra y gran cantidad de provisiones para alimentar muchos meses a unas tripulaciones que sumaban unos doscientos cincuenta hombres.

Los objetivos de esa escuadra eran encontrar un paso para pasar de las aguas del atlántico a las del mar del Sur, que después sería conocido como océano Pacífico y abrir una ruta hacia las islas de las Especies diferente a la que controlaban los portugueses. Para nada se mencionaba la posibilidad de dar la vuelta a la Tierra; es más, se prohibía hacerlo cuando en las capitulaciones, como hemos indicado, se señalaba *que no descubráis ni hagáis cosa en la demarcación e límites del sacratísimo Rey de Portugal, mi muy caro y muy amado tío e hermano, ni en perjuicio suyo, salvo dentro de los límites de nuestra demarcación.*

Los tres años durante los que se prolongará la expedición están llenos de complicadas situaciones, graves enfrentamientos, serios problemas y dificultades sin cuento que convirtieron en una aventura épica aquel viaje que marcará un antes y un después en la historia de la humanidad. Será la muerte de Magallanes, lo que permitirá el encumbramiento de Elcano y las decisiones que este último tomará, contraviniendo las órdenes de Carlos I, las que permitirán que sólo una de las cinco naos que zarparon de Sevilla y de Sanlúcar de Barrameda, termine dando la vuelta al mundo. Todo ello con los portugueses utilizando los medios a su alcance para hacer que la expedición acabara en un desastre.

Será Elcano –junto a Gonzalo Gómez de Espinosa, capitán de la *Trinidad*, que era el otro barco que quedaba de la escuadra– quien tomará la decisión de no volver por aguas del hemisferio hispano y adentrarse en el océano Índico. Será la *Victoria*, bajo su mando la que realizará, mucho después de la muerte de Magallanes, la proeza de dar la primera vuelta al mundo. Ese periplo lo completará cuando aquella nao, desarbolada y en muy malas condiciones, entre en el puerto de Sevilla el 8 de septiembre de 1522. Elcano tuvo que buscar los medios necesarios para poder remontar el Guadalquivir porque había perdido el velamen y a bordo apenas van los hombres imprescindibles para que el barco pueda navegar. Sorprendieron a Sevilla cuando hicieron una extraña petición apenas los representantes de la Casa de la Contratación habían subido a la nao para informarse de lo que ha sido de los demás y conocer detalles de aquel increíble viaje. Querían cirios y velas para llevarlos a la imagen de la Virgen que se veneraba en el convento de los franciscanos de Triana.

Elcano informó del viaje a Carlos I, que se encontraba en Valladolid, tras haber regresado de la elección imperial, en una carta que le escribió desde Sanlúcar de Barrameda. El flamante emperador le ordenó que viajara a la corte para informarle con todo detalle. Pocos días después Juan Sebastián Elcano llegaba a Valladolid y daba al soberano cumplida información. La gesta era tan grande que el rey se olvidó del incumplimiento de las capitulaciones e incluso perdonó al marino algunas deudas que tenía pendientes con la justicia, antes de embarcar.

Así terminaba el viaje que emprendiera Magallanes con objetivos muy diferentes a los que finalmente resultaron y que convirtieron aquella expedición, por obra de Juan Sebastián Elcano, en la primera vuelta al mundo.

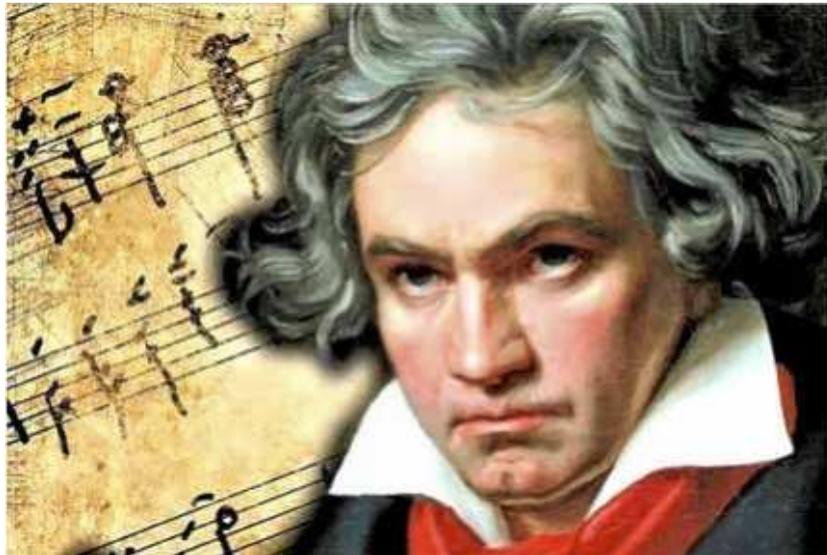
250 Aniversario del nacimiento de Beethoven

Jorge Ortega Torices

Profesor de Música del IES Antonio de Mendoza de Alcalá la Real

Es difícil encontrar una manifestación cultural que llegue más hondo al alma que la música, aunque para comprenderla en toda su dimensión sea necesario cierto conocimiento previo, más o menos profundo. Sin embargo, su percepción puede conmover la sensibilidad de cualquier persona, de cualquier edad, condición, formación y época.

Estamos celebrando el aniversario del nacimiento de un genio de la música llamado L. Van Beethoven.



Fuente: Wikipedia

250 años después de su nacimiento, la música de Beethoven sigue ejerciendo fascinación entre el público, llegando mucho más allá de los círculos de aficionados a la música clásica. Su música ha pasado a formar parte de la cultura universal. Cualquiera puede tararear alguna melodía de sus obras ya que muchas de ellas se han empleado como banda sonora de películas y series.

¿Quién era Beethoven?

L. Van Beethoven nació en Bonn, Alemania, en el año 1770 y murió en 1827 en Viena.

Con 10 años tocaba el órgano en las misas de su parroquia, por lo que empezó a destacar desde muy joven en el mundo de la música. A los 13 años empezó a trabajar como organista en la residencia del príncipe de Colonia. Los problemas le vinieron con 20 años, ya que sufrió una enfermedad que le produjo pérdida de audición. Al cumplir los 22 años se trasladó a Viena, donde pasaría el resto de su vida. Cuando rozaba los 30, se quedó sordo casi por completo, lo cual le llevó a redactar desesperado su testamento porque quería suicidarse.

Las tres etapas de su obra

Podemos decir que Beethoven vivió tres épocas diferentes en su labor como compositor. La primera de ellas incluye composiciones escritas hasta el año 1800, que se caracterizan por seguir los modelos clásicos establecidos por los compositores Haydn y Mozart. De este tiempo destacan obras como el Septimino en Sol m y sus primeros conciertos para piano.

Septimino en Sol m

L. Van Beethoven



El segundo período comprende desde el año 1801 hasta el 1814, creando obras llenas de creatividad. Este período se relaciona con la aparición de la sordera. Entre ellas destaca la Sinfonía n° 5.

SINFONÍA N° 5. La escribió cuando tenía 40 años. Esta obra tan conocida la compuso en un momento crítico para él. Su vida estaba marcada por la angustia que le causaba la sordera. Beethoven cuenta en sus manuscritos que el destino le tocó a la puerta. Estando en su casa, triste y desolado, escuchó golpes en la puerta. Se levantó para ver quién llamaba, pero no encontraba a nadie. Los golpes seguían sonando, no dejaba de escuchar cuatro golpes IIII en la puerta. Así que decidió coger papel de pentagramas y volver a componer música, teniendo en cuenta los golpes de la puerta escribió el primer movimiento de la Sinfonía n° 5.

5ª Sinfonía

L. Van Beethoven

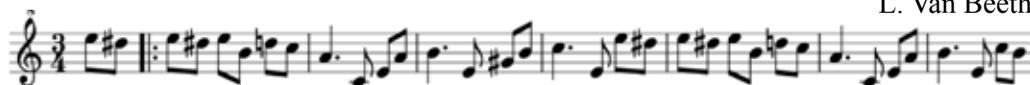


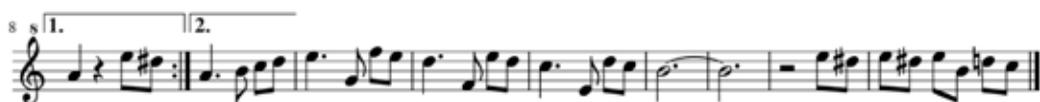
En la tercera etapa, que va hasta su muerte, se encuentran obras más innovadoras. En mi opinión, hay dos obras muy importantes “Para Elisa” y la “Sinfonía n° 9”.

La primera es una obra para piano que escribió a una alumna suya. Se cuenta que esta tenía que dar un concierto en una sala con mucho público y cuando llegó el momento de interpretar una obra de Beethoven, la chica abandonó la sala llorando porque no era capaz de tocar las piezas de piano compuestas por su maestro. Beethoven corrió tras ella y para calmarla le prometió una obra para piano mucho más fácil. Al día siguiente, la joven recibió una partitura con el título “Para Elisa”.

Para Elisa

L. Van Beethoven





Sinfonía nº 9. La novena sinfonía llamada “Coral” por la introducción de las voces en el 4º movimiento. El coro final está compuesto sobre un texto del poeta alemán Schiller titulado “ Oda a la libertad” y que por motivos de censura política tuvo que cambiarse a “Oda a la alegría”. Aquí dejo unos versos del poema.

¡Abrazaos, millones de criaturas!	¿Dudáis todavía, millones?
¡Un abrazo para el mundo entero!	Mundo, ¿ no presientes al creador?
¡Hermanos! Sobre el firmamento	Búscalos sobre el firmamento
Ha de vivir un padre querido	Ha de vivir por encima de las estrellas

La Sinfonía nº 9 fue estrenada el 7 de mayo de 1824 y, según cuentan las crónicas, alcanzó un gran éxito. El público estuvo aplaudiendo durante largo rato, pero Beethoven no se volvía para agradecer los aplausos porque ya estaba completamente sordo y no podía oírlos. Un cantante tuvo que agarrarle del brazo para hacerle ver los aplausos y el ondear de pañuelos y sombreros. Entonces Beethoven se volvió hacia el público y saludó.

Actualmente la melodía del 4º movimiento que incluye la Oda a la Alegría es el Himno de la Unión Europea.

Himno a la alegría

L. Van Beethoven



ALGUNAS CURIOSIDADES DE BEETHOVEN

- Beethoven odiaba tocar el piano, ya que era obligado desde niño a practicar día y noche.
- Siempre tuvo problemas de salud desde que nació. Sufrió sordera, tifus, infecciones, problemas en la piel, hepatitis y cirrosis. Su sordera fue causa de la viruela o el tifus. Murió de cirrosis, con el hígado descompuesto por el alcohol.
- La sordera le afectó a su trabajo y le condujo a aislarse de las personas de su alrededor, hasta el punto que se planteó suicidarse.
- A su entierro acudieron más de 20.000 personas. Su funeral paralizó Viena. 200 coches de caballos siguieron el entierro que terminó a las afueras de Viena.
- Fue un representante de la generación de grandes ideales universales y un revolucionario que plasmó en su obra la ruptura ideológica y política generada por la Declaración de los Derechos Humanos y la Revolución Francesa.

La bomba de Hiroshima y Nagasaki

José Manuel Rojo Zea.

Profesor de Geografía e Historia. IES Ángel Ganivet. Granada

Juan Manuel León Millán

Profesor de Geografía e Historia. IES Antonio de Mendoza. Alcalá la Real

I – CONTEXTO HISTÓRICO

Los años 40 del siglo pasado, son los años en que el ser humano descubre todo su poder destructivo, no solamente técnico, sino humano (holocausto, etc.) Es lo que Hanna Arendt llamó la “banalidad del mal”.

Está claro que las tensiones que aparecen en los años 30: ascenso del fascismo, crisis de las democracias liberales; acabarán en un gran conflicto bélico; que, con la victoria a partir de agosto del 1945, el modelo democrático salió reforzado, pero ¿a qué precio? Con este artículo queremos acercarnos, al uso bélico de la energía nuclear y alejados los terrores de la mutua destrucción “*mad*”; de los científicos sociales que gestionaron el miedo y de los guerreros del átomo, creemos pertinente afrontar una reflexión sobre el límite moral del ser humano. Estamos a puertas de los enormes desafíos que suponen las pandemias o la crisis ecológicas; estamos inmersos a un proceso destructivo de nuestro entorno; por eso las discusiones morales, políticas, sus consecuencias del mayor acto de violencia que realizó el ser humano no deben caer en el olvido y puede y debe ser un punto de partida válido que nos ayude a afrontar los tiempos difíciles.

En el presente artículo desarrollaremos el contexto histórico que da lugar al uso de la bomba nuclear, recordaremos los aspectos tácticos del lanzamiento y, sobre todo, nos centraremos en las víctimas y el debate moral y político que tuvo lugar durante todo el proceso. El verdadero problema de la bomba es “qué hacer” con el poder que daba esa bomba: ¿y ahora qué?.

Con este artículo recordamos que en el año 2020 hizo 75 años de esta página de la historia.

II – ANTECEDENTES

La entrada en el conflicto de Estados Unidos y la Unión Soviética cambió definitivamente el curso del conflicto. La resistencia soviética y la maquinaria industrial y militar norteamericana hicieron que la balanza de la guerra se inclinara a favor de los Aliados. Tres batallas marcaron el cambio de signo de la guerra: Stalingrado en el frente oriental, Midway en el Pacífico y El Alamein en el norte de África. La guerra se encaminó hacia la derrota de las potencias fascistas y autoritarias que formaban el Eje.

A lo largo de 1943 representantes de “La Gran Alianza” (Estados Unidos, la Unión Soviética y Gran Bretaña) se encontraron en diversas conferencias en las que fueron conformando la acción y la estrategia de los Aliados. Fruto de estas conversaciones fue el desembarco aliado en la región francesa de Normandía, largamente demandado por la Unión Soviética para aligerar la presión germana en el frente oriental.

El 6 de junio de 1944, el día D, tropas estadounidenses, británicas y canadienses desembarcaron en las playas de Normandía y superaron la férrea resistencia alemana. Rápidamente las tropas aliadas, bajo la dirección del general norteamericano Eisenhower, se dirigieron a París que fue liberado el 25 de agosto. Diez días antes, tropas angloamericanas y francesas habían desembarcado en Marsella.

Las tropas aliadas tras reconquistar Francia se lanzaron hacia el corazón de Alemania. Atacada por el occidente, el sur y el este, el régimen de Hitler se aprestaba a librar su última batalla.



(Imagen playa de Normandía) Elmundo.es

Mientras se luchaba en los frentes europeos, los norteamericanos fueron avanzando en una dura y cruenta guerra en el Pacífico. La conquista de Filipinas por los ejércitos de Estados Unidos en febrero de 1945 y la reconquista de Birmania por los británicos en mayo marcaron momentos clave de ese avance. El 19 de febrero de 1945 los norteamericanos ocuparon por primera vez territorio japonés, la pequeña isla de Iwo Jima.

Mientras tanto se sucedían continuos ataques aéreos sobre las ciudades y los centros industriales de Japón. Tras la derrota alemana, en mayo de 1945, los norteamericanos se decidieron a usar el arma terrible que habían estado investigando secretamente.

El 6 de agosto de 1945, el avión norteamericano *Enola Gay* lanzó una bomba atómica sobre la ciudad japonesa de Hiroshima. El resultado fue atroz: 100.000 muertos y miles de heridos por el efecto de una única bomba. Dos días más tarde, la URSS declaraba la guerra a Japón y ocupaba Manchuria y parte de Corea. Al día siguiente, Estados Unidos lanzaba una segunda bomba atómica sobre la ciudad de Nagasaki. El horror nuclear precipitó la capitulación de Japón. El 2 de septiembre de 1945, los representantes del emperador japonés, Hiro-Hito, firmaron en el buque de guerra Missouri, fondeado en aguas de la bahía de Tokio, la rendición incondicional. La segunda guerra mundial había terminado.

III – EL INFIERNO EN LA TIERRA



Hongo nuclear sobre Hiroshima fotografiado desde el Enola Gay. Euronews.com

En 1945 Estados Unidos y Japón llevaban cuatro años enfrentados en la Guerra del Pacífico, uno de los mayores escenarios de la Segunda Guerra Mundial.

El 26 de julio de ese año el presidente de EE.UU., Harry Truman, lanzó un ultimátum contra los japoneses. Les exigía una “rendición incondicional”, de lo contrario, les esperaba “una destrucción rápida y absoluta”.

El mensaje de Truman no mencionaba el uso de bombas nucleares. Sin embargo, estos artefactos eran parte del arsenal que EE.UU. tenía listo como parte de su estrategia para zanjar el conflicto.

El 16 de julio EE.UU. había ensayado con éxito la bomba Trinity, la primera arma nuclear “Tan pronto supieron que la bomba nuclear funcionaría, se asumió que la usarían”, según explica en su libro “La era de Hiroshima”¹ el historiador Michael Gordin,

“La discusión entre los militares no era si la usarían, la pregunta era cómo la usarían”, según Gordin. “Y la forma más efectiva de usarla sería una que llevara a la rendición de Japón”.

Las razones que llevaron a EE.UU. a lanzar las bombas atómicas sobre Hiroshima y Nagasaki aún son objeto de debate, pero las consecuencias son evidentes hasta hoy. Este es el recuento de los primeros y hasta ahora únicos ataques con bombas nucleares de la historia. La primera vez que se detonaba en el mundo.

El primer blanco elegido fue Hiroshima. La ciudad no había sido bombardeada antes, así que era un buen lugar para notar los efectos de la bomba. Además, era la sede de una base militar. El Enola Gay, un bombardero B-29 pilotado por el coronel Paul Tibbets, sobrevolaba Hiroshima a unos 9,5 km de altura cuando liberó la bomba Little Boy, que explotó en el aire, a unos 600 metros del suelo.

¹ Gordin D., Michael and Ikemberry, John (2020): The age of Hiroshima. Princetown university press. Pag.123-130.

“A las 8:14 era un día soleado, a las 8:15 era un infierno”, describe en un documental del canal Discovery Kathleen Sullivan, directora de *Hibakusha Stories*, una organización que recopila testimonios de sobrevivientes de las bombas².



Imagen www.bbc.es/mundo

El mecanismo interno de *Little Boy* funcionaba como una pistola: disparaba una pieza de Uranio 235 contra otra del mismo material. Al chocar, los núcleos de los átomos que las componían se fraccionaron en un proceso llamado fisión.

Esa fisión de los núcleos ocurre de manera consecutiva, generando una reacción en cadena en la que se libera energía y finalmente desata la explosión. *Little Boy* llevaba una carga de 64 kilos de Uranio 235, de los que se calcula que solo se fisionó cerca del 1,4%.

Aun así, la explosión tuvo la fuerza equivalente a 15.000 toneladas de TNT. Como referencia, tan solo un kilo de TNT puede ser suficiente para destruir un automóvil.

La explosión generó una ola de calor de más de 4.000 °C en un radio de aproximadamente 4,5 km.

“De repente me enfrenté a una gigantesca bola de fuego... Luego vino un ruido ensordecedor. Era el sonido del universo explotando”, según el testimonio de Shinji Mikamo, sobreviviente de Hiroshima³.

Se cree que entre 50.000 y 100.000 personas murieron el día de la explosión. La ciudad quedó devastada en un área de 10 km². La explosión se sintió a más de 60 km de distancia. Dos tercios de los edificios de la ciudad, unos 60.000, quedaron reducidos a escombros. El intenso calor produjo incendios que durante tres días devoraron un área de 7 kilómetros alrededor de la zona cero.

Pero a pesar de todo, Japón no se rindió.

² <https://hibakushastories.org/>

³ www.bbc.es/mundo



Fuente: www.BBC.es/mundo



Vista de Hiroshima tras el ataque. Fuente: confidencial.com

Ante este panorama, EEUU no quería alargar más una guerra que ya se hacía eterna. Todos sabían que los japoneses lucharían hasta el último hombre por cada palmo de terreno. Había que someterlos. Nagasaki no estaba en la lista de objetivos prioritarios. Su topografía accidentada y la cercanía de un campo de prisioneros de guerra aliados, la convertían en un blanco secundario. Entre los objetivos principales estaba Kokura, una ciudad con zonas industriales y urbanas en terrenos relativamente planos.

El día del ataque, sin embargo, Kokura estaba “cubierta de bruma y humo”, según el reporte de los pilotos. La tripulación tenía órdenes de elegir visualmente el objetivo que maximizara el alcance explosivo de la bomba.

El bombardero *Bockscar*, un B-29 pilotado por el mayor Charles Sweeney, dejó caer la bomba *Fat Man*, que explotó a 500 metros sobre el suelo.

La bomba *Fat Man* estaba hecha de Plutonio 239. Era un material más fácil de conseguir y más eficiente, pero requería un mecanismo más complejo para utilizarlo.

El Plutonio 239 no era puro. Esto podría causar una reacción en cadena prematura, con lo cual se perdería gran parte del potencial de la bomba. Se usó un mecanismo de implosión, para activar la bomba antes de que ocurriera esa fisión espontánea. *Fat Man* tenía una carga de 6 kilos de plutonio, pero se calcula que solo logró fisionarse 1 kilo. Fue suficiente para liberar una energía equivalente a 21.000 toneladas de TNT.

La explosión fue más fuerte que la de Hiroshima, pero el terreno montañoso de Nagasaki, ubicada entre dos valles, limitó el área de destrucción. Aún así, se calcula que murieron entre 28.000 y 49.000 personas el día de la explosión. En Nagasaki la bomba destruyó un área de 7,7 km². Cerca del 40% de la ciudad quedó en ruinas. Escuelas, iglesias, hogares y hospitales se derrumbaron.

“El lugar se convirtió en un mar de fuego. Era el infierno. Cuerpos quemados, voces pidiendo ayuda desde edificios derrumbados, personas a quienes se le caían las entrañas⁴...”,



www.abc.es. Firma de la rendición en el acorazado Missouri

⁴ Comentario de un superviviente: Sumiteru Taniguchi, sobreviviente de Nagasaki

No existen cifras definitivas de cuántas personas murieron a causa de los bombardeos, ya sea por la explosión inmediata o en los meses siguientes debido a las heridas y los efectos de la radiación. Los cálculos más conservadores estiman que para diciembre de 1945 unas 110.000 personas habían muerto en ambas ciudades. Otros estudios afirman que la cifra total de víctimas, a finales de ese año, pudo ser más de 210.000.

Tras las bombas de Hiroshima y Nagasaki, Japón presentó su rendición.

“Hemos decidido allanar el camino para una gran paz para todas las generaciones venideras, soportando lo insoportable y sufriendo lo insufrible⁵”,

La rendición oficial se firmó el 2 de septiembre, a bordo del USS Missouri en la Bahía de Tokio. Se ponía fin así a la Segunda Guerra Mundial.

3.1 – La brutalidad de la bomba

En una fracción de segundo tras la explosión de una bomba atómica, se liberan rayos gamma, neutrones y rayos X que salen disparados a una distancia de 3 km. Estas partículas invisibles bombardean todo lo que encuentran a su paso, incluyendo los cuerpos humanos, y destruyen sus células.

En la bomba de Hiroshima, por ejemplo, resultaron letales para el 92% de las personas que estaban en un radio de 600 metros del punto cero. Los sobrevivientes de las explosiones, conocidos como *hibakusha*, sufrieron las de manera inmediata, sufrieron quemaduras que les arrancaron la piel y los tejidos.

“Sentí un dolor punzante que se extendió por todo mi cuerpo. Fue como si un balde de agua hirviendo cayera sobre mí y me restregara la piel”, dijo Shinji Mikamo, sobreviviente de Hiroshima.

La exposición al material radiactivo les causó náuseas, vómitos, sangrado y la caída del pelo.

“Era tanto el dolor que sentía cuando me curaban, cuando extraían las gasas una por una, que muchas veces quedaba al borde de la inconsciencia”, recuerda Senji Yamaguchi, sobreviviente de Nagasaki. Eran las devastadoras consecuencias del intenso calor y de la radiación.

Con el tiempo, algunas personas desarrollaron cataratas y tumores malignos.

En los 5 años posteriores a los ataques, entre los habitantes de Hiroshima y Nagasaki aumentaron drásticamente los casos de leucemia.

Diez años después de los bombardeos, muchos sobrevivientes desarrollaron cáncer de tiroides, de seno y de pulmón a una tasa superior a la normal.

Además, la salud mental de los *hibakusha* también se vio afectada por haber presenciado un acto tan atroz, haber perdido a seres queridos y por el miedo a desarrollar enfermedades por causa de la radiación. Algunos de ellos vivieron condenados a estar confinados en un hospital. Muchos sufrieron discriminación por su aspecto físico y por la creencia de que acarrearían enfermedades.

Otros vivieron con un sentimiento de culpa por no haber podido salvar a sus seres queridos. Hoy Hiroshima y Nagasaki son importantes ciudades industriales y comerciales. Ambas tienen plazas y museos donde se rinde homenaje a las víctimas.

⁵ Mensaje del emperador al pueblo japonés anunciando la rendición

Los *hibakushas* que aún viven rondan los 80 años. Algunos se convirtieron en activistas en contra de la proliferación de armas nucleares y compartieron sus historias como una manera de recordar los horrores de la guerra.

La devastación que causaron las bombas de Hiroshima y Nagasaki desataron, hasta hoy, un intenso debate sobre si fue necesario un ataque de tal envergadura sobre la población civil.

Desde entonces ningún otro país se ha atrevido a usar una bomba atómica en un conflicto armado.

IV – EN LA ACTUALIDAD

Aunque Hiroshima y Nagasaki han sido las últimas dos ciudades en ser destruidas por armas nucleares, no podemos saber con certeza que nunca volverá a pasar. Desde 1945, los Estados Unidos, la Unión Soviética/Rusia, el Reino Unido, Francia, China, Israel, India, Pakistán y Corea del Norte se han armado con armas nucleares dotadas de un poder destructivo mucho mayor, en comparación con las que destruyeron a Hiroshima y Nagasaki⁶.

Miles de armas nucleares han sido probadas, causando daños a largo plazo al medio ambiente y a la salud pública. Pelopidas explica: «La concienciación de la escala de los daños potenciales y el darnos cuenta de que podrían lanzarse armas nucleares en cualquier momento contra cualquier objetivo en el mundo debería infundir en todos nosotros una sensación de vulnerabilidad».

Los partidarios del armamento nuclear defienden que el arsenal nuclear es una medida disuasoria de guerra nuclear porque el miedo a las represalias impide el uso de armas nucleares por un estado contra otro. Pelopidas continúa: «Las amenazas nucleares no siempre han generado temor y, en cambio, el temor no siempre ha provocado precaución. Al contrario, en algunos casos las amenazas nucleares han producido ira, y la ira puede desencadenar el impulso de escalada... De hecho, países con armas nucleares han ido a guerra con bastante frecuencia, incluso contra otros países con armas nucleares, aunque con limitaciones o a través de representantes».

Muchas personas creen que los bombardeos, de hecho, supusieron el fin de la guerra y que los Estados Unidos eligió el menor de dos males. Aunque los historiadores han cuestionado esta narrativa, un número importante de europeos todavía la creen, según una encuesta financiada por el CEI. En un análisis en el «Bulletin of the Atomic Scientists», Pelopidas afirma: «Los europeos, en conjunto, siguen firmes en su apoyo a la eliminación de las armas nucleares. Incluso en Francia y el Reino Unido, países con armamento nuclear, las grandes mayorías rechazan la idea de que las armas nucleares puedan alguna vez usarse en término morales». Sostiene, además: «Los descubrimientos recientes sobre Nagasaki aportan una dimensión importante a las políticas nucleares que suele pasarse por alto: la vulnerabilidad del mando y el control nuclear y el papel de la suerte en los resultados de eventos nucleares». Debido a un error durante el vuelo, a Nagasaki le cayó una bomba originalmente intencionada para Kokura.

⁶ Opinión de Benoît Pelopidas, investigador principal del proyecto NUCLEAR financiado parcialmente por el Consejo Europeo de Investigación (CEI). Fundador del programa Nuclear Knowledges (Conocimiento nuclear)

V - ¿Y LOS PILOTOS?

¿Cómo fue la reacción de los pilotos encargados de lanzar las bombas? Vamos a presentar las reacciones de aquellos hombres que de modo más o menos consciente estaban cambiando la historia. No llevaban las bombas habituales, llevaban un poder de destrucción como jamás había conocido el ser humano. Las situaciones fueron diversas.

En la madrugada del 6 de agosto, un avión sobrevoló el cielo de Hiroshima. Sonó, como casi todas las madrugadas del último mes, la alarma antiaérea. Nadie se preocupó en demasía. Era un B-san (Señor B), como los japoneses llamaban a los B-29. Sólo uno. Pero ese B-29 no era uno más. Era el *Straight Flush* comandado por Claude Eatherly, integrante del Grupo de Operaciones 509. Eatherly debía hacer la ruta que sólo una hora después haría el Enola Gay y comprobar las condiciones meteorológicas. Desde el cielo, la ciudad se veía con prístina claridad. Eso informó Eatherly.

El último minuto de una era. Sesenta segundos después comenzaba la era atómica.

El Grupo de Operaciones 509 era el encargado de la misión. Se había conformado pocos meses antes en Utah y recién a comienzos de mayo de 1945 fueron trasladados a la base de Tinian. Habían elegido a los mejores pilotos de su generación. No había margen de error. Se necesitaba experiencia, habilidad, coraje y templanza.

La misión la integraban varios aviones entre escoltas y meteorológicos. La nave principal era el Enola Gay. Capitaneada por Tibbets contaba además con otros once tripulantes. La misión duró, entre el despegue del primer avión y la vuelta a la base del último, unas doce horas. Doce horas en las que el mundo cambió definitivamente.

El director general del *Proyecto Manhattan*, el general George Groves pidió que todo el operativo quedara registrado. Así a pesar de que no era la costumbre, la salida de los aviones fue iluminada por reflectores para que las cámaras pudieran tomarla. Uno de los aviones del contingente era el encargado de filmar y fotografiar lo que después conoceríamos como El Hongo Atómico.

El avión *Straight Flush* con su piloto Claude Eatherly llegó a Hiroshima una hora antes que el resto. Su misión era determinar la visibilidad y si las condiciones climáticas eran las adecuadas (por ejemplo, tres días después por la labor del avión encargado de esa tarea y por las nubes que informó se cambió el objetivo y *Fat Boy* en vez de destruir la ciudad de Kokura, objetivo original, cayó sobre Nagasaki). Eatherly informó que la misión podía proseguir sin problemas.

Durante el vuelo se terminó de ensamblar la bomba. Fue un procedimiento que se diseñó para evitar riesgos innecesarios en el despegue. A las 8.15 se abrió la compuerta automática creada especialmente para la ocasión, y *Little Boy* se desprendió desde el cielo.

La sacudida del avión los asustó por unos segundos, pero luego lo entendieron como el éxito de su misión. Paul Tibbets contó que el ruido que escucharon fue como si estuvieran envueltos en cilindros de latón y alguien golpeará insistentemente con un martillo sobre la chapa.

Lo que vieron, escucharon y sintieron en esos segundos no se comparaba con nada que hubieran vivido antes. El copiloto Robert Lewis, que había aspirado a comandar la misión, dijo entre dientes: “Dios mío ¿Qué hicimos?”. Después contó: “Ahí abajo había una ciudad y de pronto no estuvo más. Fue como si una boca gigante la hubiese aspirado en un segundo”.

El regreso fue triunfal. En la base todos festejaban. La leyenda asume que Tibbets fue condecorado apenas puso un pie en la pista.

Paul Tibbets tuvo una larga vida. Escribió sus memorias y recibió varios honores. Nunca expresó remordimiento por su papel en el lanzamiento de la bomba atómica sobre Hiroshima. Tampoco lo hicieron los demás tripulantes del Enola Gay. Para ellos fue un acto de guerra, una misión que supieron cumplir con probidad. La resistencia japonesa y las muertes que acarrearía, la entrada de los soviéticos a Japón, el efecto aleccionador para el resto de las potencias sobre el poder atómico. Cada uno, según el momento, fue eligiendo del elenco de justificaciones y argumentos el que mejor le venía. Lo cierto es que, al menos en sus apariciones públicas, el remordimiento no tuvo lugar. Sin embargo, cientos de rumores se instalaron sobre él y otros tripulantes. Suicidios, internaciones en psiquiátricos, delitos aberrantes. Pero en el caso de Tibbets y de la mayoría de sus compañeros nada de eso fue cierto.

Sin embargo, no ocurrió lo mismo con Claude Eatherly, el piloto que comandó el *Straight Flush*, el avión de observación. Su historia se hizo muy conocida. Sus detractores hicieron todo lo posible por desprestigiarlo. Eatherly se convirtió en un hombre de vida díscola, propenso al crimen, fuera de sus cabales. Alguien que “estaba mal desde antes”. Por eso su prontuario, las internaciones psiquiátricas y, en especial, su postura en contra del uso de armas atómicas.

Claude Eatherly fue dado de baja de la Fuerza Aérea en 1947. Su descenso fue vertiginoso. Su vida después de la guerra siguió un patrón. Detenciones por delitos menores, trabajos en los que duraba muy poco, etapas en hospitales psiquiátricos de unos pocos días para monitorear su salud mental. Luego de esos días en el hospital, Eatherly salía, conseguía trabajo y se volvía a repetir el circuito, aunque todo era mucho más rápido. Sólo se incrementaba la gravedad de los delitos cometidos y la duración de las internaciones. En el medio el divorcio, los hijos que no lo quisieron ver más, un par de fallidos intentos de suicidio. Hasta que un momento se dispuso que permaneciera de manera permanente en el Hospital Psiquiátrico de Waco.

En ese entonces su prédica antibelicista había comenzado. En muchos lugares del mundo se contaba su historia y se reproducían sus declaraciones. Había sido parte del horror y eso pesaba en su conciencia. Y se lo hacía saber al mundo. No quería que lo de Hiroshima y Nagasaki se repitiera. Se convirtió en un símbolo.

Voces oficiales en Estados Unidos y antiguos compañeros del Cuerpo 509 de Operaciones trataron de quitarle trascendencia y autoridad a su postura. Sostuvieron que se trataba de un juerguista, que su disciplina era muy deficiente (esto sería difícil de creer: era muy riguroso el ingreso al grupo exclusivo que estaba involucrado en el lanzamiento de la bomba atómica; no se hubieran arriesgado a tener en el equipo a alguien inestable), que sus problemas mentales habían empezado antes de la guerra. Paul Tibbets, en sus memorias, sostuvo que “no entiendo por qué está tan afectado. Él estuvo una hora antes que el Enola Gay, no soltó la bomba, ni siquiera vio la explosión o sus consecuencias. Cuando la dejamos caer, él ya estaba regresando a la base”.

Sin embargo nadie puede dudar que, haya sido la bomba de Hiroshima o el cúmulo de su accionar bélico, Eatherly sufrió un daño. Vio y vivió algo insostenible. Participó de actos atroces que pesaban sobre su conciencia, que no podía dejar atrás. La guerra había

arrasado también con él. Que él clamara por el desarme nuclear, por el control de esa fuerza incontrolable, era de una potencia mayor a que lo hiciera otro.

En 1985, un día antes de cumplirse el 40 aniversario de los bombardeos, se suicidó en su casa Paul Bregman. Tenía 60 años y atravesaba una profunda depresión. Sus familiares informaron que el ex piloto nunca había podido superar lo vivido en la Segunda Guerra y en especial el peso que cargaba en su conciencia por haber integrado la tripulación del Bockscar, el avión que lanzó la bomba atómica sobre Nagasaki el 9 de agosto de 1945.

La noticia se dispersó y se siguió repitiendo en cada aniversario. “Se suicidó el hombre que lanzó la bomba de Nagasaki” decían los titulares. Una búsqueda por Google lo comprueba. Su muerte hasta figura en las listas de efemérides más consultadas. Sin embargo, al rastrear más información sobre Bregman, el investigador se sorprende. No existen antecedentes de su participación en la misión del 9 de agosto. Se conservan algunas fotos de la tripulación formada como un viejo equipo de fútbol y en ninguna aparece Bregman. Un portavoz de la fuerza aérea norteamericana debió aclarar la cuestión. Afirmó que Bregman era aviador, participó de la Segunda Guerra y hasta estuvo destinado en el Pacífico. Pero nunca participó de los bombardeos atómicos. El 9 de agosto, día de la masacre de Nagasaki, no se encontraba en Tinian sino en Guam, otra isla en la que Estados Unidos tenían base. Eso no quita que el aviador pudiera sufrir de stress post traumático.

Paul Tibbets, el piloto del Enola Gay, murió en 2007. Tenía 92 años. Fue despedido como un héroe de guerra: “No tengo nada de qué arrepentirme. Yo duermo tranquilo y profundo cada noche de mi vida”, declaró poco antes.

Claude Eatherly no vivió tanto ni tan bien. Murió en 1978 por un cáncer en la garganta. Durante sus últimos años su morada fue un hospital psiquiátrico. Fue un funeral poco concurrido y sin honores.

BIBLIOGRAFÍA

Beevor, A. (2015) *La segunda guerra mundial*. Pasado&Presente.

Gordin D., Michael and Ikemerry, John (2020): *The age of Hiroshima*. Princetown university press

Vives, Javier (2015) *Las bombas atómicas: Hiroshima y Nagasaki*. Mediatres estudios.

Cardona, G., Solar, D. (1986) “La paz atómica”. *Revista Historia* 16.

Burleigh, M.(2011) *Combate moral*. Taurus.

En la web:

www.bbc.es/mundo

www.abc.es

<https://hibakushastories.org/>

www.elconfidencial.com

Los métodos curativos del cólera en el Boletín Oficial de la Provincia de Jaén (1833-1834).

Algunos datos de Alcalá la Real

Antonio Heredia Rufián

Profesor de Geografía e Historia (jubilado) IES Antonio de Mendoza

Antonio Quesada Ramos

Profesor de Biología. IES Zaidín Vergeles. Granada

1. INTRODUCCIÓN

Desde un punto de vista epidemiológico, el siglo XIX es la centuria de las grandes pandemias de cólera. En España, a lo largo de ese periodo, esta enfermedad tomó el relevo a la fiebre amarilla y se presentó al menos en cuatro ocasiones, provocando una elevada mortalidad. Hasta entonces, era endémica de la zona del río Ganges en la India; sin embargo, el desarrollo de los medios de transporte hizo que comenzara a extenderse a través de las rutas comerciales dando lugar a una serie de oleadas que se expandieron por todo el mundo. A España llegó por primera vez en enero de 1833, entró por Vigo procedente de Portugal. En Andalucía lo hizo desde el Algarve portugués. Durante 1834 se extendió por toda España y las estadísticas de la época señalan cerca de cuatrocientos cincuenta mil afectados y más de cien mil muertos en la primera oleada, aunque probablemente estas cifras estén subestimadas.

Son varios los factores que pueden explicar estas cifras tan aterradoras. Por un lado, las deficientes condiciones higiénicas y sanitarias de las poblaciones de la época; por otro el propio concepto de la enfermedad infecciosa que reinaba entonces. Las epidemias se relacionaban con alteraciones de la calidad del aire, con unos agentes denominados miasmas cuyo origen estaba en aquellos lugares donde se producía la putrefacción del aire, desde donde se transmitía y contagiaba la enfermedad. Habría que esperar a mediados del siglo XIX a que John Snow relacionara el cólera con el consumo de agua de una fuente en Londres o los descubrimientos de Pasteur o Koch, quienes desarrollaron la teoría microbiana de la enfermedad.

La enfermedad, paralelamente, se explicaba por la teoría de los humores, que proponía que aparecería como consecuencia del desequilibrio, bien por la falta o por el exceso, de determinados fluidos corporales, entre los que se encontraba la bilis o la sangre. Ambos planteamientos resultan necesarios para entender desde nuestra perspectiva actual los tratamientos que se aplicaban frente al cólera en el siglo XIX y la inutilidad, cuando no lo pernicioso, de los mismos.

Desde una perspectiva actual, el cólera es una enfermedad infecto contagiosa que se transmite por la ingestión de agua o alimentos contaminados por la bacteria *Vibrio cholerae*. Esta se multiplica en el intestino delgado produciendo una toxina que favorece la salida de agua de las células provocando una diarrea grave que puede conducir a la deshidratación y a la muerte. En la actualidad puede tratarse fácilmente mediante la rehidratación oral y la reposición de los líquidos perdidos; en los casos más graves es nece-

sario hidratar al paciente por vía intravenosa¹. Durante el siglo XIX, sin el conocimiento adecuado del agente causante de la enfermedad y de la fisiopatología de la misma poco se podía hacer con los remedios de la época, cuya revisión es el principal objetivo de este trabajo.

La pandemia colérica de 1833-1835 fue un motivo de gran preocupación pues se tenía conocimiento de los estragos que iba causando en los países o en las regiones por los que se extendía. En España, queda constancia de esa preocupación en la legislación que se va proponiendo y que se cita más adelante; a nivel de la provincia de Jaén, el Boletín Oficial de la misma permite hacer un seguimiento tanto de los efectos del cólera por estas tierras como de los diversos métodos que se proponían para su prevención y curación.

N.º 321.	(4 ctos.)	Folio 145.
BOLETIN		OFICIAL
DE		JAÉN
del Martés 22 de		Octubre de 1833.
Sale Martes, Jueves y Sabados.		Suscripción por un mes. En Jaén..... 5 rs. A los Pueblos. 8

ARTICULO DE OFICIO.

SANIDAD. = Junta Provincial de Jaén. = Las Juntas Municipales de Sanidad de Ibro del Rey, del Señorío, Torrecampo y Torredonjimeno han hecho presente á esta Provincial que tengo el honor de presidir las dificultades que encuentran sus naturales en sus negociaciones por efecto de ciertas formalidades que exige para la libre entrada en todas partes, á pesar de que vayan provistos de sus pasaportes y cartas de sanidad: y no siendo justo que se obstruya y paralize el comercio, ha acordado se haga entender á todas las juntas municipales de Sanidad que cualquiera persona y efectos que se presenten, cuya procedencia se acredite con los documentos de costumbre no ser de país sospechoso se deje libre su circulación y entrada, quedando responsable de lo contrario las autoridades que formen oposiciones á lo mandado en las leyes del reyno, conforme con los reglamentos de Sanidad. De acuerdo de la Junta Provincial lo participo á VV, para su

¹ <https://www.who.int/topics/cholera/treatment/es/>

Las fuentes documentales consultadas para este estudio son varios BOP de Jaén, amablemente facilitados por el IEG, correspondientes a 1833 y 1834, años en los que la Reina Gobernadora María Cristina de Borbón-Dos Sicilias dirigía los destinos de España durante la minoría de edad de Isabel II.

La mayoría de ellos son de 1833, fecha en la que el cólera todavía aún no afectaba a la provincia de Jaén, pero sí a muchas regiones españolas y algunas provincias andaluzas, motivo por el que se percibe una gran preocupación. Así se desprende de las actuaciones que se toman, tanto a nivel nacional como provincial, y que aparecen en el BOP de Jaén para su conocimiento en toda la provincia: Real Orden sobre mejora de las Juntas de Sanidad, creación de la Junta Provincial, Real Orden con métodos curativos, Real Orden con precauciones para atajar los progresos del cólera morbo, modelo de partes sanitarios para los pueblos, reserva de fondos para hacer frente a los gastos...

En 1834, el cólera morbo se hace presente en toda la provincia. En los boletines de este año se suceden las noticias sobre su aparición en distintos pueblos, medidas de contención que se toman, cuarentenas, remedios -como la aplicación de la viborera para la curación-, celebración de *Te Deum*... Especial interés tiene el boletín nº 12, de 30 de agosto. En él se recoge el número de fallecidos por cólera morbo en la provincia²:

LUGAR	Nº FALLECIDOS	FECHAS
JAÉN	800	15-05 al 24-08
MARMOLEJO	77	16-06 al 28-07
ALCAUDETE	66	5-07 al 2-08
TORREDONJIMENO	206	8-06 al 28-07
BAEZA	116	1-07 al 2-08
LOS VILLARES	84	17-06 al 18-07
JÓDAR	46	1-07 al 4-08
IBROS	64	26-06 al 13-07
CAMBIL	75	30-06 al 31-07
MENGÍBAR	62	1-06 al 9-08
ALCALÁ LA REAL	185	15-05 al 6-08
FRAILES	168	“
MURES	32	“
CHARILLA	47	“
CASTILLO DE LOCUBÍN	93	“
VILLANUEVA DE LA REINA	46	3-06 al 15-07
IZNATORAF	50	15-06 al 4-08
ANDÚJAR	521	21-05 al 4-08
POZO ALCÓN	30	1-07 al 3-08
VILLAGORDO	27	1-06 al 31-07
VILLACARRILLO	67	4-06 al 7-08

² Aparecen en negrita cinco núcleos de población (Alcalá la Real, Frailes, Mures, Charilla y Castillo de Locubín), todos pertenecientes, en ese año, al municipio alcaíno.

BEGÍJAR	39	20-06 al 7-08
MARTOS	100	1-07 al 6-08
VALDEPEÑAS	262	15-06 al 29-07
JIMENA	85	14-06 al 25-07
CABRA SANTO CRISTO	41	1-06 al 9-08
QUESADA	30	22-06 al 8-08
TOTAL	3.419	

El municipio completo de Alcalá la Real registra un total de 525 fallecidos. Esta cifra es inferior a la que aparece en el informe sobre el cólera de 1834 (583), que se da a conocer en sesión de cabildo celebrada el 7 de febrero de 1835³, en el que también aparece el total de casos (2 768) y el número de curados (2 185). Esta diferencia de 58 defunciones puede ser debida al periodo contabilizado, ya que seguramente hubo más muertes después del 6 de agosto; de hecho Guardia Castellano cita el último caso de cólera el día 20 de agosto de ese año. Los fallecimientos en las aldeas más pequeñas es posible que tampoco apareciesen en la relación anterior.

2. DESARROLLO

Seguidamente comentamos algunos métodos curativos para el cólera a los que se alude en distintos boletines provinciales. En el BOP nº 26, de 8 de agosto de 1833, vienen varias noticias sobre cólera morbo. La primera, que suele repetirse en boletines sucesivos, nos dice que por la gloria de Dios, la provincia disfruta de la más completa salud. La segunda recoge el acuerdo tomado por la Junta de Sanidad provincial, en reunión celebrada el día 3, en la que se ve un oficio del intendente que va acompañado de varios ejemplares del método prescrito por la Junta Suprema de Sanidad del Reyno⁴, que recomienda el uso de los ladrillos de sal piedra. Estos, calentados al fuego, promueven el calórico de los enfermos, según la aplicación que crean útil los médicos. Se encargan doscientos de estos ladrillos a la fábrica de Cuenca, que es la más cercana, que estarán a disposición del público, en el caso de que sea necesario su uso, una vez lleguen a la capital. Firma Isidro Alaix⁵ y lo dirige a los señores Justicias, Ayuntamientos y Juntas Municipales de Sanidad de los pueblos de la provincia

En el BOP nº 30, de 17 de octubre de 1833, se hace referencia a la “Memoria sobre el cólera-morbo epidémico, observado y tratado según el método fisiológico” por F.J.V. Broussais, protomédico y catedrático de Clínica en el hospital militar de Val de Gracia de París. Se trata de una traducción de la segunda y última edición, que ha aumentado su autor con notas y un suplemento, por el doctor D. Ramón Trujillo, catedrático del Real

³ AMAR. Libro de Actas de Cabildo, 1835. Legajo A-93.

⁴ Ver https://booksgooglees/books?id=ZsbLge_iK74C&pg=PA238&lpg=PA238&dq=uso+de+ladrillos+de+sal+piedra+c%C3%B3lera&source=bl&ots=Onq3SxUKO-&sig=ACfU3U0bnQ49qYnDVL9nysRAZmAAxRBBIg&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEWji8Iihv_LsAhWkBGMBHQ7xBGYQ6AEwEHoEAcQA#v=onepage&q=uso%20de%20ladrillos%20de%20sal%20piedra%20c%C3%B3lera&f=false

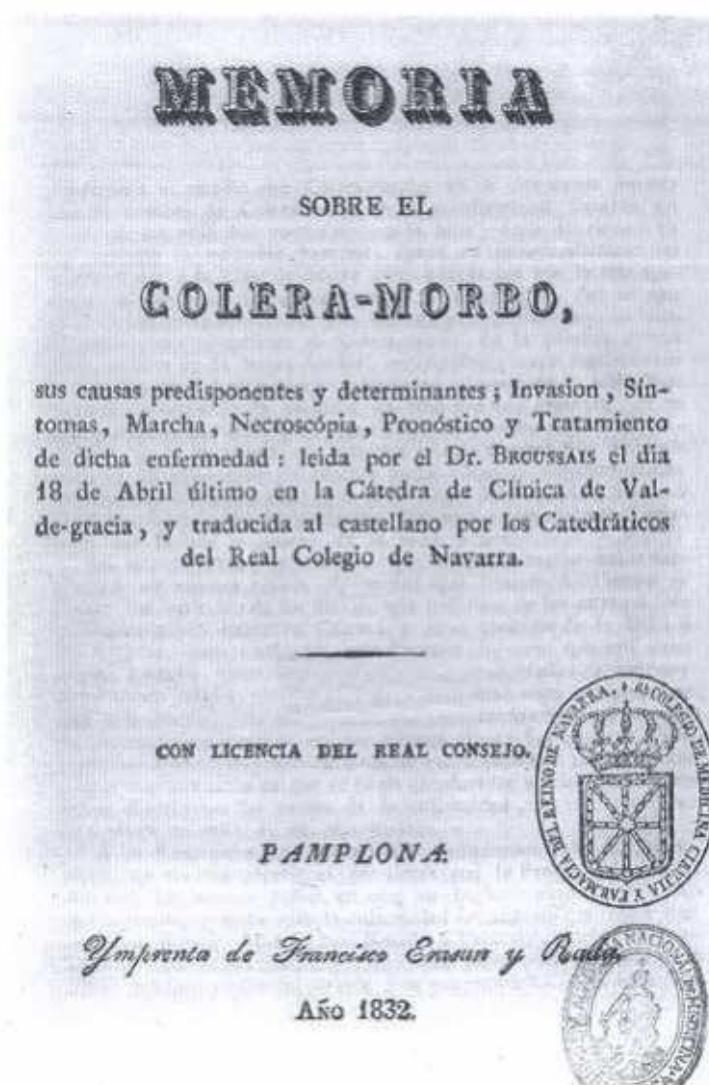
⁵ Militar y político español (1789-1853) que en esta época fue Comandante Militar de Jaén. Llegó a ser ministro de Guerra en 1838 y 1839. Fue la persona que leyó ante el Parlamento el parte del Abrazo de Vergara que puso final a la guerra carlista en el territorio vasco. En 1847 fue nombrado senador vitalicio y se le concedió el título de conde de Vergara: <http://dbe.rah.es/biografias/7328/isdrido-de-alaix-y-fabregas>

Colegio de Medicina y Cirugía de San Carlos de esta Corte. Esta memoria se distingue de otras aportaciones

por las ideas teóricas y prácticas que defiende su autor, basadas en la observación, en las inspecciones cadavérica y en el más severo raciocinio. Apoyado en tan sólidos principios fija su naturaleza, y establece un método curativo diametralmente opuesto al adoptado por casi todos los médicos de Asia y de Europa. Las considerables ventajas obtenidas en la capital de Francia por los médicos que le han seguido, son un testimonio irrecusable que prueban su solidez, y la preferencia que se merece sobre todos los demás.

Se completa la información diciendo que un tomo en 8º, en pasta y rústica, se halla disponible en la capital, en la botica del Sr. D. Bernardo Vasallo.

Hemos tenido la oportunidad de consultar otra edición de dicha memoria, traducida al castellano por los catedráticos del Real Colegio de Navarra. Consta de una introducción sobre el camino recorrido por la enfermedad desde Persia y la India hasta Francia, seguida de varios apartados: predisposiciones y causas determinantes, invasión, síntomas, marcha, necroscopia, pronóstico y tratamiento. Este último aspecto va a ser objeto de nuestro estudio.



Broussais comenta los tratamientos seguidos anteriormente al que él defiende ahora, que son el denominado antiguo o del cólera-morbo esporádico, el browniano y el moderado ecléctico. El primero de ellos apoya la administración a los enfermos de un cocimiento que favorezca el vómito de la bilis y, una vez quede limpio el canal digestivo, el uso de narcóticos para calmar los calambres y la irritación. El segundo, que sigue las ideas de Brown, propugna la administración de estimulantes. El moderado ecléctico, como indica su nombre, favorece el empleo de varios medios: calentar al enfermo durante el periodo de asfixia y disminuir la diarrea primaria con el cocimiento de arroz, el diascordio y el opio. Decidida la asfixia y la cianosis se ha de calentar al colérico exterior e interiormente. Lo primero se consigue con baños calientes, fricciones secas con sustancias aromáticas y estimulantes, ladrillos calientes y la franela. Lo segundo con bebidas calientes, que pueden ir desde las más fuertes (aguardiente y ponche) a las más suaves (borrajas y manzanilla, de moda esta última), completado con acetato de amoniaco, éter y sustancias alcohólicas. En caso de que aparezcan náuseas se puede utilizar el opio. En una segunda fase y si hay mucha calentura se debe sangrar o aplicar sanguijuelas al epigastrio, y si hay mucha debilidad se recomienda el uso del éter y del agua de Seltz.

Seguidamente explica el tratamiento fisiológico que es el que él aplica con sus colaboradores en el hospital Val de Gracia en París. Comenta que tras comprobar que el uso de las bebidas calientes no daba buenos resultados y que los enfermos suplicaban que le dieran agua fría empezó a suministrar esta. La toma en abundancia del agua fría trajo consigo el aumento de las evacuaciones tanto por arriba como por abajo. Para evitar esto empezó a suministrarles hielo en pequeña cantidad, encargando que lo tragasen; actuación que producía buenos resultados.

Para producir el calentamiento exterior recomienda la aplicación de calor en las extremidades inferiores, evitando el pecho y no se muestra partidario de las fricciones. Todo lo anterior lo completa, para combatir la inflamación, con el empleo de sanguijuelas que coloca en el epigastrio y en medio del abdomen. Para intentar dar respuesta a las dudas que puedan surgir, completa todo lo anterior con los siguientes consejos. En caso de que no haya hielo se puede sustituir por pequeños sorbos de agua fría, utilizando posteriormente los vejigatorios y sinapismos para impedir la congestión cerebral. Recomienda aplicar las sanguijuelas en las sienas y trayecto de las yugulares, cataplasmas sinapizadas calientes en las extremidades o exposición a los baños de vapor mientras se aplica hielo o agua fría a la cabeza. Igualmente desaconseja el uso de lavativas narcóticas al principio de la enfermedad. Sobre el opio dice que su uso varía según los médicos. Él suele prescribirlo en forma líquida, de cinco a diez gotas, aunque ha llegado a cuarenta cuando los enfermos presentaban fuertes convulsiones. Finalmente insiste en la idea de que no es partidario del uso de las bebidas calientes, que solo las recomienda cuando el enfermo empieza a tener apetito.

También comenta Broussais el tratamiento que puede servir de preservativo a las personas que presentan los primeros síntomas (pequeña diarrea y aumento de evacuaciones formadas por materia mucosa y blanquecina), que es el momento en que se puede obtener la curación. Así mismo, enjuicia las prácticas de algunos médicos (utilización de aguardientes, astringentes, diascordio, simaruba, ratania, lavativas, disminución de la ingesta de alimentos...), que califica de incompletas. Para finalizar recomienda:

aplicar sanguijuelas al ano, si hay dolor en el bajo vientre, y al epigastrio, si está en el estómago; sangrar además en abundancia si es menester; hacer tomar hielo; y con esto Vms. están seguros de la curación, a menos que no se trate de sujetos de una salud quebrantada de antemano, porque debe mirarse como una verdad incontestable que los que padecen alteraciones orgánicas inveteradas, si son por otra parte de avanzada edad, rarísimas veces se curan; pero si hay algún camino para conseguirlo, es sin duda el que he indicado. Sobre todo, más vale esto que no permitirles pollo, arroz y sopa; y mucho más cuando ordinariamente los enfermos acostumbra a excederse de la cantidad prescrita. (...)

Varios boletines de octubre y noviembre (números 33, 36, 38, 40 y 41) incluyen la Real Orden con métodos curativos del cólera-morbo, elaborados por la Real Junta Gubernativa de Medicina y Cirugía. En el primero de los boletines citados, de 24 de octubre de 1833, se explica que los remedios citados en el informe elaborado son resultado del análisis comparativo de los métodos propuestos hasta la fecha.

En los boletines siguientes (36, 38 y 40) se explican las actuaciones a realizar, según el periodo de la enfermedad. Para la fase inicial se recomienda el lavado del cuerpo con agua jabonosa y con esponja muy caliente, secando luego con franela o lana caliente. Se completaría con la toma de infusión teiforme de flores de manzanilla, hojas de té u otro aromático ligero, añadiendo si pareciera conveniente unas quince o dieciocho gotas del espíritu de Minderero⁶. Si aparecen otros síntomas como la diarrea se dará agua tibia al enfermo para provocar el vómito. Si este no se produce se aconseja administrar la ipepacuana⁷ en polvo una o más veces. A los enfermos jóvenes y más fuertes se les puede sangrar el brazo una o más veces.

Si no hay mejoría y se produce irritación en el estómago e intestinos se aconseja aplicar sinapismos⁸ en todo el vientre, así como lavativas emolientes y mucilaginosas, a las que se añadirá un poco de laudano⁹. Si hay amenaza de entrar en el segundo periodo se aplicará una ancha tira de emplasto de cantáridas¹⁰ en el espinazo.

En el periodo álgido incipiente (segundo) en el que hay vómitos, calambres, supresión de orina, poco pulso, extremidades frías... se darán pequeños y frecuentes sorbos de agua de nieve o pedacitos de hielo. Si hay poco pulso podrá hacerse una sangría abriendo la vena yugular e incluso la arteria temporal. Simultáneamente se reanimará la circulación con linimentos excitantes como la tintura de cantáridas, alkali volátil... y se aplicarán también sinapismos en el vientre y en las extremidades y se pondrán ladrillos de sal muy calientes en las plantas de los pies. En el periodo álgido (cianosis, extremidades muy frías, contracciones musculares...) se aconseja aplicar más abrigo y repetir las actuaciones ya indicadas, así como dar más a menudo agua helada o trocitos de hielo y lavativas de agua y vinagre frías.

⁶ Remedio medicinal inventado por Raimundo Minderero (1571-1621), compuesto de acetato amónico, usado en forma de solución de farmacia como diaforético y refrigerante.. Este médico alemán no solo utilizó medicamentos de los reinos vegetal y animal, sino también del reino mineral. <https://blog.uchceu.es/eponimos-cientificos/espiritu-de-minderero/>

⁷ Planta de la familia de las rubiáceas, cuya raíz se utiliza para hacer jarabe que produce la emesis (el vómito).

⁸ Cataplasma hecho con polvo de mostaza.

⁹ Analgésico preparado con opio, vino blanco, azafrán, canela y clavo.

¹⁰ Mosca española que se utilizaba como irritante y vesicante.

En el periodo de reacción, los facultativos utilizarán los medios que estimen más pertinentes. Si es irregular, deben decidir prescribir el plan antiflogístico, o el revulsivo y excitante, o el conocido con los nombres de alexifármaco o antipútrido. Se recomienda no dejar de vigilar la evolución de la enfermedad en este periodo en el que pueden persistir la diarrea, los vómitos y los calambres. Se pide también la docilidad del enfermo que puede empezar a tomar caldo ligero el primer día, al siguiente o al otro una miga de pan o un poco de sémola, o de arroz; todo ello con prudencia y según evolución. Se recomienda también que haya casas o salas de hospital exclusivas para los enfermos convalecientes. El informe finaliza con una reflexión:

Las circunstancias de la elección y administración de este u otro remedio en particular, con arreglo a los diferentes periodos de la enfermedad no pueden ser objeto de una clase general como esta y solo serán capaces de conocerlas y apreciarlas debidamente los facultativos a la cabecera de los enfermos en los casos individuales, haciendo la sabia y oportuna aplicación de los verdaderos principios patológicos para modificar en esta dolencia, como en otra cualquiera, el método que aquí se propone, según la edad, el temperamento del enfermo y las demás condiciones dignas de atención y capaces de poder influir sobre él, como por ejemplo, la diferencia de estaciones y localidades, con otras varias circunstancias que ciertamente no se ocultarán al celo e instrucción de nuestros facultativos.

En el BOP, nº 41, de 12 de noviembre de 1833, finaliza el informe antes citado, que está firmado en Madrid a 26 de septiembre de 1833 por los doctores Pedro Castelló, Manuel Damián-Pérez y Sebastián Aso Travieso. Este se completa con una Orden de S.M. la Reina Gobernadora que hace referencia a su publicación para uso de los médicos que pudieran necesitarlo. Para cumplir con este fin, Isidro Alaix firma en Jaén el presente aviso, a 18 de octubre, que pone en conocimiento de los Justicias, Ayuntamientos y Juntas Municipales de Sanidad de la provincia. En este boletín aparece también una información interesante que la Junta Provincial de Sanidad envía a las Juntas Municipales sobre el modelo de parte sanitario que estas deben enviar todos los sábados, que incluye siete enfermedades y que distingue entre enfermos y muertos, así como entre hombres, mujeres y párvulos.

En el BOP, nº 42, de 14 de noviembre de 1833, en la sección de Avisos, se hace referencia a la *Memoria sobre un nuevo método curativo del cólera-morbo* por el Dr. Ranque¹¹, caballero de la Real Orden de la Legión de Honor, traducida al francés por D. José María de Aguayo y Trillo, y se explica que dicho método es uno de los que más han prevalecido y con mejores resultados obtenidos. Estas razones, junto con su inocuidad y su facilidad de uso le dan preferencia sobre cualquier otro. Un cuaderno en octavo marquilla a 6 rs. en rústica. Se vende en la librería de Cereceda a 8 rs.

En dicha memoria hay dos primeros apartados, muy interesantes, que nos acercan al conocimiento de este método, en los que el autor avisa a los prácticos sobre varios aspectos a tener en cuenta y les hace algunas advertencias. Para la aplicación de un corto número de enfermedades propone remedios nuevos que estima interesantes y que ya ha aplicado, con buenos resultados, en Francia. Señala la importancia de aplicarlo con tiempo a las personas afectadas por esta especie de cólera-morbo. Que lo ha presentado a

¹¹ El título completo de esta obra es *Memoria sobre un nuevo método curativo del cólera-morbo (Mordechi de la India) y de las afecciones tifoideas*. Hemos consultado la edición impresa en Madrid, en enero de 1832, en la imprenta de don Pedro Sanz.

varias Academias, entre ellas la Real Academia de Medicina de Paris, y que lo ha impreso antes de recibir los informes de estas con el fin de conseguir lo antes posible la invasión de los coléricos. Sigue un resumen de las actuaciones a realizar, que se especifican más en otra parte de la memoria, en la variedad más grave y en el periodo de mayor grado de la enfermedad¹²:

cubrir el vientre con un epitema o emplasto, cuya preparación es farmacéutica, hacer exteriormente fricciones repetidas con un linimento muy simple y dar una bebida preparada con vino bien cocido.

Seguidamente insiste en la necesidad de realizar un diagnóstico exacto de la enfermedad, tarea más difícil, y en que el método no debe limitarse al cólera-morbo, sino también a todas las neuralgias viscerales o periféricas, también a la calentura pútrida, maligna, atáxica, pestilente, tifus, gastroenteritis grave, ... Para dar confianza a su método acompañamos escritos de la Real Academia de Medicina de Paris y del doctor Heumann, cirujano mayor del 8º Regimiento de la Guardia Real, de guarnición en la ciudad de Orleans.

En un tercer capítulo, que constituye la memoria propiamente dicha, escribe sobre los síntomas, su experiencia y los paralelismos entre los casos que observa en Francia y la epidemia que hace estragos en la India y Rusia. También sobre las diferencias, pues en los casos que él observa hay ausencia del carácter epidémico, lo que no impide que los síntomas sean los mismos y también el método curativo a utilizar. A esta circunstancia no le da demasiada importancia, sí al carácter benigno o maligno que tiene la enfermedad.

Para Ranque queda demostrado que el cólera-morbo indiano, aunque epidémico, y aunque acaso contagioso, no es una enfermedad diferente del cólera-morbo indiano esporádico, ni del cólera-morbo esporádico grave que había en Francia. Si había alguna diferencia, era en los grados, algo que no influía en el método curativo. Una segunda diferencia estaba en el número de muertes, mucho mayor en la India y Rusia. La explicación a este hecho la encontraba en el método utilizado. Seguidamente explica su experiencia en casos que van de 1824 a 1827 y su analogía con envenenamientos por plomo que producen los cólicos saturninos.

En el capítulo cuarto, Hechos prácticos, alude a los casos que van desde 1822 hasta 1831 y a la curación de más de ochenta personas. Los reúne, según los síntomas, en cuatro grupos: neurálgico, neuro-adinámico, remitente e intermitente y neuro-flegmático.

En el capítulo final, dedicado a las conclusiones, en el que vienen detallados los tratamientos a utilizar, según la clasificación antes citada:

En el cólera-morbo solamente neurálgico y poco intenso nos contentamos con oponer un medio baño, haciendo aplicar en seguida sobre el abdomen o el epitema no espolvoreado, o la cataplasma de harina de simiente de lino espolvoreada, con el alcanfor, el tártaro estiviado y la flor de azufre, y después las fricciones en lo interior de los muslos, de las piernas y en el espinazo con el linimento sedante, compuesto de agua de laurel cerezo, el extracto de la belladona y el éter sulfúrico; finalmente, hacemos uso solamente de las bebidas acuosas ligeramente aromáticas.

¹² Este resumen también lo hemos encontrado en una reseña que aparece en CARNERERO, J.M.: *Cartas Españolas o sea Revista histórica, científica, teatral, artística, crítica y literaria*, volumen 5. Madrid. Imprenta de I. Sancha. 1832, p. 135: <https://books.google.es/books?id=Bf1SAAAacAAJ&pg=PA135&lpg=PA135&dq=cartas+espa%C3%B1olas+doctor+ranque&source=bl&ots=JYE42wFTjB&sig=ACfU3U0YO V30Ion7v1CcB4ig7jhejYJKw&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjA3Y6Ok4TtAhXR8uAKHZxhC5gQ6AEwEHoECAwQA#v=onepage&q=cartas%20espa%C3%B1olas%20doctor%20ranque&f=false>

Para el cólera-morbo neurálgico más intenso introduce algunas modificaciones. En el neurálgico, que en muchas ocasiones se hace adinámico, recomienda:

cubrir todo el vientre con el epitema muy bien espolvoreado; pero en lugar de linimento sedante, recurrimos al limento estimulante y tónico. Compuesto de aceite de manzanilla y tintura etérea de quina amarilla, y remplazamos las bebidas acuosas aromatizadas, por el agua, ya de cebada o ya de grama mezclada con una gran cantidad de vino de Alicante, u otro vino conocido de la misma especie, puro.

Un nuevo método curativo, el del licenciado don Pedro Vázquez, lo encontramos en el BOP, nº 48, de 28 de noviembre de 1833. La Intendencia de Rentas de la provincia informaba a los pueblos sobre los buenos resultados que estaba obteniendo el método curativo del cólera morbo, ensayado por el licenciado don Pedro Vázquez en Sevilla. Este presentaba la ventaja de poder ser utilizado por cualquier persona en los inicios de la enfermedad. Todos los interesados en conocerlo podían comprarlo en la imprenta Diario de Comercio, en la calle Muela, nº 23, o bien solicitarlo a dicha Intendencia a través de los Ayuntamientos. También se pedía la colaboración de los párrocos en la difusión de este anuncio, que finalizaba indicando que no se trataba de un remedio infalible, pero que sí había obtenido buenos resultados, según testimonio de muchas personas respetables de la ciudad antes citada.

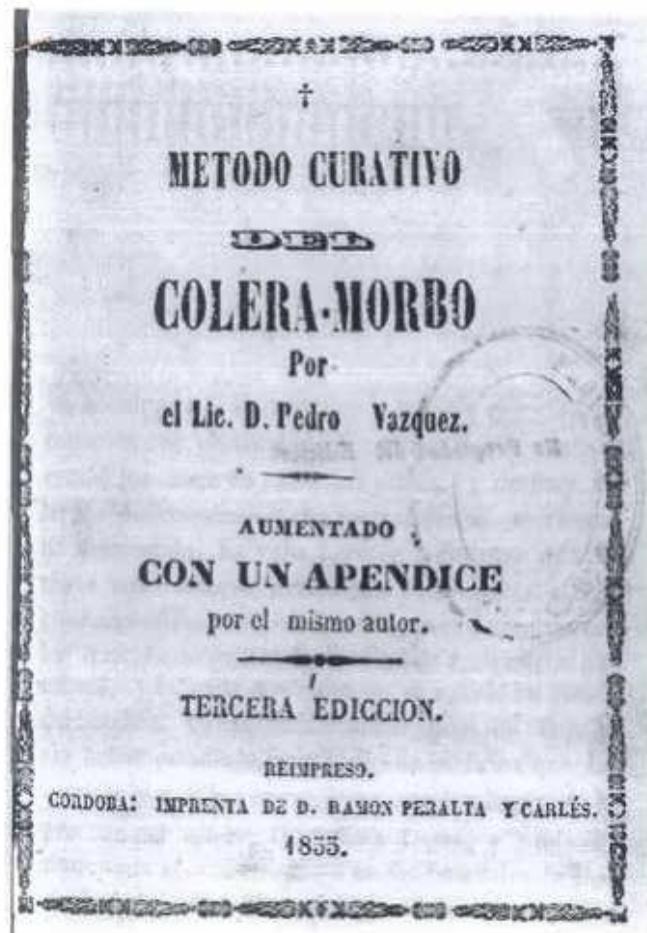
En la edición consultada¹³ hemos encontrado una introducción sobre la enfermedad, a la que el autor califica de rarísima, en la que se muestra muy crítico con los remedios y medicinas aplicadas hasta el momento, a la vez que muy seguro de la eficacia de su método, pues:

Estaba persuadido de dos cosas para mí indudables, a saber: de que la enfermedad no era contagiosa, y de que solo podía atacársele arrancando la bilis depositada en el estómago y humedeciendo extraordinariamente al invadido.

Vázquez no presta atención a los síntomas con los que se presenta el cólera, sino a la causa que los produce, el depósito de bilis en el estómago, que chupa toda la humedad que necesita el cuerpo humano para su conservación. Las recomendaciones que hace para curar la enfermedad son las que siguen:

En el acto de la invasión tomará el paciente tomará tres pocillos o jicaras de aceite común, mediando de uno a otro ocho o diez minutos, pasando un cuarto de hora desde la toma del último pocillo (o antes si el enfermo ha principiado a vomitar) beberá agua más que tibia en abundancia hasta que rompa el vómito, ... cuando los vómitos le fatiguen demasiado, los hará cesar bebiendo un vaso grande de agua fría, y después tomará una taza de caldo sabroso y bien caliente, procurando que el puchero se ponga de vaca, gallina, muchos garbanzos y yerba-buena: a la hora beberá un vasito de vino bueno de la tierra, y encima mucho agua fría; por manera que cada dos horas venga a tomar un caldo y en la intermedia un vasito de vino y agua fría. En esta dieta seguirá dos o tres días hasta que la lengua esté limpia y encarnada, entonces tomará sopa del puchero por mañana, tarde y noche cuidando siempre de que a cada comida preceda el vaso de vino; así seguirá seis u ocho días, y al cabo de ellos comerá de todo lo que le guste, menos queso, leche y manteca de Flandes; observando estrictamente este régimen es casi imposible que recaiga.

¹³ Hemos tenido acceso a la tercera edición de este método, aumentada con un apéndice del mismo autor, impresa en Córdoba en 1855 en la imprenta de don Ramón Peralta y Carlés.



Todo ello lo resume diciendo que el cólera se cura promoviendo los vómitos y bebiendo mucha agua. Por el contrario, se manifiesta en contra de la utilización de medios propios de otros métodos, como las sangrías, sanguijuelas, sinapismos, vejigatorios, ladrillos calientes, fricciones, sudoríficos y toda clases de remedios debilitantes. Sí recomienda usar botijas de agua caliente, bien tapadas y envueltas en una bayeta, para calentar los pies fríos de los enfermos. Finalmente, y a modo de preservativo, recomienda a los que ya han padecido el cólera y a los que se han librado de él, es decir a todas las personas, tomar aguardiente anisado en ayunas y a continuación un vaso grande de agua. Antes del desayuno, comida y cena recomienda beber un poco de vino de la tierra, seguido de medio vaso de agua, no volviendo a probar el vino y sí el agua durante estas comidas.

Su explicación, firmada en Sevilla, a 10 de noviembre de 1833, finaliza con unas palabras de justificación al lenguaje vulgar que ha utilizado, con el objetivo de que la lectura de su método curativo fuera entendido por toda la población.

En 1834 el cólera se extiende por la provincia y de nuevo son muchos los boletines dedicados a esta materia. En el nº 10, de 26 de agosto de 1834, aparecen varias noticias sobre el cólera en diversos pueblos de la provincia (inicio, cuarentenas, suspensión de ferias...), pero lo más significativo es un apartado titulado "De la viborera, aplicada a la curación del cólera morbo-asiático" en la que se explica dicho método curativo y que comienza así:

Deseando el Excmo. Gobernador civil de esta provincia que el ensayo practicado con tan felices resultados por los profesores de medicina de Murcia, en la curación del cólera morbo asiático con los polvos conocidos con el nombre de Viborera, se generalice y repita por si pudiese contribuir al descubrimiento del antidoto o especial remedio de esta plaga desoladora que tanto aflige a varios pueblos de esta Provincia, y de las demás del Reino, ha dispuesto se inserte en el Boletín oficial la exposición presentada por los facultativos encargados de ensayarla a la junta Provincial de Sanidad...

Pocos días después, en el boletín nº 13, de 3 de septiembre, continúa la exposición sobre la viborera. En ella se alude a varios casos de enfermos que se curan y a su toma sin descifrar la composición exacta que dan. Los profesores se muestran conscientes de que hay que aumentar el número de pruebas para validar dicho método curativo y afirman que no hay que correr y son partidarios de extender dicho método a los pueblos de la provincia donde hay casos de cólera.

Sigue un apartado dedicado al origen de los polvos, su composición, nombres botánicos y vulgares y modo de administración, lugares de la provincia y otras cercanas donde abunda, utilizada en otras ocasiones para curar a animales con rabia o personas con picaduras de serpientes... El informe lo firman en Murcia el 5 de agosto de 1834 los profesores Vicente Cuenca y José Aguirre (Medicina) y Antonio Fulgado (Cirugía).

3. CONCLUSIONES

En las páginas anteriores se han descrito los métodos curativos frente al cólera morbo asiático que recogen los distintos números del BOP de Jaén. Son un claro reflejo del concepto de la enfermedad que reinaba en el siglo XIX antes de que Pasteur y Koch demostraran el carácter microbiano de las enfermedades infecciosas.

La hipótesis miasmática establecía que la enfermedad se transmitía por el aire en forma de miasmas, efluvios que desprendían las sustancias en descomposición, malolientes, las aguas estancadas o los propios cuerpos de los enfermos; esto hizo que las medidas para prevenir o evitar la transmisión de estas enfermedades fuesen fundamentalmente ambientales o tendientes a reducir la actividad de sectores que pudieran provocar malos olores, como eran las fábricas de cuero, los mataderos, mercados. Éstos, en los arrabales y en las zonas más deprimidas, parecían explicar por qué las epidemias afectaban con más crudeza a los barrios más humildes y a las gentes más pobres. No se prestaba la atención necesaria a la transmisión a través de aguas o alimentos contaminados con heces fecales. En uno de los métodos descritos, el propuesto por Pedro Vázquez, explícitamente se dice que la enfermedad no era contagiosa.

Así, eran frecuentes medidas como quemar hierbas aromáticas con la intención de purificar el aire y librarlo de los malos olores. En Alcalá la Real, ante la epidemia de 1855, la Junta Municipal de Sanidad en su sesión del 13 de agosto, instó al alcalde a que llevase romero y otras plantas aromáticas a las calles donde había más afectados y se quemasen para purificar el aire.

Muchos de los remedios antes descritos y aplicados frente al cólera se comprenden hoy desde la perspectiva de la hipótesis del desequilibrio entre los humores del cuerpo como desencadenantes de la enfermedad. Muchas de las medidas iban encaminadas a provocar vómitos entre los afectados para de ese modo favorecer la expulsión de bilis o a extraer sangre, en algunos casos con la ayuda de sanguijuelas. Estas prácticas indudablemente

agravarían el estado de los enfermos al favorecer la pérdida de fluidos y por tanto aumentar la deshidratación del organismo, en esencia la causa última que llevaba a la muerte.

El uso terapéutico de las plantas fue otro de los remedios más extendidos frente al cólera. En los distintos números del BOP se hace referencia a algunas: borrajas (*Borago officinalis*), manzanilla (*Matricaria chamomilla*), mostaza (*Sinapis alba*), ipecacuana (*Carapichea ipecacuanha*) o aristoloquia (posiblemente *Aristolochia rotunda*). Uno de los productos más utilizados fue el polvo de viborera. Este era una mezcla de cuatro plantas: el cardo cuco o cardo corredor (*Eryngium campestre*) -planta de interés en estas tierras pues asociada a ella crece la seta de cardo-, la viborera (*Echium vulgare*), el pendejo o aliso espinoso (*Hormathophylla spinosa*, antes llamada *Alyssum spinosum*) y el poleo blanco (*Micromeria fruticosa*, antes *Nepeta marifolia* o *Satureja fruticosa*). En algunas de estas plantas, la medicina popular ha descrito efectos astringentes y antiespasmódicos que pudieran haber resultado beneficiosos para el tratamiento del cólera.

En los pacientes afectados por el cólera morbo asiático la muerte sobrevenía por deshidratación. El tratamiento más eficaz para esta enfermedad hubiera sido reponer los líquidos que se pierden en las deposiciones. Provocar vómitos o llevar a cabo sangrías agravaría la pérdida de líquidos en los enfermos conduciéndolos a la muerte. Tratamientos como los ladrillos de sal calientes o las fricciones únicamente podían mitigar la baja temperatura del cuerpo de los pacientes, probablemente asociada a la pérdida tan importante de líquidos que tenían, pero no era eficaz frente al agente causante ni frente a la deshidratación. Conceptos erróneos de la enfermedad como la hipótesis miasmática o la del desequilibrio de los humores corporales presentes en la época llevaron a tratamientos con efectos perniciosos para los afectados o a la adopción de medidas que redujesen -a través de una mejor higiene personal- la transmisión fecal-oral de la bacteria causante del cólera. Este desconocimiento fue además responsable del pánico que desencadenaba el cólera para el que no se veía forma eficaz de evitar su transmisión. Todos estos factores, unidos a las deficientes condiciones higiénicas y sanitarias en las poblaciones y al hacinamiento de los más desfavorecidos explicarían la elevada mortalidad que sufrieron las poblaciones en las distintas oleadas del cólera morbo asiático.

4. FUENTES

4.1. Fuentes documentales:

Archivo Municipal de Alcalá la Real (AMAR). *Libro de actas de Cabildo*, 1835. Legajo A-93.

BOP de Jaén, números 10, 11, 15, 18, 23, 26, 27, 30, 32, 33, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 46, 47, 48, 52, 60, 61 (1833) y números 1, 3, 6,7, 10, 12, 13, 15, 24 y 26 (1834).

4.2. Fuentes impresas:

Carnerero, J.M.: *Cartas Españolas o sea Revista histórica, científica, teatral, artística, crítica y literaria*, volumen 5. Madrid. Imprenta de I. Sancha, 1832.

Memoria sobre el cólera-morbo, sus causas predisponentes y determinantes; invasión, síntomas, marcha, necroscopia, pronóstico y tratamiento de dicha enfermedad: leída por el Dr. Broussais el día 18 de abril último en la Cátedra de Clínica de Valde-gracia,

y traducida al castellano por los catedráticos del Real Colegio de Navarra. Imprenta de Francisco Erasun y Rada. 1832.

Memoria sobre un nuevo método curativo del cólera-morbo (Mordechi de la India) y de las afecciones tifoideas, por el Dr. Ranque. Imprenta de don Pedro Sanz. 1831.

Método curativo del cólera-morbo, por el Licenciado D. Pedro Vázquez. Aumentado con un apéndice por el mismo autor. Tercera edición. Córdoba. Imprenta de D. Ramón Peralta y Carlés. 1855.

Real Orden con métodos curativos del cólera-morbo, de 26 de septiembre de 1833. *Gaceta de Madrid*, 8 de octubre de 1833.

5. AGRADECIMIENTOS

No queremos terminar este artículo sin dejar de expresar nuestro más sincero agradecimiento a Rocío Begara Cevidanes, documentalista del Centro Documental y Biblioteca del Instituto de Estudios Giennenses (IEG), por la búsqueda y envío de material, que nos ha sido de mucha utilidad, sobre todo en estos tiempos de pandemia en los que a veces la libre circulación no ha sido posible. Nuestro reconocimiento también a la labor constante y fructífera que desarrolla el IEG.

NÚMERO 13 SEGUNDA SERIE. 6 de setiembre

BOLETIN OFICIAL DE JAEN.

MIERCOLES 3 DE SEPTIEMBRE DE 1834

SE PUBLICA LOS MIERCOLES Y SABADOS.

Los suscripciones se reciben en la oficina de los Sres. Ochoa y Contreras, calle Nueva bajo núm. 20, ó á 8 reales por parte en Capita, ó por los señ. Simpliciano, y 12 para fuera, España de posta, las cartas, artículos comunicados, ó asociados, que se desija á la redacción, vendedores francos de porte, sin cargo respecto de otros artículos.

ARTÍCULO DE OFICIO.

Intendencia de Rentas.

«La Dirección general de Rentas con fecha 18 del corriente me comunica la Real orden siguiente: «El Excmo. Sr. Secretario de Estado y del Despacho de Hacienda ha comunicado á esta Dirección con fecha 16 del actual la Real orden que sigue: «El Sr. Secretario del Despacho de Estado con fecha 3 del actual me ha comunicado la Real orden siguiente: Excmo. Sr.: Habiendo tenido á bien la Real Gobernadora, después de oír el dictamen del Consejo de Gobierno y del de Ministros, reconocer el reino de Grecia, se ha dignado nombrar á D. Mariano Montolio para que pase en calidad de Encargado de negocios cerca del Rey Otton; y al propio tiempo se ha acordado S. M. resolver que se de entrada en las puercas del Reino á los buques procedentes de Grecia; y que sean tratados los súbditos de la nueva Patria como los de las demas amigas y aliadas de la España, poniendo las embarcaciones espuestas salir cuando les convenga para aquel país, donde no tardará en llegar el agente de S. M., de quien recibirán la protección debida. Y lo traslado á V. SS. para las finas correspondientes á su cumplimiento. Y la Dirección la inserta á V. S. para su inteligencia; gobierno del público, y cumplimiento del comercio.» La que se inserta en el boletín oficial de esta capital, para conocimiento de los señores de esta provincia. Jaén 25 de Agosto de 1834. Cheva.

«La Dirección general de Rentas con fecha 14 del corriente me dice lo siguiente: «El Excmo. Sr. Secretario de Estado y del Despacho de Hacienda ha comunicado á esta Dirección con fecha 11 del actual la Real orden que sigue: «Habiendo dado cuenta á la Real Gobernadora de las repetidas representaciones de la Junta de Comercio y Fabril de Valencia, con fecha 13 de Agosto de este año, por el Capián general de la Provincia y el Intendente, en solicitud de que se modifique la regla segunda de la Real orden de 13 de Enero de este año, que prohíbe al Resguardo registrar y sacar las casca y almochas, en atención á los gravísimos perjuicios que ocasiona de tal medida al comercio de aquellas fábricas, pues que ha producido su paralización el contrabando conseqüente hasta el extremo de estar muy próxima la ruina de ellas, y desaparecer la fabricación dentro del país, tuvo á bien S. M. proveerme al efecto el siguiente con decreto; y habiéndolo sido al efecto el dictamen de la Dirección general de Rentas, y de la Junta de Aranceles; se le suplico S. M. resolver y aprobar de conformidad las reglas siguientes: 1.ª Supóngase, por ahora, la regla segunda de la Real orden de 13 de Enero de este año, que prohíbe la venta y remoción de casca sospechosos ó indicados de haber en ellas géneros de contrabando. 2.ª Valerán á regir en esta parte las disposiciones anteriores, pero haciendo responsables á los Intendentes de las Provincias de la arbitrariedad de esta venta, y sobre todo de violento modo con que se hiciera. 3.ª Con esta ordenanza podrá visitarse las casca, tienda, almacenes, fabricas y prados de fabricación de tel á sol, tiempo que hubiere indio fundado, ó sospecha vehementemente de contrabando, por medio de comisiones formadas de personas séguras por los Intendentes, auxiliados de los Caballeros, ó de los Resguardos donde los hubiere, y donde no de la Milicia urbana, ó de vecinos honrados. 4.ª Los fabricantes de telos que compran á otros fabricas para expedirlos con los nombres de su propia fabricación; lo harán vender y registrar en las Aduanas ó despacho de gálan con expresión de la fábrica y su procedencia. 5.ª Los fabricantes de picaciones y de blasones llevarán un registro, donde vayan anotando la procedencia de aquellos géneros de fabricación que compran; como tambien, que á los precios del nombre de la fábrica y de la población en donde se hacen elaborados. 6.ª Todos los fabricantes del Reino estarán obligados á vender en las Aduanas, y desde las fabricas, el punto de la

Entrevista al director del IES Antonio de Mendoza sobre la COVID-19 en los centros educativos

Blog: epidemiasalcalalareal.blogspot.com

Entrevista publicada el 20 de abril de 2021

La pandemia no deja tregua en nuestra ciudad; la tercera ola de la pandemia no ha dejado respiro y nuestro municipio ha acumulado tal número de contagios que de nuevo se ve abocado al cierre perimetral. En este marco seguimos dando a conocer cómo los centros educativos alcalaínos han afrontado la pandemia. Es ahora el turno del IES Antonio de Mendoza, centro educativo de grato recuerdo para nosotros en el que hemos desarrollado una gran parte de nuestra labor docente. Es un instituto bilingüe que imparte Educación Secundaria Obligatoria y Ciclos Formativos. José Hidalgo Romero, su director, nos ha hablado de cómo este centro público, referente en el panorama educativo alcalaíno, se ha adaptado a las condiciones que ha determinado una pandemia que nadie esperaba.

Para comenzar quisiera agradecer la iniciativa puesta en marcha por Antonio Heredia y Antonio Quesada de darnos la posibilidad de divulgar conclusiones y propuestas que giren alrededor de la educación, después de toda la situación sobrevenida como consecuencia de la pandemia provocada con la COVID-19. Sin duda es un buen ejercicio para familias, profesorado y equipos directivos, que sin duda nos va a ayudar a compartir experiencias y a dilucidar qué ha salido bien, qué ha salido mal y que ha venido para quedarse.

La pandemia lleva entre nosotros más de 1 año. Estamos en la segunda semana de abril, ante el inicio de lo que probablemente sea la cuarta oleada de la pandemia, y en lo referente a la educación ha habido dos etapas en los dos últimos cursos escolares. Una primera, de marzo a junio del año pasado, de actividad no presencial y otra, de septiembre a la actualidad, en la que los alumnos sí acuden a sus respectivos centros. Se trata de dos modelos completamente diferentes que requieren actuaciones distintas en cuanto a las medidas de prevención e higiene ante la pandemia, ante la organización y funcionamiento del centro, la adecuación de los espacios... ¿Cuáles han sido estas medidas? ¿Cuál es la valoración de cada una de estas etapas, cuáles han sido las dificultades con las que os habéis encontrado? ¿Cuáles han sido los aspectos más negativos y cuáles los más positivos?

Nadie podría imaginarse hace apenas un año que nuestra forma de vida y nuestra sociedad pudiera llegar a cambiar tanto de un momento a otro, y por extensión nuestra forma de enseñar. De un día para otro se tuvo que cambiar el modelo clásico de enseñanza presencial por el telemático, con el agravante de que el profesorado y los equipos directivos no se encontraban en su lugar de trabajo. Esta etapa no presencial nos sorprendió sin programaciones ni herramientas preparadas y con una formación del profesorado deficiente en cuanto a herramientas digitales necesarias para ejecutarla con éxito; fue por tanto, un reto enorme, tanto para el alumnado como para el profesorado. En nuestro centro llevábamos trabajando tres años con Google Suite y todo el alumnado contaba con su cuenta activa al igual que el profesorado, muchos de los cuales ya usaban esporádica-

mente esta herramienta, por lo que ante el dilema de optar por la plataforma propuesta por la administración (MOODLE) u otra externa, tuvimos claro que el hecho de que el alumnado ya estuviera familiarizado con Google Classroom iba a ser una ventaja como así pudimos comprobar. También es cierto, que daba la impresión que estas empresas tenían sus herramientas preparadas un paso por delante de las que gestionaba la administración, lo que hacía que fuese siempre más cómodo y sencillo la opción que quizás era menos conveniente.

A partir de ahí, la adaptación se hizo a marchas forzadas y tirando de muchas horas de dedicación por parte del profesorado, de forma que finalmente se pudo seguir de forma satisfactoria el desarrollo de las programaciones que tuvieron que ser adaptadas también en tiempo record. También fuimos testigos del desgaste y dedicación que realizó gran parte del alumnado, ya que a la labor estricta académica, había que sumar la de revisión y gestión de las plataformas educativas a través de las cuales estaban en contacto con el profesorado, correo electrónico, Google classroom, videoconferencias, etc.

Las principales dificultades fueron dos. Por un lado el alumnado afectado por la brecha digital, al cual tuvimos que atender con los pocos recursos con los que contábamos en ese momento, junto con los aportados por el Ayuntamiento y organizaciones como Cruz Roja. Esto se vio empeorado aún más si cabe por la dificultad extrema de hacerles llegar estos recursos, donde el papel del Ayuntamiento también fue fundamental. Con todo, y pese a los grandes esfuerzos realizados, debemos reconocer que hubo alumnado que quedó total o parcialmente fuera de la propuesta de docencia telemática. La segunda dificultad con la que nos encontramos fue el desinterés mostrado por parte del alumnado, que teniendo medios suficientes no encontró la motivación para seguir la docencia telemática, ya que exigía también mucha más dedicación por su parte, y es que, en la situación de confinamiento, para muchos fue una vía de escape y acabaron dedicando más tiempo a sus menesteres académicos que anteriormente, pero para otros supuso una situación difícil de afrontar y optaron por dar de lado a la docencia telemática, movidos sin duda por ser conscientes de que la evaluación final se debía hacer teniendo en cuenta únicamente los dos primeros trimestres.

La segunda etapa supuso un nuevo reto que directamente sobrecargó de trabajo a los equipos directivos que tuvieron que planificar tres escenarios distintos, todos ellos condicionados por el protocolo COVID-19 que también tuvo que elaborarse desde los propios centros educativos. El escenario presencial, que pese a ser similar al de otros cursos quedaba muy condicionado por las nuevas normas. El telemático, que debíamos tener previsto por si la evolución de la pandemia provocaba un nuevo confinamiento general. Y por último, escenario semipresencial que dejaba en manos de los Claustros la decisión del tipo de modalidad que se debería aplicar en función y su consecuente planificación.

En el IES Antonio de Mendoza se optó por la docencia presencial, pero teniendo preparado en todo momento la docencia semipresencial por si las condiciones sanitarias exigían un cambio de modalidad. Hasta el momento la incidencia ha ido fluctuando según la evolución de la pandemia en la localidad, pero nunca se ha corrido ningún riesgo ya que no se han producido contagios dentro del centro.

Toda esta situación ha acarreado multitud de hechos positivos y negativos, pero si tuviera que destacar las más significativas, bajo mi punto de vista, serían éstos: por un lado lo mejor: la colaboración y participación de todos los ámbitos de la educación a

nivel municipal. La respuesta del alumnado y del profesorado que ha sabido adaptarse a los cambios que marcaban las autoridades educativas según los cambios que imponía la pandemia. Lo peor: las actividades extraescolares se han visto reducidas prácticamente en su totalidad, y sobre todo las actividades más enriquecedoras como eran los intercambios internacionales, las inmersiones lingüísticas, los programas europeos, etc. que han tenido que dejar de hacerse. Tampoco podemos olvidarnos, una vez pasados los peores momentos del invierno, que una de las medidas más efectivas para evitar contagios en las aulas ha sido mantener la ventilación constante de las mismas pero esto ha hecho que tengamos que soportar unas temperaturas extremas dentro de las aulas.



Nuevas situaciones como las sobrevenidas con la pandemia, con una necesidad tan imperante de cambiar el desarrollo normal de las clases, requieren nuevas propuestas, nuevas soluciones. ¿Qué recursos materiales y humanos han llegado a los centros con el inicio del curso actual? ¿Se ha reforzado el personal del centro, como por ejemplo, el personal de limpieza? ¿Ha adquirido el centro algún material especial para contener la pandemia?

En la primera etapa de confinamiento, como ya he destacado antes, todos los recursos provenían del centro educativo, la administración local y algunas ONG. Sin embargo, para la segunda fase sí que se nos ha dotado con múltiples recursos, lo cual ha sido bien acogido por toda la comunidad. Entre otras mejoras, hemos contado con aumento de plantilla para poder realizar desdobles y/o refuerzos educativos, con personal extra de limpieza para desinfección de aulas en horario de mañana, con una dotación de ordenadores portátiles, de gel hidroalcohólico y mascarillas desechables para toda la comunidad educativa. También hemos adquirido medidores de CO₂ que nos han resultado muy útiles para comprobar el grado de ventilación y conseguir así los niveles adecuados de partículas en el aire.

Por otro lado, ha habido partidas económicas específicas para paliar la actual situación. Dos de ellas para reformas y adecuación de espacios, otra para planes y programas educativos, y una más para proyectos de innovación y biblioteca.

En general se trata de recursos y actuaciones que han permitido a los centros educativos contar con más medios para hacer frente a la situación provocada por la pandemia. Aportaciones que esperamos que se mantengan en el tiempo una vez concluya la actual situación excepcional, ya que como se puede ver, ayudan mucho a mejorar la educación pública en nuestra comunidad.

¿Creéis que los cambios producidos, en relación con el uso de las nuevas tecnologías, van a quedarse en los centros?

Qué duda cabe que muchos de los cambios provocados por la pandemia han llegado para quedarse. Aunque en realidad, con anterioridad a la pandemia, ya había muchos compañeros y compañeras que experimentaban y que aplicaban gran parte de las actuales prácticas en sus clases, como el uso de la clase invertida, la publicación de vídeos o presentaciones con preguntas incluidas, uso de plataformas educativas para estar en contacto con el alumnado o el uso de IPASEN para comunicarse con las familias, que sin duda lo que ha conseguido la actual situación ha sido normalizarlo y conseguir que en lugar de ser usadas por una minoría, ahora sean utilizadas por todo el profesorado.

Pero también es cierto, que muchas metodologías que se venían usando anteriormente y que enriquecían y motivaban muchísimo al alumnado, como los grupos cooperativos, trabajos por proyectos en equipo, prácticas en laboratorios, etc. han quedado aparcadas y no debemos dejarlas caer en el olvido, pues suponían un aspecto muy enriquecedor en la formación del alumnado.

Por los medios de comunicación y por las declaraciones de las autoridades educativas sabemos que los centros han resistido al coronavirus mejor de lo que se esperaba. El porcentaje de aulas confinadas en nuestro país está entre el 0,7 y el 2% del total. Esto ha hecho que Gobierno Central y Gobiernos Autonómicos hayan apostado por mantener la educación presencial. ¿Cómo valoráis esta decisión? ¿Cuántas aulas se han cerrado temporalmente en vuestros centros? ¿Cuántos alumnos, profesores, personal no docente se han contagiado? ¿Cuántos han guardado cuarentena, por unos u otros motivos? Los momentos en que ha habido más contagios, ¿han coincidido con los picos de la segunda y tercera ola (noviembre y febrero) en nuestro municipio?

Si bien es cierto que al comienzo del curso, y en vista del alto grado de contagio del COVID-19, se pensaba que el cierre de aulas y el confinamiento de centros enteros iba a ser la tónica general del año académico, ha resultado muy sorprendente la escasa incidencia dentro de las aulas de la pandemia. Sin ningún lugar a dudas, la buena puesta en marcha del protocolo COVID del centro, junto con la responsabilidad de todos los miembros de la comunidad educativa, han hecho que lo que parecía un imposible, se convierta en una realidad, y que lo que a priori era una decisión muy arriesgada por parte de la administración educativa, se haya convertido en la mejor opción para lograr la mejor formación de nuestro alumnado y para acercarnos un poco más a la normalidad tan deseada por todos.

En nuestro centro, durante el primer trimestre, se ha producido el cierre de un aula en tres ocasiones, al tratarse de un aula burbuja, de especial atención.

Casos registrados en la aplicación y comunicados a Seguridad Social (tanto sospechosos como positivos) en el primer trimestre fueron 120 (alumnado 103, docentes 13, no docentes 4). De ellos hubo 26 casos afirmativos (alumnado 23, docentes 2, no docentes 1), que provocaron 115 contactos directos.

Sí es cierto que en este primer trimestre la evolución de los casos era un fiel reflejo de la pandemia a nivel local. De la misma forma, la tercera ola también tuvo una baja incidencia en el IES Antonio de Mendoza como también ocurrió en Alcalá la Real.

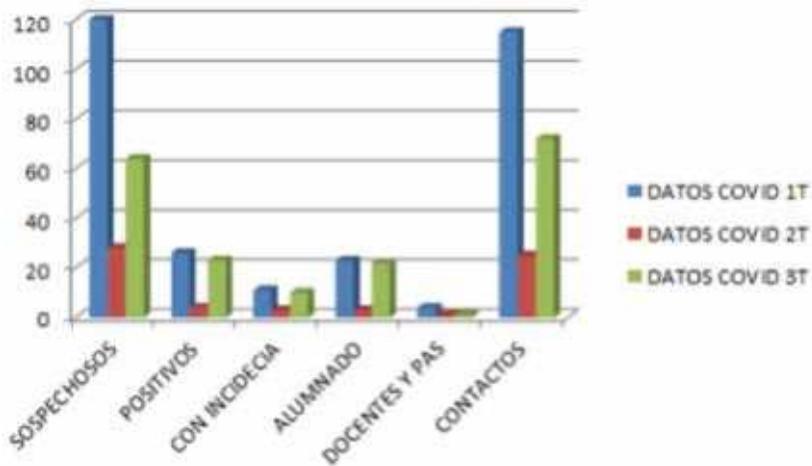


Diagrama de datos Covid por trimestre. Fuente: coordinador Covid del centro.

Efectivamente, esto ha provocado una minoración considerable en la incidencia en el segundo trimestre, los casos registrados (tanto sospechosos como positivos) fueron 28 (alumnado 27, docentes 1, no docentes 0). De ellos hubo 4 casos afirmativos (alumnado 3, docentes 1, no docentes 0), que provocaron 25 contactos directos.

A 12 de abril de 2021, día en el que se realiza esta entrevista, podemos añadir nuestras apreciaciones sobre la incidencia actual de la cuarta ola. Paralelamente a lo que sucede en la localidad, se ha dado un incremento considerable en los casos a la vuelta de las pasadas vacaciones de Semana Santa (aproximadamente se ha declarado un positivo en cada día lectivo). En consecuencia, se ha producido un ascenso en los contactos directos. Afortunadamente, entre los test realizados hasta ahora, aún no se ha producido ningún positivo por contacto directo, y lo que es más esperanzador aún es que tampoco se han dado positivos entre el profesorado, lo cual puede indicar, que pese a contar únicamente con una dosis de vacuna, es probable que esté siendo efectiva, obviamente, hago esta apreciación con toda la cautela posible, pues no tenemos más datos ni evidencias.



Comparación de datos positivos en los 3 trimestres. Fuente: coordinador Covid del centro.

Esta gráfica ha sido insertada después de realizar la entrevista y corresponde a la actualización de positivos recogidos a 31 de mayo.

Los momentos de desconcierto vividos en los centros educativos durante la pandemia, también se han visto reflejados en las instrucciones elaboradas por la Consejería de Educación y desde las Delegaciones de Educación, todo ello entendible debido al ritmo frenético de trabajo que se tuvo que imponer también en las administraciones educativas.

Han sido muchos los aspectos que han necesitado una adaptación a la actual situación y todo debe estar correctamente orquestado para dar máximas garantías al proceso de enseñanza-aprendizaje.

Desde mi punto de vista, los peores momentos tuvieron lugar durante la fase telemática del curso pasado, ya que multitud de decretos, instrucciones y aclaraciones se sucedían casi a diario y en muchas ocasiones producían contradicciones o solapamientos que o bien dejaban cabos sueltos o bien no resultaban lo suficientemente claras para poder dar las mejores garantías a todo el proceso de enseñanza y aprendizaje, pues además, por otra parte se debía dejar la suficiente autonomía a los centros para adaptar las normas a las características propias de cada uno.

Una de las decisiones más cuestionadas resultó ser la de considerar la evaluación final como la media de las dos primeras evaluaciones, esto hizo que parte del alumnado considerara que el esfuerzo por continuar con la docencia telemática en el tercer trimestre no mereciera la pena, pese a contar con medios tecnológicos para llevarla a cabo. Bien es cierto, que por otra parte, el alumnado afectado por la brecha digital no se vio perjudicado en su evaluación final.

En la lucha contra la pandemia en los centros escolares, la normativa estableció que se implantase la figura del coordinador COVID. ¿Ha sido efectiva la designación de un/una docente como coordinador/a COVID? ¿Qué atribuciones ha tenido? ¿Existe un plan escrito donde se detalle cómo se debe de actuar?

La decisión de designar un docente como coordinador COVID en nuestro centro ha sido un acierto, puesto que contábamos con un profesor con experiencia en el mundo de la emergencia y protección civil. Esto ha supuesto que a la hora de elaborar y poner en marcha el protocolo COVID del centro, la toma de decisiones siempre se ha tomado en base a unos conocimientos y experiencias previas que han hecho que su aplicación resulte más sencilla y efectiva.

Dado que la pandemia causada por el coronavirus es una emergencia sanitaria, la relación con los centros sanitarios debe ser muy estrecha e intensa. ¿Cómo se ha llevado a cabo esta colaboración entre el IES Antonio de Mendoza y el Centro de Salud? ¿Quién es el sanitario de referencia en vuestro caso y qué funciones desempeña?

No me cabe la menor duda que una de las piezas clave en el funcionamiento del todo el engranaje creado para combatir la propagación de la pandemia en los centros educativos ha sido la coordinación con los centros de salud, personificada en el enfermero de referencia asignado a los centros educativos. En este punto, la labor de Gerardo Tirado, nuestro enfermero de referencia, y de sus compañeros ha sido ejemplar.

Sus funciones han sido variadas, pero me gustaría resaltar las de asesoramiento para la elaboración de la parte sanitaria del protocolo COVID y todas las circunstancias relativas a la sintomatología de la enfermedad, así como a las aclaraciones sobre contactos directos. Las casuísticas son múltiples, y contar con la opinión de un experto en la materia ha ayudado mucho a minimizar el número de casos en los centros educativos.

El profesorado, sin olvidar al personal no docente, ha sido uno de los colectivos que más está sufriendo el efecto de la pandemia y que junto a todos los miembros de la comunidad educativa, está dando todo lo mejor. ¿Cuál es el estado de ánimo de los docentes ante la enfermedad, los contagios, los cambios sobrevenidos en la forma de trabajar...? ¿Cómo ha acogido la vacunación?

Todos conocemos la polémica referente a la vacuna de Astrazeneca, pero pese a las lógicas reticencias, la predisposición del profesorado y demás personal del centro a recibir la vacuna ha sido encomiable. Esto quiere decir mucho de su actitud frente a esta pandemia, ya que, pese al cansancio acumulado y a la desazón general en la que todos nos encontramos inmersos, todo lo que se persigue es aportar nuestro granito de arena para detener el avance de la COVID-19.

Además, y esto es una apreciación personal, ya que no disponemos de datos para confirmarlo, pero parece que este curso ha habido muchas menos ausencias de alumnado y profesorado por enfermedades de corta duración (gripe, faringitis, infecciones víricas, etc.), pese a estar ventilando constantemente las aulas, parece que la consecuente purificación del aire, unido al uso de mascarillas, ha favorecido una menor transmisión de otro tipo de enfermedades.

Y ahora hablemos del alumnado. ¿Cómo han reaccionado los alumnos y alumnas a los cambios producidos? ¿Se han notado cambios importantes en su rendimiento? ¿Habéis notado que los alumnos con menos recursos económicos han sido los más afectados durante la etapa en la que los centros han permanecido cerrados? ¿Ha habido algún problema importante en el tiempo de recreo? Alcalá es un lugar con inviernos fríos, ¿cómo se ha resuelto el tema de la ventilación en las aulas?

La capacidad de adaptación del ser humano a las condiciones externas es producto de nuestra propia evolución como especie, y en esta situación ha quedado demostrado una vez más. En lugar de suponer un detrimento en la formación del alumnado, si bien es cierto que el grado de adquisición de contenidos se ha visto reducido, como ya indiqué anteriormente, el alumnado ha adquirido otra serie de destrezas que sin duda le serán muy beneficiosas en el desarrollo de su formación académica. Para empezar, la capacidad de superación ante la adversidad, el uso de las nuevas tecnologías en el ámbito de la educación (correo electrónico, plataformas educativas, competencia digital en general, etc.), la organización del trabajo de las diferentes materias para cumplir los plazos de entrega, son capacidades que sin duda les van a ayudar de ahora en adelante en toda su progresión académica.

Una de las mayores preocupaciones de la administración y del profesorado ha sido el alumnado con menos recursos económicos, pero cada vez que en las tutorías y en los equipos educativos se trataba el asunto, nos fuimos dando cuenta que este alumnado, al igual que muchos otros, seguían la docencia telemática usando sus dispositivos móviles, hoy en día la práctica totalidad del alumnado dispone de uno, y pese a no ser la mejor herramienta para seguir la docencia telemática, si resultó ser una herramienta fundamental para evitar la brecha digital. El ínfimo porcentaje de alumnado que no disponía de dispositivo móvil ni portátil pudo ser cubierto por el centro, y los casos en los que no disponían de tarifas de datos fueron cubiertos por los Servicios Sociales del Ayuntamiento y también por algunas ONG.



Este año hemos visto todo tipo de mantas y accesorios para combatir el frío extremo sufrido en los peores días del invierno, y pese a haber probado a cerrar temporalmente las ventanas, comprobamos con los medidores de CO_2 que los niveles subían rápidamente y por tanto no podían permanecer cerradas más de unos minutos, así que se jugó con entornar algunas de ellas, sobre todo las que se encontraban cerca del alumnado. Tanto los recreos como la entrada y salida del centro se realiza de forma escalonada, y no ha provocado mayores problemas.

¿Cómo se han adaptado los padres y madres a la nueva situación? ¿Han respondido bien a las directrices marcadas en los casos en los que ha habido síntomas en sus hijos o en otros miembros del núcleo familiar? ¿Ha aumentado el absentismo por temor al contagio en las aulas?

Si antes destacaba el papel del sanitario de referencia en la contención de la pandemia, el papel de las familias con el mismo objetivo ha tenido una importancia similar. Desde que al comienzo de curso se hicieran las reuniones para trasladar el protocolo COVID a las familias, se insistió en que era fundamental que en vista de determinados síntomas, por precaución, aunque no hubiera sospechas de contactos con un enfermo COVID se recomendaba que hasta que no pasaran los síntomas no se debería acudir al centro educativo. Igualmente, transmitimos la idea de que en caso de que se propusiera alguna cuarentena, deberíamos cumplir rigurosamente con ella.

Pues bien, desde las primeras semanas de clase, el cumplimiento de estas normas ha sido ejemplar, han sido muchas las familias que han decidido observar la evolución de sus hijos/as y eso, sin duda, ha contribuido en que haya menos contagios y menos contactos en el centro.

Por otra parte, dada esta relajación en el control y justificación de la asistencia, los casos de absentismo se han detectado de forma más tardía, provocando que el inicio de

los protocolos para la prevención del mismo no se hayan aplicado con la misma celeridad que otros cursos.

En la situación actual no se puede pasar por alto el papel desempeñado por el personal no docente. ¿Podéis indicar algunas actuaciones en las que hayan participado más directamente?

El papel jugado por el personal no docente ha sido primordial en todo este proceso, ya que ellos son el primer contacto con los familiares o personas externas que acuden al centro, el cumplimiento estricto del protocolo COVID hace de barrera ante el posible contagio a través de una persona externa al instituto. Además, la colaboración en labores de acondicionamiento de aulas, colocación de cartelería, señalización horizontal y vertical ha sido fundamental.

Por otra parte, el personal de limpieza es una pieza fundamental a la hora de evitar propagación en caso de que se haya dado un caso positivo siguiendo instrucciones rigurosas sobre limpieza y desinfección. Además, siendo en muchas ocasiones los primeros en entrar en contacto con las zonas que han sido ocupadas por alumnado o profesorado contagiado, su valía, si cabe, es doble, pues el riesgo asumido es sin duda mayor.

Como ya he comentado anteriormente, el personal de apoyo para desinfección es también primordial para el buen funcionamiento del protocolo, en la organización del curso se intentó evitar en la mayor parte de los casos que el alumnado cambiara de aula. Pero en los casos en los que no se ha podido evitar, las aulas que se ocupan por varios grupos en un mismo día, gracias a la labor de este personal, se desinfectan antes y después de ser usadas. Por otra parte, se limpian y desinfectan todos los aseos del centro tres veces a lo largo del día. Acciones que sin duda contribuyen a evitar en menor o mayor medida la posible propagación de la COVID.

Leemos continuamente en los medios de comunicación que esta pandemia nos está enseñando muchas cosas a todos en general. ¿Qué han aprendido el alumnado, el profesorado y las familias?

La principal conclusión que todos hemos aprendido es que la mejor manera de superar dificultades es colaborando y trabajando en equipo. En una situación como la que pasamos el curso pasado, o como la que estamos superando ahora, comprobamos que cada pieza del engranaje en el proceso de enseñanza depende de las demás. El alumnado necesita el apoyo de sus familias y la guía del profesorado. Las familias necesitan respuestas del alumnado y comunicación con el profesorado, mientras que el profesorado requiere de implicación del alumnado y complicidad y confianza de las familias.

Todos estos factores, que siempre tienen que estar presentes para que la evolución académica y personal del alumnado sea lo más satisfactoria posible, creo que han sido fundamentales para alcanzar los mejores resultados en las circunstancias que ha originado la pandemia del COVID-19.

Somos conscientes de que en una entrevista como ésta, se quedan muchas preguntas sin hacer. ¿Queréis aportar alguna otra idea?

Agradecer los esfuerzos de todos los componentes de la comunidad educativa del IES Antonio de Mendoza por superar la pandemia y por conseguir que los efectos de la misma tengan la menor influencia posible en todo el proceso de enseñanza y aprendizaje de nuestro alumnado, así como a las administraciones locales y provinciales.



J. E. ANTONIO DE MENDOZA
ALCALA LA REAL - JAEN

