

BACHILLERATO E
INVESTIGACIÓN Y
APRENDIZAJE-SERVICIO
VOLUMEN II
CURSO 2023-2024

Coordinadora: Marta Agnieszka Panufnik
Edita: IES Atenea.Q7868334-I
Río arlanza 34. 28803-Alcalá de Henares
Maqueta: Yolanda García García
ISSN 3020-8874

ÍNDICE

1. Cristalografía.

Autores: Martín Antonov Nikolov y Daniel Sáiz Ledesma (tutor) ----- 3

2. Dos mutaciones de un mismo gen: El síndrome de rett y el síndrome de duplicación de mecp2,

Autores: Letizia Sierra Aguilera y Marta Agnieszka Panufnik (tutora)----- 33

3. Investigación sobre las displasias óseas

Autores: Lorena Tabernero Artés y Ana Cristina Llorente García (tutora)----- 60

4. Gothic literature and films

Autores: Manuel Muñoz Martínez y Ana María Miranda Vélez (tutora) ----- 91

5. Una visión trigonométrica hacia el horizonte

Autores: Nerea Peinado Cobos y María Eulalia Hidalgo de Querol (tutora) ----- 105

6. El exceso de azúcar en la dieta

Autores: Zaira Muñoz Camino y Elena Calvo Guzmán (tutora) ----- 129

7. Biorremediación

Autores: Natalia Mihaela Oprean Bontas y María José Muñoz Alcalde (tutora) ----- 176

8. El conflicto palestino-israelí

Autores: Nerea Sánchez del Val y Esther Castejón González (tutora) ----- 196

9. Entre colores y estrellas: Un viaje espectral

Autores: Sara Espino Machado y Noemí Saldardón Jiménez (tutora)----- 235

10. La aerodinámica en la Fórmula 1

Autores: Sergio Jiménez Santos-García y Ana María Carralero Calvo (tutora) ----- 260

11. Una aproximación desde la práctica a los motores eléctricos,

Autores: Adrián de Arcos Hrabovsky y Marta Hernández Cuadrado (tutora) ----- 283

12. Estudiantes con hidrocefalia, rompiendo barreras

Autores: por Maria Bianca Bar Bar y Paula Fuentes Calero (tutora)----- 335

MAYO 31 2024



CRISTALOGRAFÍA

Biología

I.E.S ATENEA



REALIZADO POR:

Martin Antonov Nikolov

SUPERVISADO POR:

Daniel Sáiz Ledesma

Cristalografía

RESUMEN

Con este trabajo se pretende demostrar de una manera práctica cómo influyen diversos factores en la formación de cristales. Para ello, en una primera parte se introducen una serie de conceptos necesarios para llevar a cabo la parte experimental. Posteriormente en el laboratorio se realizan una serie de prácticas con distintas variables, velocidad de enfriamiento, presencia de núcleos de cristalización y adición de colorante y esencia a la disolución. Para cada una de ellas se establece una hipótesis inicial que se corroborará con los resultados obtenidos. Los cristales son muy utilizados en distintas áreas debido a sus propiedades. Es por esto por lo que la última parte del proyecto se destina a investigar sobre las aplicaciones de los cristales en diversos campos.

ABSTRACT

This work aims to demonstrate in a practical way how various factors influence the formation of crystals. To do this, in the first part a series of concepts necessary to carry out the experimental part are introduced. Afterwards, in the laboratory, a series of practices are carried out with different variables, cooling speed, presence of crystallization nuclei and addition of dye and essence to the solution. For each of them, an initial hypothesis is established that will be corroborated with the results obtained. Crystals are widely used in different areas due to their properties. This is why the last part of the project is intended to investigate the applications of crystals in various fields.

PALABRAS CLAVE

Cristal, cristalización, disolución, velocidad de enfriamiento, aplicaciones prácticas, red cristalina, fosfato de monoamonio.

KEY WORDS

Crystal, crystallization, dissolution, cooling rate, practical applications, crystal lattice, monoammonium phosphate.

ÍNDICE

1. Introducción -----	7
1.1. Concepto de cristal -----	7
1.2. Procesos de formación de cristales -----	8
1.3. Tipos de cristales -----	8
1.4. Sistemas de cristalización -----	10
2. Parte Práctica -----	11
2.1. Práctica 1. Velocidad de enfriamiento-----	11
2.2. Práctica 2. Núcleos de cristalización y aluminio-----	16
2.3. Práctica 3. Colorantes y esencias-----	21
3. Aplicaciones de los cristales -----	23
4. Webgrafía -----	30

1. INTRODUCCIÓN

Es la ciencia que estudia los cristales. Las distintas estructuras adoptan una serie de minerales y compuestos.

1.1.CONCEPTO DE CRISTAL

Los cristales son cuerpos sólidos constituidos por un **conjunto de partículas** (átomos, iones o moléculas) que están dispuestos según un orden regular y repetido. Se forma así una red cristalina, una estructura tridimensional en la que se observa una separación ordenada de celdas elementales, cada una de ellas caracterizada por una distribución precisa de partículas.

Una de las áreas más interesantes de la cristalografía es el estudio de la formación de los cristales. Los científicos han descubierto que los cristales pueden crecer de muchas formas diferentes, desde soluciones acuosas hasta la solidificación de metales fundidos.

Por ejemplo, algunos cristales son piezoeléctricos, lo que significa que pueden generar una carga eléctrica en respuesta a una presión mecánica.

Otros son ferromagnéticos, lo que significa que pueden ser magnetizados y mantener su magnetismo incluso después de que se retire el campo magnético externo. Esto se utiliza en la fabricación de almacenamiento de datos de la actual tecnología, como los discos duros.

Este estudio ha sido fundamental en el desarrollo de la ciencia de los materiales. Al analizar su estructura cristalina de los materiales, los científicos pueden comprender su comportamiento y propiedades. Gracias a este proceso se han descubierto muchos tipos y diseños de nuevos materiales con características avanzadas, como superconductores de alta temperatura y materiales con **propiedades ópticas** (vidrio óptico).

Un aspecto emocionante de la cristalografía es el **uso de técnicas de análisis** avanzadas para estudiar las estructuras a nivel nanométrico. Algunas herramientas poderosas que les hace ver imágenes detalladas de las estructuras a nivel atómico son la difracción de rayos X y la microscopía electrónica. Con esto permite poder manipular y modificar las estructuras cristalinas.

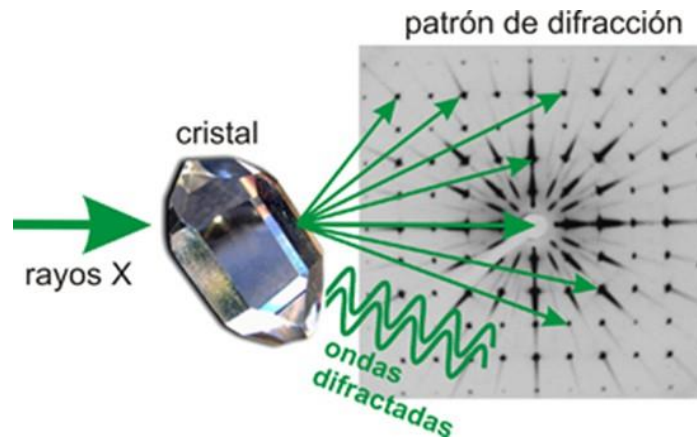


Fig 1. Patrón de difracción

1.2.PROCESOS DE FORMACIÓN DE CRISTALES

1. **Cristalización:** se forma a partir de una solución. Este método es el más común y ocurre cuando una sustancia se disuelve en un solvente para formar una solución sobresaturada. A medida que el solvente se evapora o se enfría, la concentración de la sustancia supera su solubilidad. Un ejemplo cotidiano de este proceso es la sal de mesa a partir de agua salada. (Jan Czochralski, 1885)



Fig 2. Proceso de formación de cristales

2. **Solidificación de un material fundido:** Algunos materiales, como los metales, pueden formar cristales durante su enfriamiento desde un estado fundido. A medida que el material se enfría, los átomos o moléculas que lo componen se organizan en una red cristalina ordenada. Este

proceso es utilizado en la producción de metales, así como en la fabricación de cristales sintéticos para aplicaciones electrónicas y ópticas.

3. Precipitación a partir de una reacción química: En ciertas reacciones químicas, la formación de un compuesto sólido puede ocurrir como precipitado. Esto sucede cuando dos o más compuestos en una solución reaccionan entre sí, generando un **producto insoluble** que se separa en forma de cristales. Un ejemplo común de este proceso es la obtención de cristales de carbonato de calcio mediante la reacción entre iones de calcio y carbonatos.



Fig 3. Disolución

4. Formación por enfriamiento de un vapor: Algunas sustancias pueden formar cristales directamente a partir de vapores o gases. En este proceso, el vapor o gas se enfría rápidamente, permitiendo que los átomos o moléculas se condensen y se alineen en una **estructura cristalina**. Este método se utiliza en la fabricación de cristales semiconductores utilizados en dispositivos electrónicos, como transistores y paneles solares.

1.3.TIPOS DE CRISTALES

1.3.1. Cristales sólidos: Son los más numerosos. Casi toda la materia sólida está en estado cristalino. Por ejemplo: la sal, el azúcar y algunas piedras preciosas.

1.3.2. Cristales luminosos: Son considerados como líquidos y se suelen utilizar en las pantallas de equipos electrónicos.

1.3.3. Cristales iónicos: Son duros y quebradizos. Los cationes y aniones que los forman son de distinto tamaño y, por lo general, estos cristales tienen puntos de fusión altos. Por ejemplo: cloruro de potasio (KCl)

1.3.4. Cristales covalentes: Los átomos que los componen están unidos por enlaces covalentes formando una red tridimensional. Por ejemplo: el grafito y el diamante.

1.3.5. Cristales moleculares: Sus partículas están unidas por fuerzas atractivas o repulsivas entre moléculas, interacciones que son menores que las correspondientes a un enlace químico y/o interacciones por puente de hidrógeno. Estos compuestos suelen ser quebradizos y sus puntos de fusión están por debajo de 100 °C. Por ejemplo: el tetrafósforo (P₄).

1.3.6. Cristales metálicos: Los cristales metálicos están compuestos por átomos del mismo metal. Por lo general, son muy densos y sus propiedades (como el punto de fusión y la dureza) varían de acuerdo al tipo de metal.

1.4. SISTEMAS DE CRISTALIZACIÓN: Redes de Bravais

Toda la materia susceptible de formar cristales, cuando se ordena en las tres dimensiones lo hace siguiendo unos patrones de repetición. La mínima unidad que se repite se denomina celda unidad y viene definida por tres traslaciones (distancia mínima que separa dos nudos) y los ángulos que forman entre las mismas. En la naturaleza, únicamente se conocen 7 sistemas cristalinos y 14 redes de Bravais, (posibles maneras de ordenar nudos de forma periódica en un espacio tridimensional).

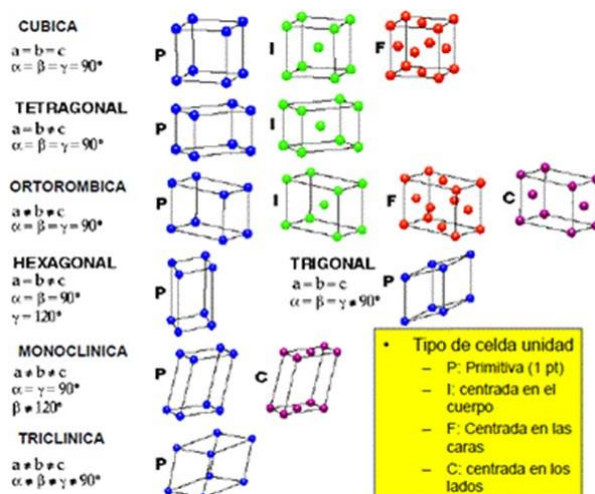


Fig.4. Redes de Bravais

a, b y c son las letras que definen las traslaciones. Los ángulos que marcan la red son los denominados como α , β y γ . En el caso de nuestra sal, fosfato de monoamonio, la red en la que

cristaliza es en el Sistema tetragonal en el que la celda es un tetraedro, en el que los iones NH^+ y los iones HPO^- se unen mediante enlaces de tipo iónico, tal como se muestra en la siguiente imagen.

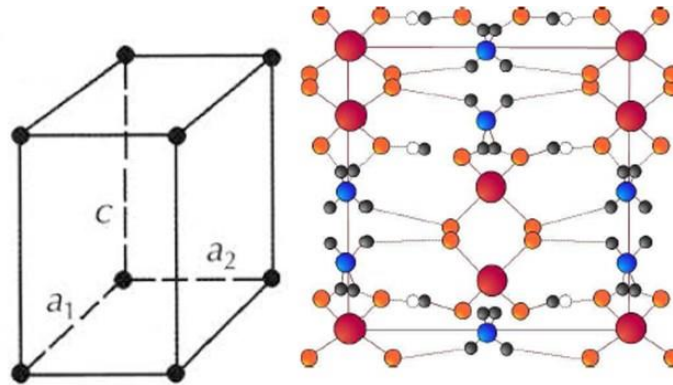


Fig. 5. Red de cristalización sal fosfato de monoamonio.

2. PARTE PRÁCTICA

2.1. Práctica 1: Influencia de la velocidad de enfriamiento en la morfología de los cristales

¿Cómo afecta al tamaño del cristal?

Con esta práctica se pretende demostrar cómo influye la velocidad de enfriamiento en el tamaño y morfología del cristal. Velocidades de enfriamiento más rápidas generarán tamaños de cristal más pequeños, mientras que velocidades de enfriamiento más lentas provocarán cristales de mayor tamaño.

Importante mencionar que esta práctica no incluye núcleos de cristalización.

1. Materiales utilizados:

-Vaso de precipitados

-Báscula

-Frasco lavador

-Sal ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) /Agua

-Pinza

-Placa Calefactora

-Mechero

-Varillas de vidrio

-2 vasos de plástico

-Termómetro

-Cartón/Papel

-Recipiente de poliespán



Fig 6. Montaje de la práctica

2. Metodología:

Para empezar, se utiliza el material correcto para poder trabajar en las condiciones necesarias: una bata como protección y es recomendable usar guantes de látex u otro material para

protegerse de una reacción química. Después de haber asegurado el tener preparado todo el material lavado y limpio se puede comenzar a crear cristales.

Se toma un vaso de precipitados de una capacidad mínima de 250 ml en el que tendremos que verter agua directamente sacada de un frasco lavador hasta llegar a la marca.

Por otro lado, se coge la sal (Fosfato de monoamonio) y si es el caso de encontrar grandes fragmentos muy compactos, junto con una cuchara nos ayudaremos a partirlo hasta dejarlo en polvo. Una vez la sal está molida, se añaden las cucharadas del fosfato de monoamonio y se ponen sobre una báscula. Antes de utilizarla debemos quitarle la tapa y tarar la misma para no contar el peso de nuestra placa en el experimento. Al llenar el recipiente con la sal hasta llegar a 150 gramos, se coge la misma cuchara para más tarde añadirlo en el vaso de precipitados con el agua.

Importante mencionar que, durante el proceso se debe tener encendida la placa calefactora para que vaya aumentando su temperatura hasta llegar cerca del punto de ebullición del agua (80°). Necesitamos una pílora magnética e insertarla en el centro del vaso para así producir una fuerza centrípeta, de este modo facilitará la disolución. Con ayuda de un termómetro se va introduciendo 1 vez cada 2 minutos para ir viendo a qué temperatura está la disolución. Si se quedan restos de sal en el fondo del vaso, cogemos 1 o 2 varillas de vidrio que nos servirán para poder favorecer la disolución.

Cuando la mezcla esté disuelta y haya alcanzado una temperatura aproximada a 80°. Con la ayuda de una pinza cogemos el vaso y vertemos el contenido en dos vasos más grandes de plástico. A su vez, uno de ellos se introduce en un recipiente de poliespán con tapa y papel suelto cubriendo todo el vaso para impedir que el calor se pierda y que la velocidad de enfriamiento sea lo más lenta posible. En el caso del otro vaso, lo meteremos también en un recipiente de poliespán pero con una modificación, sin tapa ni papel porque lo que esperamos es una velocidad de enfriamiento rápida, justo lo contrario a la otra.

Por último los dejamos reposar 1 semana para obtener los resultados para su posterior evaluación.

Las medidas llevadas a cabo plantean garantizar que el experimento fuese lento: poliespán, papeles, caja de cartón, etc.

3. Resultados:

Después de haber dejado el experimento durante 1 semana. Se abre la caja y se ve si se han formado cristales. El experimento nos ha salido como lo esperado, ajustándose a la hipótesis inicial: velocidades de enfriamiento lentas generan cristales de mayor tamaño.

Tras abrir el vaso de enfriamiento rápido, podemos observar que se han formado pequeños sistemas de cristales de color blanquecino. Se puede apreciar que no están ni definidos ni con una morfología externa. Esto se da ya que al dejarlo al espacio abierto se ha enfriado más rápido, haciendo que se formen cristales con formas asimétricas. Cuando una disolución se enfría rápidamente, los átomos, iones o moléculas no tienen suficiente tiempo para moverse y reorganizarse en una estructura cristalina generando cristales de mayor tamaño.

En la siguiente imagen vemos los cristales formados mediante el enfriamiento rápido y sin núcleos de cristalización.



Fig. 7. Fotografía de cristales

En el caso del vaso con papel y tapa, es decir, el de enfriamiento lento, se puede ver que algunos cristales de mayor tamaño están más definidos y con relieve. Se ha formado un cristal mayor ya que se ha cristalizado en la base y en las paredes. Esta vez el cristal ha tenido más tiempo para organizarse. Los átomos, iones o moléculas tienen tiempo suficiente para desplazarse y organizarse en una estructura cristalina ordenada. Este proceso permite que las partículas se acomoden en una red cristalina tridimensional de manera más uniforme.

A medida que la temperatura baja, la velocidad a la que las partículas se mueven también disminuye, lo que facilita la formación de enlaces entre ellas y la creación de una estructura cristalina fija. Un ejemplo común de este proceso es la cristalización de la sal de mesa (cloruro de sodio) a partir de una solución sobresaturada. En la siguiente imagen vemos los cristales formados mediante el enfriamiento lento y sin núcleos de cristalización.



Fig. 8. Fotografía de un cristal

Esta imagen muestra uno de los cristales bajo una lupa binocular y con iluminación



Fig. 9. Fotografía bajo lupa con 2 x 10 aumentos

4. Conclusiones:

La formación de cristales mediante el enfriamiento rápido y lento representa dos procesos

fundamentales en la cristalización de sustancias, con influencias significativas en la estructura, la morfología y las propiedades de los cristales resultantes. Mientras que el enfriamiento rápido favorece la formación de cristales más pequeños y menos definidos, el enfriamiento lento promueve la aparición de cristales más grandes y bien desarrollados.

2.2. Práctica 2: Influencia de núcleos de cristalización en la morfología de los cristales

1. Materiales utilizados para ambas disoluciones:

-Vaso de precipitados

-Báscula

-Frasco lavador

-Sal ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) /Agua

-Pinza

-Placa Calefactora

-Mechero

-Varillas de vidrio

-2 vasos de plástico

-Termómetro

-Cartón/Papel

-Recipiente de poliespán

-Papel de aluminio

-Núcleos de cristalización

Esta práctica consta de 2 disoluciones con distintos factores, núcleos de cristalización y aluminio.

¿Por qué aluminio? ¿Qué son los núcleos de cristalización? ¿Para qué sirven?

1. El uso del aluminio en disoluciones de enfriamiento lento y crecimiento de cristales se debe a su excelente conductividad térmica, resistencia a la corrosión, baja densidad, compatibilidad química y buenas propiedades mecánicas. Estas características aseguran que los procesos de cristalización sean eficientes y produzcan cristales de alta calidad.

2. Los núcleos de cristalización son pequeñas partículas o puntos en una solución sobresaturada donde comienza el proceso de formación de cristales.

Estos núcleos actúan como sitios de inicio para que las moléculas del soluto se agrupen y formen una estructura cristalina organizada. La presencia y características de estos núcleos son cruciales para el desarrollo de cristales en una solución.

2. Metodología:

Se toma un vaso de precipitados de una capacidad mínima de 250 ml en el que tendremos que verter agua directamente sacada de un frasco lavador hasta llegar a la marca.

Por otro lado, se coge la sal (Fosfato de monoamonio) y si es el caso de encontrar grandes fragmentos muy compactos, junto con una cuchara nos ayudaremos a partirlo hasta dejarlo en polvo. Una vez la sal está molida, se añaden las cucharadas del fosfato de monoamonio y se ponen sobre una báscula. Antes de utilizarla debemos quitarle la tapa y tarar la misma para no contar el peso de nuestra placa en el experimento. Al llenar el recipiente con la sal hasta llegar a 150 gramos, se coge la misma cuchara para más tarde añadirlo en el vaso de precipitados con el agua.

Importante mencionar que, durante el proceso se debe tener encendida la placa calefactora para que vaya aumentando su temperatura hasta llegar cerca del punto de ebullición del agua (80°). Necesitamos una píldora magnética e insertarla en el centro del vaso para así producir una fuerza centrípeta, de este modo facilitará la disolución. Con ayuda de un termómetro se va introduciendo 1 vez cada 2 minutos para ir viendo a qué temperatura está la disolución. Si se

quedan restos de sal en el fondo del vaso, cogemos 1 o 2 varillas de vidrio que nos servirán para poder favorecer la disolución.

Cuando la mezcla esté disuelta, se introduce un papel de aluminio hasta que haya alcanzado una temperatura aproximada a 80°. Lo mismo se hace con la segunda disolución, en vez de papel de aluminio introducimos los núcleos de cristalización anteriormente molidos.

Con la ayuda de una pinza cogemos el vaso y vertemos el contenido en dos vasos más grandes de plástico. A su vez, uno de ellos se introduce en un recipiente de poliestirén con tapa y papel suelto cubriendo todo el vaso para impedir que el calor se pierda y que la velocidad de enfriamiento sea lo más lenta posible. En el caso del otro vaso, lo meteremos también en un recipiente de poliestirén pero con una modificación, sin tapa ni papel porque lo que esperamos es una velocidad de enfriamiento rápida, justo lo contrario a la otra.

Por último los dejamos reposar 1 semana para obtener los resultados para su posterior evaluación.

Las medidas llevadas a cabo plantean garantizar que el experimento fuese lento: poliestirén, papeles, caja de cartón, etc.

3. Resultados:

Después de haber dejado el experimento durante 1 semana. Se abre la caja y se ve si se han formado cristales. El experimento ha salido como lo esperado, ajustándose a la hipótesis inicial: núcleos de cristalización y el aluminio generan cristales de mayor tamaño y más definidos.

Tras observar el resultado de los cristales utilizando el aluminio se puede concluir que forman estructuras mejor organizadas y más definidas. El uso de aluminio en procesos de cristalización puede mejorar la eficiencia y la calidad del cristal obtenido por varias razones, principalmente relacionadas con sus propiedades físicas y químicas. Debido a su alta conductividad térmica, resistencia a la corrosión, propiedades superficiales controlables y baja densidad. Contribuyendo a un control preciso del proceso de cristalización.

En la siguiente imagen se observa el cristal formado con ayuda del aluminio.



Fig.10. Fotografía de cristal

En el caso de la segunda disolución, se ve la estructura uniforme que constituye con los núcleos de cristalización. La cristalización mejora significativamente cuando se inicia con núcleos de cristalización debido a varios factores fundamentales relacionados con el control y la eficiencia del proceso; permitir un mejor control del crecimiento y tamaño de los cristales, acelerar el proceso, aumentar la pureza del producto final y asegurar estabilidad. Se puede apreciar ligeramente que se han formado pequeños cristales con forma hexagonal que bajo lupa tienen un corte perfecto.

En la siguiente imagen se observa el cristal formado mediante núcleos de cristalización.



Fig.11. Fotografía de cristal

Un detalle que se vio al terminar el experimento es que, al dejar reposar el aluminio utilizado en la disolución al aire libre a temperatura ambiente, resulta que se han formado cristales muy pequeños y frágiles pero con una apariencia fascinante. Un resultado totalmente inesperado pero increíble de ver.



Fig.12, Aluminio con cristales formados

4. Conclusiones:

Se concluye con que con las dos variables los cristales salen de un mayor tamaño, mayor definición y mejor estructurado. Aunque se entiende que mediante los núcleos de cristalización se puede obtener un mejor resultado. Con esto se consigue permitir un mejor control del crecimiento y tamaño de los cristales, acelerar el proceso, mejorar la eficiencia y la calidad del cristal. Esto viene justificado en el caso de la formación de cristales con el aluminio debido a su alta conductividad térmica, resistencia a la corrosión, propiedades superficiales controlables y baja densidad.

2.3. Práctica 3: Influencia en la presencia de colorante y esencia en el tamaño y morfología del cristal

1. Materiales utilizados:

-Vaso de precipitados

-Báscula

-Frasco lavador

-Sal ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) /Agua

-Pinza

-Placa Calefactora

-Mechero

-Varillas de vidrio

-2 vasos de plástico

-Termómetro

-Cartón/Papel

-Recipiente de poliespán

-Colorante Rojo Cochinilla 82% 25 g (2 cucharadas)

-Aroma de Cereza 50 ml (4 gotas) 2. Metodología:

Se prepara una disolución como en la práctica 2, con núcleos de cristalización y añadiendo el colorante y la esencia.

Se toma un vaso de precipitados de una capacidad mínima de 250 ml en el que tendremos

que verter agua directamente sacada de un frasco lavador hasta llegar a la marca.

Por otro lado, se coge la sal (Fosfato de monoamonio) y si es el caso de encontrar grandes fragmentos muy compactos, junto con una cuchara nos ayudaremos a partirlo hasta dejarlo en polvo. Una vez la sal está molida, se añaden las cucharadas del fosfato de monoamonio y se ponen sobre una báscula. Antes de utilizarla debemos quitarle la tapa y tarar la misma para no contar el peso de nuestra placa en el experimento. Al llenar el recipiente con la sal hasta llegar a 150 gramos, se coge la misma cuchara para más tarde añadirlo en el vaso de precipitados con el agua.

Cuando la mezcla esté disuelta, se introducen los núcleos de cristalización anteriormente molidos cuando haya alcanzado una temperatura aproximada a 80°. A continuación, se añaden las 4 gotas de esencia y 2 cucharadas pequeñas de colorante.

Con la ayuda de una pinza cogemos el vaso y vertemos el contenido en un vaso más grande de plástico. A su vez, se introduce en un recipiente de poliestirén con tapa y papel suelto cubriendo todo el vaso para impedir que el calor se pierda y que la velocidad de enfriamiento sea lo más lenta posible.

Por último los dejamos reposar 1 semana para obtener los resultados para su posterior evaluación.

Las medidas llevadas a cabo plantean garantizar que el experimento fuese lento: poliestirén, papeles, caja de cartón, etc.

3. Resultados:

Después de haber dejado el experimento durante 1 semana. Se abre la caja y se ve si se han formado cristales. El experimento ha salido como lo esperado, ajustándose a la hipótesis inicial: núcleos de cristalización, colorante y esencia forman una mezcla impresionante, creando un cristal definido y con estructura uniforme de color rojo con olor a cereza.

De un vistazo se ve la estructura uniforme que constituye con los núcleos de cristalización. La cristalización mejora significativamente cuando se inicia con núcleos de cristalización debido a varios factores fundamentales relacionados con el control y la eficiencia del proceso; permitir un mejor control del crecimiento y tamaño de los cristales, acelerar el proceso, aumentar la pureza del producto final y asegurar estabilidad. Se puede observar que el cristal ha absorbido el color rojo del colorante y se ha filtrado entre los filamentos del cristal. Respecto

a la esencia, al descubrir el recipiente desprendía un olor fuerte característico a cereza. Sin embargo, pasados unos días el olor desapareció por completo.

El color que se encuentra por dentro del cristal ha quedado incrustado y esto permite ver las diferencias con los otros trozos sin color o ligeramente con color. Por lo que el colorante influye únicamente en el color, pero no en su estructura y morfología cristalina.



Fig. 12. Fotografía del cristal

4. Conclusiones:

En resumen, el color y el olor pueden afectar la formación de cristales principalmente a través de la presencia de impurezas, defectos estructurales y la liberación de compuestos volátiles. El olor en sí no cambia la estructura cristalina, ambos pueden ser indicadores importantes de la pureza y la calidad del proceso de cristalización.

Esta práctica nos permite ver las propiedades del cristal y de qué manera absorbe el colorante, quedando en el interior durante un largo plazo.

3. APLICACIONES DE LOS CRISTALES

Chocolate:

La manteca de cacao, el ingrediente más importante del chocolate, cristaliza en seis formas diferentes, pero solo una de ellas se funde agradablemente en la boca, y tiene la superficie brillante y la dureza crujiente que lo hace tan sabroso. Esta forma cristalina “sabrosa”, sin embargo, no es muy estable, por lo que tiende a convertirse en otra más estable, que es opaca,

tiene una textura blanda y se funde lentamente en la boca, produciendo una sensación gruesa y arenosa en la lengua. Por fortuna, la conversión es lenta, pero si el chocolate es almacenado por periodos de tiempo más largos a temperaturas templadas, puede formar un “florecimiento”, un residuo superficial blanco que resulta de la recrystalización. Los fabricantes de chocolate deben utilizar un sofisticado proceso de cristalización para obtener la forma cristalina más deseable, la única aceptada por expertos y consumidores.



Fig. 13. Chocolate

Farmacéutica:

Es evidente que, en el proceso de formación de cristales a partir de una disolución o fundido, las interacciones intermoleculares son un factor decisivo. Así pues, para la obtención de varios polimorfos de un mismo fármaco (aquellos que presentan la misma composición química pero distinta estructura cristalina), estas interacciones condicionarán que uno de ellos sea estable frente a otro que presente con mayor tendencia a ser degradado. Se tomará de ejemplo la aspirina. La aspirina ($C_9H_8O_4$) o ácido acetilsalicílico (Ácido 2-acetiloxy-benzoico, según la IUPAC), presenta dos polimorfos, la forma I y la forma II. En la primera forma, los grupos metilo entre dos capas están distanciados en 4.5 Å. Por el contrario, en la forma II, estas distancias son distintas, una más corta y otra más larga, lo que hace que esta forma del medicamento sea más estable.

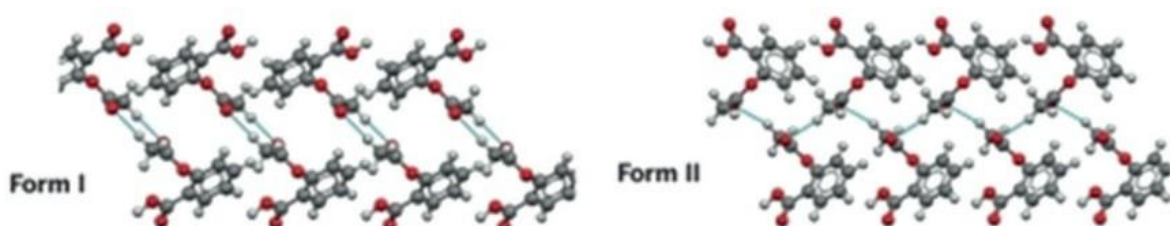


Fig.14. Forma I y forma II de la aspirina

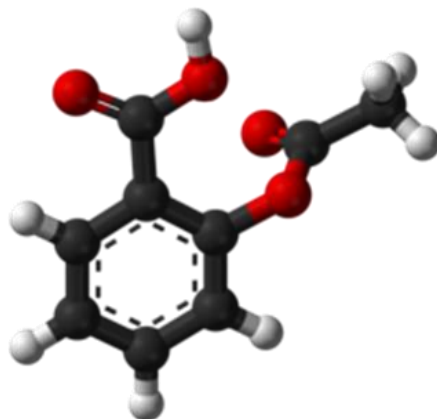


Fig.15. Molécula de la aspirina ($C_9H_8O_4$)

En los fármacos (moléculas pequeñas y fácilmente cristalizables), el hábito cristalino (aspecto macroscópico del cristal) va a condicionar varios factores: actividad del medicamento, cinética, disponibilidad. Así pues, la simvastatina en su forma I (medicamento que actúa retrasando la producción de colesterol) cada cara cristalina expone hacia el exterior una parte diferente de la molécula, lo que hace que presente distinta reactividad.

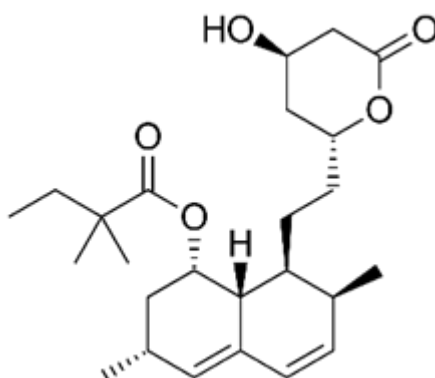


Fig.16. Simvastatina ($C_{25}H_{38}O_5$)

Cocina:

En la actualidad se sabe que el uso de la sal en los alimentos es costumbre desde la prehistoria.

Los romanos la utilizaban como moneda, de ahí la palabra “salario”, sin embargo no fue sino hasta principios del siglo XX cuando se conoció su estructura cristalina, gracias a los estudios realizados por **William Henry Bragg** y su hijo **William Lawrence Bragg**, quienes fueron galardonados con el Premio Nobel en 1915 por la determinación de las estructuras cristalinas del NaCl y el diamante. Las variedades de sal que se conocen, como la sal común, difieren en los precios debido a que cristalizan de forma diferente. De igual manera, el azúcar, ya sea de caña o de remolacha, puede cristalizar como azúcar blanca o, al variar el proceso, como azúcar morena, con sabor y precio diferentes.



Fig.17. Azucar moreno

Pintura:

La cristalografía se aplica en la pintura principalmente a través del análisis y la conservación de obras de arte.

1. Identificación de Pigmentos: La cristalografía de rayos X (XRD) se utiliza para identificar y caracterizar los pigmentos y materiales presentes en una pintura. Cada mineral o compuesto tiene una estructura cristalina única que puede ser detectada mediante esta técnica, permitiendo a los investigadores determinar la composición química de los pigmentos utilizados por el artista.
2. Detección de Alteraciones y Degradaciones: La cristalografía puede identificar cambios en la estructura cristalina de los materiales debido a la degradación o alteración química. Esto juega un papel importante para la conservación, ya que permite a los restauradores entender mejor los procesos de deterioro.
3. Autenticación de Obras de Arte: Al comparar la composición cristalina de los pigmentos y otros materiales de una pintura con los utilizados en la época y lugar en que se supone que fue creada, los expertos pueden ayudar a verificar la autenticidad.

de la obra y detectar posibles falsificaciones.

4. Conservación y Restauración: La información proporcionada por la cristalografía es esencial para desarrollar métodos de conservación que no dañen la obra. Por ejemplo, conocer la composición exacta de los materiales puede guiar la selección de técnicas de limpieza que no afecten negativamente la pintura



Fig.18. Pintura bajo rayos X

Ingeniería:

La cristalografía tiene numerosas aplicaciones en la ingeniería, impactando en áreas como el desarrollo de materiales, la electrónica, la nanotecnología y más.

1. Desarrollo de Materiales: La cristalografía permite a los ingenieros comprender la estructura atómica de materiales, lo que es imprescindible para desarrollar nuevos materiales con propiedades específicas, como mayor resistencia, conductividad térmica o eléctrica, y resistencia a la corrosión.

En la siguiente imagen se ve un gráfico con la presión y temperatura necesaria para que se forme el granito o el diamante sintético.

Algunas diferencias entre estas dos piedras son el precio, la dureza, el color, etc.

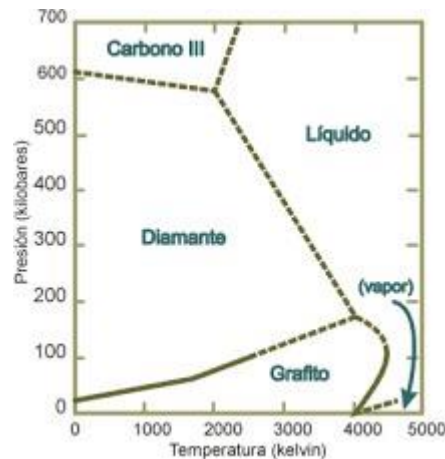


Fig.19. Diagrama de fases del carbono-diamante-grafito

2. Metalurgia y aleaciones: En la ingeniería metalúrgica, la cristalografía ayuda a entender y mejorar las propiedades mecánicas de metales y aleaciones. Mediante el estudio de las estructuras cristalinas, se pueden diseñar aleaciones con características deseadas como alta dureza, ductilidad, y resistencia al desgaste.

Como ejemplo tenemos los cristales artificiales. La necesidad de cristales que se puedan desgastar en la industria y el alto coste de los naturales (por ejemplo, los diamantes industriales, entre otros) ha dado la posibilidad de crear cristales artificiales. Estos, no alcanzan los mismos resultados que los naturales, pero su menor coste hace rentable su obtención y uso.

Con estos métodos nos hemos podido permitir crear piedras preciosas con la posibilidad de modelar sus características para que se aplique mejor a cada uno. Por este motivo los cristales artificiales son muy conocidos en el área de la joyería.

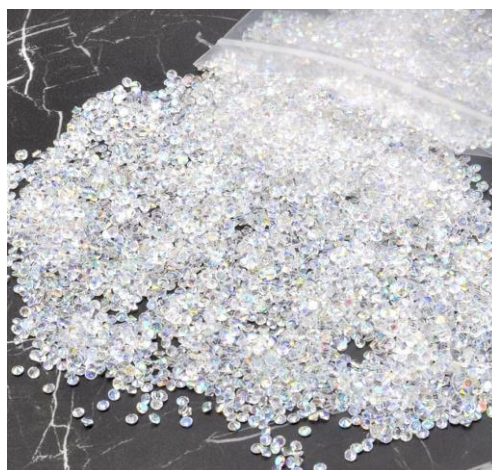


Fig.20. Cristales artificiales

Esto se puede ver reflejado perfectamente en el mercado, hay una gran demanda de cristales artificiales como los diamantes, siendo una gran fuente de beneficios para los negocios y la minería.

Estos son creados en laboratorios con científicos cualificados para saber someter a ese cristal las condiciones necesarias para que se forme de tal manera que se ajuste a sus medidas.

Anteriormente, estos cristales han tenido que ser excavados a cientos de kilómetros de longitud bajo tierra, extraerlos y estudiarlos detenidamente, conociendo su composición y sus características obtienen el método de formar un cristal sintético muy similar.



Fig.21. Tuneladora

3. Ingeniería Química: En la ingeniería química, la cristalografía es utilizada para estudiar y diseñar procesos de cristalización, importantes para la producción de productos químicos, farmacéuticos y alimentos. Comprender cómo los cristales se forman y crecen permite mejorar estos procesos para obtener productos de alta pureza y rendimiento.

4. WEBGRAFÍA

https://www.ub.edu/oblq/oblq%20castellano/precipitacio_fonament.html

https://www.mt.com/es/es/home/applications/L1_AutoChem_Applications/L2_Crystallization.html

<https://ibero.mx/campus/publicaciones/quimanal/pdf/6reaccionesprecipitacion.pdf>

<https://www.ub.edu/talq/es/node/209>

<https://concepto.de/cristalizacion/>

https://www.mt.com/mx/es/home/applications/L1_AutoChem_Applications/L2_Crystallization.html#:~:text=El%20aumento%20de%20la%20velocidad,del%20tama%C3%B1o%20de%20los%20cristales

https://www.mt.com/es/es/home/applications/L1_AutoChem_Applications/L2_Crystallization.html

<https://materialesavanzados.wordpress.com/2015/01/30/la-cristalografia-en-nuestras-vidas/>

https://www.nochedelasestrellas.org.mx/docs/Articulos/2014/2014_4.pdf

<https://delfino.cr/2023/08/cristales-en-la-naturaleza-y-en-la-vida-cotidiana>

<https://blog.ferrovial.com/es/2018/04/asi-son-las-gigantescas-tuneladoras-para-proyectos-subterráneos/>

DOS MUTACIONES DE UN MISMO GEN, EL SÍNDROME DE RETT Y EL SÍNDROME DE DUPLICACIÓN DE MECP2

AUTORA: Letizia Sierra Aguilera



TUTORA: Marta Agnieszka Panufnik

RESUMEN

El neurodesarrollo es un proceso muy complejo que requiere del correcto funcionamiento de diversos factores para poder procesarse de forma adecuada. Los genes juegan un papel fundamental en el interior del cuerpo humano, regulando y ayudando a la síntesis de proteínas. En caso de que un gen específico, el gen MECP2, se vea alterado por alguna circunstancia, podrá resultar en varios trastornos. Entre ellos se destacan el síndrome de Rett y el síndrome de duplicación de MECP2. Son síndromes muy parecidos que a simple vista parecen tener los mismos síntomas, tratamientos, diagnóstico y pronóstico, pero su principal diferencia es que uno afecta mayoritariamente a mujeres y, el otro, a hombres. Esto viene determinado por los cromosomas que tiene un hombre y una mujer (un hombre XY y una mujer XX). Por lo tanto, se ha trabajado en la principal investigación de ambos genes para concluir con los datos mencionados anteriormente.

PALABRAS CLAVE: neurodesarrollo, síndrome de Rett, síndrome de duplicación de MECP2, problemas genéticos, alteraciones genéticas, anomalías, sistema nervioso, gen.

ABSTRACT

Neurodevelopment is a very complex process that requires the correct functioning of various factors in order to be processed properly. Genes play a fundamental role inside the human body, regulating and helping in protein's synthesis. If a specific gene, the MECP2 gene, is altered by any circumstance, it may result in several disorders. Among them, Rett syndrome and MECP2 duplication syndrome stand out. They are very similar syndromes that at first glance seem to have the same symptoms, treatments, diagnosis and prognosis, but their main difference is that the first one mainly affects women, and the other mainly affects men. This is determined by the chromosomes that a man and a woman have (a man XY and a woman XX). Therefore, it has been worked on the main investigation of both genes to conclude with the data mentioned above.

KEY WORDS: neurodevelopment, Rett syndrome, MECP2 duplication syndrome, genetic problems, genetic alterations, anomalies, nervous system, gene.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN.....	35
2. OBJETIVOS.....	37
3. MARCO TEÓRICO.....	38
3.1 NEURODESARROLLO Y ESTRUCTURA CEREBRAL.....	38
3.2 ¿QUÉ ES UN SÍNDROME?.....	40
3.3 ¿QUÉ ES UN GEN? ALTERACIONES GENÉTICAS Y GEN MECP2.....	41
3.4 EL SÍNDROME DE RETT. SÍNTOMAS, DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO....	43
3.5 EL SÍNDROME DE DUPLICACIÓN DE MECP2. SÍNTOMAS, DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO.....	48
3.6 DIFERENCIAS Y SIMILITUDES ENTRE AMBOS SÍNDROMES.....	52
4. METODOLOGÍA	53
5. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y LIMITACIONES.....	54
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

En este artículo se trata el tema del neurodesarrollo infantil, el cual consiste en una serie de cambios organizados y coordinados que experimenta el sistema nervioso durante la vida, y que da lugar a la obtención de nuevas habilidades funcionales. Estos cambios son el resultado de procesos en los que pueden participar variables tanto biológicas como ambientales. Gran cantidad de factores como el ambiente físico, la adversidad temprana (dificultades experimentadas en las primeras etapas de la vida), el estrés prenatal, nutrición, entre otras, tienen la capacidad de afectar gravemente al neurodesarrollo. Además, el ambiente físico del menor juega un gran papel dentro del desarrollo cerebral del mismo. Este puede afectar al neurodesarrollo de forma directa o a través de los cuidadores adultos, quienes exponen muchas veces a los menores a contaminantes, tóxicos ambientales (productos de limpieza o metales tóxicos). La contaminación acústica, la calidad de la iluminación en guarderías o la ventilación evaluada a través de mediciones de concentración de monóxido de carbono son factores que pueden afectar también al desarrollo correcto del cerebro.

Durante los primeros meses y años, los bebés deben ir explorando el entorno y adquiriendo las habilidades que les permitan mejorar y aumentar esta exploración. De esta forma, el bebé pasará de presentar una mayoría de movimientos involuntarios, a demostrar intención, búsqueda de conocimientos y estímulos gracias a la manipulación de objetos, desplazándose o pidiendo aquello que desee. La complejidad de este proceso hace que, en ocasiones, el desarrollo se pueda ver alterado, acelerado o frenado. Cuando el ritmo de maduración del desarrollo cerebral se ve alterado, bien puede ser motivo de patología o simplemente un retraso que no deriva en preocupación. Cuando ocurren complicaciones en el desarrollo que sí son importantes, se las denomina “trastornos neurológicos”. Entre los muchos tipos que se encuentran, están los de tipo genético, como el síndrome de Rett o el síndrome de duplicación de MECP2.

Ambas patologías mencionadas son denominadas sindrómicas y la principal causa de su aparición y desarrollo es la mutación dentro del gen MECP2, considerado un regulador y responsable de indicar a los genes cuando deben estar inactivos. Son síndromes en los que se implica la pérdida progresiva de las capacidades motoras, incluido el habla. Los niños que sufren de estos trastornos no han tenido complicaciones durante el embarazo y es alrededor de los seis meses de edad cuando los síntomas comienzan a aparecer. Entre ellos se encuentra un retraso del crecimiento, la pérdida de habilidades ya obtenidas,

discapacidades intelectuales, etc. La gran diferencia se observa en el hecho de que el síndrome de Rett afecta mayoritariamente a las mujeres, y el síndrome de duplicación de MECP2, a los hombres.

Estas patologías no son muy conocidas y muchas de las personas que las padecen, no tienen acceso a tratamientos eficaces o mucha información acerca de los síndromes nombrados anteriormente. Es por esto que la intención de este proyecto es investigar para dar a conocer enfermedades que no son tan comunes, pero que no por ello tienen menos importancia que otras. También, con este trabajo se quiere mostrar la diferencia entre dos patologías prácticamente iguales, que afectan al mismo gen, y sus principales cualidades. Estudiar por qué afectan a diferentes sexos, y cuáles son las consecuencias de cada una, además de comentar y tratar la importancia de un buen desarrollo cerebral desde edades muy tempranas.

Siempre me ha encantado todo lo que tuviera relación con la salud y el funcionamiento de nuestro cuerpo humano, y fue cuando nos propusieron realizar este proyecto cuando me di cuenta de lo beneficioso que podría ser para mí. Desde el inicio pensé que sería una oportunidad única para comprometerme con algo que verdaderamente me gusta, además de ampliar mis conocimientos acerca de temas de los que no se suele hablar en las clases. El hecho de realizar este proyecto me ayudó a aprender sobre patologías o síndromes de los que no estamos acostumbrados a hablar, para tener una base a la hora de ayudar a estos niños que las sufren en un futuro. Son enfermedades muy importantes, pero a pesar de ello, no se le dedica el mismo tiempo que a otras. Es por esto que me encantaría aportar de mi parte para dar a conocer los síndromes mencionados y descubrir cómo es realmente tener que vivir con un trastorno de ese estilo. No somos conscientes de lo mucho que tienen que luchar los pacientes de estas enfermedades, y es muy importante visibilizarlas.

2. OBJETIVOS

GENERALES:

1. Mostrar la importancia de un correcto desarrollo infantil frente a complicaciones genéticas.
2. Estudiar por qué dos síndromes pertenecientes al mismo gen se manifiestan con diferentes signos y síntomas.

ESPECÍFICOS:

1. Explicar las causas de los fallos dentro del desarrollo: diferentes factores que puedan afectar al crecimiento correcto del niño, retrasos y patologías.
2. Señalar qué es el gen MECP2: su importancia en el ser humano, cambios, alteraciones y las consecuencias de las mismas.
3. Informar sobre dos trastornos sindrómicos, el síndrome de Rett y el síndrome de duplicación de MECP2: definiciones, síntomas, etapas, pronóstico, diagnóstico y tratamientos.
4. Analizar las diferencias y semejanzas de ambos trastornos.
5. Presentar las razones por las que los síndromes tienen diferentes formas de manifestarse dependiendo del sexo del paciente.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 NEURODESARROLLO Y ESTRUCTURA CEREBRAL.

El sistema nervioso es aquel encargado de transmitir las señales entre el cuerpo y el cerebro (Instituto Nacional del Cáncer (NIH), 2019). Este sistema se divide en sistema central y periférico. Dentro del central es donde se encuentra el cerebro y la médula espinal.

El cerebro es el órgano encargado de regular y coordinar nuestras acciones. Es en él donde se encuentran los pensamientos o las emociones, y su desarrollo se produce a través de un proceso muy complejo. Según López (2022), la estructura cerebral general se completa al nacer, aunque su desarrollo todavía puede verse afectado durante el desarrollo postnatal temprano (desde el nacimiento del bebé hasta las seis semanas de vida del mismo). Durante la vida intrauterina y los primeros años de vida, el cerebro es altamente vulnerable y puede estar expuesto a factores que son capaces de condicionar la estructura y funcionamiento de éste, mediante modificaciones epigenéticas (cambios que activan o inactivan los genes sin modificar la secuencia de ADN). Este proceso de crecimiento y desarrollo del sistema nervioso se le conoce como neurodesarrollo.

El neurodesarrollo consiste en una secuencia ordenada y orquestada de cambios que van ocurriendo en el sistema nervioso durante la vida del ser humano y que tendrá de resultado la adquisición de nuevas habilidades (Förster, 2022). Es en los primeros años de vida del niño cuando se forman todas sus habilidades cognitivas (procesamiento de la información), motrices (ejecución de movimientos), perceptivas y sociocomunicativas; y resultan de gran importancia para obtener un correcto desarrollo del cerebro. Es por esto que su objetivo es reconocer, anticipar e identificar las alteraciones que puedan ocurrir dentro del sistema nervioso, y subsistemas que puedan estar en relación, para así poder dar con problemas de forma anticipada.

El desarrollo del cerebro puede verse afectado por diferentes factores, tanto negativos, como positivos. Según López (2022), algunas condiciones que pueden tener un gran impacto en el cerebro y sistema nervioso del neonato son:

- El uso materno del tabaco.
- La depresión materna.
- El bajo peso del recién nacido.
- La edad de la madre.
- El estatus socioeconómico, ya que los niños de este bajo nivel o que viven en la pobreza

se encuentran expuestos a ambientes físicos y condiciones sociales consideradas subóptimas.

- La salud materna.

- Nutrición.

- Uso de sustancias durante el periodo de embarazo. Un ejemplo de esto puede ser la exposición prenatal al cannabis que tienen de resultado acciones como respuestas de sobresalto exageradas o una mala habituación a nuevos estímulos. En un futuro, los niños afectados podrán presentar hiperactividad, falta de atención y deterioro ejecutivo.

El retraso de crecimiento dentro del útero materno se ha asociado con microcefalia, retraso psicomotor, o un mayor riesgo de que el niño tenga problemas de salud mental. El útero es muy importante ya que actúa como un hogar para el bebé que se encuentra en su interior. Es por esto que existen muchos factores capaces de tener una influencia en el bebé, como:

- La exposición materna a un fallecimiento reciente.

- Guerras.

- Actos de terrorismo.

- Pobreza.

Según Förster (2022), la nutrición también es uno de los factores más destacables a la hora del desarrollo correcto del cerebro, debido a la gran cantidad de energía que éste requiere. La glucosa es primordial en el cuerpo, ya que afecta a la neuroanatomía, neuroquímica, y también a la neurofisiología. Un ejemplo estudiado en relación con la nutrición materna es el uso de las dietas vegetarianas estrictas, en las que no se absorbe de manera correcta la vitamina B12 y el niño afectado puede presentar reservas hepáticas muy limitadas, además de muchos otros problemas.

Gracias a factores como los nombrados anteriormente, los niños pueden sufrir alteraciones en su desarrollo que no coinciden con el crecimiento normal estimado. (Pellico, 2020). Muchas veces estas alteraciones, simplemente son resultados de faltas de estimulación que generan un retraso en el crecimiento, pero que no necesariamente son patológicas. Cuando un niño que no presenta ninguna alteración médica muestra un retraso a la hora de adquirir los hitos del desarrollo, puede ser perfectamente un retraso sin ningún tipo de patología. En esos casos se buscará que el niño alcance los hitos no adquiridos y se adapte al desarrollo normal de su edad. Esto puede conseguirse mediante actividades comunes como juegos de imitación o interacción, el uso de libros sensoriales, puzzles o la interacción con otros niños en espacios comunes, como parques de juegos.

Según Bombín (2020), cuando la causa del retraso sea una patología médica, estas se pueden dividir en tres grandes grupos diferentes.

- Patología traumatológica: son causadas por una alteración osteoarticular (huesos y articulaciones), muscular o ligamentoso. Cuando ocurre esto, se busca la estimulación y tratamiento para lograr alcanzar el desarrollo propio de la edad del menor. Tras la resolución de la lesión o situación traumatológica, podrá vivir de manera normal, por lo tanto, es una patología de buen pronóstico.
- Patología neurológica: son alteraciones producidas por lesiones en el interior del sistema nervioso, ya sea central o periférico, como es el caso de la parálisis cerebral o la distrofia muscular. También puede ocurrir gracias a la inadecuada maduración del sistema nervioso y que a su vez puede generar déficits o alteraciones en la estructura y funcionamiento del cerebro. Al igual que en las patologías sindrómicas, cuando más intenso, especializado y rápido en realizarse sea, más beneficioso será para la persona.
- Patología sindrómica: estas patologías tienen un alto componente genético. Síndromes como el de Down, Rett, Wilson, etc. La mayoría de las personas afectadas presentan características como retrasos del desarrollo psicomotor desde edades muy tempranas. Respecto a su tratamiento, cuanto más temprano se inicie, más eficaz resultará para la persona afectada.

3.2 ¿QUÉ ES UN SÍNDROME?

Un “síndrome” se define como un conjunto de signos y síntomas que combinados de distintas formas pueden indicar una enfermedad o un trastorno específico (Real Academia Española (RAE), 2023). Este término, viene de la palabra griega “syndromē”, cuyo significado es “concurrir”.

La causa de estos síndromes puede ser muy variada y depender de enfermedades genéticas, infecciones, enfermedades crónicas o simplemente, de causas desconocidas. A pesar de todos los factores que puedan causar el síndrome, el proceso de confirmar un diagnóstico no es una tarea fácil, ya que en muchas ocasiones no hay una prueba o síntoma específico para ello. Es por esto por lo que, para diagnosticar los síndromes, los especialistas acudirán al historial médico del paciente o también podrán elaborar pruebas de laboratorio o de diagnóstico por imagen (Clínica universidad de Navarra, 2023).

El tratamiento de los síndromes dependerá del caso del paciente, del síndrome que se le

haya diagnosticado y los síntomas que presente. Los tratamientos pueden estar dirigidos a aliviar los síntomas producidos por el síndrome, pero también para corregir la causa del mismo. Un 80% de las enfermedades o síndromes extraños que se conocen son causados por diferentes alteraciones y cambios en los genes (Abarca Barriga, Hugo Hernán, Trubnykova, Milana, & Castro Mujica, María del Carmen, 2021)

3.3 ¿QUÉ ES UN GEN? ALTERACIONES GENÉTICAS Y GEN MECP2.

Los genes son segmentos de ADN, de los que la mayoría contienen información para elaborar una proteína en específico. Los genes son indispensables para la herencia, ya que estos se transmiten desde los progenitores hasta los descendientes, conteniendo la información necesaria para especificar los rasgos tanto físicos como biológicos. Los seres humanos disponen aproximadamente de 20.000 genes que codifican para proteínas específicas o segmentos de proteínas, que tienen diferentes funciones en el cuerpo.

El código genético, entonces, es el término utilizado para nombrar cómo las cuatro bases del ADN (adenina, citosina, guanina y timina) se encadenan para poder convertirlos en una proteína. Según Moreno (2020), este código genético puede verse alterado debido a cualquier cambio perteneciente a la secuencia de ADN y esto hace que se altere la síntesis de la proteína que codifica. La implicación clínica va a depender del lugar en dónde este cambio se produzca, es decir, si su alteración se encuentra en la región codificante (exoma) o no, y si la alteración causa cambios drásticos a la hora de la síntesis de la proteína.

El cuerpo humano se encarga de renovar de forma regular las células del organismo, es por esto que las células se dividen, creando así dos células hijas. En este proceso de división pueden producirse errores y esto hace que se formen alteraciones genéticas. Las alteraciones genéticas que solamente afectan a la célula en la que se ha producido dicha alteración, son denominadas somáticas y estas no se transmiten a la descendencia.

A pesar de que existan alteraciones que no se transmiten de padres a hijos, sí existen alteraciones genéticas que pueden estar presentes desde el nacimiento, cuando el óvulo o el espermatozoide tiene la alteración y se transmite a todas las células del cigoto, afectando así al bebé. Pero no solo pueden ocurrir alteraciones durante la embriogénesis a causa de las células sexuales, también aparecen otras que son denominadas alteraciones germinales (Moreno, 2020). Estas alteraciones germinales se describen como las alteraciones genéticas que tienen lugar en las células reproductivas, como pueden ser los espermatozoides y los óvulos.

Uno de los tipos más conocidos de alteraciones genéticas son las mutaciones. Las mutaciones son cambios en el interior del ADN y pueden producirse debido a causas como: errores durante el proceso de replicación del ADN, una exposición a mutágenos (como puede ser el tabaco, las sustancias radioactivas o radiación ultravioleta), o también una infección viral (Moreno, 2020).

Existen distintos tipos de cambios, que son:

- Sustitución: cambios producidos por el intercambio de una base por otra.
- Delección: eliminación de una serie de bases.
- Duplicación: duplicación de un fragmento de bases.
- Inversión: inversión del orden de una secuencia de bases.

El gen que destaca en esta investigación es el gen MECP2, ubicado en la región cromosómica Xq28. Este gen es muy importante durante el desarrollo y también es imprescindible para el correcto funcionamiento de algunas neuronas en el sistema nervioso (Toledo, García, Salgado-Araujo, Hernández y Manzo, 2007). El gen MECP2 actúa como un regulador ya que es responsable a la hora de indicar a los genes cuándo deben estar activos y cuándo inactivos. Cuando ocurren perturbaciones en este funcionamiento, el gen alterará el patrón de regulación necesario debido a que otros genes se encontrarán activos de forma inapropiada.

Este gen, sintetiza una determinada proteína, llamada de la misma forma, pero con la “e” en minúscula, la proteína MeCP2 (methyl CpG binding protein 2). Aunque esta proteína se encuentre en el cerebro, también puede aparecer en todas las células del organismo, por lo tanto, los cambios podrán afectar en otros órganos y sistemas. Esta proteína se encarga de desactivar algunos de los productos de otros genes para impedir la formación de proteínas cuando éstas no sean necesarias. (Gutiérrez-Sánchez, Marín-Andrés, López-Lafuente, Monge-Galindo, López-Pisón y Peña-Segura, 2020)

Las mutaciones que se producen en el gen MECP2 causan una mala síntesis en la proteína, produciendo así por ejemplo lo que se conoce como “Síndrome de Rett”, del que se hablará más tarde. Además de este síndrome, una síntesis errónea de la proteína puede llevar al desarrollo de enfermedades neurodegenerativas como puede ser el autismo o el síndrome de Asperger. Los resultados más comunes de una alteración en la proteína perteneciente a este gen, la proteína MeCP2, son regresiones en el crecimiento de los cuerpos neuronales, la reducción en el tamaño de las dendritas y una disminución de establecimiento de contactos sinápticos, causando así la muerte de neuronas. Estos

síntomas acabarán afectando al tamaño del hipocampo (localizado en el lóbulo temporal del cerebro y que está relacionado con el aprendizaje y la memoria), la corteza cerebral y también, el cerebelo (Toledo, García, Salgado-Araujo, Hernández y Manzo, 2007).

3.4 EL SÍNDROME DE RETT. SÍNTOMAS, DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO.

El síndrome de Rett es un síndrome poco frecuente y ocurre gracias a mutaciones en el gen MECP2. Los cambios genéticos que este síndrome provoca se producen al azar en el gen nombrado anteriormente, y muy pocos se heredan de los progenitores o familiares. Todavía no se ha llegado a ninguna conclusión en la causa de este trastorno, pero los científicos continúan estudiándolo (Mayo Clinic, 2022). Estos fallos en el desarrollo pueden provocar diferentes problemas a la hora de comunicarse y moverse, ya que se da la pérdida progresiva de las capacidades motoras del niño, además de la capacidad del habla.

El síndrome de Rett es un trastorno que, en la gran mayoría de veces, afecta a las niñas, y no se encuentran diferencias entre grupos raciales y étnicos. Según Falchek (2023), a pesar de lo anterior, no es un trastorno muy común, solo 1 de cada 10.000 o 15.000 niñas es diagnosticada de este síndrome. *“Las niñas tienen dos cromosomas X, y los varones tienen un cromosoma X y uno Y. Dado que el gen mutado que causa el síndrome de Rett se ubica en el cromosoma X, las mujeres tienen el doble de probabilidad de desarrollar la mutación en uno de sus cromosomas. Mientras que si esto ocurre en un varón, este muy probablemente no lograría sobrevivir, ya que si queda afectado su cromosoma X, no puede vivir sin él” (NIH, 2018).*

Cuando un bebé nace con este síndrome, es capaz de desarrollarse acorde a la normalidad hasta los seis meses de edad, aproximadamente. Es a partir de ahí cuando van perdiendo poco a poco las habilidades que habían conseguido anteriormente. Los cambios más marcados y notables son los producidos entre los doce y dieciocho meses de edad, aunque los síntomas pueden variar bastante dependiendo del niño que presenta esta alteración.

Según Mayo Clinic (2022), los signos y síntomas más destacables de este síndrome son:

- Retraso notable en el crecimiento. Podemos observar que la cabeza del bebé es más pequeña de lo normal, lo que se denomina como microcefalia. Este suele ser uno de los primeros signos para saber si un bebé padece la enfermedad.
- Pérdida de habilidades como las de coordinación y movimiento. Los niños comienzan a tener dificultades a la hora de controlar las manos o gatear y caminar.

Esta pérdida, al inicio, se produce de una manera drástica y rápida, pero luego avanzará lentamente mientras el niño siga creciendo. Los músculos acabarán debilitándose y esto provocará que el niño actúe con movimientos extraños y anormales.

- Pérdida en la capacidad para comunicarse. Aunque poco a poco los niños podrán recuperar el contacto visual y las habilidades de comunicación según van creciendo, estos perderán al principio la capacidad de comunicarse, hablar o relacionarse con las personas. No solo esto, sino que también perderán el interés en juguetes y otras personas.
- Movimientos anormales en las manos. Los niños que padecen el síndrome de Rett suelen retorcer las manos, aplaudir sin sentido o golpear el medio que le rodea. Estos movimientos varían dependiendo de la persona, pero generalmente ocurren en la mayoría de los casos. Uno de los rasgos más característicos es el “lavado de manos”. Según Fernández-Mayoralas (2019) consiste en realizar movimientos de las manos mientras están juntas, pareciendo así que el niño esté lavándose las manos.
- Movimientos extraños oculares. Las niñas que padecen este síndrome aguantan la mirada fija en un sitio por lapsos prolongados, además de realizar gestos como cruzar los ojos, parpadear o cerrar solo un ojo.
- Poseen problemas respiratorios. Estos problemas pueden ocurrir mientras que el niño se encuentra despierto, pero también pueden ocurrir cuando éste esté durmiendo. Despierto, podrá presentar síntomas de hiperventilación (respirar de una manera rápida), también acostumbrarán a mantener la respiración, tragar aire o exhalarlo con fuerza. En caso de que esté dormido, podrá presentar síntomas de apnea (deja de respirar por periodos breves).
- Irritabilidad. Generalmente, cuando los niños crecen, tienen tendencia a volverse personas nerviosas y fácilmente irritables. Los niños podrán sufrir estos ataques de ira de forma repentina, y esto podrá causarles miedo y angustia.
- Diagnóstico de discapacidades intelectuales. Tienen dificultades a la hora de pensar, aprender y también, comprender.
- Convulsiones. Se controlan mediante los electroencefalogramas, para poder observar el funcionamiento eléctrico cerebral del paciente.

- Aparición de escoliosis. Puede aparecer entre los ocho y los once años del paciente y va aumentando a la vez que el niño va creciendo. En caso de que empeore mucho con el paso de los años, se puede acudir a una cirugía.
- Latidos irregulares en el corazón (arritmias). Es muy peligroso, y tiene que ser controlado con atención para proteger al paciente de la muerte.
- Alteraciones en el sueño. Los niños pueden quedarse dormidos durante el día o también pueden despertarse por las noches de forma alterada, sin poder retomar de nuevo el sueño.

El síndrome de Rett suele dividirse en cuatro etapas diferentes según va evolucionando. Estas etapas son:

1. Inicio temprano. Los síntomas que comienzan a aparecer en esta etapa son sutiles y casi imperceptibles, es por esto que muchas veces pasan desapercibidos. Esta etapa puede durar entre unos meses hasta un año. Es en esta etapa cuando los bebés comienzan a mostrar desinterés en la comunicación con otras personas, además de mostrar un retraso a la hora de gatear o sentarse solos.
2. Es denominada como la etapa del deterioro rápido. Comienza entre el año y los cuatro años de vida y aquí ya se ve la pérdida de algunas habilidades que antes sí que eran capaces de realizar. Estas pérdidas se producen de una forma muy rápida, por eso se denomina “deterioro rápido”, y puede producirse en meses e incluso en cuestión de semanas. La cabeza comienza a tener una medida fuera de lo común y es cuando empiezan a presentarse la mayoría de los síntomas pertenecientes al trastorno (movimientos extraños en las manos, hiperventilación, gritos, sensibilidad, etc).
3. Meseta. Esta etapa se da entre los dos y los diez años de vida del paciente y puede alargarse durante mucho más tiempo. Se pueden producir mejoras en el comportamiento, aunque los problemas de movimiento sigan presentes. Se reduce la irritabilidad y se mejora la comunicación. Sin embargo, los síntomas relacionados con las convulsiones pueden comenzar a aparecer en esta etapa.
4. Deterioro motor tardío. Empieza después de los diez años y puede durar muchísimo tiempo. Se presenta una movilidad reducida, pero no nula. También se puede encontrar con debilidad muscular, escoliosis o la aparición de contracturas

musculares y pérdidas de movilidad articulares. Las habilidades comunicativas, comprensivas y manuales han mejorado visiblemente y las convulsiones no son tan frecuentes.

Aunque las expectativas de vida de este síndrome no estén confirmadas y se sigan estudiando, se estima que aproximadamente, una persona que padece este síndrome puede vivir hasta los veinticinco años de edad como mínimo, pudiendo así llegar hasta los cuarenta y cinco años. Las muertes no son causadas por la enfermedad en sí, sino que la causa tiene relación con las convulsiones, neumonía o desnutrición del paciente (Mayo Clinic, 2022).

Es cuando se advierte del lento crecimiento de la cabeza del niño o de su pérdida de habilidades adquiridas, cuando se comienza a considerar el diagnóstico de este síndrome. Para confirmarlo se deberá observar con detenimiento el desarrollo del niño y descartar otras afecciones que puedan tener los mismos síntomas o similares.

Según Mayo Clinic (2022), entre las pruebas que deberán de realizarle al paciente para descartar cualquier otra afección con la que pueda existir alguna confusión, se encuentran las siguientes:

- Análisis de sangre.
- Análisis de orina.
- Pruebas mediante imágenes, como la realización de resonancias magnéticas o tomografías computarizadas.
- Pruebas de audición.
- Exámenes de los ojos y también de la visión.
- Pruebas para examinar la actividad cerebral (electroencefalogramas).
- También se le realizarán al paciente análisis genéticos. Se requerirán de análisis de ADN para poder confirmar el diagnóstico. Se extraerá una pequeña cantidad de sangre del brazo del paciente, para luego ser estudiada en un laboratorio, analizando las muestras en busca de algún indicio del trastorno.

Las pruebas servirán para descartar otras afecciones con los síntomas similares. Entre estas afecciones se encuentran:

- Otros trastornos genéticos.
- Trastorno del espectro autista.
- Parálisis cerebral.

- Problemas de audición o de visión.
- Trastornos metabólicos.
- Trastornos degenerativos (los que provocan daños en el cerebro o en el cuerpo).
- Trastornos cerebrales causado por algún traumatismo o infección.
- Daño cerebral prenatal.

Según Mayo Clinic (2022), no existe cura para este síndrome, pero sí que se pueden proporcionar tratamientos que pueden ayudar al paciente y darle apoyo. La necesidad de llevar un tratamiento que ayude al paciente en el movimiento y la comunicación es muy alta, y durará toda la vida. La enfermedad no desaparece con los años, y es importante tratarla. Algunos de los tratamientos que pueden resultar beneficiosos para los pacientes son:

- Llevar una atención médica que sea regular, ya que se necesita llevar un seguimiento de los cambios que ocurren, como la escoliosis o algunos trastornos gastrointestinales, además de problemas cardíacos.
- El uso y la toma de medicamentos que pueden ayudar a controlar algunos síntomas y signos del trastorno, aunque no puedan hacerlos desaparecer. Pueden ayudar a controlar las convulsiones, rigidez muscular o también, problemas relacionados con el sueño.
- Fisioterapia. También juega un papel fundamental el uso de aparatos ortopédicos o yesos para que los niños puedan llevar con mayor facilidad problemas como la escoliosis o los problemas en las articulaciones. La fisioterapia puede ser muy importante para que el niño controle el movimiento, o lograr una posición correcta a la hora de sentarse, mantener el equilibrio o practicar la flexibilidad. Además de la práctica, podrán utilizarse andadores o sillas de ruedas para facilitar el aprendizaje.
- Terapia ocupacional. Realizar el tipo de actividades terapéuticas que se llevan a cabo en este tipo de terapias, puede ayudar al paciente a incrementar su independencia, utilizando mejor las manos para realizar actividades sencillas como vestirse o comer.
- Logopedia. Puede ser muy útil el hecho de acudir a un logopeda para ayudar al paciente a poder expresarse mediante un lenguaje no verbal, además de ayudarlo a socializar con el mundo exterior.

- Apoyo nutricional. Mantener una dieta alta en calorías y que esté bien equilibrada puede ser muy importante para el paciente, ya que puede ayudarlo a mejorar su crecimiento y capacidades mentales. Enseñarle estrategias a la hora de alimentarse puede resultar muy beneficioso para evitar posibles vómitos o atragantamientos.
- Intervenciones de comportamiento. Un buen hábito del sueño es imprescindible para el correcto desarrollo de los pacientes, y es un factor que hay que tener en cuenta para poder tratar mejor las alteraciones del sueño que pueden producirse.
- Servicios de apoyo. Para ayudar al paciente en sus habilidades sociales como la participación, pueden resultar de gran importancia los programas de intervención temprana, además de los servicios sociales, académicos y de intervención laboral.

3.5 EL SÍNDROME DE DUPLICACIÓN DE MECP2. SÍNTOMAS, DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO.

Según Genetic And Rare Diseases Information Center (GARD) (2018), el síndrome de duplicación de MECP2, es un trastorno genético caracterizado principalmente por afectar únicamente a los varones, quienes presentan discapacidades intelectuales (tanto moderadas como graves), hipotonía (bajo tono muscular) y un retraso notable en la adquisición de los hitos principales del desarrollo.

Este síndrome ocurre cuando se produce una duplicación, es decir, una copia del gen MECP2 en cada célula. Aunque el tamaño de la duplicación pueda variar y no sea el mismo en todos los casos, no es un dato que afecte mucho al desarrollo del trastorno. Las personas que desarrollan duplicaciones más grandes no tienen síntomas muy diferentes a las personas que desarrollan otras más pequeñas. Cuando esta duplicación acontece, significa que se acaban produciendo más proteínas de las necesarias y esto puede resultar en actividades irregulares en el cerebro, dando así lugar a los principales síntomas del síndrome (GARD, 2018).

Es un trastorno que afecta en gran mayoría a los hombres, aunque las mujeres son capaces de transportar esa duplicación a sus descendientes. Es por esto por lo que, la gran mayoría de hombres que han sido afectados han heredado el síndrome de su madre portadora. Las mujeres que desarrollan esta duplicación no presentan síntomas, y si los presentan, son casi nulos. *“En las mujeres, debido al proceso de inactivación de uno de los dos cromosomas X, el cromosoma anormal a menudo se inactiva de forma preferencial en muchas o en todas las células, lo que impide que el material genético adicional esté*

activo” (Gutiérrez-Sánchez, Marín-Andrés, López-Lafuente, Monge-Galindo, López-Pisón, Peña-Segura, 2020). Básicamente, en todas las células del cuerpo, se encuentra un cromosoma X que está inactivo y otro que está activo. Por esta razón, hay veces que una mujer puede tener una inactivación X favorable, es decir, que el cromosoma X afectado esté inactivo en casi todas las células. Entonces se observa que las mujeres no desarrollan síntomas graves o notables (National Organisation for Rare Disorders (NORD), 2017). Aunque la mayoría de las veces, este síndrome es heredado, también existe una probabilidad muy baja de que el síndrome sea causado aleatoriamente y sin motivo aparente. En estos casos, el trastorno no se hereda y los cromosomas de los padres no se ven afectados (NORD, 2017).

Según GARD (2018), esta condición está caracterizada por provocar los siguientes síntomas en el paciente:

- Discapacidades intelectuales. El paciente posee ciertas limitaciones a la hora de comunicarse, socializar y trabajar en su cuidado personal. Los niños suelen nacer y aprender a hablar durante su infancia, pero cuando entran en la adolescencia, estos suelen perder gran parte de los conocimientos adquiridos, perdiendo así el habla progresivamente. Esto no significa que no sepan comprender y entender lo que se les dice, la mayoría de los pacientes poseen mejores habilidades lingüísticas receptivas (NORD, 2017).
- Hipotonía (bajo tono o debilidad muscular). Ésta comienza de manera severa en los bebés durante sus primeras semanas de vida, que posteriormente pueden derivar en problemas relacionados con la alimentación y que llevarán al paciente a requerir un tubo de alimentación (sondas).
- Retraso en el desarrollo de los hitos motores. Los niños pueden tardar más de lo habitual en realizar acciones como puede ser sentarse o gatear. Está comprobado que un tercio de las personas que poseen este trastorno nunca llegan a caminar correctamente, y necesitan de ayuda para hacerlo. Estos tienen problemas serios al caminar, provocando una marcha inestable y también, descoordinada. Esto puede provocar futuras curvaturas en la columna (hiperlordosis lumbar). Estas habilidades para caminar se pierden con el tiempo y, a su vez, provocan el desarrollo de la epilepsia en el paciente. (NORD, 2017).
- Espasticidad progresiva (músculos tensos y rígidos). En la mayoría de los casos, esta comienza después del periodo de hipotonía sufrido durante la infancia. Esto provoca que muchos adultos que poseen este trastorno se vean obligados a ir en silla de ruedas, ya que esta rigidez puede llevar a contracturas leves. Esta espasticidad puede asociarse con

espasmos musculares y el aumento de reflejos tendinosos (reacciones al golpear los tendones). La espasticidad afecta a las piernas, tobillos, rodillas y cadera, produciendo contracturas. *“Una contractura es una condición en la que una articulación queda permanentemente fija en una posición doblada (flexionada) o enderezada (extendida), restringiendo total o parcialmente el movimiento de la articulación afectada.”* (NORD, 2017).

- Problemas para tragar (disfagia).
- Reflujo gastroesofágico. Esto ocurre cuando un músculo final situado en el esófago no consigue cerrarse adecuadamente y hace que el contenido del estómago suba hacia el esófago. Esto provoca irritaciones en el mismo.
- Retraso en el crecimiento.
- Babeo excesivo.
- Características físicas distintivas. Entre ellas podemos encontrar plagiocefalia (la parte posterior de la cabeza se encuentra aplanada), hipoplasia del tercio medio facial (subdesarrollo de la parte media de la cara), además de poseer ojos hundidos, orejas grandes o puente nasal deprimido.
- Ausencia de la capacidad para hablar. Generalmente se comienza el periodo de la infancia con una limitada capacidad para expresarse, pero a medida que el paciente va creciendo, ésta se va perdiendo.

Además de los síntomas mencionados anteriormente, según NORD (2017), algunas personas que padecen este síndrome experimentan también una disfunción del sistema inmunológico, que provoca que sean más propensas a contagiarse de diferentes infecciones, como pueden ser las del tracto respiratorio. Esto hace que los pacientes tengan una alta probabilidad de desarrollar una neumonía que puede llegar a ser grave, y también infecciones del oído (otitis) o sinusitis. Además de las anteriores, también se ha visto que este trastorno facilita el desarrollo de meningitis o infecciones del tracto urinario. Estas infecciones pueden ser muy importantes y decisivas para la esperanza de vida del paciente. Pueden ser potencialmente mortales y es por esta razón que un 50% de los pacientes con este síndrome, fallecen al llegar aproximadamente a los 25 años de edad (Gutiérrez-Sánchez, Marín-Andrés, López-Lafuente, Monge-Galindo, López-Pisón, Peña-Segura, 2020).

Pueden desarrollar también problemas en el tracto digestivo o en la vejiga. *“Según algunos informes, las personas afectadas pueden tener pseudoobstrucción intestinal crónica (CIP), una afección caracterizada por anomalías que afectan las contracciones*

musculares coordinadas e involuntarias (peristalsis) que impulsan los alimentos y otros materiales a través del sistema digestivo” (NORD, 2017). Estos síntomas pueden aparecer a causa de una obstrucción en el interior del intestino delgado, y a su vez, produce náuseas, dolor abdominal, que puede venir acompañado de hinchazón abdominal y estreñimiento. Debido a estos factores, el paciente no puede seguir sus necesidades nutricionales correctamente, lo que hace que el individuo tenga una pérdida de peso no deseada y una malnutrición.

Según Gutiérrez-Sánchez, Marín-Andrés, López-Lafuente, Monge-Galindo, López-Pisón y Peña-Segura (2020), la mayoría de las causas de muerte de los pacientes de este trastorno están relacionadas con infecciones desarrolladas a lo largo de la vida del mismo. Por ejemplo, infecciones del tracto respiratorio.

Para poder diagnosticar este síndrome, se requiere de un estudio previo de todos los síntomas y señales que se muestren en el paciente. Se pueden realizar diferentes pruebas genéticas, en las que encontramos las siguientes. (Gutiérrez-Sánchez, Marín-Andrés, López-Lafuente, Monge-Galindo, López-Pisón y Peña-Segura, 2020).

- Ecografía transfontanelar. Es una prueba diagnóstica que consiste principalmente en el empleo de ultrasonidos (sonidos de muy alta frecuencia) para poder observar los órganos del paciente.
- Tomografía axial computarizada craneal (TAC). Es un procedimiento en el que se utilizan muchos rayos X para así poder crear imágenes del interior de la cabeza, como el cráneo, el cerebro, los senos paranasales o las cuencas de los ojos.
- Estudio neurometabólico en la sangre. Es una prueba de sangre en la cual se analizan diferentes sustancias recolectadas en la muestra.
- Realización de Array-CGH. Permite estudiar el genoma completo del paciente observado, gracias a que se detectan pérdidas o ganancias del material genético.

Una vez conocido el diagnóstico y habiendo realizado todas las pruebas correspondientes, se debe ampliar el estudio genético en la familia del paciente y ver si existen portadores asintomáticos en el interior de su familia.

Según Mourelo (2022), en la actualidad no existe ningún tipo de cura para este trastorno. Pero a pesar de ello, sí que se puede acudir a tratamientos como antiepilépticos (para el control de la epilepsia) o aerosoles (para la bronquitis), de manera que ayuden al paciente a atenuar los síntomas que el propio síndrome le provoca.

3.6 DIFERENCIAS Y SIMILITUDES ENTRE AMBOS SÍNDROMES.

Entre estos dos síndromes existen numerosas semejanzas, entre ellas:

-La mayoría de los síntomas de ambos síndromes son parecidos, como, por ejemplo: la pérdida de movilidad a medida que va pasando el tiempo, a veces hasta deja al paciente en silla de ruedas por culpa de esta rigidez muscular. Discapacidades intelectuales, que privan a los pacientes de llevar una vida medianamente normal. También, muchos de los pacientes de estos síndromes se ven obligados a tener problemas respiratorios, lo que les puede condicionar fuertemente su calidad de vida.

También pueden desarrollar epilepsia, y tener convulsiones sobre todo en su etapa más joven.

-Al tratarse de síndromes muy parecidos entre sí y con síntomas prácticamente iguales, su tratamiento va a ser más o menos el mismo.

A pesar de todas sus similitudes, también pueden encontrarse algunas diferencias, entre las que se encuentran las siguientes:

-La principal diferencia es que, aunque ambos síndromes afecten al mismo gen, en menor o en mayor medida, el síndrome de Rett afecta principalmente a las mujeres y el síndrome de duplicación de MECP2 afecta principalmente a los hombres.

-En cuanto al desarrollo del niño, en el síndrome de Rett, las niñas crecen y se desarrollan con total normalidad hasta la edad de 12 a 18 meses, cuando van a ir perdiendo progresivamente los logros obtenidos hasta ese momento. Mientras que los niños con síndrome de duplicación de MECP2, directamente tienen un desarrollo mucho más lento que los demás niños desde el nacimiento., aunque también pierdan hitos del desarrollo.

-A pesar de que ambos síndromes tengan un origen relacionado con el gen MECP2, en el síndrome de Rett, esto ocurre gracias a una mutación y que contribuye al desarrollo del cerebro del niño. Al contrario que en el síndrome de duplicación de MECP2, que como bien indica su propio nombre, es una duplicación del material genético en donde se encuentra el gen MECP2.

-Aunque ambos síndromes tienen un pronóstico de apenas 25 años de edad, el síndrome de Rett afecta menos agresivamente al paciente y puede a veces llegar a los 45 años. A diferencia del síndrome de duplicación de MECP2, que es un poco más agresivo. Las personas que sufren de este síndrome, normalmente sufren de enfermedades respiratorias que es muy probable que les lleven a la muerte rondando la edad de 25 años.

-El síndrome de Rett, a diferencia del síndrome de duplicación de MECP2, es muchísimo más conocido que el último nombrado. Hay muy pocos casos de pacientes que sufren de síndrome de duplicación de MECP2 en comparación con los pacientes que sufren de síndrome de Rett. Esto hace que se disponga de muy poca información y no haya ni tratamientos ni avances todavía descubiertos.

4. METODOLOGÍA

Para empezar, es necesario mencionar que este trabajo no es experimental, por lo tanto, no se ha tratado con resultados y experimentos reales, sino que se ha realizado una revisión bibliográfica a través de la búsqueda de información en diversas plataformas y bases de datos. Para la realización de este proyecto de investigación se han seguido una serie de pasos:

- Búsqueda de tema concreto con el que trabajar. Gracias a los intereses propios, se va poco a poco identificando un tema interesante y adecuado para el trabajo.

- Aprendizaje general del tema elegido. Una vez ya está el tema determinado, se busca en diferentes plataformas, (artículos científicos sobre síndrome de Rett y síndrome de duplicación de MECP2, páginas web de asociaciones y organizaciones respecto ambos síndromes, páginas médicas o diccionarios como puede ser la Real Academia Española para algunas palabras concretas). Para esto, se comenzó buscando con una serie de palabras clave, entre ellas se encuentran las siguientes:

- +Crecimiento.

- +Sistema nervioso.

- +Anomalías.

- +Trastornos del desarrollo.

- +Maduración del sistema nervioso.

- +Síndrome.

- Búsqueda de información detallada. Una vez ya se ha establecido un tema (el estudio de dos síndromes pertenecientes al mismo gen), se inicia una investigación en los detalles más profundos de lo que se quiere investigar. En el caso de este proyecto, se han elegido temas más concretos como el estudio determinado de cada uno de los síndromes, para la futura comparación de ambos, (síntomas, tratamientos, diagnósticos, pronósticos, etc). Para realizar esto se requiere de diferentes artículos científicos o páginas verificadas, que ayudarán a la hora de sacar toda la información.
- Se han establecido una serie de objetivos al inicio del trabajo, que luego serán posteriormente contestados en el apartado de conclusiones en función de la información estudiada y utilizada.
- Redacción del documento.
- Una vez leída y analizada toda la información, se han llegado a una serie de respuestas a los objetivos planteados que se han plasmado en el apartado de conclusiones.

Respecto a los criterios de inclusión y exclusión, en este artículo se ha trabajado con información de cualquier fecha y autor, sin preferencias. Generalmente se ha realizado la investigación con artículos y páginas escritas en español, aunque hay veces que se ha requerido de búsquedas en inglés, ya que no existe mucha información acerca de los síndromes nombrados en el idioma español.

5. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y LIMITACIONES.

Lo expuesto a lo largo de este trabajo permite derivar a las siguientes conclusiones:

1. En cuanto a los fallos en el desarrollo del niño, se ha observado que existen diferentes factores por los cuales pueden ocurrir una serie de cambios que perturban la maduración correcta del cerebro del menor. Se observa que muchos de estos factores ocurren a causa de otras personas, ambientes y cambios con respecto al interior (que podrían llegar a impedirse), y no siempre son causados por patologías.
2. Respecto al gen MECP2, se concluye con que es un gen muy importante a la hora de la síntesis de proteínas y su fallo suele dar lugar a problemas relacionados con el crecimiento y el desarrollo cerebral.
3. En relación con la búsqueda de información acerca de ambos síndromes, se observa que estos incluyen síntomas relacionados con el movimiento, las discapacidades

intelectuales, problemas respiratorios, digestivos o también el posterior desarrollo de infecciones a causa de los propios síndromes. Se concluye también, con que no existe cura para ninguno de los dos síndromes, y los tratamientos son generales, no existe nada concreto para los trastornos.

4. Se ha percibido que apenas existen diferencias notables entre ambos síndromes, ya que estos tienen los síntomas iguales o parecidos, ambos afectan al mismo gen (gen MECP2), tienen tratamientos similares y su esperanza de vida no varía mucho. En cambio, se observa claramente, que la gran diferencia entre los dos es que el síndrome de Rett afecta mayormente a las mujeres y el síndrome de duplicación de MECP2, a los hombres.

5. En cuanto a las razones por las que estos síndromes afectan a sexos diferentes, se ha concluido con lo siguiente: el síndrome de Rett afecta a las mujeres ya que al poseer dos cromosomas X, tienen más probabilidad de desarrollar el trastorno. En caso de que fuera un hombre, este no sobreviviría, ya que el único cromosoma X que tiene estaría afectado. Mientras que el síndrome de duplicación de MECP2 afecta a los hombres porque estos solo tienen un cromosoma X, y si este se ve afectado, se desarrollará el trastorno. Las mujeres al poseer dos cromosomas X, pueden desactivar el afectado y no verse afectadas.

Para el desarrollo de este proyecto, se han interpuesto algunas limitaciones. Una de ellas, por ejemplo, la falta de información acerca de los dos síndromes tratados. Tanto el síndrome de Rett, como el síndrome de duplicación de MECP2, son trastornos muy poco conocidos y no disponen de mucha información. Esto ha provocado una dificultad mayor a la hora de investigar sobre ellos, ya que se tiene que utilizar más tiempo en la búsqueda y a la hora de encontrar información realmente válida.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (de Rett, E. S. (s. f.). *N I C H D*. Govinfo.gov. De s. f.)
<https://www.govinfo.gov/content/pkg/GOVPUB-HE20-PURL-LPS113683/pdf/GOVPUB-HE20-PURL-LPS113683.pdf>
- (Evidenze, (s. f.). *Neurologia*. Neurologia.com. De s. f.)
<https://neurologia.com/articulo/2019457>
- (Flickr, S. en. (s. f.). *¿Qué causa el síndrome de Rett?* <https://espanol.nichd.nih.gov/>. De s. f.)
<https://espanol.nichd.nih.gov/salud/temas/rett/informacion/causas>
- (Förster & López, 2022)
 Förster, J., & López, I. (2022). Neurodesarrollo humano: un proceso de cambio continuo de un sistema abierto y sensible al contexto. *Revista médica Clínica Las Condes*, 33(4), 338-346. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2022.06.001>
- (Maria Moreno-Medical Science Liaison Manager, 2020)
 Maria Moreno-Medical Science Liaison Manager. (2020, mayo 19). *Alteraciones genéticas: causas y tipos*. Veritas Intercontinental. <https://www.veritasint.com/blog/es/alteraciones-geneticas-causas-tipos/>
- (Miangolarra Page et al., 2003)
 Miangolarra Page, J. C., Carratalá Tejada, M., Luna Oliva, L., & Pérez de Heredia, M. (2003). Síndrome de Rett: Actualización del proceso de rehabilitación. *Rehabilitación (Madrid. Internet)*, 37(2), 93-102. [https://doi.org/10.1016/s0048-7120\(03\)73345-3](https://doi.org/10.1016/s0048-7120(03)73345-3)

(*Miradas que hablan - Síndrome duplicación Mecp2 -Spain*, s. f.)
Miradas que hablan - Síndrome duplicación Mecp2 -Spain. (s. f.).
Duplicacionmecp2.Es. De <https://www.duplicacionmecp2.es/preguntas>

(*Mutación*, s. f.)
Mutación. (s. f.). Genome.gov. De <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Mutacion>

(*neuroscie*, 2017)
neuroscie. (2017, octubre 31). *Neurodesarrollo Infantil* ▷ ¿Qué es y Cómo prevenir un Impacto Negativo? Neuroscenter. <https://neuroscenter.com/blog/que-es-el-neurodesarrollo-infantil/>

(*Síndrome de duplicación de MECP2*, s. f.)
Síndrome de duplicación de MECP2. (s. f.). Nih.gov. De <https://rarediseases.info.nih.gov/espanol/13553/sindrome-de-duplicacion-de-mecp2>

(*Síndrome de Rett*, 2016)
Síndrome de Rett. (2016, diciembre 14). CuídatePlus; Cuidateplus. <https://cuidateplus.marca.com/enfermedades/raras/sindrome-de-rett.html>

(*Síndrome de Rett*, 2022a)
Síndrome de Rett. (2022a, julio 19). Mayo Clinic. <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/rett-syndrome/symptoms-causes/syc-20377227>

(*Síndrome de Rett*, 2022b)
Síndrome de Rett. (2022b, julio 19). Mayo Clinic. <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/rett-syndrome/diagnosis-treatment/drc-20377233>

(*Síndrome de Rett: una visión general de este raro trastorno genético*, s. f.)
Síndrome de Rett: una visión general de este raro trastorno genético. (s. f.). NIH MedlinePlus Magazine. De

<https://magazine.medlineplus.gov/es/art%C3%ADculo/sindrome-de-rett-una-vision-general-de-este-raro-trastorno-genetico>

(Tlachi, 2006)

Tlachi, C. S. (2006). *Revista Médica de la Universidad Veracruzana*.
https://www.uv.mx/rm/num_anteriores/revmedica_vol7_num2/articulos/enfermedades.htm

(s. f.-a)

(S. f.-a). Centroreintegra.es. De <https://centroreintegra.es/neurodesarrollo-infantil/>

(s. f.-b)

(S. f.-b). Neural.es. De <https://neural.es/wp-content/uploads/2018/12/sindrome-rett-01.pdf>



INVESTIGACIÓN SOBRE LAS DISPLASIAS ÓSEAS

Lorena Tabernero Artés



IES ATENEA

Alcalá de Henares

Ana Cristina Llorente García

RESUMEN / ABSTRACT

Este estudio es el resultado del interés personal de la autora en las displasias óseas, que fue impulsado por su propia condición médica. Su enfoque se centra en identificar y estudiar distintas displasias óseas de interés ortopédico, como la osteogénesis imperfecta, la osteopetrosis y la acondroplasia, entre otras. El objetivo principal es aumentar la comprensión de estas enfermedades poco comunes para mejorar su diagnóstico, tratamiento y cuidado, además de promover la empatía y apoyo hacia los afectados. Mediante una exhaustiva revisión de la literatura y la recopilación de datos clínicos, este estudio ofrece una visión completa de las displasias óseas, resaltando la importancia de invertir más en investigación y desarrollo de tratamientos.

This study is the result of the author's personal interest in bone dysplasias, driven by her own medical condition. It focuses on identifying and studying various bone dysplasias of orthopedic interest, such as osteogenesis imperfecta, osteopetrosis, and achondroplasia, among others. The main objective is to increase the understanding of these uncommon diseases to improve their diagnosis, treatment, and care, as well as to promote empathy and support for those affected. Through a thorough literature review and the collection of clinical data, this study offers a comprehensive overview of bone dysplasias, highlighting the importance of investing more in research and treatment development.

PALABRAS CLAVE / KEY WORDS

Palabras clave: clasificación de las displasias óseas según diversos intereses, osteogénesis, composición, organización, modelado, remodelado del tejido óseo, displasia ósea, osteocondrodysplasias, displasia epifisaria múltiple, displasia espondiloepifisaria, acondroplasia, exóstosis múltiple, encondromatosis múltiple, osteogénesis imperfecta, osteopetrosis, disostosis, mucopolisacaridosis y enfermedad de marfán, asociaciones de apoyo, diagnóstico, tratamiento, pronóstico, esperanza de vida, calidad de vida, síntomas, definición, causas, frecuencia.

Key words: bone dysplasia, osteochondrodysplasias, multiple epiphyseal dysplasia, spondyloepiphyseal dysplasia, achondroplasia, multiple exostoses, multiple enchondromatosis, osteogenesis imperfecta, osteopetrosis, dysostosis, mucopolysaccharidosis and marfan's disease.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN	63
2. OBJETIVOS	64
3. MARCO TEÓRICO	64
4. METODOLOGÍA	77
5. CONCLUSIONES Y LIMITACIONES	78
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
7. ANEXOS	84

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

La idea de este trabajo surgió porque su autora padece una displasia ósea poco frecuente y, a raíz de ello, se ha interesado por conocer e investigar las diversas displasias óseas que tienen un interés ortopédico. Este interés se escogió puesto que incluía enfermedades de gran valor para la autora (ha escuchado hablar de ellas en numerosas ocasiones).

Otro motivo que la impulsó a desarrollar esta investigación, fue por la importancia de expandir conocimientos acerca de las enfermedades raras, evitando así su desconocimiento y frenando todo lo posible el rechazo que sufren quienes padecen este tipo de afecciones.

Conocer aspectos sobre este tema, aumentaría también la empatía de las personas, lo que derivaría en un mayor respeto, apoyo, ayuda y comprensión a los afectados. Además de ello, este proyecto despertaría curiosidad y, entre todos, podríamos influir a los políticos para que invirtieran más dinero en su investigación y estudio.

2. OBJETIVOS

2.1. GENERALES

1. Investigar sobre diferentes aspectos del tejido óseo.
2. Definir las displasias óseas y conocer sus criterios de clasificación.
3. Identificación de las displasias.
4. Definición y características de las displasias.

2.2. ESPECÍFICOS

1. Conocer la osteogénesis, composición, organización, modelado y remodelado del tejido óseo.
2. Definición de displasias óseas.
3. Criterios de clasificación de las displasias óseas.
4. Identificación de las displasias a modo general y, concretamente: displasia epifisaria múltiple, displasia espondilo epifisaria, acondrodisplasia, exóstosis múltiple, encondromatosis múltiple, osteogénesis imperfecta, osteopetrosis, disostosis, mucopolisacaridosis y enfermedad de Marfán.
5. Definición y características de las siguientes displasias óseas de interés ortopédico: displasia epifisaria múltiple, displasia espondilo epifisaria, acondrodisplasia, exóstosis múltiple, encondromatosis múltiple, osteogénesis imperfecta, osteopetrosis, disostosis, mucopolisacaridosis y enfermedad de Marfán.

3. MARCO TEÓRICO

1. El hueso se define como cada uno de los órganos duros que en su conjunto van a formar el esqueleto. Se caracteriza por su rigidez y su gran resistencia, tanto fuerzas mecánicas de tracción como de compresión y cuyas funciones son la protección, el soporte mecánico, dinámica, metabólica, hematopoyética e inmunológica.

La osteogénesis es el proceso de formación del hueso y los componentes que lo forman derivan de tres estirpes embriológicas: células de la cresta neural, mesodermo paraxial y mesodermo de la placa lateral.

En todos los tejidos conjuntivos hay dos componentes esenciales: células (inmersas en una sustancia llamada sustancia fundamental, la cual contiene fibras proteicas y sales minerales) y una matriz, la cual proporciona resistencia y rigidez al tejido óseo. Esta última, a su vez, consta de una fracción orgánica (constituida principalmente por colágeno) en la cual se distinguen osteoblastos, que se localizan en la superficie ósea y son células con organelas desarrolladas para las funciones de síntesis de la matriz, depositando nuevas capas de hueso; y osteocitos los cuales residen en el seno de la matriz ósea y constituyen el 90-95% del componente celular. Su función principal es mantener la homeostasis del calcio y fósforo extracelular). El último grupo es la línea osteodestructura en la cual destacan los osteoclastos, son células multinucleadas capaces de destruir la matriz ósea para liberar calcio cuando es necesario o para permitir el crecimiento. Son células voluminosas, multinucleadas, con citoplasma rico en fosfatasas ácidas, vesículas y mitocondrias. Y una fracción mineral (constituida principalmente por sales minerales).

Podemos distinguir dos formas de hueso en función de la organización del tejido óseo:

- El hueso plexiforme: es un hueso primario (forma parte principalmente del esqueleto del embrión y del recién nacido, aunque en adultos también se encuentra en tendones, etc.) encontrándose presente en las zonas metafisarias de huesos en crecimiento.
- Hueso laminar: aparece a partir de los 4 años de edad y presenta una organización en forma de sistemas laminares óseos ordenados de manera concreta y regular. Las fibras colágenas se disponen en función de las cargas que han de soportar.

El modelado óseo es el proceso por el cual los huesos modifican su estructura y también su morfología durante el crecimiento hasta la maduración ósea. Se consigue gracias a la acción independiente de osteoclastos y osteoblastos, en respuesta a cargas mecánicas, que transforman el hueso fibrilar en laminar.

El remodelado óseo es el proceso por el cual los huesos modifican su estructura, pero no su

morfología. Es un fenómeno de renovación continua del hueso, que está presente durante toda la vida, aunque su ritmo disminuye con la edad. Sus funciones son: la renovación ósea, la mejora de distribución vascular ósea y la homeostasis mineral (metabolismo del calcio y del fósforo).

2. Las displasias óseas constituyen un grupo heterogéneo de enfermedades que afectan al crecimiento y al desarrollo del hueso y/o cartílago alterando su estructura, tamaño, densidad y morfología.

La etiología en la mayor parte de los casos es desconocida, aunque se puede suponer que se trata de anomalías de genes específicos, bien de origen hereditario o presentarse como mutaciones espontáneas.

La talla final suele ser baja o muy baja, generalmente desproporcionada, acompañándose de deformidades óseas. Se define la talla corta como una altura con 3 o más desviaciones standard por debajo de la media para la edad. Si la talla corta es armónica o proporcionada suele ser de causa endocrina, metabólica. Si la talla corta es desproporcionada o disarmónica ya sea de tronco corto o de miembros cortos, suele ser una displasia ósea. Ello puede provocar una merma en la autonomía en las actividades habituales de la vida diaria como caminar, subir escaleras, correr, autonomía para levantarse, aprender a vestirse, escribir, jugar.

La causa inmediata parece relacionada con la ausencia o defecto en la síntesis de determinadas proteínas y enzimas, originándose una alteración en el metabolismo óseo. La frecuencia de estas patologías es de 1/4000.

3. Las displasias óseas suelen clasificarse por: epónimos (como síndrome de Marfan), por términos griegos que describen un hallazgo característico de una enfermedad (por ejemplo, diastrófico) y por términos que presumen la patogenia de una enfermedad (como osteogénesis imperfecta).

La primera clasificación internacional de las displasias ósea es la de Rubin en 1964, aunque en 1969 tiene lugar en París la primera reunión de expertos de la Sociedad Europea de Radiología Pediátrica, de genética clínica y de pediatría, creando la Nomenclatura Internacional de las enfermedades óseas constitucionales. Finalmente, tras varias mejoras, en 2009, la Sociedad Internacional de Displasias Esqueléticas, creada en 1999, se reúne en Boston y establece la Nomenclatura y clasificación de las alteraciones óseas genéticas en el 2010, que incluye 456 entidades, distribuidas en 40 grupos, definidos por criterios moleculares, bioquímicos y/o radiográficos.

Entre sus criterios de clasificación, destacan: según el sistema descriptivo clínico, genético o

radiológico; según su origen molecular y los desórdenes genéticos hallados (clasificación de Nelson); según la región topográfica afectada (clasificación de Rubin); en función de sus características bioquímicas, radiológicas y moleculares; según su interés ortopédico y según su edad de aparición.

4. Los pasos a seguir para el diagnóstico y manejo de una displasia ósea son: historia familiar de talla corta, apreciación de una reducción desproporcionada de la talla y determinar el acortamiento en tronco y/o extremidades. En relación a los estudios de imagen a realizar a nivel prenatal son la ecografía y/o resonancia magnética fetal. En el recién nacido un estudio con radiología convencional de todo el esqueleto y en los casos de fallecimiento, un estudio radiológico convencional post mortem. El estudio radiológico simple del esqueleto debe estar compuesto de unas radiografías antero posterior (ap) y lateral (lat) de cráneo, una radiografía antero posterior de tórax, una columna dorso lumbar ap y lat, una pelvis ap, un miembro superior ap, un miembro inferior ap y una mano izquierda ap para valorar la edad ósea. Como anomalías generales a valorar son: la presencia de osteoporosis, fracturas múltiples, esclerosis, engrosamiento perióstico, exóstosis, defectos radiolúcidos múltiples, asimetrías, luxaciones múltiples, calcificaciones de partes blandas, anomalías complejas sistémicas y una edad ósea avanzada o retrasada. Concretamente, las pruebas de diagnóstico para cada tipo de displasia son:

- Para el diagnóstico de la displasia epifisaria múltiple es necesaria una radiología convencional y estudios de pelvis, columna vertebral, rodillas, tobillos y muñecas. Como hallazgos radiológicos puede haber retraso en la aparición de cualquier núcleo de osificación, aunque los cambios serán más evidentes en las epífisis proximales y distales de los fémures, y proximales de los húmeros y tibias.
- Para el diagnóstico de la displasia espondilo epifisaria se requiere de una ecografía prenatal ya que si muestra que el feto tiene brazos y piernas cortos, está displasia se detecta antes del nacimiento. El diagnóstico se puede confirmar también por pruebas genéticas como la amniocentesis, o tomando una muestra de vellosidades coriónicas (para comprobar si el feto tiene el gen modificado).
- En la acondrodisplasia, el diagnóstico de estenosis raquídea, normalmente realizado

durante la tercera década de la vida por la presencia de claudicación neurógena, es una indicación absoluta e inmediata de descompresión quirúrgica. Esta se efectúa desde varios niveles por encima de la zona estenosada hasta S2, siendo necesario realizar laminectomías e incluso foraminotomías en aquellos casos en los que estén comprometidas también las raíces. Una vez establecida esta complicación, los resultados son impredecibles.

- La exóstosis múltiple se diagnostica cuando los padres notan protuberancias duras e indoloras en los brazos o las piernas de su hijo. El médico suele pedir radiografías para confirmar el diagnóstico.
- El diagnóstico de la encondromatosis múltiple puede realizarse mediante biopsia incisional y radiografías.
- Si la osteogénesis imperfecta es moderada a grave, se suele diagnosticar durante un ultrasonido prenatal entre las semanas 18 y 24 de embarazo. Si un progenitor o hermano tienen OI, se realizará una prueba de ADN del feto para detectar una mutación de la OI, de la cual se obtendrá una muestra de células fetales mediante una técnica llamada muestra de las vellosidades coriónicas (CVS por sus siglas en inglés) o una amniocentesis. También pueden analizarse las células fetales para ver si hay presencia de colágeno anormal. En la amniocentesis, se tomará una pequeña cantidad de fluido del saco que rodea al feto para analizarla. Para obtener la muestra, se insertará una aguja fina en el útero a través del abdomen. Para la CVS, se realizará un procedimiento similar para tomar una muestra del tejido de la placenta y realizar una prueba. Si la OI (osteogénesis imperfecta) no se detecta de manera prenatal, los padres o proveedores de cuidado de la salud podrían notar síntomas en el bebé o el niño en un examen físico que incluye: medir el largo de los miembros, medir la circunferencia de la cabeza, examinar los ojos, dientes, la columna y la caja torácica. También se puede obtener la historia clínica familiar y personal, que incluye preguntas sobre: fracturas, pérdida de audición, dientes quebradizos, altura en edad adulta, antecedentes raciales y si familiares cercanos tuvieron hijos juntos. Además, se pueden realizar pruebas de densidad ósea y biopsia de hueso.
- La osteopetrosis se diagnostica mediante: el historial médico y los antecedentes familiares, un examen físico, pruebas de laboratorio y estudios de imagen como radiografías, análisis de sangre, pruebas genéticas, entre otros.

- La disostosis se diagnostica mediante radiografías en busca de subdesarrollo de la clavícula, omóplato e incapacidad de cierre de la zona en frente del hueso ilíaco.
- Las pruebas que se realizan para detectar la mucopolisacaridosis son: un electrocardiograma, pruebas genéticas para buscar cambios en el gen de la alfa-L-iduronidasa (IDUA), exámenes de orina en busca de mucopolisacáridos adicionales y radiografía de la columna.
- La enfermedad de Marfán se diagnostica en función de los antecedentes médicos y familiares, un examen físico y los resultados de determinadas pruebas. El médico buscará signos del síndrome de Marfan. Por ejemplo, puede revisar la curva de la columna y la forma de los pies. Además, las siguientes pruebas ayudan a diagnosticar el síndrome de Marfan: en una tomografía computarizada (TC) de tórax se evalúan las válvulas cardíacas y la aorta, el vaso sanguíneo que lleva la sangre del corazón a otras partes del cuerpo. Con la tomografía también se puede revisar el tejido conectivo que rodea la médula espinal; una resonancia magnética (RM) de tórax crea imágenes detalladas de los órganos ubicados en el tórax, incluidos el corazón, los pulmones y los vasos sanguíneos; mediante una ecocardiografía (eco) se ve y se mide el tamaño de la aorta y se estudian las válvulas cardíacas; las pruebas genéticas detectan mutaciones en los genes FBN1. En ellas se emplean análisis de sangre para detectar mutaciones en los genes FBN1, aunque el paciente no tenga síntomas. Hay muchas mutaciones diferentes en los genes FBN1 que pueden causar síndrome de Marfan, por lo cual no hay un único análisis de sangre que permita diagnosticar la afección y, por último, a través de un examen con lámpara de hendidura se detecta si hubo un desplazamiento del cristalino, si hay cataratas o desprendimiento de retina. Un especialista en ojos, es decir, un oftalmólogo usa la lámpara de hendidura, que es un microscopio con luz, para revisar los ojos.

5. Las características de las displasias son variadas.

- La displasia epifisaria múltiple es una enfermedad genética degenerativa que afecta el crecimiento y remodelación del hueso que forma parte del grupo de las displasias óseas. Se trata de una anomalía en el desarrollo de las epífisis del hueso, en la que hay una falta de osificación del extremo creciente del hueso. Los síntomas más destacables son:

baja estatura (altura inferior a la esperada para la edad), artritis a una edad temprana, dolor en las articulaciones después de hacer actividad física y rigidez articular a primera hora de la mañana o después de estar sentados mucho tiempo. Es un desorden autosómico dominante, aunque existen descritos en la literatura casos recesivos de la enfermedad, causados por una mutación en el gen que codifica la proteína oligomérica de la matriz del cartílago situada en el cromosoma 19. También existen mutaciones en los genes que codifican el colágeno tipo IX (COL9A2) y la matrilina-3. El resultado final de estas mutaciones es una anomalía en la matriz de los cartílagos hialino, articular y fisario que resulta en las deformidades típicas de la enfermedad. Su frecuencia es de unos 10 – 12 casos/ millón de habitantes. El tratamiento consiste en el reposo y la descarga con bastones están indicados en la coxalgia durante la infancia. El uso de paracetamol está recomendado en aquellos pacientes con aumento nocturno del dolor de cadera. La artroplastia total de cadera bilateral a edades tempranas será la solución definitiva para la mayoría. Al ser de origen genético, esta enfermedad no se puede evitar. En algunos casos, las personas con displasia epifisaria múltiple pueden llevar vidas relativamente normales con intervenciones médicas y cuidados apropiados. Sin embargo, en casos más graves con complicaciones significativas, la esperanza de vida puede verse afectada. En España, el Hospital Universitario La Paz dispone de una consulta de displasias esqueléticas. Existen diversas asociaciones de apoyo a los pacientes que sufren de esta enfermedad, como por ejemplo: INDEPF, FEGEREC, GERNA, ADERLE...

- La displasia espondilo epifisaria, es una condrodisplasia caracterizada por talla baja desproporcionada, epífisis anómalas y aplanamiento de los cuerpos vertebrales. Se trata de una patología evidente al nacimiento por el fenotipo característico: aplanamiento de la cara con hipoplasia malar y paladar hendido. Durante la infancia, es frecuente la hipotonía y el retraso del desarrollo motor. Otra complicación destacable en este periodo es la insuficiencia respiratoria a consecuencia del pequeño tamaño de la cavidad torácica. Además, existe un elevado riesgo de desprendimiento de retina durante la adolescencia y la posibilidad de desarrollar problemas de audición. La mayoría de los nuevos casos surgen por mutaciones de novo en el gen que codifica el colágeno tipo II, situado en el brazo largo del cromosoma 12, y que genera una alteración de la función de esta proteína en los cartílagos de crecimiento y articular, en los discos intervertebrales y en el humor vítreo. La prevalencia es de unos 7-11 casos/millón de habitantes. Las personas con displasia espondiloepifisaria congénita reciben atención médica de un equipo de especialistas. Entre estos especialistas, se

encuentran los siguientes: un cirujano traumatológico (para los problemas de los huesos y las articulaciones, un neurólogo/neurocirujano (para los problemas de la médula espinal), un especialista en genética (para ayudar a las familias a entender los cambios genéticos y planificar la atención médica en el futuro), un oftalmólogo u oculista (para los problemas de los ojos), un otorrinolaringólogo (para ayudar con los problemas auditivos), un neumólogo (para los problemas respiratorios), un pediatra (para los cuidados de rutina), un fisioterapeuta (para ayudar con la fuerza muscular y la movilidad articular) y un terapeuta ocupacional (para ayudar con los problemas relacionados con la escritura, la alimentación y otras actividades cotidianas). Al ser de origen genético, no se puede evitar de manera directa. La esperanza de vida puede verse afectada en algunos casos, especialmente si hay complicaciones graves o afectación de órganos vitales. Sin embargo, los avances en la atención médica y la gestión de enfermedades genéticas pueden influir positivamente en la calidad y la duración de la vida de las personas afectadas. La fundación Little People of America apoya a personas que sufren esta enfermedad.

- La acondroplasia es una enfermedad genética que se caracteriza por una estatura baja, con una altura promedio por debajo de 4 pies 6 pulgadas (137 centímetros), siendo una mutación congénita, localizada en el cromosoma 4 que provoca una alteración en el desarrollo de los cartílagos de crecimiento, que maduran y se cierran antes, acabando el crecimiento antes de tiempo. Hay formas congénitas y tardías: las congénitas son las menos comunes porque no son viables; muchas veces son niños que nacen con hidrocefalia (que suele ser la causa de la muerte), y con alteraciones importantes de la columna... Las tardías son más comunes. Son pacientes enanos desproporcionados. Esta desproporción se debe a que se afecta sobre todo los huesos largos, mientras que la columna se afecta poco. Además, otras deformidades afectan al cráneo y a la cara, existiendo un hundimiento de la raíz nasal y protusión de la frente, además de prognatismo (mandíbula hacia fuera). Aunque posee un carácter autosómico dominante, hasta en el 80% de los casos surge de novo por una mutación puntual en el codón 380 del gen que codifica el FGFR3 situado en el brazo corto del cromosoma 4. Se da con una frecuencia de 1/25000 nacimientos aproximadamente. Actualmente se encuentran abiertas varias líneas de investigación que intentan reducir la hiperactividad del FGFR3, destacando: la inhibición química selectiva de la actividad tirosina-cinasa del FGFR3, anticuerpos que bloquean la activación del FGFR3 basados en el existente trastuzumab (anticuerpo monoclonal anti HER2/neu) y el uso del péptido natriurético tipo C como antagonista de la señal desatada por FGFR3. A pesar de que esta enfermedad se

asocia a una alta tasa de mortalidad perinatal, los pacientes que sobreviven poseen una esperanza de vida similar a la de la población general con un índice de valoración global de su salud no significativamente disminuido. El tratamiento ortopédico está centrado en 3 aspectos: elongación ósea, corrección de las desviaciones axiales y tratamiento de la estenosis raquídea y de la cifosis toracolumbar. La elongación ósea es la que plantea mayor controversia y, aunque ha sido practicada frecuentemente en los últimos años, en la actualidad han vuelto las dudas acerca de los beneficios reales que aporta. En la práctica clínica este proceso solo proporciona ventajas si se consigue una altura final de unos 150cm, lo cual implica elongaciones de 25-30 cm en miembros inferiores, y la necesidad de alargar también los húmeros para facilitar el cuidado personal. El tiempo total requerido puede exceder los 2 años, y el riesgo de complicaciones es elevado. En cuanto al tratamiento de las deformidades raquídeas, es la cifosis la más frecuente, fundamentalmente a nivel D12-L1, y la estenosis la más grave. En la mayoría la cifosis mejora cuando el niño comienza a caminar, pero existe un 10-15% de los casos en los cuales permanece e incluso se incrementa. El tratamiento dependerá de la edad en que se detecte la deformidad. Durante la infancia el objetivo es prevenir la aparición de la deformidad mediante determinadas normas posturales tales como evitar que los afectados se sienten en sillas sin respaldo y lograr que mantengan la espalda recta en su vida cotidiana. Una vez establecida, el corsé está indicado si la cifosis se acompaña de un acúñamiento vertebral progresivo y significativo. En los casos en los que el corsé sea insuficiente, puede aplicarse un corsé de yeso en hiperextensión. Los casos en los que la cifosis persista a pesar del tratamiento conservador, tendrán indicación de tratamiento quirúrgico. Como tiene un origen genético, tampoco es posible evitar esta enfermedad. La acondroplasia impacta en la calidad de vida de los pacientes, pudiendo incidir de forma directa en la limitación o restricción de actividad, por ejemplo, dificultando la comunicación, el autocuidado y la movilidad con respecto a las barreras arquitectónicas como el acceso a inodoros, mostradores, cajeros automáticos o transporte público. Pese a ello, su esperanza de vida no se ve afectada. La mayor asociación de pacientes con acondroplasia en España es la Fundación ALPE.

- La exostosis múltiple, también denominada osteocondromatosis hereditaria, es una enfermedad benigna poco frecuente de herencia autosómica dominante. Las personas tienden a ser más bajas que lo normal y pueden tener brazos o piernas arqueados. También pueden experimentar rigidez, especialmente cerca de los codos, antebrazos y caderas. Se caracteriza por el crecimiento anómalo de osteocondromas benignos especialmente en las metáfisis de huesos largos, que pueden provocar acortamiento o

deformidades. Duele cuando crecen mucho y afectan a los tejidos de alrededor. En sí no duele a no ser que se de un proceso de degeneración, o si evolucionan a neoplasia. La degeneración maligna oscila entre el 2 y el 20%, estando bastante relacionado este porcentaje con el número de exóstosis que existen. Existen distintos genes implicados en la enfermedad: el gen EXT1 (8q24.1), EXT2 (11p11-p13) y EXT3 (cromosoma 19). La prevalencia oscila entre 1/50.000-100.000 habitantes en la raza caucásica, pareciendo haber manifestaciones clínicas más graves en varones. Como tratamiento se ofrecen: opciones quirúrgicas (si la exostosis hace que el niño tenga piernas o brazos arqueados, al extirparla los huesos podrán crecer más derechos), terapia ocupacional (puede ayudar a los niños a moverse mejor con el objetivo de ser más independientes con las actividades cotidianas) y fisioterapia (mediante estiramientos y ejercicios personalizados, la fisioterapia puede ayudar al niño a ganar fuerza y aliviar el dolor). Al tener un origen hereditario, no se puede prevenir. La calidad de vida se puede ver afectada debido al dolor que algunas protusiones pueden causar, pero al tener soluciones, su calidad de vida puede ser normal. La esperanza de vida no se ve afectada. La asociación AEOMC (Asociación Española de Osteocondromas Múltiples Congénitos) apoya a personas con HME y OMC.

- La encondromatosis múltiple es una enfermedad rara en la que aparecen numerosos tumores cartilaginosos, tanto en los huesos tubulares pequeños y grandes como en los planos. Producida porque hay exceso de los condrocitos que quedan incluidos en las zonas metafisarias de los huesos, sobre todo de los huesos largos y en los huesos largos de manos y pies. Se aprecian con una simple exploración, ya que se palpan como abollonamientos (a veces parece mano de artrosis). Si estos cúmulos de condrocitos están activos aparece tejido cartilaginoso y se producen deformidades. La condromatosis múltiple degenera y evoluciona a condrosarcoma entre el 20 y el 40% de las veces. Su prevalencia oscila entre 1/100.000 habitantes. El tratamiento quirúrgico está indicado en caso de fracturas patológicas, alteraciones de crecimiento o malignización, donde se realizan curetajes y osteotomías correctoras. Al tratarse de una enfermedad genética, no se puede evitar. Esta condición puede variar en gravedad y presentación. La calidad y esperanza de vida de las personas afectadas dependerá de diversos factores, como la extensión de la enfermedad, la presencia de complicaciones y la respuesta al tratamiento. Existe una asociación llamada: Association Ollier-Maffucci Europe, la cual apoya a enfermos de Ollier y Maffucci (dos variantes de la encondromatosis múltiple).
- La osteogénesis imperfecta es una enfermedad que hace que los huesos se fracturen

fácilmente. También se la conoce como la enfermedad de los huesos de cristal. Sus síntomas pueden ser leves o graves, dependiendo del tipo de osteogénesis imperfecta que tenga. Surge por un defecto de la síntesis de colágeno tipo I (desorden del tejido conectivo con alteración de los genes del colágeno), y al mismo tiempo una disminución de la actividad osteogénica por un déficit de osteoblasts y una disminución de la función de los existentes lo que produce una osteopenia generalizada que lleva a una importante fragilidad ósea y fracturas frecuentes. Al alterarse también el colágeno de los tejidos blandos hay un aumento de la elasticidad ligamentosa, lo que favorece la aparición de esguinces de forma repetitiva. Aunque en muchas ocasiones tiene un fondo genético por mutaciones en los genes que codifican para el colágeno tipo I, no necesariamente tienen que tenerla los padres, sino que puede aparecer de forma esporádica. Los huesos se rompen con mucha frecuencia, y es difícil que recobren su forma normal, por ello, hay que prestar mucha atención al buen tratamiento, tratando siempre de lograr la mejor reducción posible de las fracturas con una alineación correcta para evitar deformidades. Se recomiendan cuidados para las fracturas (las escayolas, las tablillas y los soportes para los huesos fracturados pueden ayudarlos a sanar de manera adecuada. Sin embargo, los huesos pueden debilitarse si se mantienen inmóviles durante largos períodos de tiempo); fisioterapia (combina fortalecimiento muscular con acondicionamiento aeróbico. Muchos niños con OI tienen retrasos en las habilidades motoras porque sus músculos son débiles); soportes ortopédicos (pueden permitir a las personas moverse y funcionar con más facilidad); procedimientos quirúrgicos (corregir las deformidades de los huesos, incluidas la escoliosis y la impresión basilar) y medicamentos (los biofosfonatos son medicamentos utilizados para tratar la osteoporosis. También son útiles para la OI que enlentecen la pérdida del hueso ya existente. Han demostrado reducir las compresiones vertebrales y algunas fracturas de huesos largos. Sin embargo, los ensayos controlados no muestran mejoras en las habilidades motoras o una disminución del dolor en los huesos). La calidad de vida de aquellos que sufren de osteogénesis imperfecta se ve afectada debido a la fragilidad ósea, dolor y limitaciones físicas que esta supone, pero pueden llegar a ser independientes gracias a la fisioterapia y a la atención médica. Las personas que sufren el tipo I suelen tener una esperanza de vida normal, sin embargo, los niños que padecen el tipo II no suelen llegar al primer año de vida. La fundación CASER, proporciona apoyo para quienes sufren de esta enfermedad.

- La osteopetrosis se refiere a un grupo de trastornos poco frecuentes que hacen que los huesos crezcan de manera anormal y se vuelvan demasiado densos. Cuando esto

sucede, pueden romperse fácilmente. La osteopetrosis está causada por un fallo en el desarrollo o función de los osteoclastos. Estas células participan en la homeostasis ósea, destruyendo hueso, haciendo que tenga cierta elasticidad. Han sido identificadas mutaciones en al menos diez genes como causantes en humanos, responsables del 70% de los casos. La alteración en uno o varios genes hace que el cuerpo produzca muy pocas de las células (osteoclastos) que degradan el hueso viejo o éstas son anómalas. Esto origina que los huesos crezcan de manera anormal y se vuelvan muy densos haciendo que se rompan fácilmente. Además, de los huesos pueden verse afectados otros sistemas como: la audición y la vista, el sistema inmune y el control del sangrado. La incidencia estimada es de 1 de cada 200.000 nacidos vivos. Para prevenir esta enfermedad se recomienda consumir lácteos, frutas y vegetales en abundancia, reducir el consumo de carnes y evitar la sal de mesa. También, realizar actividad física habitualmente y evitar el consumo de alcohol y tabaco. La calidad de vida puede verse afectada negativamente siendo reducido el funcionamiento físico y la movilidad (lo que afecta a las actividades de la vida diaria) a causa de la osteopetrosis. Sin embargo, la esperanza de vida resulta normal. Una forma de tratamiento no quirúrgico es hacer un trasplante medular, que parece que son eficaces sobre todo en las formas más graves.

- La disostosis cleidocraneal es una afección congénita (presente desde antes del nacimiento, y afecta por igual a niños y niñas) caracterizada por una osificación defectuosa, especialmente por defecto de la osificación normal de los cartílagos fetales, cuyos síntomas son: frente y mandíbula prominentes, el área de la mitad de la nariz (puente nasal) es ancha, los huesos de la clavícula pueden estar ausentes o tener un desarrollo anormal lo que hace que los hombros se junten enfrente del cuerpo, los dientes primarios no se caen en el tiempo esperado, los dientes permanentes se pueden desarrollar más tarde de lo normal, antebrazos cortos, dedos de la mano cortos, baja estatura, alto riesgo de pérdida auditiva debido a infecciones y mayor riesgo de fracturas debido a la disminución de la densidad ósea. La frecuencia estimada es de un caso por millón de habitantes. El tratamiento consiste en recibir atención dental periódicamente, casco para proteger los huesos del cráneo hasta que se cierren, tubos auditivos para infecciones frecuentes del oídos y cirugía para corregir cualquier anomalía ósea. No se puede evitar ya que tiene un origen genético. Pese a lo que conlleva padecer esta enfermedad, se puede llegar a mejorar la calidad de vida gracias a una atención médica especializada. También pueden llegar a alcanzar una esperanza de vida relativamente normal. Existen diversos grupos de apoyo para las personas con disostosis cleidocraneal y sus familias en: www.lpaonline.org/about-lpa, www.faces-cranio.org/ y ccakids.org/. En

la mayoría de los casos, los síntomas en los huesos causan pocos problemas.

- La mucopolisacaridosis es una enfermedad en la cual el cuerpo carece o no tiene suficiente cantidad de una enzima necesaria para descomponer cadenas largas de moléculas de azúcar (glucosaminoglucanos). Como resultado, las moléculas se acumulan en diferentes partes del cuerpo y causan diversos problemas de salud. Entre los síntomas más comunes destacan: huesos anormales en la columna, sordera, discapacidad intelectual que empeora con el tiempo, rasgos faciales gruesos y toscos con puente nasal bajo y enfermedades articulares, entre otros. Son sujetos de talla baja, con tórax más corto que los miembros (que son normales) debido a los aplastamientos vertebrales. En estos pacientes vemos también que puede haber una aplasia o hipoplasia de la apófisis odontoides, y la columna puede desplazarse hacia delante y ocasionar alteraciones neurológicas muy graves, incluso mortales. La MPS I es hereditaria. Si ambos padres portan una copia inactiva del gen relacionado con esta afección, cada uno de sus hijos tiene un 25% (1 en 4) de probabilidades de desarrollar la enfermedad. Las personas con MPS I no producen una enzima llamada alfa-L-iduronidasa lisosómica. Esta enzima ayuda a descomponer las cadenas largas de moléculas de azúcar llamadas glucosaminoglucanos. Sin la enzima, los glucosaminoglucanos se acumulan y causan daño a órganos, incluso al corazón. La frecuencia combinada de todos los casos de mucopolisacaridosis fue de 1,98 casos por 100.000 nacidos vivos. Como tratamiento, se recomienda la terapia de reemplazo enzimático se puede recomendar y el medicamento llamado laronidasa (Aldurazyme) administrado a través de una vena. Dado que las condiciones de esta enfermedad son genéticas, tampoco se puede prevenir. Los niños con MPS I grave por lo general no tienen un buen pronóstico. Sus problemas de salud empeoran con el tiempo, resultando en la muerte a la edad de 10 años. Los niños con MPS I atenuada tienen vidas bastante normales que llegan a la adultez. Existen diversos grupos de apoyo para las personas con MPS I y sus familias en: www.mpsociety.org y en rarediseases.org.
- La enfermedad de Marfan (aracnodactilia) es un trastorno genético que origina problemas para el desarrollo del tejido conectivo del cuerpo. Los síntomas de esta enfermedad son: una contextura alta y delgada, brazos, piernas y dedos desproporcionadamente largos, esternón que sobresale o se hunde, paladar alto y arqueado, y dientes apiñados, soplos cardíacos, Miopía extrema, espina dorsal anormalmente curvada y pie plano, entre otros. Esta enfermedad está causada por la

hiperactividad proliferativa del cartílago de crecimiento a nivel de los huesos largos y tubulares fundamentalmente, que van a ser más largos de lo normal (destaca el mayor desarrollo de fémur y tibia, más que húmero y antebrazo). Además, hay una alteración del tejido elástico que forma parte del tejido conectivo de los huesos (fibras elásticas); esto parece que se debe a alteraciones genéticas que afectan a los genes que codifican para la fibrilina I (FPMN1), una proteína esencial para la formación del tejido elástico del conjuntivo y por lo que su alteración causará fragilidad. Además, puede alterarse la fibrilina II dando lugar a una variante de Marfan. Actualmente, la prevalencia en el Síndrome de Marfan es de 3 personas por cada 10.000 habitantes. Aunque no existe una cura para el síndrome de Marfan, existen tratamientos para aliviar los síntomas y prevenir problemas o complicaciones adicionales. El tratamiento dependerá del área del cuerpo afectada por el síndrome y puede incluir: medicamentos para ayudar a controlar el dolor, los problemas del corazón y para mantener una presión arterial baja y así reducir la tensión sobre la aorta, aparatos ortopédicos o cirugía para ayudar a corregir problemas en los huesos o los ojos. No puede evitarse ya que tiene un origen genético. La mayoría de las personas con síndrome de Marfan tienen problemas de corazón y los vasos sanguíneos, tales como debilidad en la aorta o fugas en las válvulas cardíacas. También pueden tener problemas con los huesos, los ojos, la piel, el sistema nervioso y los pulmones. Por todo ello, su calidad de vida se ve negativamente afectada. Hace años, la mayoría de personas con síndrome de Marfan morían alrededor de los 40 años. Hoy en día, las personas que tienen el síndrome de Marfan tienen casi la misma esperanza de vida que las personas que no tienen esta enfermedad. Existen diversos grupos de apoyo para quienes sufren de esta enfermedad como son: SIMA, FISABIO, The Marfan Foundation.

4. METODOLOGÍA

El método utilizado para realizar el trabajo ha sido la documentación en páginas web, otros trabajos de investigación sobre la materia, recursos aportados por asociaciones de displasias óseas, la propia experiencia de la autora sobre la enfermedad que padece y preguntar a traumatólogos y médicos acerca de algunos apartados como, por ejemplo: cuáles son las asociaciones de apoyo existentes, si actualmente están abiertas líneas de investigación sobre las afecciones.

5. CONCLUSIONES Y LIMITACIONES

En conclusión, este proyecto de investigación puede servir como manual de referencia para conocer los diferentes tipos de displasias de interés ortopédico y los procedimientos a llevar a cabo para identificarlas. Además, llama la atención sobre el tema, concienciando así acerca de la necesidad de invertir en investigación con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los afectados. Por último, dado que aumentará la concienciación pública de estas enfermedades raras, se puede fomentar una mayor empatía y apoyo hacia los que las padezcan, reduciendo así el estigma asociado a estas afecciones.

La principal limitación hallada a la hora de la elaboración de esta investigación ha sido que, determinadas páginas web, al no ser expertos en la materia, cierta información estaba restringida para que estuviera solo disponible para los mismos. Otra restricción destacable es la falta de información sobre algunas enfermedades puesto que hay pocos estudios sobre ellas.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anzilotti, Amy W. (2022, octubre). Displasia espondiloepifisaria congénita. Nemours Children's Health. <https://kidshealth.org/es/parents/sedc-dysplasia.html>

Barba, M. S., Galindo, M. P. V., Casado, A. M., Rivera, E. V., Villardón, J. L. V., & Galindo-Villardón, M. P. (2011). Calidad de vida en pacientes con osteoporosis en atención primaria. Actualidades en psicología: AP, 25(112), 57–73. http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-64442011000100003

Borrego, E & Farrington, D.M. & Downey, F.J.. (2014, mayo). Novedades en displasias óseas. Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-cirugia-ortopedica-traumatologia-129-articulo-novedades-displasias-oseas-S1888441514000022>

Cantalejo, M., Veiga, R., Racionero, M. & Zapatero, A.. (2011, julio). Displasia espondiloepifisaria tarda en varón de edad media. Reumatología Clínica. <https://www.reumatologiainclinica.org/es-displasia-espondiloepifisaria-tarda-varon-edad-articulo-S1699258X10001993>

Caser, F. (2021, mayo 27). Osteogénesis imperfecta. Fundación CASER. <https://www.fundacioncaser.org/discapacidad/rara/osteogenesis-imperfecta>

Caso N° 84: DISPLASIA CLEIDOCRANEAL. (2004, abril 5). CDI Perú. <https://cdi.com.pe/caso-no-84-displasia-cleidocraneal/>

Centeno-Leguía, D. & Atauje-Trillo, C.. (2020, enero 31). Osteogénesis imperfecta: Diagnóstico y manejo de una enfermedad huérfana en un hospital regional peruano. A propósito de un caso. SciELO . http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2021000200113

CÓMO AFECTA LA ACONDROPLASIA A UNA VIDA. (s/f). Fundacionalpe.org. Recuperado el 22 de mayo de 2024, de <https://www.fundacionalpe.org/es/medicina-y-ciencia/como-afecta-la-acondroplasia-a-una-vida>

Cuevas-Mons, M. & Mora, F. (2014). Tejido Óseo. En Manual del residente de C.O.T. de la SECOT (Ed.), pp. 1-4 (pp. https://unitia.secot.es/web/manual_residente/CAPITULO%201.pdf). SECOT

Disostosis cleidocraneal. (s/f). Medlineplus.gov. Recuperado el 22 de mayo de 2024, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001589.htm>

Diagnóstico clínico y genético mucopolidosis II - enfermedad células de inclusión. (s/f). Revistaodontopediatria.org. Recuperado el 22 de mayo de 2024, de <https://www.revistaodontopediatria.org/index.php/alop/article/download/324/288?inline=1>

Diagnóstico. (s/f). NHLBI, NIH. Recuperado el 22 de mayo de 2024, de <https://www.nhlbi.nih.gov/es/salud/sindrome-de-marfan/diagnostico>

Ballarín, P. L. (s/f). 6.3.2.1. Tejido oseo. Biologia-geologia.com. Recuperado el 22 de mayo de 2024, de https://biologia-geologia.com/anatomia/6321_tejido_oseo.html

Exostosis múltiple hereditaria. (s/f). Stanfordchildrens.org. Recuperado el 22 de mayo de 2024, de <https://www.stanfordchildrens.org/es/service/hand-upper-limb-surgery/multiple-hereditary-exostosis>

Flickr, S. en. (s/f-a). ¿Cómo diagnostican los proveedores de cuidado de la salud la osteogénesis imperfecta (OI)? <https://espanol.nichd.nih.gov/>. Recuperado el 22 de mayo de 2024, de <https://espanol.nichd.nih.gov/salud/temas/osteogenesisimp/informacion/diagnostica>

Flickr, S. en. (s/f). ¿Cuáles son los tratamientos para la osteogénesis imperfecta (OI)? <https://espanol.nichd.nih.gov/>. Recuperado el 22 de mayo de 2024, de <https://espanol.nichd.nih.gov/salud/temas/osteogenesisimp/informacion/tratamientos>

García, A. (2021, noviembre 27). Displasia cleidocraneal. Salud Mapfre. <https://www.salud.mapfre.es/pruebas-diagnosticas/osteomuscular/displasia-disostosis->

cleidocraneal-causas/

Gómez, C., Couto, I. & Durán, M.. (2019, noviembre). Hallazgos radiológicos en la osteopetrosis infantil autosómica recesiva. Reumatología Clínica .
<https://www.reumatologiaclinica.org/es-hallazgos-radiologicos-osteopetrosis-infantil-autosomica-articulo-S1699258X17301936>

Guerrero, C.. (2017, junio 5). Síndrome de Marfan. Ortopedia Infantil. TSO Celia Guerrero.
<https://ortopediainfantil.health.blog/2017/06/05/sindrome-de-marfan/>

Informaciones. (s/f). Olliermaffucci-asso.fr. Recuperado el 22 de mayo de 2024, de
<http://www.olliermaffucci-asso.fr/es/>

Maritza, P. & Cassis, N.. (2007, abril). Displasia epifisiaria múltiple: Manifestaciones ortopédicas. Medigraphic Artemisa en línea . <https://www.reumatologiaclinica.org/es-displasia-espondiloepifisiaria-tarda-varon-edad-articulo-S1699258X10001993>

Mucopolisacaridosis tipo I. (s/f). Medlineplus.gov. Recuperado el 22 de mayo de 2024, de
<https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001204.htm>

NIAMS. (2017, abril 12). Información de salud del NIAMS sobre el síndrome de Marfan. National Institute of Arthritis and Musculoskeletal and Skin Diseases.
<https://www.niams.nih.gov/es/informacion-de-salud/sindrome-de-marfan/basics/diagnosis-treatment-and-steps-to-take>

NIAMS. (2020, abril 15). Osteopetrosis. National Institute of Arthritis and Musculoskeletal and Skin Diseases. <https://www.niams.nih.gov/es/informacion-de-salud/osteopetrosis/basics/diagnosis-treatment-and-steps-to-take>

Orthopediatria. (2022, mayo 5). Osteopetrosis. Orthopediatria.
<https://www.orthopediatria.es/osteopetrosis/>

Osteogénesis imperfecta. (2003). Bones, Joints and Muscles.
<https://medlineplus.gov/spanish/osteogenesisimperfecta.html>

Osteogénesis imperfecta. (s/f). Medlineplus.gov. Recuperado el 22 de mayo de 2024, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001573.htm>

Pachajoa, H.. (2014, abril). Exostosis múltiple hereditaria. SciELO . http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0025-76802014000200007

Pessler, F. (2022, diciembre). Osteocondrodisplasias. MANUAL MSD. <https://www.msdmanuals.com/es-es/hogar/salud-infantil/trastornos-del-tejido-conjuntivo-en-ni%C3%B1os/osteocondrodisplasias>

Reventós Canet, A. (2006, noviembre). Exostosis múltiple, Anales de pediatría . <https://www.analesdepediatria.org/es-exostosis-multiple-articulo-13094252>

Síndrome de Marfan. (2002). Genetics/Birth Defects. <https://medlineplus.gov/spanish/marfansyndrome.html>

Síndrome de Marfan. (2024, marzo 22). Mayoclinic.org. <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/marfan-syndrome/symptoms-causes/syc-20350782>

Tejada, J & Martinez, C. (2017, septiembre). Encondromatosis múltiple, enfermedad de Ollier. Anales de pediatría.

<https://www.fundacioncaser.org/https://www.analesdepediatria.org/es-encondromatosis-multiple-enfermedad-ollier-articulo-S1695403316301795>

Wagner, A. (2022, octubre). Displasia epifisaria múltiple. Nemours KidsHealth. <https://kidshealth.org/es/parents/multiple-epiphyseal-dysplasia.html>

Wikipedia contributors. (s/f). Disostosis cleidocraneal. Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Disostosis_cleidocraneal&oldid=154611298

Wikipedia contributors. (s/f-b). Tejido mesenquimal. Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Tejido_mesenquimal&oldid=154791013

Tejido_mesenquimal. (s/f). Quimica.es. Recuperado el 22 de mayo de 2024, de

https://www.quimica.es/enciclopedia/Tejido_mesenquimal.html

Wilson, C. (2006, octubre). Portal de información de enfermedades raras y medicamentos huérfanos. Orphanet. https://www.orpha.net/consor/cgi-bin/OC_Exp.php?Lng=ES&Expert=667

7. ANEXOS

1. GENÉTICA MOLECULAR

Como resultado de los avances en la genética molecular, varios genes y sus productos involucrados en las displasias óseas han sido identificados y caracterizados. Esto nos permite la confirmación de diagnósticos clínicos, nos amplía el conocimiento de la fisiopatología y comienza a presentar una oportunidad para desarrollar una clasificación racional de las displasias óseas con una base genética del gen afectado.

La mayoría de las displasias óseas son heredadas con un patrón dominante, por lo que existe una aparición en los progenitores; sin embargo, la mayoría aparece por mutaciones de novo y los padres son genéticamente normales. Algunas displasias óseas se heredan de manera recesiva; en estos casos es confiable el diagnóstico prenatal por ultrasonido y/o análisis bioquímicos y moleculares de vellosidades coriónicas o amniocentesis, los cuales son de gran utilidad.

Las mutaciones del gen del receptor 3 del factor de crecimiento fibroblástico (FGFR3) están involucradas en la acondroplasia, entre otras enfermedades. Este gen, que se expresa en los condrocitos articulares, se encuentra involucrado en la regulación del crecimiento cartilaginoso. Más del 98% de los pacientes con acondroplasia tienen una sustitución de glicina por arginina en el codón 380 del gen del FGFR3.

Otras mutaciones de los genes de la colágena que han sido asociados a displasias óseas son el gen COL9A2 en la displasia epifisaria múltiple. En otras familias con displasia epifisaria múltiple se han reportado mutaciones en la proteína de la matriz del cartílago olímpico, lo que refleja la heterogenicidad de esta patología.

2. TEJIDO MENSEQUIMAL

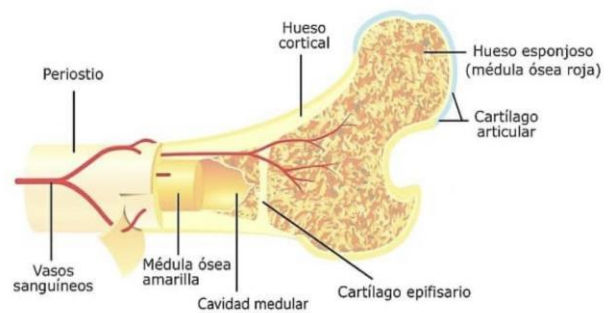
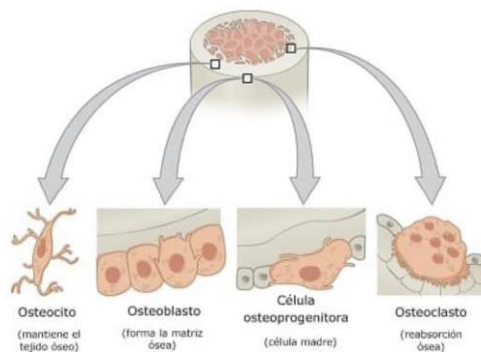
Es un tipo de tejido conectivo embrionario que se encuentra en los organismos en desarrollo. Está compuesto por células mesenquimales, que son células madre multipotentes capaces de diferenciarse en una variedad de tipos de células, incluyendo células óseas (osteoblastos), células cartilaginosas (condrocitos), células musculares (miocitos) y células adiposas (adipocitos). Tipos:

1. Tejido mensequimal no especializado:

- Tejido conjuntivo: existen a su vez dos tipos:
- + Tejido conectivo laxo: Sostiene órganos y epitelios en su lugar, y posee una variedad de fibras proteínicas, incluyendo colágeno y elastina. Forma el estroma o relleno de los órganos, sobre el que asienta el parénquima o células que realizan la función característica del órgano.
- + Tejido conectivo denso: posee abundantes fibras colágenas, menos flexible que el laxo, pero más resistente a las tracciones.

2. Tejido mesenquimal especializado: a su vez, se clasifica en:

- + Tejido adiposo: contiene adipocitos que cumplen las funciones de relleno, aislamiento térmico y mecánico, y almacenamiento de energía.
- + Tejido cartilaginoso: forma los cartílagos, que en algunos peces, constituye prácticamente todo el esqueleto. En otros vertebrados, el cartílago se encuentra principalmente en las articulaciones, donde cumple la función de amortiguador. La matriz extracelular del cartílago se compone principalmente de sulfato de condroitina.
- + Tejido óseo: forma los huesos, que contiene células especializadas denominadas osteocitos en una matriz extracelular mineralizada que cumple la función de soporte general.
- + Tejido hematopoyético y sangre: la matriz extracelular de la sangre es el plasma sanguíneo, que transporta nutrientes disueltos, hormonas, y dióxido de carbono en forma de bicarbonato.
- + Tejido muscular: responsable del movimiento de los organismos y de sus órganos. Está formado por unas células denominadas miocitos o fibras musculares que tienen la capacidad de contraerse.



3. CASOS CLÍNICOS



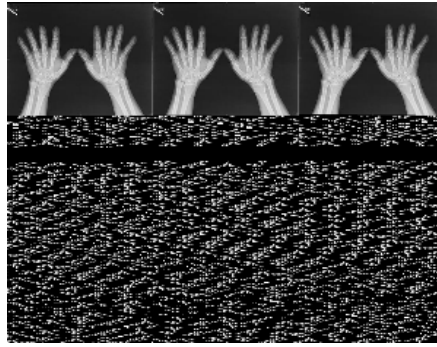
En la figura superior, se muestran hallazgos radiológicos típicos en acondroplasia: peroné de mayor longitud que tibia e hiperlordosis lumbar.



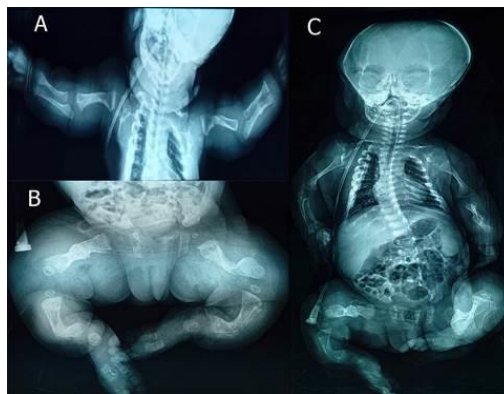
En la figura superior se muestra una radiografía anteroposterior de la pelvis ósea donde se observan lesiones osteolíticas, de bordes bien definidos, lobuladas, que adelgazan la cortical en el extremo proximal del fémur derecho. El diagnóstico definitivo fue encondromatosis múltiple.



En la figura superior se muestra a una niña de ocho años, afectada de encondromatosis en fémur proximal y distal y también en peroné. La disimetría secundaria ha provocado una escoliosis, motivo por el cual se diagnosticó la enfermedad.



La figura superior representa radiografías posteroanteriores de las manos. Destaca el acortamiento de las segundas falanges. Al paciente le diagnosticaron displasia espondilo epifisaria.



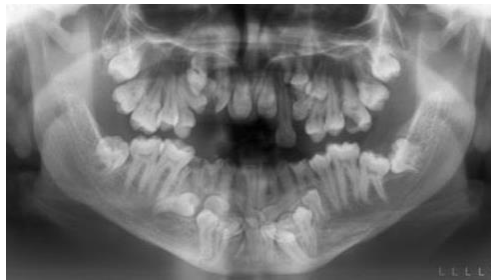
En la figura A y B se observan deformidades angulares. En la figura C, se aprecia una marcada escoliosis y numerosas fracturas en distintos grados de consolidación. El paciente fue diagnosticado de osteogénesis imperfecta.



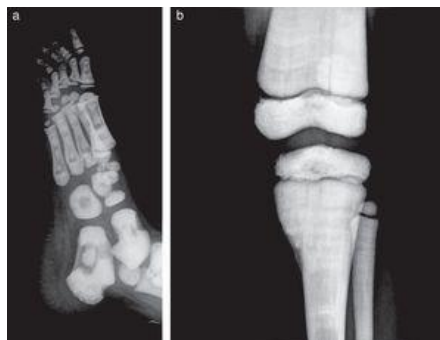
En esta imagen se aprecia a una paciente de 15 años, con diagnóstico de displasia epifisaria múltiple. Se observa talla baja y genu valgum (desalineación de fémur y tibia que provoca que una rodilla se desvíe hacia dentro y se junte con la otra).



La figura superior muestra radiografías que muestran lesiones de exostosis cartilaginosa múltiples metafisarias de huesos largos principalmente. El paciente fue diagnosticado de exostosis múltiple.



En la radiografía superior se aprecian dientes supernumerarios retenidos que están produciendo apiñamiento dentario y una desorganización dentaria, también se observa la persistencia en boca de dientes temporales. El paciente fue diagnosticado de disostosis cleidocraneal.



La figura superior muestra la proyección lateral oblicua del pie derecho (a) en la que identifica la apariencia de «hueso dentro de hueso» y proyección anteroposterior de rodilla (b) en la que se evidencia un ensanchamiento de las metafisis del fémur y tibia con apariencia en «maza». El paciente fue diagnosticado de osteopetrosis.



La figura superior, una radiografía de columna lateral de la paciente con mucopolipidosis II, muestra un acortamiento antero-posterior y aguzamiento de rebordes antero-inferiores de cuerpos vertebrales lumbares.



Aspecto de una persona que padece la enfermedad de Marfan o también conocida como aracnodactilia.

GOTHIC LITERATURE AND FILMS

AUTOR/A: MANUEL MUÑOZ MARTÍNEZ



IES ATENEA
Alcalá de Henares

Tutora: Ana María Miranda Vélez

RESUMEN / ABSTRACT

In this project we will be looking at English “Gothic” literature. We will begin by outlining the main characteristics of the “gothic” genre, looking at the elements that appear, the setting present during the story and the story itself. We will then discuss the origin of what we know today as the term “Gothic”. And finally, in this project I have focused on a specific work, “Dracula” , by Bram Stoker, of which we will analyse the differences and similarities between its two versions, the film and the book.

The main objective of this work is to explain information about “gothic” literature and to demonstrate that both the audiovisual version and the literary version of the same work, despite the differences they have, are related, as they have in common many significant elements of this genre and at all times share the essence of gothic literature.

En este proyecto trataremos acerca de la literatura gótica inglesa. Comenzaremos exponiendo las principales características de las obras del género gótico, basandonos en los elementos que aparecen, en la ambientación presente durante el relato y en la historia en sí. A continuación comentaremos el origen y la procedencia de lo que hoy conocemos como término gótico. Y por último , en este proyecto me he centrado en una obra en concreto, : 'Drácula de Bram Stoker', de esta analizaremos las diferencias y similitudes entre sus dos versiones, la película y el libro.

El objetivo principal de este trabajo es transmitir información sobre la literatura gótica y demostrar que tanto la versión audiovisual como la versión literaria de la misma obra, a pesar de las diferencias que tienen, están relacionadas , ya que tienen en común muchos elementos significativos de este género y en todo momento comparten la esencia de la literatura gótica.

PALABRAS CLAVE / KEY WORDS

Gothic

Gloomy

Sinister

Disturbing environment

Vampire

Mystery

Fear

Gótico

Lúgubre

Siniestro

Ambiente Perturbador

Vampiro

Misterio

Miedo

INDEX

1. CHARACTERISTICS OF “GOTHIC” LITERATURE	95
2. WHERE DOES THE TERM "GOTHIC” COME FROM?	97
3. AUTHOR'S BIOGRAPHY	98
4. FILM DIRECTOR'S BIOGRAPHY	99
5. SIMILARITIES AND DIFFERENCES BETWEEN THE BOOK AND FILM OF BRAM STOKER'S DRACULA	100
6. CONCLUSIONS	102
7. BIBLIOGRAPHY	103

1. CHARACTERISTICS OF “GOTHIC” LITERATURE

1.1. Medieval locations: environment and surroundings

Abandoned castles, sinister abbeys, dungeons and gloomy forests, are all places that have been settings for the best Gothic stories.

The places are not only presented for the gloomy moods they evoke, but are described in detail, creating an effect on the reader.

Gothic authors meticulously construct a **gloomy and disturbing environment**, attempting to create a haunting and melancholy atmosphere.

Many of the fictions are set in foreign cultures. Arab, Egyptian or Indian cultures were some of the settings used to create the ideal atmosphere of suspense.

1.2. Stereotyped characters

Stereotyped characters include:

The lady in distress, the medieval gothic beauty with fair skin, melancholic mood and an absent personality, with a somewhat sickly and weak countenance.

The villain, usually evil nobles who often keep the lady kidnapped or restrained in some way.

The heroes, start out resembling the **typical romantics**: idealistic, brave and passionate, and then became more like **anti-heroes**: imperfect and sinful.

Moreover , paranormal presences , ghosts and dark tormented entities can represent a sinister presence over the protagonist or the lady.

1.3. The mystery and fear

Gothic authors believed that literature should create a feeling greater than ourselves, and called it "sublime." To achieve "**the sublime**" a certain degree of tension had to be generated, a sense of danger with a little hope.

The gothic authors understood that one of the feelings most deeply connected to the sensory, and therefore to the sublime, is **fear**. A good gothic story should scare and surprise you.

Fear, in general, is generated by things we cannot understand, or are beyond our control, so the favourite way to evoke fear and suspense was supernatural events or characters.

1.4. Supernatural and Paranormal Activity

Inanimate objects, deformed, mythical or strange creatures, and potions or spirits form part of the paranormal characters and events that Gothic literature uses in its stories. Gothic fantasy also incorporated fantastic creatures such as the vampire, resurrected monsters such as Frankenstein, and even the first zombies.

To reinforce the paranormal situations, the stories contain incantations and **predictive and symbolic elements** that help to reinforce the atmosphere of tension and mystery.

1.5. The gothic

As part of the “Romantic literature movement”, **love and death** play important roles in Gothic literature. Passionate love, tragedy, and intense feelings characterise the fiction of this genre.

1.6. The dreamlike

Dreams, especially nightmares, are relevant for gothic authors. They are used to generate **emotional distress** in the characters.

Nightmares are associated with **apparitions, night terrors, and supernatural events**. Therefore, the dreamlike allows many of the characteristics of the literary style to be developed.

2. WHERE DOES THE TERM "GOTHIC" COME FROM?

The etymological origin of the term “Gothic” can be traced back to the ancient Goths, who inhabited Europe in the Ancient Ages. Originating from the Latin “gothicus”, it referred to everything related to these nomads, some of whom became key players in the fall of the Western Roman Empire in 476.

With the rise of the Middle Ages, architecture underwent significant changes, giving way to a more stylised and symbolic style, which abandoned the sobriety of the Romanesque, thus giving rise to the Gothic architectural style, with its iconic cathedrals and its use of large stained glass windows and pointed arches.

However, the evolution of the term was not limited to the architectural; in the 18th century, the Romantic movement gave it a new meaning, associating it with the dark and mysterious. Thus was born Gothic literature, which focused on themes such as death, the macabre, the supernatural, and was characterised by gloomy settings and tormented characters. This literary genre influenced iconic works such as Bram Stoker's “Dracula”, Mary Shelley's “Frankenstein” or Edgar Allan Poe's “The Raven”, among many others.

In addition, the landscapes are gloomy, because in all books or films of the gothic genre there are forests, ruins or passages. All are accompanied by monster noises or a soundtrack that adds even more suspense to the plot if it is a film. There are many examples of gothic books and films, but the most significant in this case is Dracula, one of the most notable gothic novels in the history of the genre, published in 1897 by Bram Stoker and its adaptation directed by Francis Ford Coppola, which will be discussed next.

3. AUTHOR'S BIOGRAPHY

Abraham Stoker (Dublin, 1847 - London, 1912) is an Irish novelist and the author of *Dracula*, (1897), a classic and one of the most influential works of horror literature. The son of a civil servant, until the age of seven he was severely paralysed and unable to walk. His childhood health problems did not prevent him from distinguishing himself as an athlete and footballer at Dublin University, where he studied mathematics with excellent results and was president of the Philosophical Society.

Between 1867 and 1877 he was a civil servant in Dublin. Around the same time, following a love for the theatre, possibly inherited from his father, he wrote “drama” criticism for *The Evening Mail*, without receiving any financial compensation.

In 1878 he met his idol, the English actor Henry Irving. A great friendship developed between them, and Stoker became the actor's manager and secretary. He spent the next twenty-seven years in this position, handling Irving's correspondence, accompanying him on his many tours and being at his side at the time of his death; with him he managed the Lyceum Theatre in London. Her recollections would lead to the book *Personal Recollections of Henry Irving* (1906).

Bram Stoker wrote numerous novels and short stories, including *The Serpent's Passage* (1890), *The Mystery of the Sea* (1902), *The Seven Star Jewel* (1904) and *The Lady in the Shroud* (1909).

But his most famous work is *Dracula* (1897), a novel in which he constructed, through diaries and letters, a portrait of one of the most famous characters of the Decadentist ideology of the time, the vampire count of Transylvania. The story is based on several earlier legends, but Stoker achieves a unity of effect and disturbing erotic and symbolic resonances, suppressing the sensible boundaries between life and death through a play of seduction of great power and suggestion.

The novel was one of the best-selling books of the 20th century and a great inspiration for the cinema, giving rise to a number of films, most notably Francis Ford Coppola's (1992).

4. FILM DIRECTOR'S BIOGRAPHY

Francis Ford Coppola (Detroit, USA, 1939) is an American film director, screenwriter and producer. The son of a family of Neapolitan immigrants, he contracted polio at the age of nine, which forced him to stay in bed for a long period of time and to depend on the care of his elders in his early teens. After graduating from film school at the University of Los Angeles, he collaborated with Roger Corman on several horror films, which he combined with his early work as a director, which received a lukewarm response from audiences and critics.

During his career, he won five Oscar prizes of which three were as a screenwriter for the films *Patton*, *The Godfather* and *The Godfather II* (a film for which he also won an award as a director and another as a producer). For this reason, he was the second filmmaker to receive three awards for the same film after Billy Wilder.

Those two films were the ones that led him to the top of his career, from which he fell down due to the economic failure of directing *Apocalypse Now* in 1977. After that, in 1990 he directed *The Godfather III*, a film that despite its good reviews didn't get the same success as the other parts.

After the third part of *The Godfather* (1990), in 1992 Coppola wanted to offer a personal vision of the vampire myth in *Dracula* by the Irish author Bram Stoker (1897). His film is an attempt to combine the atmosphere of horror with a romantic and epic story. Coppola does not stop at the simple horror story; his *Dracula* character is a complex and tormented being in search of love. But, above all, the film is a great visual spectacle that fascinates the viewer, with a very carefully crafted setting. According to many experts, his film is the closest to Bram Stoker's novel and helped him to recover the impact and success of the early years of his career and with which he returned to the top due to the multitude of good reviews that the film received.

5. SIMILARITIES AND DIFFERENCES BETWEEN THE BOOK AND FILM OF BRAM STOKER'S DRACULA

Most of the characters appear in both versions: Lucy's three suitors, Lucy herself , Mina Murray, Jonathan Harker, Dr. Van Helsing and Dracula and his girlfriends.

The book is like an interpretation of good and evil, however, the film offers us a reincarnated love story.

The love story between Mina and Dracula does not exist in the book, however, in the film it does.

The description of Dracula is different in the book and in the film, in the book he only wants revenge and is out for blood, however, in the film his main target is Mina.

In the scene in the film where Dracula and Mina are in the same bed and she willingly drinks his blood, in the book this does not happen and she is forced to drink it.

The character of Jonathan Harker does not differ much, he is very similar in both versions.

Lucy, in the book is an "innocent" being, she is sad because she has three suitors, but she cannot date them all at once. In the transformation from Lucy to Vampira there is not much difference, it is very similar. Dr Van Helsing , in the book is more prudent and wise while in the film he is more "crazy".

The endings differ, but the result is the same, Dracula dies:

In the book, Jonathan kills him, but first the life of Quincey Morris is taken (in the book he is given more importance than in the film).

In the film, Mina goes out with Dracula kissing the monster and realises that with love she can save even Dracula but finally gives him a final lunge and cuts off his head and thus ensures that he will never be a monster again.

In the book, there is a series of complicated events and plots leading up to the final denouement. In the film, however, the plot is much more linear and straightforward.

In the film, Count Dracula has the ability to transform into a flock of bats, this is not mentioned in the book, and this is because the author of the book was unaware of them or did not remember them at the time of writing the book and that is why they do not appear.

The setting is very different between the book and the film. The book is set in 19th century England. The film, on the other hand, is set in Eastern Europe in the 1930s. This means that there is a change in the aesthetics and design of the film.

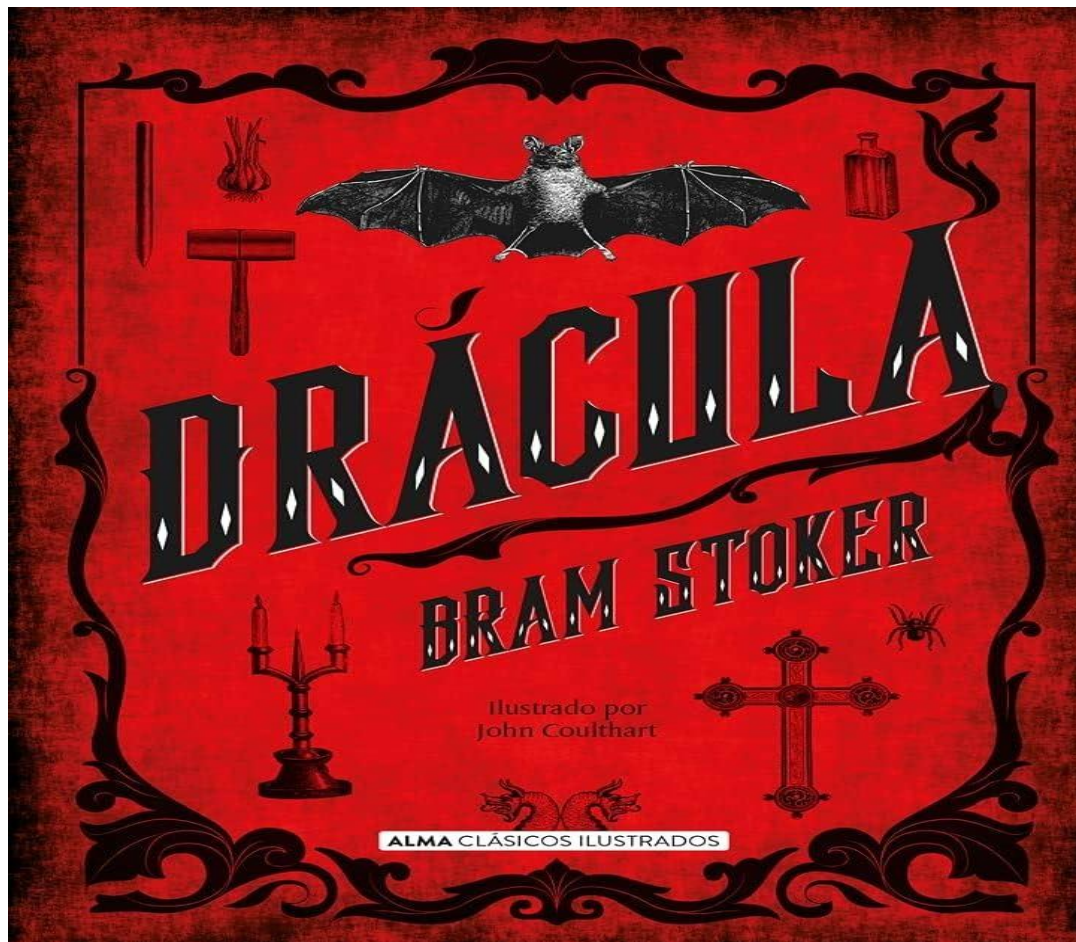
As for the gothic elements in the film and in the book, there are vampires, a werewolf and gloomy landscapes with a terrifying and mysterious atmosphere because almost all scenes take place at night. In addition, the gloomy and imposing castles complete the scenery along with the distinctly romantic atmosphere.

The overall tone of the film is much darker than the book, the book has a more lighthearted tone, while the film is much darker and gloomier. I think this is because in the film we see the images and so on, so the viewer/reader is more impacted, as in the book you have to imagine it.

All this makes Dracula an extraordinary Gothic novel and film, and makes it the number one Gothic film in general.

6. CONCLUSION

Based on the aforementioned, we have discussed the origin of the term gothic, coming from the gothic people. We have been able to know the characteristics of this genre such as dark landscapes, the suspense present throughout the development of the story, its most characteristic characters and the appearance of the vampire character thanks to Bram Stoker's Dracula, the most significant novel of the whole genre and the 'mother' work that would give rise to all the following ones. Finally, in this work we have been able to see the similarities and differences between Bram Stoker's Dracula and the film adaptation directed by Coppola, as we have been able to see, despite some differences, it maintains the essence of the gothic genre and that is why, among other things, it has become the number one.



7. BIBLIOGRAPHY

[Biografía de Francis Ford Coppola \(biografiasyvidas.com\)](http://biografiasyvidas.com)

[El Espejo Gótico \(elespejogotico.blogspot.com\)](http://elespejogotico.blogspot.com)

[Biografía de Bram Stoker \(biografiasyvidas.com\)](http://biografiasyvidas.com)

[¿De dónde viene el término 'gótico' y qué significa? \(muyinteresante.com\)](http://muyinteresante.com)

[¿Cuál es el origen del término 'gótico'? \(20minutos.es\)](http://20minutos.es)

[Literatura gótica y de terror: El nacimiento del monstruo - Gaceta UNAM](#)

[Literatura gótica: Definición, Características, Obras \(artehistoria.online\)](http://artehistoria.online)

 ¿Qué es la literatura gótica? - Aprende más sobre esta cultura  (youtube.com)

[30 años de 'Drácula': la reformulación del mito de Coppola \(fotogramas.es\)](http://fotogramas.es)

[10 curiosidades sobre Drácula, de Bram Stoker \(1992\) \(cinemascomics.com\)](http://cinemascomics.com)

['Drácula' de Francis Ford Coppola: 10 curiosidades \(20minutos.es\)](http://20minutos.es)

IES ATENEA
Alcalá de Henares

**“Una visión
trigonométrica hacia
el horizonte.”**



AUTORA:

Nerea Peinado Cobos

TUTORA:

Eulalia Hidalgo de Querol

Dpt. de Matemáticas.

Índice:

1. Resumen-----	107
2. Palabras claves -----	107
3. Introducción y justificación -----	108
4. Objetivos-----	110
5. Fabricación del teodolito -----	111
6. Cálculos de la altura-----	113
7. Distancias al horizonte -----	118
8. Resultados -----	123
9. Conclusiones -----	123
10. Bibliografía-----	125

1. Resumen:

¿Nunca te has planteado a qué distancia está el horizonte, esa línea que parece cercana? Me parece muy curioso saber y comprobar que la distancia de un punto al horizonte en realidad mide mucho más de lo que se percibe normalmente, además llama la atención lo sencillo que en verdad es calcular esa gran distancia. Este trabajo, por lo tanto, consiste en medir la distancia desde varios puntos a diferentes alturas hacia el horizonte. Primero debo medir a qué altura estoy, para ello tengo que construir un teodolito o clinómetro para medir el ángulo que forma el suelo con el monte, edificio..., y así poder aplicar el método de la doble tangente. Una vez que ya se la altura en la que estoy, ya puedo calcular la distancia al horizonte aplicando el teorema de Pitágoras y conociendo el dato del radio de la Tierra.

1.2 Abstract:

Have you ever wondered how far away the horizon is. The line that seems to close by? I find it interesting to work out and to verify that the distance from one point of the horizon is in reality much greater than what we perceive it to be. It is also remarkable how simple it is to calculate this large distance. This work therefore, consists of measuring the distance from various points at different heights towards the horizon.

First of all, I have to measure the height that I am at, in order to do this, I will need to build a theodolite or clinometer to calculate the angle formed from the ground to the hill or the building. By doing this, I will be able to apply the double tangent method. Once my height has been established, it will be possible for me to calculate the distance to the horizon by applying the Pythagorean theorem and by knowing the Earth's radius.

2. Palabras claves:

Teodolito, radio de la tierra, teorema de Pitágoras, horizonte, razones trigonométricas, doble tangente.

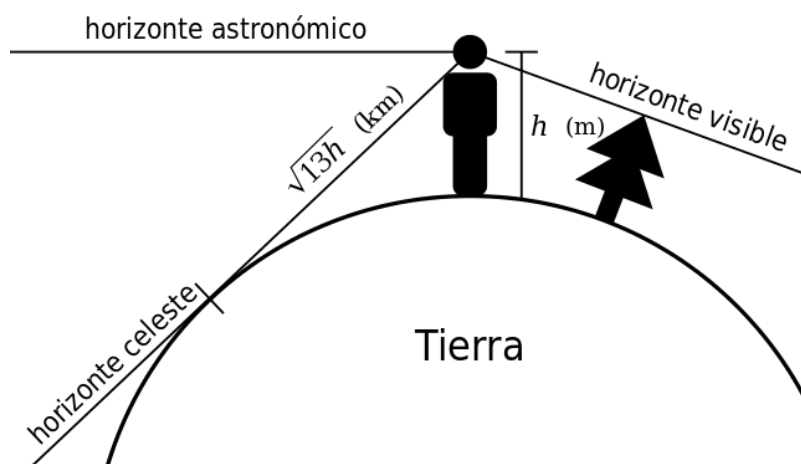
2.2 Key words:

Theodolite, Earth's radius, Pythagorean theorem, horizon, trigonometric ratios, double tangent.

3. Introducción y justificación:

La línea que a simple vista la tierra parece juntarse con el cielo se denomina “horizonte”. Cuando una persona se encuentra en un punto donde alrededor no se encuentra ninguna construcción o árboles grandes, a lo lejos se puede localizar el horizonte.

Se puede definir de diferentes maneras dependiendo del punto de vista del observador, pero, en términos generales, es un plano que pasa por el centro de la Tierra y es perpendicular a la línea cenit-nadir, que es un radio desde el centro de la tierra hasta la superficie, o la vertical. El horizonte astronómico o también llamado horizonte racional se considera cuando la esfera terrestre no está centrada en el observador, sino en el centro del planeta. Además hay más tipos de horizontes, como el aparente que es tangente a la superficie de la Tierra en el punto

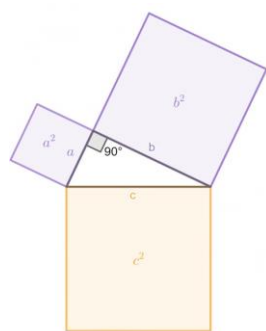


de observación, el horizonte sensible o real depende del paisaje, ya sean montañas, edificios, monumentos, etc, también está el horizonte geométrico y el horizonte físico u óptico que está determinado por la refracción atmosférica (desviación de una onda electromagnética de una línea recta a medida que

atraviesa la atmósfera), esto permite ver por debajo del horizonte real.

Aparentemente parece ser una línea recta que se encuentra a pocos kilómetros de nosotros, pero en realidad, después de hacer mediciones se puede comprobar que está a una distancia bastante más lejana de lo que se pensaba previamente de hacer el experimento.

Para calcular la distancia real debemos conocer qué es el teorema de Pitágoras, la altura desde donde será visto el horizonte y el radio de la Tierra.



Teorema de Pitágoras.

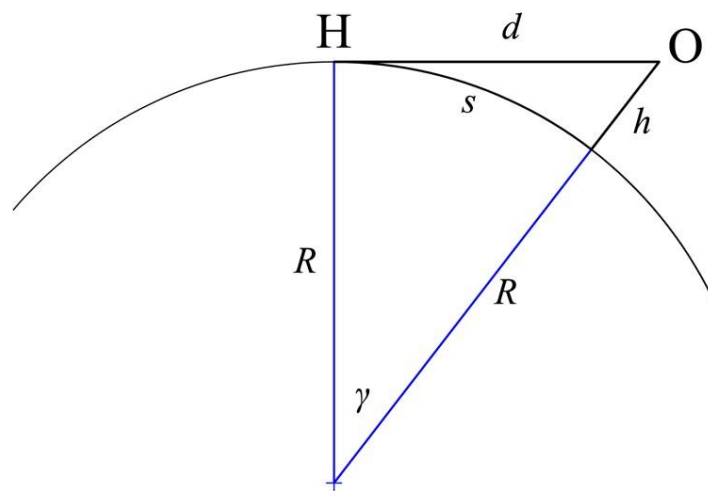
Un teorema es una declaración que se puede demostrar de forma lógica mediante principios matemáticos. El teorema

$$c^2 = a^2 + b^2$$

de Pitágoras fue llamado así por la escuela Pitagórica, la cual está asociada al pensador griego Pitágoras en el siglo VI a.C.

Este teorema sostiene que la suma del cuadrado de los catetos en un triángulo rectángulo es igual al cuadrado de la hipotenusa. En la imagen “c” es la hipotenusa, el lado mayor, y “b” y “a” los catetos.

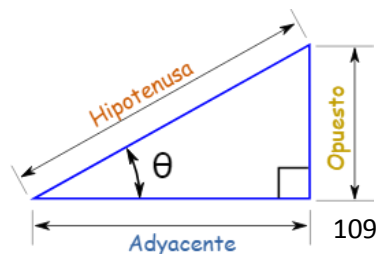
En el horizonte la línea que percibimos es tangente a la Tierra y perpendicular al radio de la tierra, formando un triángulo rectángulo:



Altura desde dónde será visto el horizonte.

Para saber a qué altura estoy debo de aplicar un sistema de ecuaciones mediante la tangente.

$$\begin{aligned}\text{sen } \theta &= \frac{\text{Opuesto}}{\text{Hipotenusa}} \\ \text{cos } \theta &= \frac{\text{Adyacente}}{\text{Hipotenusa}} \\ \text{tan } \theta &= \frac{\text{Opuesto}}{\text{Adyacente}}\end{aligned}$$



La tangente es de las tres funciones trigonométricas aplicada en un triángulo rectángulo que relaciona un ángulo con la longitud del lado opuesto dividido entre el

lado contiguo o adyacente, se puede representar por “tan” o “tg”.

Sabiendo el ángulo formado (en este caso se conocerá gracias a la fabricación de un teodolito) y el lado contiguo se puede saber la medida del lado opuesto, haciendo esto se podrá calcular la altura desde donde será visto el horizonte.

Importancia de esta investigación.

Poder saber cuánto mide el horizonte resulta enriquecedor. Se puede llevar a cabo conceptos de trigonometría dados a lo largo de la ESO y en bachillerato, pero aplicados a la vida real. Haciendo más fácil la comprensión hacia este tema, la trigonometría. A la mayoría de alumnos se les hace más fácil comprender algo cuando lo ve más cercano, en casos más reales, cómo medir el horizonte con datos reales.

A veces las matemáticas pueden resultar algo abstractas, pero al utilizar teorías básicas y sencillas en algo tan simple, como la distancia al horizonte, hace ver la belleza que contiene esta asignatura en nuestro día a día.

4. Objetivos

El propósito de este trabajo es conocer con la mayor exactitud posible la distancia desde un punto hacia el horizonte.

Para esto se deben cumplir unos objetivos específicos:

1. Fabricar un teodolito o clinómetro.
2. Medir la altura desde donde se podrá ver el horizonte.
3. Calcular el horizonte con los datos dados.

5. Fabricación de un teodolito o clinómetro.

¿Qué es un teodolito y para qué sirve?

Un teodolito es un instrumento topográfico de medición mecánico-óptico que sirve para medir ángulos. Se compone de un círculo horizontal y un semicírculo vertical, ambos graduados y provistos de anteojos.

Se pueden clasificar en diferentes teodolitos: los repetidores son fabricados para la acumulación de medidas sucesivas de un mismo ángulo horizontal, los reiteradores poseen un limbo (disco o círculo graduado) fijo, pudiendo solo mover la alidada (una regla que puede girar alrededor del eje vertical u horizontal para medir ángulos), el teodolito-brújula tiene incorporada una brújula con características especiales, por último, el electrónico es el más moderno, muestra los ángulos en una pantalla eliminando cualquier error de apreciación.



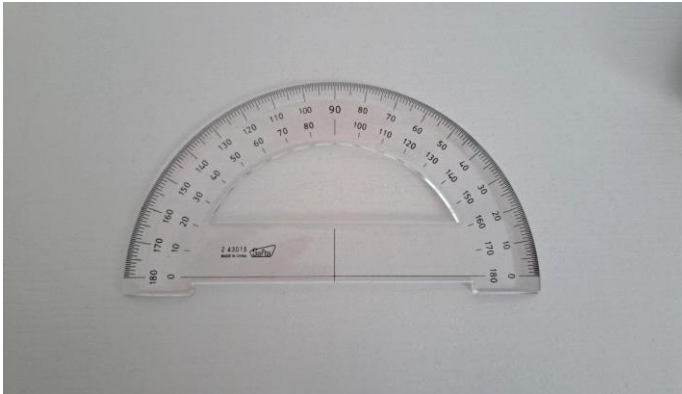
Teodolito electrónico

El teodolito en esta medición es muy útil porque para poder calcular la tangente necesitamos saber el ángulo que se forma desde la altura de mis ojos (1,53 m) y la altura del punto donde se ve el horizonte.

A pesar de todos los tipos de teodolitos, se puede fabricar uno casero sencillo.

Para ello se necesita:

1. Un transportador de ángulos.



2. Hilo, en este caso de cobre.



3. Un peso, como un tornillo o bolas de hierro



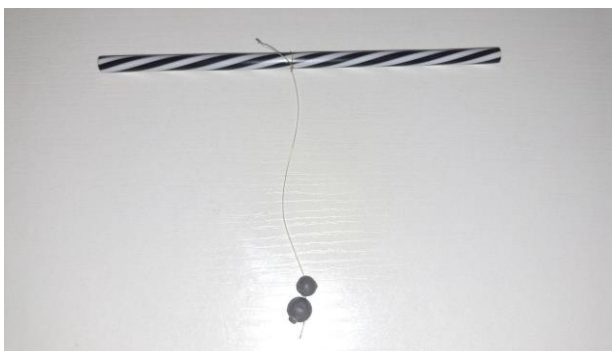
4. Una pajita.



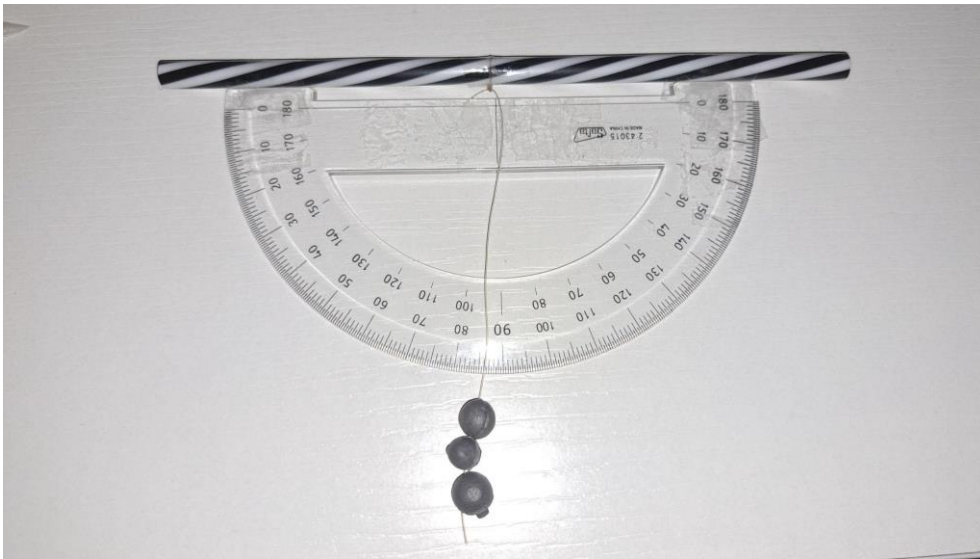
5. Celo.

Procedimiento:

1. Enrollamos el medio de la pajita con el hilo de cobre y hacemos un nudo fuerte.
2. Abajo del hilo ponemos nuestro peso.



3. Unimos la pajita al transportador de ángulos, el hilo tiene que estar en el centro.

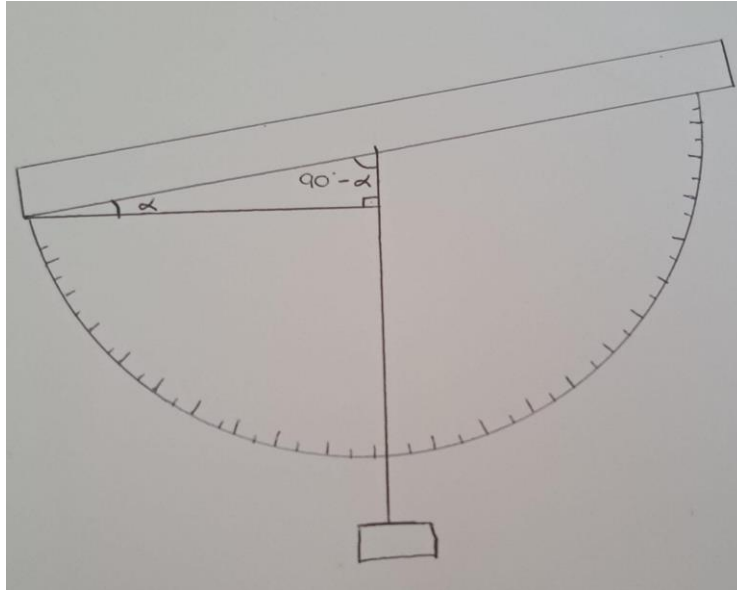


Una vez hecho esto ya estaría listo para usar.

¿Cómo se utiliza?

Como queremos averiguar la inclinación desde el punto donde está una persona hasta la altura de lo que queremos medir, debemos colocarnos a cierta distancia del edificio, por ejemplo. Una vez colocados miraremos a través de la pajita el punto más alto, con cuidado de no poner los dedos en el teodolito, después otra persona deberá de ver el ángulo que indica el hilo en el transportador. Pero este no es el ángulo real que se forma.

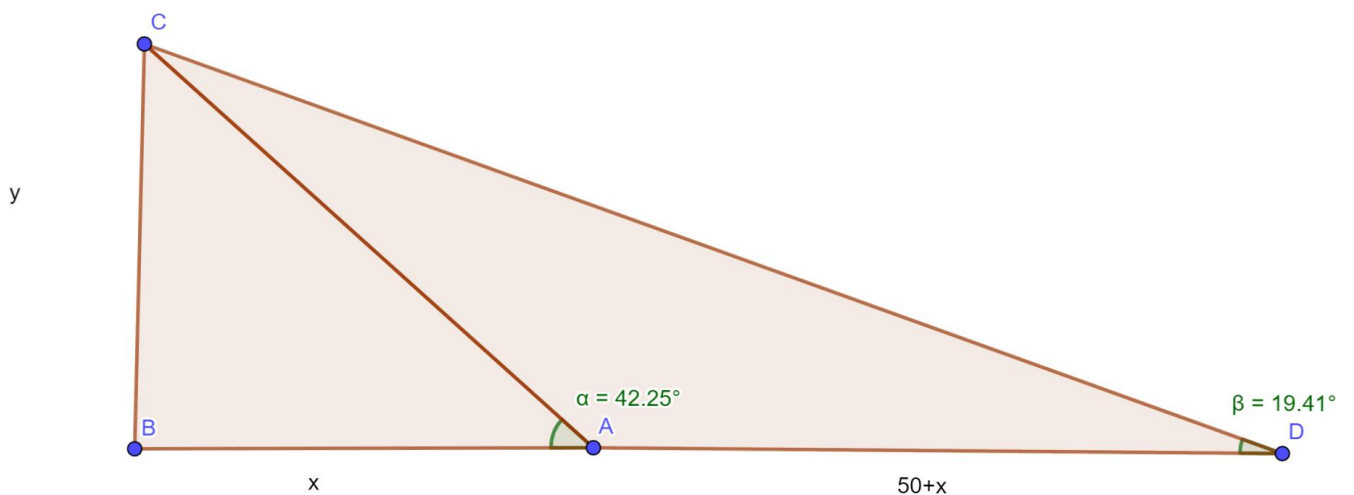
En el transportador el ángulo alfa va desde la altura del ojo hacia la pajita, se forma una línea horizontal desde el extremo de la pajita hasta donde se haya movido el hilo, otra línea es formada por el hilo y otra por la pajita. Estas líneas forman un triángulo rectángulo. En un triángulo, la suma de sus ángulos internos deben de ser de 180 grados, por lo tanto, en este triángulo conocemos que tiene un ángulo recto (90 grados) significa que los otros dos ángulos deben de sumar también 90 grados, esto quiere decir que un ángulo sería alfa y otro 90 menos alfa, este ángulo sería el ángulo real que se forma y el que debemos tener en cuenta.



6. Cálculo de alturas.

Una vez que hemos obtenido el ángulo con el teodolito podemos medir finalmente la altura desde donde se podrá ver el horizonte.

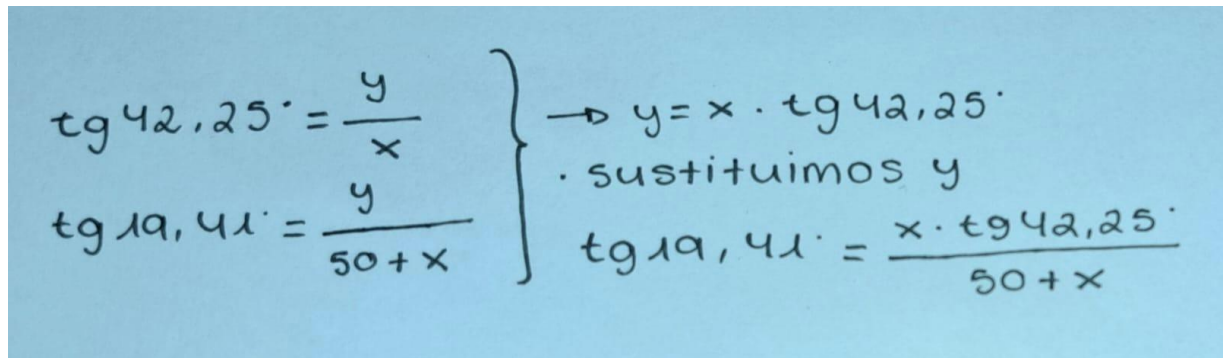
Para ello aplicaré el método de la doble tangente. Este método se puede aplicar cuando conocemos los ángulos de vista desde dos posiciones diferentes a una distancia determinada.



Siguiendo las medidas de esta imagen: primero, nos alejamos un poco. obtenemos el ángulo alfa (42 grados), después con una rueda medidora nos alejamos una distancia, en este caso 50 metros, ahora volvemos a hacer uso del teodolito y volvemos a mirar el ángulo (19 grados).

Cuando ya tenemos el dibujo con los datos del problema podemos empezar a calcular.

Debemos calcular la tangente de ambos ángulos y aplicar un sistema de ecuaciones:


$$\left. \begin{array}{l} \operatorname{tg} 42,25^{\circ} = \frac{y}{x} \\ \operatorname{tg} 19,41^{\circ} = \frac{y}{50+x} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \rightarrow y = x \cdot \operatorname{tg} 42,25^{\circ} \\ \cdot \text{sustituimos } y \\ \operatorname{tg} 19,41^{\circ} = \frac{x \cdot \operatorname{tg} 42,25^{\circ}}{50+x} \end{array}$$

Después hacemos el cálculo, obtendremos la x y volveremos a sustituir la x por el resultado en la ecuación que se ha despejado primero para conseguir la y (altura).

¿Cómo funciona la rueda de medición?



Para conocer la distancia de un punto a otro se puede usar esta rueda. Se debe posicionar la flecha amarilla en el símbolo “start” (triángulo amarillo), andamos y cada vez que gira una vuelta, debe de sonar un “click”, esto quiere indicar que hemos recorrido una distancia de un metro.

Radio de la rueda para que cada vuelta sea 1 metro:

Para calcular el radio debemos de tener en cuenta la fórmula del perímetro del círculo que es: $2\pi \cdot R$. (Dos por PI por el radio). Como el perímetro tiene que dar 1 metros lo igualamos a 1, y quedaría una ecuación así: $2\pi \cdot R=1$; $R=1/2\pi$;

$R= 0,16$ metros. Por lo tanto el radio de la rueda es 0,16 m.

A continuación vamos a medir 3 elementos característicos de Alcalá de Henares: Puerta de Madrid la cual será calculada la altura con el teodolito, rueda y método de la doble tangente, la altura de la Magistral será buscada por internet, al igual que la altura del Ecce Homo.

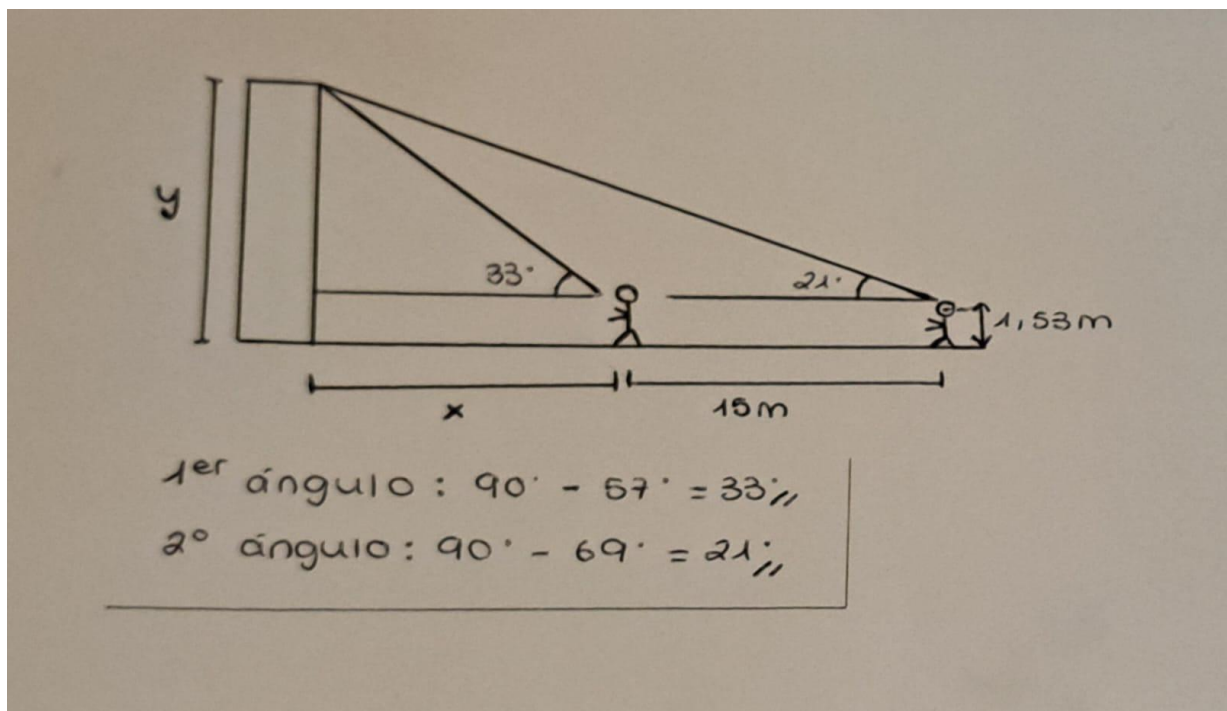
6.2 Altura de la Puerta de Madrid.



La Puerta de Madrid es un monumento característico en Alcalá de Henares, se localiza en la calle Andrés Saborit. Fue construida en 1788 y su arquitecto fue Antonio Juana Jordán.

Para medir su altura se siguió el siguiente procedimiento:

1. Nos alejamos del monumento y nos posicionamos en un punto.
2. Con el teodolito miramos el ángulo que forma: 57° .
3. Nos alejamos 15 metros con la rueda de medir.
4. Volvemos a mirar el ángulo: 69° .
5. Ponemos los datos en un dibujo y calculamos.



Como se explicó anteriormente, el ángulo real que debemos tener en cuenta es $90^\circ - \alpha$.

$$\begin{aligned}
 \left. \begin{aligned} \operatorname{tg} 33^\circ &= \frac{y}{x} \\ \operatorname{tg} 21^\circ &= \frac{y}{x+15} \end{aligned} \right\} & \begin{aligned} y &= x \cdot \operatorname{tg} 33^\circ \\ \operatorname{tg} 21^\circ &= \frac{x \cdot \operatorname{tg} 33^\circ}{x+15} \Rightarrow \\ x \cdot \operatorname{tg} 21^\circ + 15 \cdot \operatorname{tg} 21^\circ &= x \cdot \operatorname{tg} 33^\circ \Rightarrow \\ 15 \cdot \operatorname{tg} 21^\circ &= x (\operatorname{tg} 33^\circ - \operatorname{tg} 21^\circ) \Rightarrow x = \frac{15 \cdot \operatorname{tg} 21^\circ}{\operatorname{tg} 33^\circ - \operatorname{tg} 21^\circ} = 21,7 \text{ m} \\ y &= 21,7 \cdot \operatorname{tg} 33^\circ = 14,08 \text{ m} // \end{aligned}
 \end{aligned}$$

Este no sería el resultado real porque tengo que sumarle la altura de mis ojos anteriormente medida con un metro, ya que mido el ángulo desde la altura de mis ojos con el teodolito. Esta altura es de 1,53 metros.

$14,08 + 1,53 = 15,61$ metros.

La Puerta de Madrid mide 15,61 metros. Sin embargo, para calcular la distancia al horizonte la altura utilizada será esta altura más la altura de Alcalá de Henares sobre el nivel del mar que es: 594 metros sobre el nivel del mar. Finalmente tenemos que sumarle la distancia a los ojos del observador, que en este caso es 1,53 metros.

La altura que se utilizará de la Puerta de Madrid será de 611,14 m.

6.3 Altura del Ecce Homo.

El Ecce Homo o también llamado de la Vera Cruz es un monte que se puede localizar en los Cerros en Alcalá de Henares.

Su altitud es de 835 m s.n.m (metros sobre el nivel del mar), a esto le sumamos los 1,53 metros, y su altura será de 836,53 metros.

6.4 Altura de la Magistral.

La Santa e Insigne Catedral-Magistral de los Santos Justo y Pastor es una catedral catedralicia en la plaza de los Santos Niños en el centro de Alcalá de Henares.

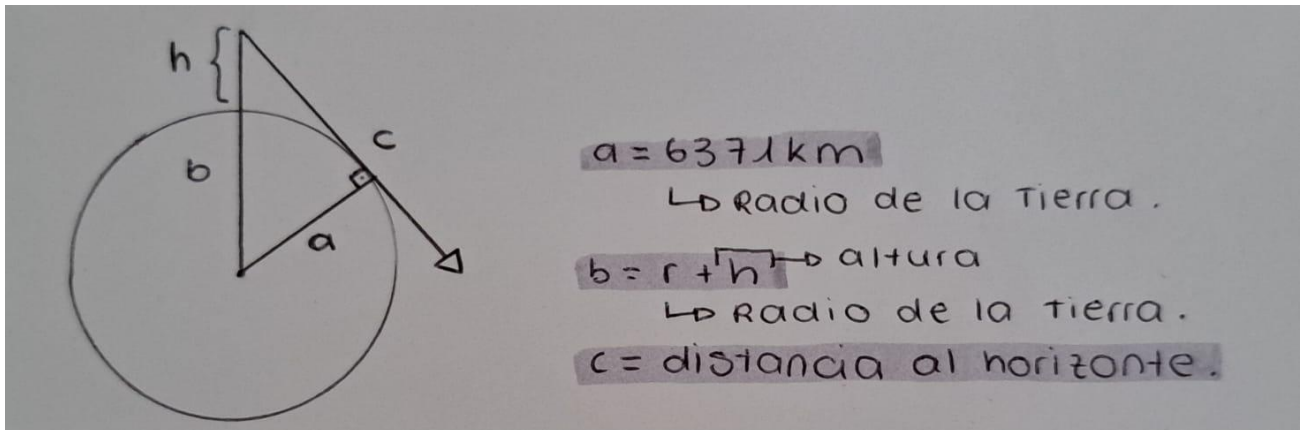
Su punto más alto, que es la torre, mide 63,5 metros de altura.

Si le sumamos los 594 m s.n.m, la altura sería de 657,5 metros.

Finalmente debemos sumarle los 1,53 metros y la altura que se usará será de 659,03 metros.

7. Distancias al horizonte.

Para poder calcular debemos de tener en cuenta el siguiente esquema:



El radio (“r”) de la Tierra medido en kilómetros es de 6371 km. Este va desde el centro del planeta hacia a un punto cualquiera de la circunferencia.

El segmento entero “b” consta de una suma del radio y de la altura, que previamente hemos hallado, donde se puede ver el horizonte.

La línea “c” es la que denominaremos distancia al horizonte. tangente a la circunferencia del planeta.

Antes de realizar el cálculo determinaremos la fórmula que debemos de seguir.

Como la unión de los diferentes segmentos es triángulo rectángulo podemos aplicar el Teorema de Pitágoras.

Tenemos que hallar “c”, la cual sería un cateto, al igual que el segmento “a”, “b” sería la hipotenusa, el lado opuesto al ángulo de 90°.

$$\begin{aligned}
c &= \sqrt{b^2 - a^2} \\
c &= \sqrt{(r+h)^2 - r^2} \\
c &= \sqrt{\cancel{r^2} + h^2 + 2rh - \cancel{r^2}} \\
c &= \sqrt{h^2 + 2rh} \\
c &= \sqrt{h(h + 2r)} \\
c &= \sqrt{h(h + 2 \cdot 6371 \text{ km})} \\
c &= \sqrt{h(h + 12.742)}
\end{aligned}$$

La fórmula es $b^2 = c^2 + a^2$, pero como queremos hallar c la despejamos. y quedaría $c^2 = b^2 - a^2$. A continuación, para quitar el cuadrado de c pasamos el cuadrado al otro lado de forma de raíz.

Sustituimos b y a por los datos de nuestro dibujo ($b=r+h$, $a=r$) y lo elevamos a dos.

En el $(r+h)^2$ debemos de aplicar una identidad notable. El cuadrado de una suma de binomios es igual al cuadrado del primer término, más el doble del primero por el del segundo más el cuadrado del segundo.

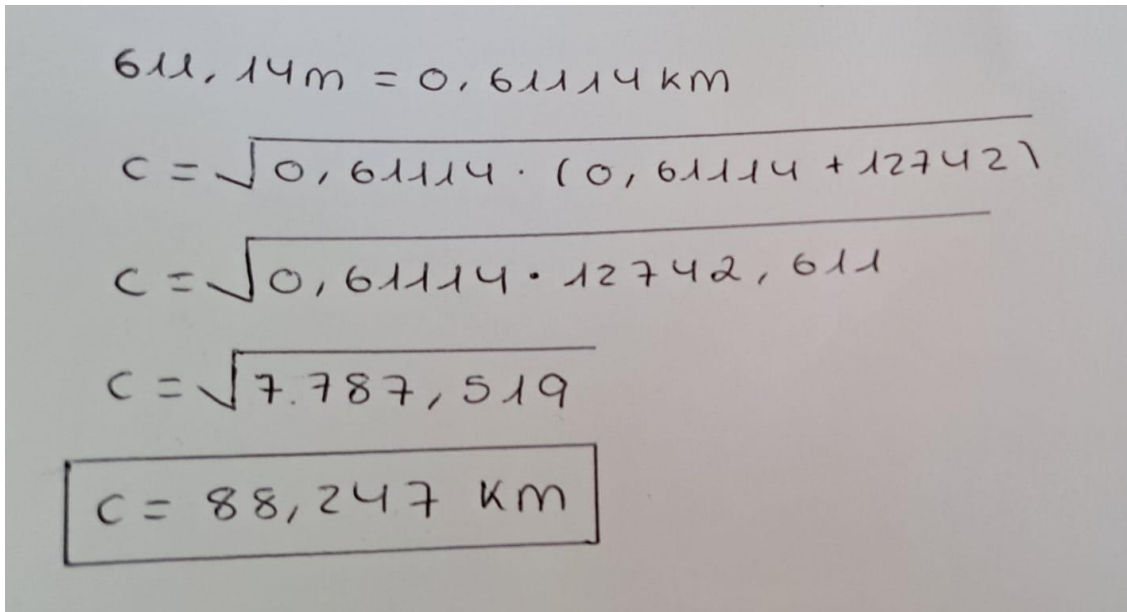
Luego, eliminamos las dos r^2 porque $r^2 - r^2$ es 0.

Después, sacamos factor común para quitar el cuadrado de la h .

Finalmente sustituimos r por 6371 y multiplicamos por 2.

Ya solo quedaría sustituir la h por la altura y calcular,

7.1 Distancia desde la Puerta de Madrid.

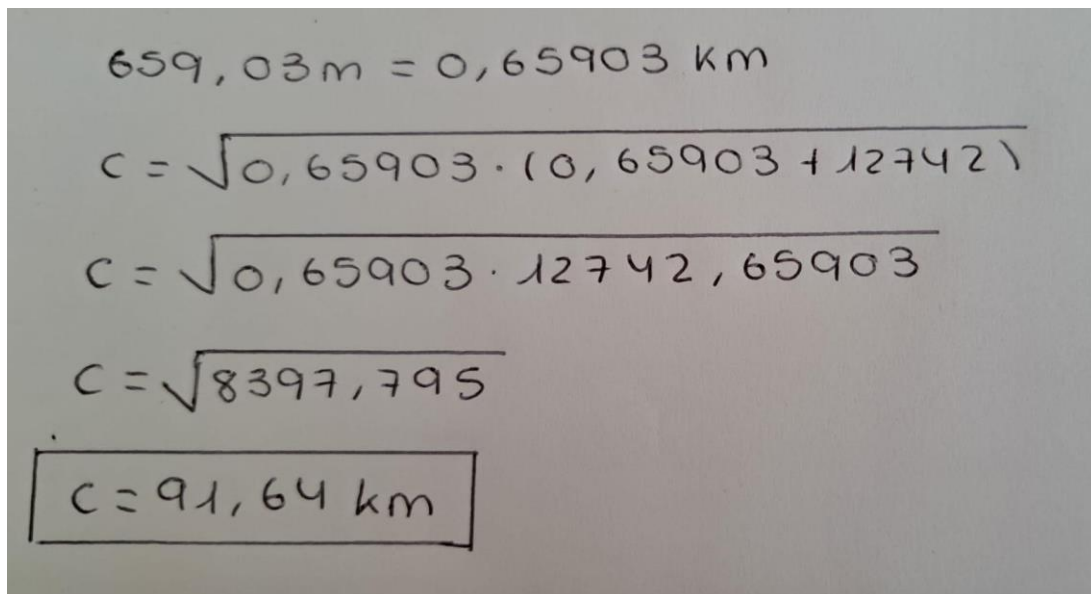


Handwritten calculations for the distance from the Puerta de Madrid:

$$611,14 \text{ m} = 0,61114 \text{ km}$$
$$C = \sqrt{0,61114 \cdot (0,61114 + 12742)}$$
$$C = \sqrt{0,61114 \cdot 12742,611}$$
$$C = \sqrt{7.787,519}$$
$$C = 88,247 \text{ km}$$

Primero de todo debemos de tener en cuenta que como el radio de la Tierra está en kilómetros debemos de pasar la altura también a kilómetros. Para ello dividimos la altura entre 1000, porque 1 km son 1000 metros.

7.2 Distancia desde la Magistral.



Handwritten calculations for the distance from the Magistral:

$$659,03 \text{ m} = 0,65903 \text{ km}$$
$$C = \sqrt{0,65903 \cdot (0,65903 + 12742)}$$
$$C = \sqrt{0,65903 \cdot 12742,65903}$$
$$C = \sqrt{8397,795}$$
$$C = 91,64 \text{ km}$$

7.3 Distancia desde el Ecce Homo.

Handwritten calculations on a piece of paper:

$$836,53 \text{ m} = 0,83653 \text{ km}$$
$$C = \sqrt{0,83653 \cdot (0,83653 + 12.742)}$$
$$C = \sqrt{0,83653 \cdot 12742,83653}$$
$$C = \sqrt{10.659,765}$$

$$C = 103,246 \text{ km}$$

8. Resultados

- Puerta de Madrid:

Su altura es 609,61 m s.n.m y la distancia al horizonte sería de 89,67 kilómetros, contando que no haya objetos que obstaculicen la vista, como árboles o edificios.

- Magistral:

Su altura es de 657,5 m s.n.m y la distancia al horizonte es de 93,06 kilómetros, también teniendo en cuenta que no haya obstáculos alrededor.

- Ecce Homo:

Su altura es de 835 metros y la distancia al horizonte es de 104,682 kilómetros, como es un monte alto no hay objetos que no dejen ver el horizonte con plenitud.

9. Conclusiones

Como podemos observar, cuanto más altos estemos el horizonte estará más lejos. Si tenemos en cuenta el esquema dibujado del horizonte, si estamos a una altura más alta, el segmento desde el punto más alto a la curvatura de la Tierra es más largo, por lo que dará un resultado notablemente mayor.

En nuestros resultados, el monte, que es el punto más alto, tiene más distancia al horizonte. La Magistral también es más alta que la Puerta de Madrid, pero la diferencia de la distancia es menor que la del Ecce Homo. La puerta de Madrid al no ser muy alta su distancia al horizonte es mucho menor que el resto.

10. Bibliografía

WEBS

Porto, J. P., & Merino, M. (2020, 27 febrero). *Horizonte - Qué es, definición y concepto*.

Definición.de. <https://definicion.de/horizonte/>

Cyberaltura. (s. f.). *Cómo calcular la distancia al horizonte*. Gaceta Náutica.
<https://www.gacetanautica.es/autor/como-calcular-la-distancia-al-horizonte#>.

Aguilera, C. (2024, 21 marzo). Teorema de Pitágoras: Qué es, algunas demostraciones y ejemplo de aplicación práctica - Smartick. *Smartick*.
<https://www.smartick.es/blog/matematicas/geometria/teorema-de-pitagoras/>

Del Estado de Hidalgo, U. A. (s. f.). *Boletín Científico :: UAEH*.
<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/sahagun/n6/a2.html>

Recursos, P. (2023, 23 julio). *¿Qué es la Tangente?* Profe Recursos.
<https://www.proferecursos.com/que-es-la-tangente/>

Seno, coseno, tangente. (s. f.).
<https://www.disfrutalasmaticas.com/seno-coseno-tangente.html>

File:GeometricDistanceToHorizon.png - *Wikimedia Commons*. (2011, 19 abril).
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:GeometricDistanceToHorizon.png>

colaboradores de Wikipedia. (2024, 3 mayo). *Horizonte*. Wikipedia, la Enciclopedia Libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/Horizonte>

que es y para que sirve el teodolito. (2018, 1 junio). Estacion Total. <https://www.estaciontotal.com.mx/que-es-y-para-que-sirve-el-teodolito/>

colaboradores de Wikipedia. (2024a, enero 16). *Teodolito*. Wikipedia, la Enciclopedia Libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/Teodolito>

Altura de un edificio usando la doble tangente - Matemáticas IES. (s. f.). <https://matematicasies.com/Altura-de-un-edificio-usando-la-doble-tangente>

Más, A. T. Y. (2017, 26 febrero). *Lo que se ve desde la torre de la Catedral Magistral de Alcalá de Henares*. Alcala Turismo y Mas. <https://alcalaturismoymas.com/torre-catedral-magistral-de-alcala-de-henares/>

colaboradores de Wikipedia. (2024c, mayo 16). *Cerro del Ecce homo*. Wikipedia, la Enciclopedia Libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Cerro_del_Ecce_Homo

colaboradores de Wikipedia. (2024d, mayo 20). *Alcalá de Henares*. Wikipedia, la Enciclopedia Libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Alcal%C3%A1_de_Henares

VIDEOS

Adriana Guzmán. (2021, 16 marzo). *Práctica: Teodolito casero* [Vídeo]. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=XnH2ku3LKCA>

Miguel SantaCiencia. (2022, 6 agosto). *Calculando distancia al horizonte (MUY FÁCIL)*

[Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=ErjtjhyW3cc>

EL EXCESO DE AZÚCAR EN LA DIETA

AUTOR/A: ZAIRA MUÑOZ CAMINO



IES ATENEA
Alcalá de Henares

Tutora: Elena Calvo Guzmán

Índice

1.- Resumen/Abstract	131
2.- Palabras clave/Key words	131
3.- Introducción y Justificación	132
4.- Objetivos.....	132
5.- Qué es el azúcar.....	132
6.- Dónde lo podemos encontrar en nuestro cuerpo.....	135
7.- Por qué es necesario	135
8.- Adicción	136
9.- Enfermedades	137
10.-Metodología.....	139
11.- Resultados.....	140
12.- Discusión, conclusiones y limitaciones	146
13.-Referencias bibliográficas	151
15.- Anexos.....	153

1.RESUMEN / ABSTRACT

En este trabajo se tratarán temas varios, tales como, qué es el azúcar y por qué lo necesitamos y cómo el abuso excesivo puede llegar a ser perjudicial para la salud. Se demostrará mediante prácticas en el laboratorio la cantidad de azúcar que contienen los productos alimenticios que consumimos habitualmente y de los cuales no somos conscientes, con una encuesta se estudiará el consumo de azúcar de cada persona, por rangos de edad y géneros, sabiendo así que parte de la sociedad conoce más acerca de esta sustancia y sabe en qué proporción consumirlo. Además se realizará una entrevista a un nutricionista (Álvaro Fernández Cardero), quien nos informará sobre los errores más habituales de la población en general a la hora de ingerir azúcar, cómo subsanarlos.

Con este trabajo se pretende hacer reflexionar a la población sobre cuanta cantidad consumen de azúcar, cuánto es el exceso y lograr concienciar a la población para una modificación de su dieta y mejorar hábitos alimenticios que sean más saludables, o asesorar como pueden ser sustituidos por otros azúcares más saludables.

This work will cover various topics, such as what sugar is and why we need it, and how excessive abuse can be harmful to our health. The amount of sugar contained in the food products that we consume on a regular basis and of which we are not aware will be demonstrated by means of practical exercises in the laboratory. A survey will be carried out to study the sugar consumption of each person, by age range and gender, in order to find out which part of society knows more about this substance and knows in what proportion to consume it. In addition, an interview will be conducted with a nutritionist (Álvaro Fernández Cardero), who will inform us about the most common mistakes made by the general population when it comes to consuming sugar, and how to correct them.

The aim of this work is to make the population reflect on how much sugar they consume, how much they consume in excess, and to raise awareness of the need to modify their diet and improve healthier eating habits, or to advise on how they can be replaced by other healthier sugars.

2.PALABRAS CLAVE / KEY WORDS

PALABRAS CLAVE: Azúcar, productos alimenticios, consumir, sociedad, enfermedades, salud pública.

KEYWORDS:sugar, foodstuffs, consumption, society, diseases, public health.

3.INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Se sabe de la existencia de la caña de azúcar por un almirante de Alejandro Magno (356-323 a.C.) llamado Nearco que la menciona en una expedición a la India. El azúcar formó parte del botín, junto con sedas y especias de diversos tipos. (Gómez Morales, L. et al, 2013). Desde su descubrimiento, ha estado presente en nuestra dieta y su consumo ha sido asociado con problemas de salud.

Hoy en día el azúcar es consumido por gran parte de la población y es enormemente apreciado por su cualidad de hacer más apetecibles los alimentos, por esto está creando una grave adicción en la sociedad, que puede llegar a ser igual o incluso peor que cualquier otra adicción, ya que se genera de manera inconsciente.

Este trabajo tiene como objetivo demostrar la cantidad de azúcar presente en productos que consumimos diariamente, que desconocemos que contienen azúcar y/o que no deberían llevarla. La idea de este trabajo surgió cuando mi madre empezó a estudiar su carrera de nutrición, al ver que cada vez aparecían productos nuevos con menos cantidad de azúcar y que muchos de ellos presentaban un sabor diferente al que estamos habituados, ahí fue cuando empecé a realizar la importancia del azúcar en los productos alimenticios, la gran mayoría de los productos contienen elevadas cantidades de azúcar y no somos conscientes de ello, pero realmente nos están perjudicando a la salud.

4.OBJETIVOS

4.1 GENERALES:

1. Reflexionar a cerca de la cantidad de azúcar libre que consume la población.
- 2.Dar a conocer el porqué limitar el consumo de azúcar puede ser beneficioso para la salud.

4.2 ESPECÍFICOS:

- 1.Conocer los efectos negativos de los azúcares simples y refinados sobre la salud.
- 2.Saber diferenciar entre el azúcar extrínseco e intrínseco.
- 3.Dar a conocer el principal problema de la adicción al azúcar y de su desconocimiento.

5.MARCO TEÓRICO

5. Qué es el azúcar

El término azúcar o azúcares suele emplearse para designar los diferentes monosacáridos y/o disacáridos que se caracterizan por tener un sabor dulce, aunque por extensión, se utiliza para hacer referencia a la práctica totalidad de los hidratos de carbono. Su fórmula química es: $C_{12}H_{22}O_{11}$; por lo cual está compuesto de carbono, hidrógeno y oxígeno. En las últimas

décadas, el 70% del azúcar del mundo se produce a partir de la caña de azúcar y el resto de la remolacha. (Gómez Morales, L., 2013)

5.1 Tipos de azúcar

Monosacáridos: También llamados azúcares simples, son las moléculas más sencillas que componen los glúcidos. Se nombran según la cantidad de carbonos(C) que tengan como por ejemplo: Triosas (3C), Tetrasas(4C), Pentosas (5C) figura 1, Hexosas (6C) figura 2

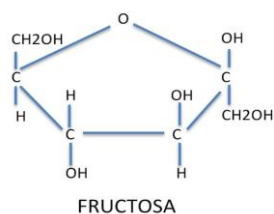


Figura 1: Ejemplo de una pentosa: Fructosa

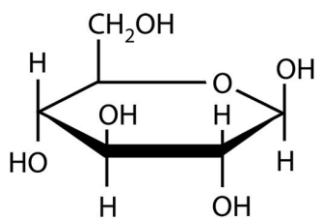


Figura 2: Ejemplo de una hexosa: Glucosa

Disacáridos: También llamados azúcares dobles, se forman cuando se unen dos monosacáridos iguales o distintos unidos por un enlace O-glucosídico. Destaca la lactosa, el azúcar presente en la leche y la sacarosa o azúcar de mesa. (Figuras 3 y 4)

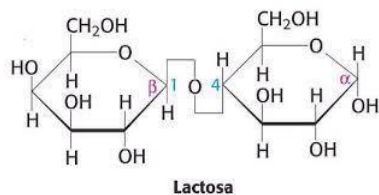


Figura 3: Ejemplo de disacárido: Lactosa

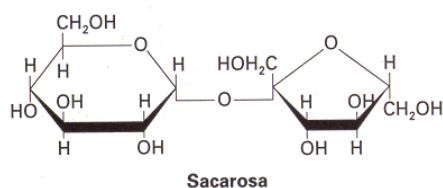


Figura 4: Ejemplo de disacárido: Sacarosa

Polisacáridos: son glúcidos complejos, formados por cientos o miles de monosacáridos, unidos mediante enlaces O-glucosídicos.

El glucógeno polisacárido de reserva energética de los animales, formado por cadenas ramificadas de glucosa (figura 5)

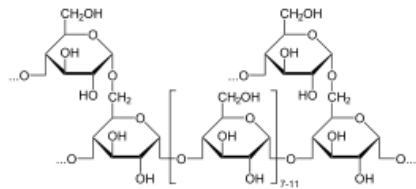


Figura 5: Ejemplo de polisacárido: Glucógeno

5.2 Azúcar químicamente hablando

5.2.1 Azúcar extrínseco

Al azúcar que se le conoce como sacarosa, es llamado también “azúcar extrínseco”, su estructura química es $C_{12}H_{22}O_{11}$, y es producida por un proceso químico múltiple del jugo de caña de azúcar o de la remolacha y en el que se ha eliminado toda la fibra y las proteínas, las cuales forman el 90 por ciento del total de la planta natural.

Como ya sabemos hay 2 tipos de azúcar, el blanco y el moreno; se suele decir que el moreno es más saludable que el blanco, pero y esto, ¿por qué es así?

El azúcar blanco experimenta un mayor refinado con procesos industriales como la carbonatación y decoloración, lo que resulta en un azúcar más purificado y de color blanco, contiene entre el 99 y 99.7 % de sacarosa, pero pierde todos sus nutrientes debido al refinado intenso y este ofrece un dulzor más limpio y puro.

El azúcar moreno experimenta un refinado menos intenso, conservando parte de los componentes presentes en el jugo de caña de azúcar, lo que le otorga su color y sabor característicos, contiene entre el 85 y el 95 % de sacarosa, este conserva vitaminas del grupo B, calcio, magnesio, sodio y potasio, siendo más nutritivo que el azúcar blanco y este posee matices de sabor más complejos, con notas de caramelo y regaliz, debido a los componentes que conserva. El principal problema que ocurre hoy en día en los supermercados, es que la Industria Alimentaria no nos vende azúcar moreno natural, sino que no vende azúcar refinado mezclado con melaza (azúcar sometido a tratamiento térmico para hacer caramelo) que proporciona color y sabor al azúcar refinado.

Ambos azúcares tienen índices glucémicos muy similares, alrededor de 64-65, lo que significa que afectan a los niveles de azúcar en sangre casi de la misma manera.

5.3 Azúcar intrínseco

Son los azúcares presentes en los alimentos de forma natural, sobre todo en frutas y verduras. Estos azúcares están unidos a fibras por lo que entran mas despacio al torrente sanguíneo, evitando picos de azúcar en sangre. Se le considera azúcar saludable, no son calorías vacías, ya que aportan vitaminas y minerales; por ejemplo: la lactosa en la leche, la fructosa en la fruta y miel, la maltosa en la cebada...

6. Dónde lo podemos encontrar en nuestro cuerpo

El azúcar comúnmente lo podemos encontrar en la sangre, también llamado como glucosa en sangre. Los seres humanos almacenamos la glucosa en forma de glucógeno, situado en el hígado. De manera que cuando nuestro cuerpo necesita mucha energía en un determinado momento, o no consigue la suficiente glucosa de los alimentos, el glucógeno se descompone (son glucosas unidas entre sí), y así le proporciona al cuerpo la energía que necesita.

6.1 Reacción de nuestro cuerpo al ingerir azúcar

Al consumir carbohidratos (glúcidos), estos viajan hasta el intestino delgado, donde hay enzimas que lo descomponen en sus moléculas, como por ejemplo en fructosa y glucosa

La glucosa sufre el proceso de la glucólisis, que sucede en el citoplasma (medio acuoso de la célula), esta se rompe y obtenemos 2 piruvatos, en este proceso se pueden presentar 2 situaciones; si no hay presente oxígeno pasará a un proceso anaeróbico llamado fermentación, la cual puede ser alcohólica (levadura) o láctica (agujetas de los músculos); si hay presente oxígeno se pasará a la respiración celular, por el ciclo de krebs y de este a la fosforilación oxidativa, ambos procesos ocurren en la mitocondria.

El principal objetivo de estos procesos es conseguir ATP (energía).

7. Por qué es necesario

El azúcar en forma de glucosa juega un papel importante porque es la principal fuente de energía de nuestro organismo. Cuando comes alimentos que contienen carbohidratos, como frutas, verduras, cereales y productos lácteos, tu cuerpo descompone estos carbohidratos en glucosa durante la digestión. Esta glucosa es transportada a través de la sangre y absorbida en las células, donde inmediatamente se convierte en la principal fuente de energía. La glucosa no sólo proporciona energía, sino que también es importante para el metabolismo celular, ya que como por ejemplo, el cerebro depende especialmente de la glucosa para su correcto funcionamiento. Alrededor del 20% de la energía total del cuerpo llega al cerebro. La glucosa proporciona la energía necesaria para mantener la función cognitiva, la concentración y la memoria. El cuerpo humano tiene mecanismos avanzados para regular los niveles de azúcar en sangre. Hormonas como la insulina y el glucagón juegan un papel importante en este proceso. Después de una

comida, los niveles de azúcar en sangre aumentan, lo que estimula la secreción de insulina del páncreas. Esta hormona hace que las células absorban la glucosa de la sangre y la utilicen como energía o la almacenen como glucógeno en el hígado y los músculos. El azúcar es importante, pero es necesario equilibrar su ingesta. El exceso de azúcar, especialmente añadido a los alimentos procesados, puede tener efectos negativos para la salud, como aumento de peso, resistencia a la insulina, diabetes tipo 2 y otros problemas metabólicos. Por ello, para mantener un estilo de vida sano y equilibrado se recomienda consumir azúcar de fuentes naturales como frutas y verduras y controlar la ingesta de azúcares añadidos.

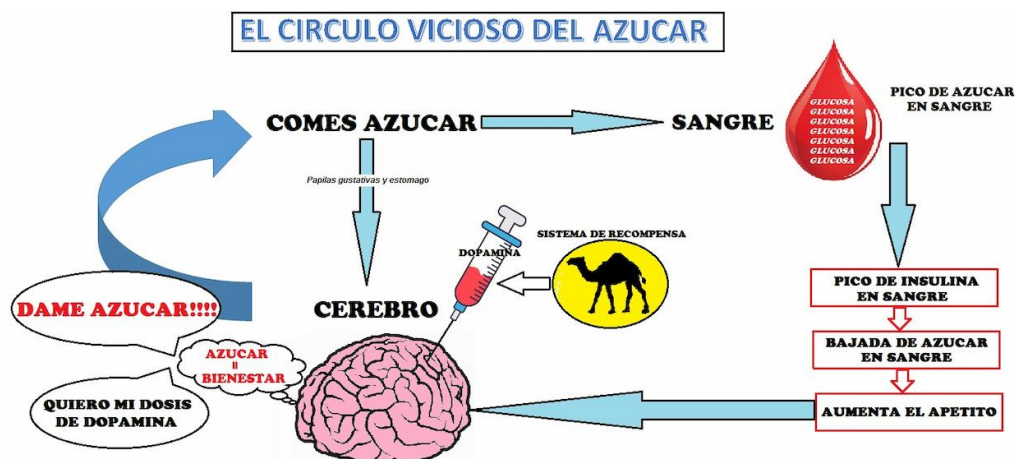
8. Adicción

El azúcar cada vez está más presente en los alimentos que consumimos, sobre todo los azúcares añadidos, ya que los alimentos que lo contienen son más apetecibles, esto se debe al placer que nos genera el sabor dulce, ya que nos activa ciertos mecanismos similares a los de las drogas, tales como una mayor secreción de acetilcolina y dopamina en el núcleo. Esta dopamina, también conocida como la hormona de la felicidad, es un tipo de neurotransmisor que produce una sensación de placer, tranquilidad y en algunos casos euforia; por lo que si experimentamos una gran sensación de placer. (de Hita García, L. V. 2022, agosto 4).

En el caso del azúcar se produce una activación del sistema de recompensa (también se sobre activa con drogas, sexo, socialización...). Este sistema de recompensa basa su funcionamiento en la liberación de dicha dopamina. Tu cerebro ama la dopamina porque le produce bienestar y actúa como un niño, por eso te pedirá que repitas las conductas que te hacen liberarla, en este caso la ingesta de azúcar.

Cuando el sistema de recompensa se sobre activa: se producen pérdidas de control, deseo y aumenta la tolerancia a la sustancia en cuestión, el azúcar. La liberación brusca de dopamina hace que nuestras neuronas, nuestro cerebro, se haga tolerante a esta de forma que cada vez necesitará más azúcar para recibir la misma satisfacción. Al final entramos en este círculo vicioso que nos lleva al sobrepeso y problemas de salud. (Alcaraz, S. 2020)

También es cierto que ningún alimento está compuesto únicamente por azúcar, suelen ser combinaciones con otros ingredientes, por lo que no somos adictos al azúcar como tal, somos adictos a las combinaciones que con este se pueden hacer, en especial al azúcar combinado con la grasa; galletas, pasteles, brownies, que comúnmente se suelen conocer como alimentos azucarados.



Adicción en las bebidas energéticas

Las bebidas energéticas contienen un alto nivel de azúcar y cafeína, que estimula el cerebro y aumenta la actividad y el rendimiento, reduciendo la sensación de fatiga, estas bebidas cada día están más presentes entre los jóvenes y estudiantes.

El consumo de estas puede ser bastante perjudicial, aumenta el riesgo de tener taquicardia, ansiedad, nerviosismo y mal descanso por su alto de cafeína, además contienen altas cantidades de azúcar (una lata de monster contiene 60g de azúcar), lo que suele duplicar la cantidad de azúcar que necesitamos ingerir al día.

Este tipo de bebidas afectan al sistema nervioso central y cardiovascular, su consumo abusivo tiene una relación directa con patologías como la hipertensión, osteoporosis y pérdida de masa ósea, además de otras enfermedades cardiovasculares. (Atmosfera, C. T. 2022)

9. Enfermedades

Un consumo de azúcar adecuado, nos proporciona la energía necesaria para que nuestro organismo pueda realizar las funciones vitales, sin embargo, el consumo excesivo de éste, nos puede provocar diversas patologías, tales como:

9.1 Diabetes tipo II

Es el tipo más común de diabetes, esta enfermedad sucede cuando el nivel de azúcar en sangre es demasiado alto.

La insulina es la hormona producida por el páncreas, esta ayuda a que la glucosa entre a las células y la utilicen como energía. Con la diabetes tipo 2, el cuerpo no produce la suficiente insulina o no la usa bien; por lo que demasiada glucosa se queda en la sangre y no llega la suficiente a las células.

El exceso de consumo de azúcar y alimentos ricos en azúcares puede resultar en un incremento de los niveles de azúcar en sangre. Este fenómeno podría agotar de forma más rápida las

reservas de insulina del páncreas, posiblemente desencadenando la aparición de la diabetes.

9.2 Caries dentales

Las caries es una enfermedad infecciosa, esta consiste en la destrucción de los tejidos duros dentales por la presencia de bacterias.

Esta enfermedad esta presente en casi un 90% de adultos del mundo y entre el 60% y 90% de los niños.

El azúcar está estrechamente unido a la aparición de las caries, ya que puede producir un aumento en la placa bacteriana acumulada en la boca, estas bacterias forman un ácido, utilizado para descomponer las comidas y bebidas que contienen azúcar, este ácido desmineraliza el esmalte de los dientes, en esta superficie se formarán grietas y surcos facilitando la entrada de bacterias y la proliferación de más placa bacteriana. Esta placa bacteriana acumulada en la boca también puede producir inflamación de las encías, desencadenando en sensibilidad dental y favoreciendo la aparición de enfermedades periodontales.

9.3 Sobrepeso

Si consumimos más azúcar del necesario, nuestro cuerpo comenzará a almacenarlo en forma de grasa, aumentando así nuestro peso. El exceso de azúcar puede producir un incremento de calorías que puede acabar en un aumento de peso, y este acabar en un aumento de la presión arterial.

El azúcar que no necesitamos tarda en convertirse en grasa de 1 a 4 horas de su ingestión

9.4 Hipertensión

El consumo elevado de azúcar aumenta el nivel de tensión de nuestras arterias, frecuencia cardiaca, retiene el sodio, lo que conlleva a la retención de líquidos y resistencia vascular periférica. Todo hace que el riesgo de una enfermedad cardiovascular aumente.

Siempre se ha creído que la cantidad de sal que aportábamos era el factor que determinaba nuestra presión arterial, pero estudios recientes muestran una estrecha relación entre el consumo de bebidas azucaradas y el aumento de la presión arterial. Como se ha dicho antes, al aumento de la ingesta de azúcar al convertirse en grasa puede desencadenarse en la subida de la presión arterial

No esta totalmente clara la forma en la que el azúcar actúa sobre la presión arterial, se cree que su ingesta disminuye las concentraciones de oxido nítrico en la sangre, que es un elemento vasodilatador que si no está presente, las arterias se contraen y el riesgo de hipertensión arterial aumenta.

10.METODOLOGÍA

El trabajo lo he estructurado en cuatro partes, la primera ha sido de revisión bibliográfica en la que he ido leyendo artículos y seleccionando la información requerida para poder obtener toda la información necesaria.

Una segunda en la que he recopilado información de la población a través de una encuesta, esta se ha realizado mediante Google formularios, las preguntas se han ido buscando en encuestas realizadas previamente por universidades, laboratorio y alguna que he considerado oportuna. Una vez las preguntas estaban seleccionadas, se dio paso a formar la encuesta y enviarla mediante grupos de difusión de la aplicación WhatsApp. La han contestado un total de 134 personas divididas en rangos de edad de 15-25 años, 26-40 años, 41-55 años y mayores de 55 años, y separados por géneros, masculino y femenino. Las preguntas realizadas en la encuesta están adjuntas en el anexo.

Una tercera parte, en la cual he obtenido información mediante la entrevista, la cual comenzó contactando con el nutricionista, se fueron buscando preguntas en antiguas entrevistas hechas a otros nutricionistas, una vez la selección de preguntas estaba hecha se concretó una fecha con Álvaro Fernández Cardero, el nutricionista, y se realizó una videollamada mediante WhatsApp y se fue tomando nota de lo que Álvaro Fernández Cardero iba contando, y después con su ayuda se fueron desarrollando todas las respuestas. La entrevista ha sido estructurada por partes, la primera parte ha sido información sobre el nutricionista; como se llama, dónde ha estudiado, a qué se dedica...; la segunda parte es información general sobre el azúcar y su consumo, la tercera trata sobre la adicción al azúcar, la cuarta parte habla sobre los riesgos que tiene el alto consumo de azúcar para la salud y la última parte es una pregunta al nutricionista de opinión personal. Las preguntas de la entrevista están adjuntas en el anexo

Las practicas se realizaron en el laboratorio de biología del IES Atenea, para ellas se utilizaron una serie de alimentos (concretados anteriormente con la tutora del trabajo), siguiendo el guion que se muestra a continuación.

- 1 Objetivos: Conocer los gramos de azúcar en productos cotidianos.

- 2 Materiales

- Báscula dune

- Vaso de precipitados

- cucharilla

- azúcar

- móvil o cámara

3 Procedimiento

3.1 Se ha mirado el azúcar que contenía cada alimento en la tabla nutricional de producto, si no sale la cantidad de azúcar exacta que tiene cada producto se ha de calcular en base a los datos que te dan. (suele ser por 100ml o 100g)

3.2 Poner el vaso de precipitados en la báscula y tararla

3.3 Pesar la cantidad de azúcar de cada alimento que hemos obtenido en el paso 1

3.4 Fotografiar el producto junto a la cantidad de azúcar pesada, en un fondo negro hecho con una cartulina

4 Resultados: Se analizarán en el apartado de resultados

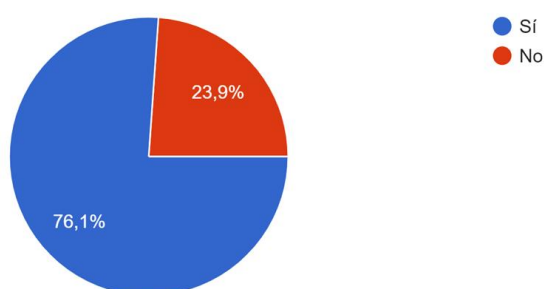
Los alimentos seleccionados, se han elegido en base a el desconocimiento de la alta cantidad de azúcar de estos productos, ya que se era consciente de que tenían azúcar pero no tanta.

11.RESULTADOS

1. **Encuesta** (se mostrarán a continuación los datos más relevantes, todos los resultados estrán en el apartado de anexos, en el anexo 1)

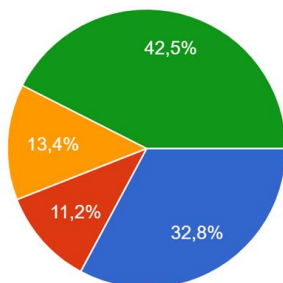
¿Crees que el azúcar es necesario para vivir?

134 respuestas



Indica cual es la correcta

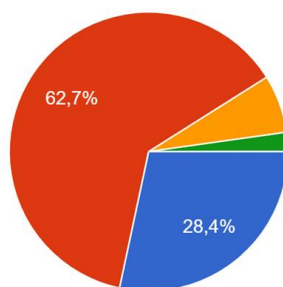
134 respuestas



- Los productos light tienen azúcar pero menos porcentaje en grasa
- Los productos light no tienen azúcar pero el mismo porcentaje de grasa
- Los productos light no tienen ni azúcar ni grasa
- Ninguna es correcta

¿Cuál de estas es la cantidad de azúcar que deberíamos ingerir al día?

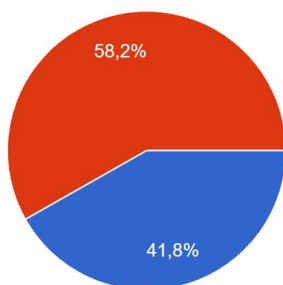
134 respuestas



- 40g
- 25g
- 50g
- 70g

Indica si es verdadero o falso: Los edulcorantes son una buena opción para sustituir el azúcar.

134 respuestas



- Verdadero
- Falso

0

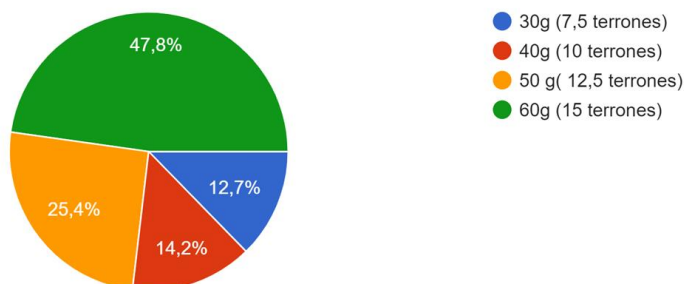
50

100

150

¿Cuántos g de azúcar contiene una Monster?

134 respuestas



2. **Entrevista** (la entrevista al completo está adjunta en el apartado de anexos en el anexo 2)

¿Me puede explicar qué tipos de azúcares consumimos a diario? ¿A través de qué alimentos?. Tipos de azúcares, ¿cuáles son los peores y cuáles son los mejores?

Según la OMS existen diferentes fuentes de azúcar. Por un lado estarían los azúcares libres, que son los que se aconseja reducir, ya que estos proceden de los azúcares que añadimos en los platos, de los alimentos ultraprocesados a los que añaden también azúcar o de otras fuentes como los zumos, los refrescos azucarados, la miel... La OMS diferencia los azúcares libres de los azúcares intrínsecos, que son aquellos que están presentes de forma natural en algunos alimentos y que son fuentes saludables de azúcares, como los lácteos, las frutas o las verduras. En España se han llevado a cabo algunos estudios como el estudio ANIBES en el que se observó que en nuestro país los principales alimentos ricos en azúcares libres eran los refrescos azucarados, el azúcar de mesa, la bollería y otros productos de pastelería, mientras los alimentos ricos en azúcares intrínsecos que más consumimos son las frutas y los lácteos.

¿Por qué se debe limitar el consumo de edulcorantes, si no tienen calorías?

Porque hay que educar al paladar para que aprenda a disfrutar de los sabores de los alimentos sin necesidad de añadirle edulcorantes o sal. Si acostumbramos a los niños a sabores tan dulces luego cuando les ofrecemos frutas o verduras que no tienen un sabor tan pronunciado es posible que no les guste o que les guste menos en comparación con un postre edulcorado o un refresco. Además, en muchas ocasiones esos edulcorantes suelen añadirse en alimentos que no son

opciones muy saludables.

¿Qué beneficios proporciona el consumo de azúcar al organismo?

El azúcar, especialmente la glucosa, es importante para obtener la energía que nuestro cuerpo necesita para funcionar. De hecho, existen algunas células del cuerpo que se alimentan exclusivamente de glucosa, como es el caso de los glóbulos rojos de la sangre (los eritrocitos). Las neuronas por ejemplo tienen una clara preferencia por la glucosa para utilizarla como fuente de energía, aunque puedan utilizar otras fuentes. Además, los azúcares también cumplen una función muy importante cuando nos movemos, sobre todo cuando realizamos ejercicios de alta intensidad ya que son una fuente rápida de obtención de energía.

¿Cómo podemos reducir el consumo de azúcar?

Si estamos muy acostumbrados al sabor dulce yo aconsejaría ir reduciéndolo poco a poco. Por ejemplo, si solemos añadir 3 cucharaditas de cola-caó a la leche podemos ir reduciendo la cantidad o cambiando una de las cucharaditas por algo que también aporte sabor y que sea más saludable, como el cacao puro. Otra opción es intentar aumentar el consumo de frutas y hacer intercambios o reformular algunos platos utilizando frutas para dar ese sabor dulce. Los edulcorantes también se pueden utilizar (de forma ocasional), pero como he comentado antes creo que no es lo ideal ya que es mejor educar al paladar para que se acostumbre al sabor dulce de las frutas y de otros alimentos más saludables.

Por tanto, ¿qué es más recomendable, endulzar con miel en lugar de azúcar? Ambas opciones son similares cuando tenemos en cuenta el total de la dieta. Es cierto que la miel puede contener en proporción menos azúcar (ya que por 100g tiene más agua) y, aunque contenga algunos minerales y vitaminas, la cantidad por 100 g es despreciable. Además, la miel se considera una fuente de azúcares libres. Teniendo en cuenta que la cantidad diaria que se aconseja tomar de azúcares libres es baja, no aportaría prácticamente ningún otro nutriente al cómputo total de nuestra dieta.

3. **Práctica** (El resto de imágenes de la práctica están en el apartado de anexos, en el anexo 3)



Actimel, 11g de azúcar (11g por cada 100ml)



Monster (bebida energética), 60g de azúcar (60g por 500ml)



Galletas Tostita 45g de azúcar en 36 galletas (20g por cada 100g)



Zumo de piña juver, 10g de azúcar (4,8g por cada 100ml)



Potito Nestlé, 5g de azúcar (2,7g por cada 100g)



ColaCao original, 19g de azúcar por taza

Producto	Cantidad de azúcar
Monster	60g (60g por cada 500ml)
Galletas TostaRica	45g en 36 galletas (20g por cada 100g)
Actimel	11g (11g por cada 100ml)
ColaCao	19g por taza
Potito Nestlé	5g (2,7g por cada 100g)
Zumo de piña juver	10g (4,8g por cada 100ml)

12. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y LIMITACIONES.

12.1 ENCUESTA

¿Crees que el azúcar es necesario para vivir?

Con esta pregunta hemos podido observar que aproximadamente 32 de las 134 personas encuestadas creían que el azúcar no es necesario para vivir, las cuales están en un rango de edad de 26-40 años. La mayoría de adolescentes han votado que si es necesario, observamos así que la juventud está bien informada, puesto que se les proporciona una amplia información en los centros educativos.

¿Cuál de estas es la cantidad de azúcar que deberíamos ingerir al día?

El 37,3% de las personas han respondido de forma incorrecta esta pregunta, podemos deducir que ese 37,3% este ingiriendo más cantidad de azúcar de la que deberían, pensando que están tomando la adecuada. Gran parte de del porcentaje restante son mayores de 55 años, por tanto el desconocimiento de las personas de edad adulta puede venir dado por la falta de información cuando estas personas eran jóvenes, ya que el nutriscore por ejemplo no estaba señalado en los productos.

Indica cual es la correcta

- **Los productos light tienen azúcar pero menos porcentaje en grasa**
- **Los productos light no tienen azúcar pero el mismo porcentaje de grasa**
- **Los productos light no tienen ni azúcar ni grasa**
- **Ninguna es correcta**

Aquí podemos ver que solo han acertado la pregunta 44 personas de las 134 encuestadas. Lo que quiere decir que el 67% no saben que están comprando cuando compran un producto light. Muchos de ellos suelen pensar que cuando se compra un producto light es que el producto tiene menos cantidad de azúcar o menos azúcar y grasa, pero realmente un producto light lo que tiene es la misma cantidad de azúcar y menos porcentaje en grasa. Según algunos estudios, los productos light son un engaño y no sirven para adelgazar, ya que lo que suelen hacer en este tipos de productos es bajarle la cantidad en grasa e incrementársela en azúcar para que no pierda su sabor, o bien en algunos otros casos bajarle un poco la cantidad del azúcar pero aumentarla en las grasas, por lo que en ningún caso son productos recomendables.

Indica si es verdadero o falso: Los edulcorantes son una buena opción para sustituir el azúcar.

El 41,8 % de las personas piensan que los edulcorantes son una buena opción para sustituir el

azúcar cuando, realmente no lo es, ya que como nos han comentado en la entrevista los edulcorantes, aunque, no contengan calorías, se suelen incluir en alimentos no saludables, utilizándolos como potenciador de sabor, haciendo así que alimentos saludables como la fruta y la verdura nos parezcan menos apetecibles.

De todos estos productos selecciona cuales tienen azúcares añadidos

Observamos que existe un gran desconocimiento sobre los productos que se suelen comprar habitualmente, ya que la gran mayoría de los productos seleccionados tienen azúcares añadidos y ninguna de las personas encuestadas ha tenido bien esta pregunta. En el caso de la bollería industrial, los zumos, las natillas y el chocolate, el gran número de personas es consciente de que estos productos contienen grandes cantidades de azúcar, por el contrario, aproximadamente el 40% no saben que el embutido contiene azúcar, al igual que las galletas saladas, las salsas o los platos precocinados.

¿Cuál de estas enfermedades es producida por el exceso de consumo de azúcar?

El 82,8% de las personas han tenido la respuesta correcta, por lo que estas 111 personas son conscientes de algunas de las muchas enfermedades que puede tener el consumo excesivo de azúcar, la segunda más seleccionada ha sido la diabetes tipo II, esta respuesta puede ser dada ya que esta enfermedad es muy común en la sociedad.

¿Crees que consumes más cantidad de azúcar al día de la que es recomendada?

El 40,3% de las personas encuestadas son conscientes de que consumen más cantidad de azúcar que la que el cuerpo necesita, mientras que el otro 59,7% piensan que sí. En dicha pregunta vemos que algunos encuestados no son conscientes de su ingesta de azúcar, ya que en preguntas anteriores han seleccionado que suelen consumir más de dos bebidas energéticas por día, que esto supone mas del doble de azúcar que deberíamos consumir, y luego poner que si consumen la cantidad adecuada de azúcar.

¿Cuántos g de azúcar tiene una Monster?

Viendo el gráfico podemos verificar que casi la mitad de las personas encuestadas son conscientes de la gran cantidad de azúcar que contiene este producto, lo curioso es que los grandes consumidores de estas bebidas son los jóvenes, pero estos además son conscientes de las cantidades de azúcar que contiene una Monster, por lo tanto consumen este tipo de bebidas sabiendo que, son perjudiciales para ellos.

12.2 ENTREVISTA

¿Me puede explicar qué tipos de azucars consumimos a diario?¿A través de qué alimentos?. Tipos de azucars, ¿cuáles son los peores y cuáles son los mejores?

Con la respuesta proporcionada, podemos observar que uno de los peores azúcares es el azúcar de mesa, también llamado sacarosa o azúcar libre, el que se encuentra en la comida precocinada, la bollería industrial, las bebidas energéticas y además por los datos analizados en la encuesta, es el más utilizado por las personas encuestadas.

¿Por qué se debe limitar el consumo de edulcorantes, si no tienen calorías?

Sacamos la conclusión, que aunque los edulcorantes no tengan calorías, estos suelen añadirse a productos que no suelen ser saludables, y además utilizándolos podemos potenciar sabores, haciendo que productos como la fruta nos gusten menos por no tener un sabor tan pronunciado como los productos a los que se les añaden los edulcorantes.

¿Qué beneficios proporciona el consumo de azúcar al organismo?

Es evidente que el azúcar no es malo, porque hay células que se alimentan solo de glucosa(células cerebrales), por lo que es un nutriente necesario para el organismo.

¿Cómo podemos reducir el consumo de azúcar?

El nutricionista nos propone ir rebajando la cantidad de azúcar poco a poco hasta que ya no añadamos más azúcar para endulzar; esto se debe ir haciendo progresivamente para ir acostumbrando al paladar poco a poco y no notar un cambio brusco en el sabor de los alimentos. También una buena opción sería aumentar el consumo de fruta, combinándolo en platos tradicionales con algo de fruta, para así darle un sabor mas dulce a estos alimentos de una forma mas saludable.

Por tanto, ¿qué es más recomendable, endulzar con miel en lugar de azúcar?

En este caso, da bastante igual ya que la cantidad de azúcar sera aproximadamente la misma, la miel tiene minerales y nutrientes, pero hablando en cantidades tan bajas, estos nutrientes y minerales no aportan prácticamente nada al organismo, por lo que daría igual endulzar con azúcar o miel.

12.3 PRÁCTICA

- **MONSTER:** viendo físicamente la cantidad de azúcar que tiene esta bebida, se puede sobreentender el porque de la adicción de los jóvenes a tomarla. Tiene mucha cantidad de azúcar, 55g, duplica la cantidad de azúcar recomendada para un adulto en un día.
- **GALLETAS TOSTARICA:** Observamos que tiene una cantidad muy elevada de azúcar, de ahí su sabor dulce característico y el porque sobretudo a los niños les gusta tanto, ya que el azúcar que contiene les produce adicción.

- ACTIMEL: Tiene una cantidad muy elevada de azúcar en proporción a la cantidad total del producto.
- COLACAO: Contiene unos 19g de azúcar por taza de ColaCao, es mucha cantidad de azúcar, tiene un sabor dulce que está muy relacionado con su proporción en azúcar.
- POTITO: No tiene mucha cantidad de azúcar en comparación con otros productos, pero al ser un alimento que consumen mayormente los bebés, se les acostumbra a un sabor dulce el paladar, esto puede hacer que más adelante no les guste o rechacen comer alimentos naturales como la fruta o la verdura.
- ZUMO DE PIÑA: Este producto es muy común verlo en los recreos de los colegios, ya que se tiene como un producto saludable, lo cierto es que no es tan saludable como parece, ya que al tener un sabor dulce a los niños les gusta mucho, sin embargo este producto contiene una alta cantidad de azúcar, casi la mitad de la que debería tomar un niño a lo largo del día.

Se ha visto, que muchos de los productos vendidos como “saludables”, realmente no lo son por su alto nivel de azúcar, a su vez, son muy comunes verlos en niños, sobre todo en los parques y recreos y los potitos en los bebés. Lo que se pretende dar a ver con esto, es que se está acostumbrando a los niños desde que son pequeños, al alto consumo de azúcar, creándoles una adicción a tempranas edades, motivo por el cual a los niños no les gusten otros alimentos mas saludables con menor cantidad de azúcar.

12.4 CONCLUSIÓN

Con la información obtenida, he podido comprobar que el azúcar consumido en exceso puede llegar a ser muy perjudicial para la salud ya que puede desencadenar múltiples enfermedades. No obstante cabe recalcar que la glucosa es necesaria para el organismo, pero de una forma moderada.

A través de la encuesta realizada, he observado que gran parte de la población no es consciente del azúcar que ingiere diariamente, ni la cantidad de azúcar que contienen los productos que consumen a diario. El objetivo de la entrevista y la práctica realizada, no ha sido otro que reflexionen sobre su consumo.

Es importante que se conozca que existe una adicción desmesurada a este nutriente, ya que gran parte de la población es adicta sin realmente ser consciente de ello. A su vez, a través de la entrevista y la parte bibliográfica se puede saber como diferenciar los azúcares extrínsecos e intrínsecos y aprender a como poder reducir el consumo de los extrínsecos. Además es

necesario comprender que se ha de limitar el consumo de azúcar para favorecer nuestra salud y no desencadenar alguna de las enfermedades que se puede producir por su excesivo consumo. Por medio de la encuesta y de la práctica he llegado a la conclusión que muchos productos consumidos habitualmente contienen una gran cantidad de azúcar y son vendidos con la etiqueta de “saludables”, mas común en alimentos infantiles, creándoles una adicción a los pequeños, desde bebés. Se les está acostumbrado el paladar al sabor dulce desde una temprana edad, lo que es un problema, porque en un futuro no querrán consumir nada más que estos productos, descartando alimentos más saludables, pero menos dulces. Muchos de estos alimentos se creen que son beneficiosos por el hecho de que puedan llevar fruta o verduras, pero al contener grandes cantidades de azúcar hace que no lo sean, y además de ser perjudiciales para la salud, les crea una adicción sin realmente saberlo.

Es muy importante concienciar a la población sobre el consumo de azúcar. Dando gran importancia a conocer los productos que consumimos habitualmente e intentando disminuir el consumo de los alimentos que tengan una gran proporción en azúcar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaraz, S. (2020, abril 12). Azúcar: adicción y cerebro. ingymTM. <https://ingym.es/azucar-adiccion-y-cerebro/>
- Alimentando el cambio. (s/f). Alimentando el Cambio. Recuperado el 2 de mayo de 2024, de <https://www.alimentandoelcambio.es/articulo/que-es-el-azucar-diferencias-entre-anadido-e-intrinseco>
- Atmosfera, C. T. (2022, octubre 20). Adicción a las bebidas energéticas. Centro Terapéutico Atmósfera Adicciones. <https://atmosferadicciones.es/adiccion-a-las-bebidas-energeticas/>
- Consumo excesivo de azúcar es riesgo potencial para la salud. (2015, enero 16). Gov.Py. <https://www.mspbs.gov.py/portal/19453/consumo-excesivo-de-azucar-es-riesgo-potencial-para-la-salud.html>
- de Hita García, L. V. (2022, agosto 4). Todo lo que Sabemos de la Adicción al Azúcar. ORBIUM ADICCIONES; ORBIUM. <https://orbiumadicciones.com/salud/adiccion-al-azucar/>
- Diabetes tipo 2. (s/f). National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. Recuperado el 2 de mayo de 2024, de <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/diabetes/informacion-general/que-es/diabetes-tipo-2>
- Glucógeno. (s/f). Kidshealth.org. Recuperado el 2 de mayo de 2024, de <https://kidshealth.org/es/teens/glycogen.html>
- Gómez Morales, L., Beltrán Romero, L. M., & García Puig, J. (2013). Azúcar y enfermedades cardiovasculares. Nutrición hospitalaria: órgano oficial de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral, 28, 88–94. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112013001000011
- La adicción por el azúcar: Qué es y cómo combatirla. (2021, agosto 16). LIMARP. <https://www.limarp.com/es/combater-adiccion-azucar/>
- Nubulus, E. (2022, agosto 23). El azúcar provoca caries: verdad o mito. Clínica Dr. Vilar; Clínica Dental Dr. JJ Vilar. <https://clinicadrvilar.com/el-azucar-provoca-caries-verdad-o-mito/>
- Qué es sacarosa. Diccionario médico. Clínica U. Navarra. (s/f). <https://www.cun.es>. Recuperado el 2 de mayo de 2024,
- López de Fez, C. M., Gaztelu, M. T., Rubio, T., & Castaño, A. (2004). Mecanismos de hipertensión en obesidad. Anales del sistema sanitario de Navarra, 27(2), 211–219.

https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272004000300006

Qué es sacarosa. Diccionario médico. Clínica U. Navarra. (s/f). <https://www.cun.es>. Recuperado el 21 de mayo de 2024, de <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/sacarosa>

Gràfic, G. G. D. (s/f). ¿Cómo se forma la caries? - Blog Salud Bucal. Dentaïd.es. Recuperado el 30 de mayo de 2024, de <https://www.dentaïd.es/blog/1296/como-se-forma-la-caries>

ANEXOS

ANEXO 1: ENCUESTA

1.1. PREGUNTAS DE LA ENCUESTA

- 1.1. ¿Crees que el azúcar es necesario para vivir?
- 1.2. ¿Cuál de estas es la cantidad de azúcar que deberíamos ingerir al día?
 - a) 40g
 - b) 25g
 - c) 50g
 - d) 70g
- 1.3. Si las recomendaciones son ingerir 1500KCal/ día aprox. ¿A cuántas kcal equivale 1g de azúcar?
 - a) 2 Kcal
 - b) 6Kcal
 - c) 10Kcal
 - d) 4Kcal
- 1.4. ¿Cuántos g de azúcar tiene un yogur azucarado?
 - a) 14g (3,5 terrones)
 - b) 16g (4 terrones)
 - c) 8g (2 terrones)
 - d) 10g (2,5 terrones)
- 1.5. ¿Cuántos g de azúcar contiene una Monster?
 - a) 30g (7,5 terrones)
 - b) 40g (10 terrones)
 - c) 50 g(12,5 terrones)
 - d) 60g (15 terrones)
- 1.6. ¿Qué tipo de azúcar utilizas con más frecuencia?
 - a) Azúcar morena
 - b) Azúcar blanca
 - c) Azúcar de origen natural (miel, stevia, sirope de agave, dátiles...)
- 1.7. ¿Cuántas cucharaditas de azúcar le echas a las bebidas?
 - a) Ninguna
 - b) 1-2 cucharaditas
 - c) 3-4 cucharaditas

d) Más de 4

1.8. ¿Qué tipo de bebidas consumes con más frecuencia?

a) Café/ té

b) Bebidas energéticas (Monster, Eneryeti, Red Bull...)

c) Batidos, Zumos (Brick)

d) Refrescos

e) Otros

1.9. ¿Con qué frecuencia las sueles tomar?

a) 1 vez por semana

b) 2-5 veces por semana

c) Más de 6 veces por semana

1.10. ¿Cuándo compras refrescos de que tipo los compras?

a) Normales

b) Lights

c) Sin azúcares

d) Sin cafeína

1.11. Indica cual es la correcta

a) Los productos light tienen azúcar pero menos porcentaje en grasa

b) Los productos light no tienen azúcar pero el mismo porcentaje de grasa

c) Los productos light no tienen ni azúcar ni grasa

d) Ninguna es correcta

1.12. Indica si es verdadero o falso: Los edulcorantes son una buena opción para sustituir el azúcar.

a) Verdadero

b) Falso

1.13. De todos estos productos selecciona cuales tienen azúcares añadidos

a) Leche

b) Embutido

c) Bollería industrial

d) Zumos

e) Natillas

f) Snaks

g) Galletas saladas

- h) Cacao en polvo
- i) Platos precocinados
- j) Chocolate
- k) Salsas
- l) Chicles sin azúcar
- m) Pan de molde

1.14. ¿Sueles cocinar en casa?

1.15. ¿Consumes alimentos precocinados frecuentemente?

1.16. ¿Cuál de estas enfermedades es producida por el exceso de consumo de azúcar?

- a) Diabetes tipo 2
- b) Caries dentales
- c) Sobrepeso
- d) Hipertensión
- e) Todas son correctas

1.17. ¿Tienes o conoces a alguien que padezca alguna enfermedad causada por el consumo excesivo de azúcar?

- a) No
- b) Diabetes tipo 2
- c) Hipertensión
- d) Caries
- e) Sobrepeso
- f) Otros

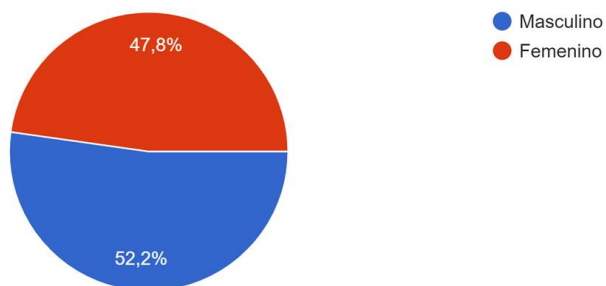
1.18. En caso de haber seleccionado "otros" indica cual

1.19. ¿Crees que consumes más cantidad de azúcar al día de la que es recomendada

1.2.RESULTADOS DE LA ENCUESTA

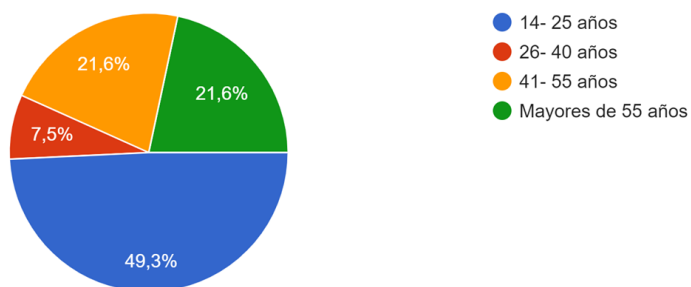
Sexo

134 respuestas



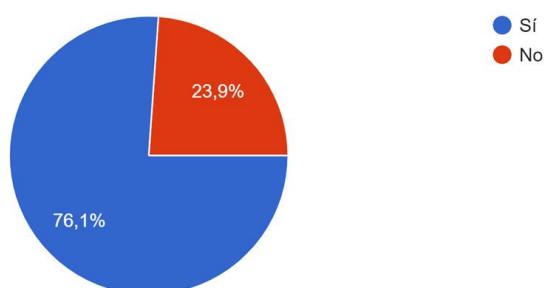
Edad

134 respuestas



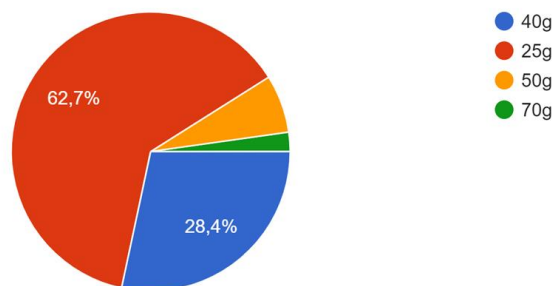
¿Crees que el azúcar es necesario para vivir?

134 respuestas



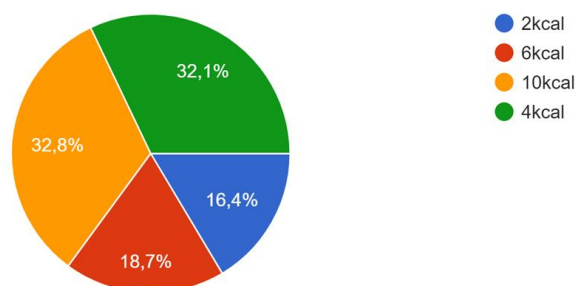
¿Cuál de estas es la cantidad de azúcar que deberíamos ingerir al día?

134 respuestas



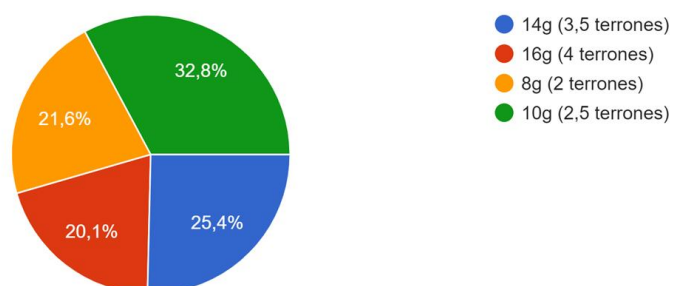
Si las recomendaciones son ingerir 1500KCal/ día aprox.¿A cuántas kcal equivale 1g de azúcar?

134 respuestas



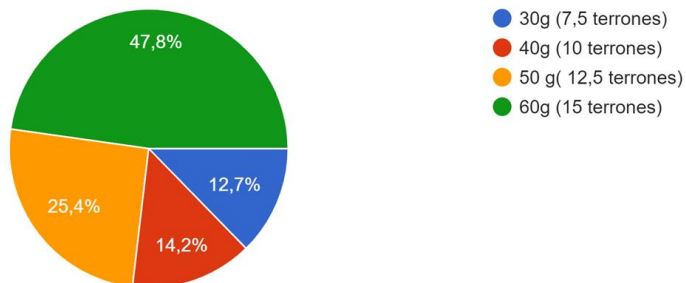
¿Cuántos g de azúcar tiene un yogur azucarado?

134 respuestas



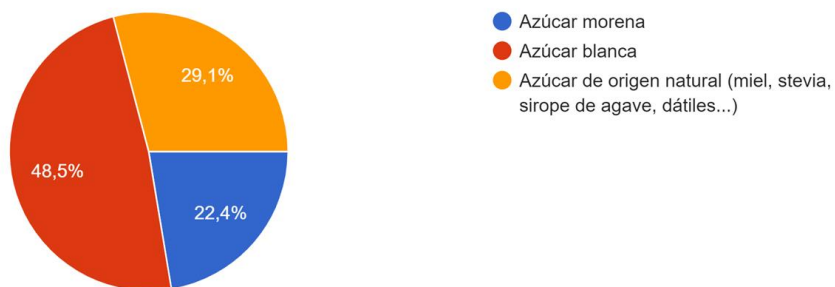
¿Cuántos g de azúcar contiene una Monster?

134 respuestas



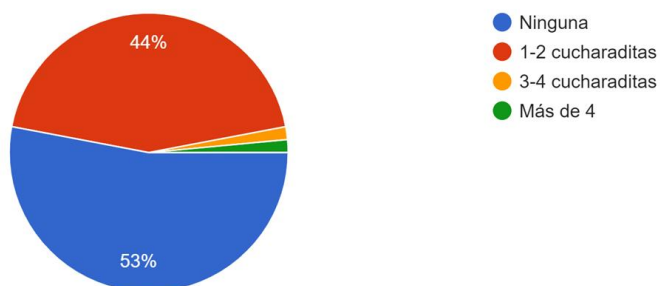
¿Qué tipo de azúcar utilizas con más frecuencia?

134 respuestas



¿Cuántas cucharaditas de azúcar le echas a las bebidas?

134 respuestas



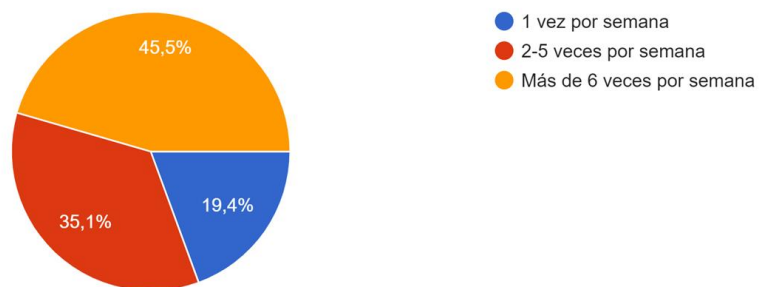
¿Qué tipo de bebidas consumes con más frecuencia?

134 respuestas



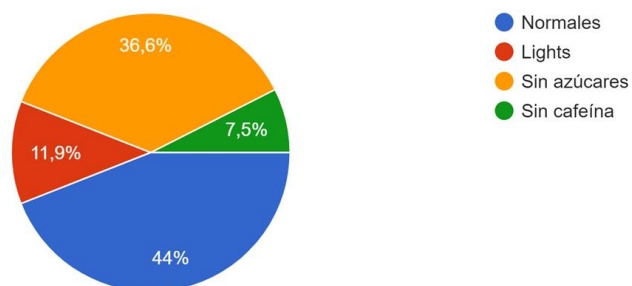
¿Con qué frecuencia las sueles tomar?

134 respuestas



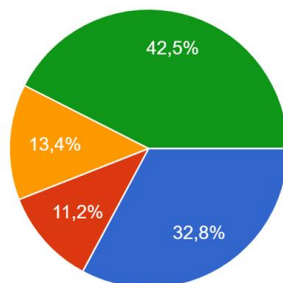
¿Cuándo compras refrescos de que tipo los compras?

134 respuestas



Indica cual es la correcta

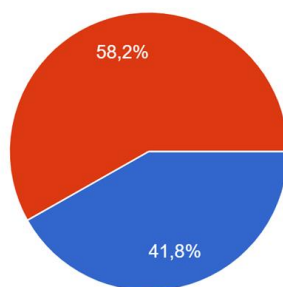
134 respuestas



- Los productos light tienen azúcar pero menos porcentaje en grasa
- Los productos light no tienen azúcar pero el mismo porcentaje de grasa
- Los productos light no tienen ni azúcar ni grasa
- Ninguna es correcta

Indica si es verdadero o falso: Los edulcorantes son una buena opción para sustituir el azúcar.

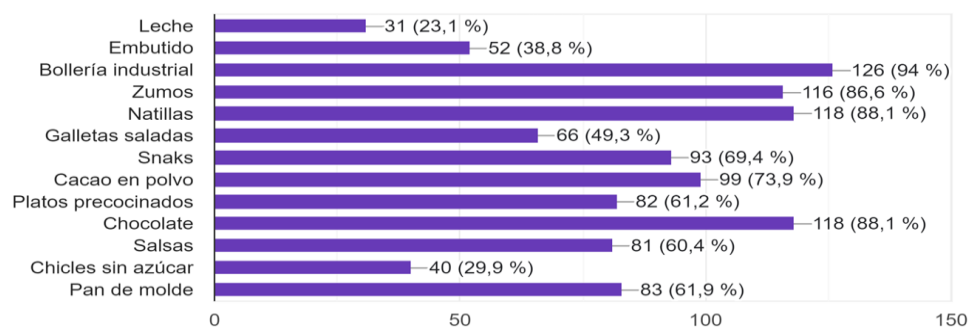
134 respuestas



- Verdadero
- Falso

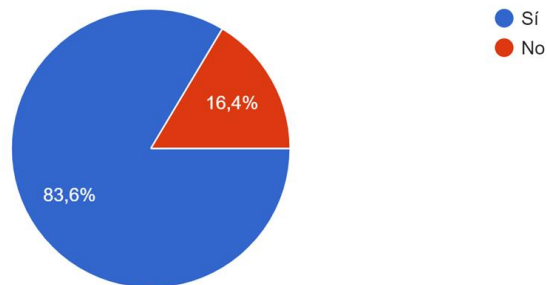
De todos estos productos selecciona cuales tienen azúcares añadidos

134 respuestas



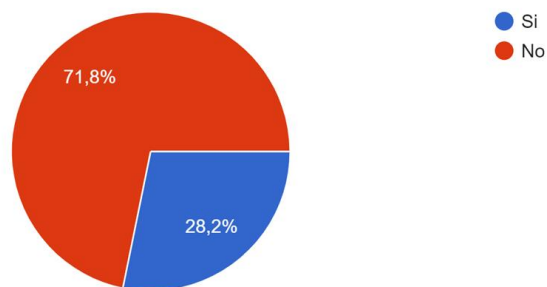
¿Sueles cocinar en casa?

134 respuestas



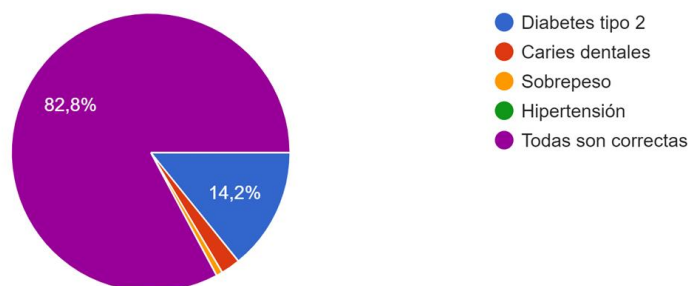
¿Consumes alimentos precocinados frecuentemente?

117 respuestas



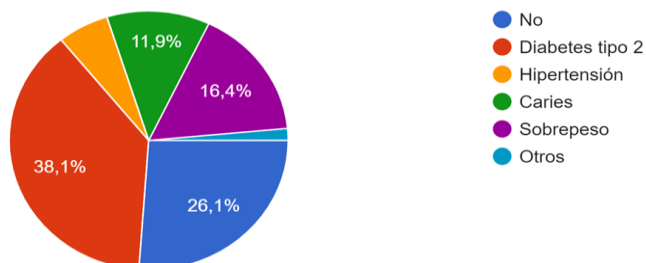
¿Cuál de estas enfermedades es producida por el exceso de consumo de azúcar?

134 respuestas



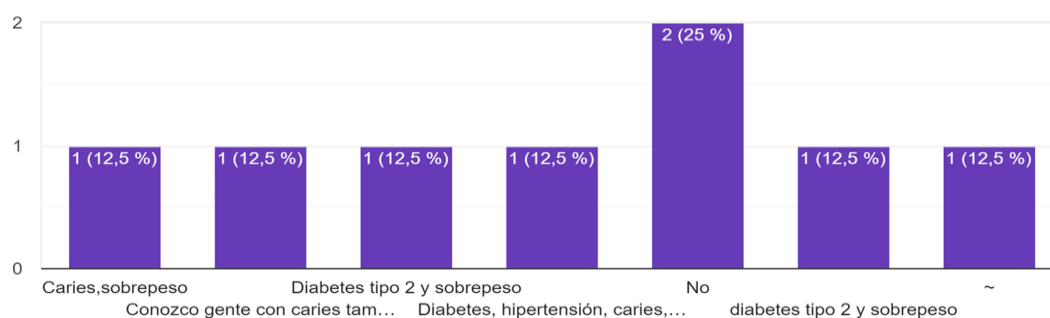
¿Tienes o conoces a alguien que padezca alguna enfermedad causada por el consumo excesivo de azúcar?

134 respuestas



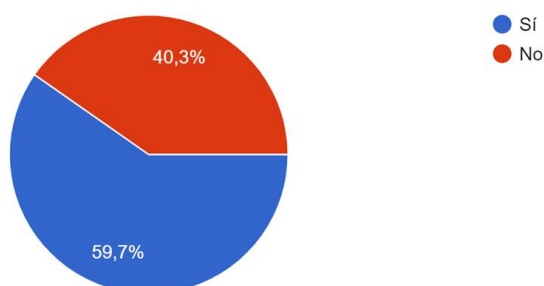
En caso de haber seleccionado "otros" indica cual

8 respuestas



¿Crees que consumes más cantidad de azúcar al día de la que es recomendada?

134 respuestas



ANEXO 2: ENTREVISTA

2.1. PREGUNTAS DE LA ENTREVISTA

1. ¿Cuánta azúcar debemos consumir a diario según la OMS?

2. ¿Me puede explicar qué tipos de azúcares consumimos a diario? ¿A través de qué alimentos?. Tipos de azúcares, ¿cuáles son los peores y cuáles son los mejores?
3. ¿Qué opinas sobre el consumo de bebidas energéticas y azucaradas en adolescentes?
- 4- El elevado consumo de azúcar, ¿Qué enfermedades pueden desencadenar?
5. -¿Nos podrías explicar cómo se podría evitar la Diabetes tipo II, tan frecuente en personas obesas?
6. ¿Por qué se debe limitar el consumo de edulcorantes, si no tienen calorías?
7. ¿Qué beneficios proporciona el consumo de azúcar al organismo ?
8. ¿Qué problema existe actualmente con el azúcar moreno?
9. ¿Crees que una alternativa a los edulcorantes es la Stevia?
10. ¿ Por qué tanto al azúcar libre como al alcohol, se les denominan Kcal vacías?
11. Por tanto, ¿qué es más recomendable, endulzar con miel en lugar de azúcar?
12. ¿Cómo podemos reducir el consumo de azúcar?
13. ¿Aplicar un impuesto a los productos azucarados ayudaría a reducir su consumo?
14. Qué reflexión nos darías sobre el consumo de azúcar.

2.2.RESULTADOS DE LA ENTREVISTA

Vamos a estructurar la entrevista en partes:

- Información general sobre el azúcar y el consumo.
- Adicción al azúcar (bebidas energéticas, edulcorantes, etc)
- Riesgos para la salud (enfermedades relacionadas, problemática para la población infantil...)
- alguna pregunta concreta de opinión personal (impuesto, reducción de azúcar en dieta, □
Última pregunta de reflexión personal...

Su nombre es Álvaro Fernández Cardero y es investigador predoctoral en el Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición (ICTAN) que pertenece al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Ha estudiado Nutrición Humana y Dietética en la Universidad Complutense de Madrid, el máster de Nutrición Humana y Dietética Aplicada en la misma universidad y antes que eso hizo el grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte en la Universidad de Castilla-La-Mancha.

1- ¿Cuánta azúcar debemos consumir a diario según la OMS?

La OMS recomienda que el consumo de azúcares libres sea inferior al 10% de la energía diaria que consumimos. Además, se podrían conseguir mayores beneficios en la salud si se redujera a

menos del 5% de la energía total. Por ejemplo, si una persona tiene unos requerimientos energéticos de 2000 kcal al día, debería consumir un máximo de 25 g de azúcares libres al día para obtener beneficios en la salud (el 5% de la energía total que necesita).

2-¿Me puede explicar qué tipos de azúcares consumimos a diario?¿A través de qué alimentos?. Tipos de azúcares, ¿cuáles son los peores y cuáles son los mejores?

Según la OMS existen diferentes fuentes de azúcar. Por un lado estarían los azúcares libres, que son los que se aconseja reducir, ya que estos proceden de los azúcares que añadimos en los platos, de los alimentos ultraprocesados a los que añaden también azúcar o de otras fuentes como los zumos, los refrescos azucarados, la miel... La OMS diferencia los azúcares libres de los azúcares intrínsecos, que son aquellos que están presentes de forma natural en algunos alimentos y que son fuentes saludables de azúcares, como los lácteos, las frutas o las verduras. En España se han llevado a cabo algunos estudios como el estudio ANIBES en el que se observó que en nuestro país los principales alimentos ricos en azúcares libres eran los refrescos azucarados, el azúcar de mesa, la bollería y otros productos de pastelería, mientras los alimentos ricos en azúcares intrínsecos que más consumimos son las frutas y los lácteos.

3-¿Qué opinas sobre el consumo de bebidas energéticas y azucaradas en adolescentes?

Creo que debería limitarse, especialmente cuando las bebidas tienen un alto contenido en cafeína. En Galicia por ejemplo se quiere prohibir la venta de bebidas energéticas en menores de edad y equipararla con el alcohol. En mi opinión deberían concienciar más a los padres y a los adolescentes del elevado consumo de azúcar que hay en nuestra dieta actualmente, solo con las prohibiciones no basta.

4- El elevado consumo de azúcar, ¿Que enfermedades pueden desencadenar?

Un alto consumo de azúcar se ha asociado con un mayor riesgo de padecer obesidad y de enfermedades crónicas como la Diabetes Mellitus tipo II o enfermedades cardiovasculares. Además, puede empeorar la salud bucodental ya que aumenta el riesgo de sufrir caries.

5-¿Nos podrías explicar cómo se podría evitar la Diabetes tipo II, tan frecuente en personas obesas?

Para prevenir el desarrollo de Diabetes tipo II es importante llevar una dieta saludable y tener una vida activa. Esto permitirá tener un porcentaje graso adecuado para nuestra edad y una masa muscular óptima. Por ejemplo, llevar una dieta mediterránea rica en frutas, verduras, legumbres y alimentos de origen vegetal podría reducir el riesgo de sufrir Diabetes tipo II y otras enfermedades ya que esos alimentos que están presentes en la dieta mediterránea en mayor medida tienen unos compuestos que se conocen como fitoquímicos y que han demostrado tener

efectos beneficiosos en la salud de las personas. Por otro lado, mantenerse activo no solo implica ir 2 o 3 veces por semana al gimnasio o a hacer ejercicio, si no también realizar actividad física en el día a día, por ejemplo, yendo a caminar al trabajo o al instituto, subir las escaleras en vez de coger el ascensor o realizar tareas que no impliquen estar sentado o tumbado durante mucho tiempo, como estar con el móvil en la cama o ver la televisión durante muchas horas. El ejercicio y la dieta pueden actuar de forma sinérgica, es decir, que el beneficio de ambos juntos es mayor que el beneficio que puedes obtener con el ejercicio o con una dieta saludable por separado. Creo que es necesario concienciar a la población de esto último, ya que con la edad las personas van realizando cada vez menos ejercicio físico e incluso personas de avanzada edad pueden realizar ejercicio aeróbico o de fuerza adaptado a sus condiciones.

6-¿Por qué se debe limitar el consumo de edulcorantes, si no tienen calorías?

Porque hay que educar al paladar para que aprenda a disfrutar de los sabores de los alimentos sin necesidad de añadirle edulcorantes o sal. Si acostumbramos a los niños a sabores tan dulces luego cuando les ofrecemos frutas o verduras que no tienen un sabor tan pronunciado es posible que no les guste o que les guste menos en comparación con un postre edulcorado o un refresco. Además, en muchas ocasiones esos edulcorantes suelen añadirse en alimentos que no son opciones muy saludables.

7-¿Qué beneficios proporciona el consumo de azúcar al organismo?

El azúcar, especialmente la glucosa, es importante para obtener la energía que nuestro cuerpo necesita para funcionar. De hecho, existen algunas células del cuerpo que se alimentan exclusivamente de glucosa, como es el caso de los glóbulos rojos de la sangre (los eritrocitos). Las neuronas por ejemplo tienen una clara preferencia por la glucosa para utilizarla como fuente de energía, aunque puedan utilizar otras fuentes. Además, los azúcares también cumplen una función muy importante cuando nos movemos, sobre todo cuando realizamos ejercicios de alta intensidad ya que son una fuente rápida de obtención de energía.

8-¿Qué problema existe actualmente con el azúcar moreno?

El problema que yo veo es que mucha gente se cree que es una alternativa más saludable que el azúcar, ya que muchos lo asocian con los alimentos integrales. Sin embargo, el azúcar moreno contiene prácticamente la misma cantidad de azúcar que el azúcar blanco y tampoco contiene una cantidad significativa de vitaminas o minerales como algunas personas creen.

9-¿Crees que una alternativa a los edulcorantes es la Stevia?

Creo que es una opción más si quieres edulcorar algún alimento, pero que debería usarse con

moderación. En mi opinión pasa lo mismo que con el azúcar moreno, la gente tiene la percepción de que es más natural porque se extrae de una planta y, por tanto, piensan que es más saludable. Aunque parezca una opción más natural, hay que tener en cuenta que la Stevia que se comercializa en España suele venir mezclada con otros edulcorantes como el eritritol y que, hasta donde yo sé, la planta como tal no se puede comercializar para su consumo directo en la Unión Europea. Además, muchos de estos edulcorantes tienen un poder edulcorante muy superior al del azúcar de mesa y la Stevia es entre 200 y 400 veces más dulce que el azúcar, por lo que no aconsejaría su consumo diario para evitar acostumbrar al paladar a un sabor tan dulce.

10-¿ Por qué tanto al azúcar libre como al alcohol, se les denominan Kcal vacías?

Porque aportan energía (Kcal) pero no tienen nutrientes de interés para salud como vitaminas o minerales. Por otro lado, el alcohol es tóxico para los humanos y se ha demostrado que produce cáncer, entre otras enfermedades.

11- Por tanto, ¿qué es más recomendable, endulzar con miel en lugar de azúcar?

Ambas opciones son similares cuando tenemos en cuenta el total de la dieta. Es cierto que la miel puede contener en proporción menos azúcar (ya que por 100g tiene más agua) y, aunque contenga algunos minerales y vitaminas, la cantidad por 100 g es despreciable. Además, la miel se considera una fuente de azúcares libres. Teniendo en cuenta que la cantidad diaria que se aconseja tomar de azúcares libres es baja, no aportaría prácticamente ningún otro nutriente al cómputo total de nuestra dieta.

12-¿Cómo podemos reducir el consumo de azúcar?

Si estamos muy acostumbrados al sabor dulce yo aconsejaría ir reduciéndolo poco a poco. Por ejemplo, si solemos añadir 3 cucharaditas de cola-caó a la leche podemos ir reduciendo la cantidad o cambiando una de las cucharaditas por algo que también aporte sabor y que sea más saludable, como el cacao puro. Otra opción es intentar aumentar el consumo de frutas y hacer intercambios o reformular algunos platos utilizando frutas para dar ese sabor dulce. Los edulcorantes también se pueden utilizar (de forma ocasional), pero como he comentado antes creo que no es lo ideal ya que es mejor educar al paladar para que se acostumbre al sabor dulce de las frutas y de otros alimentos más saludables.

13- ¿Aplicar un impuesto a los productos azucarados ayudaría a reducir su consumo?

Puede ser una buena iniciativa para desincentivar el consumo de estos alimentos, pero creo que no afecta a todas las personas por igual. En España se subió hace unos años el IVA de los refrescos azucarados desde el 10% hasta el 21% y se ha visto que donde más se ha reducido el consumo es en los hogares con menores ingresos. Es cierto que las personas con un nivel

económico más bajo también suelen estar expuestas a hábitos de vida menos saludables, pero creo que a la vez que se desincentiva la compra de productos azucarados habría que tomar medidas para reducir el precio de las frutas, las verduras, los frutos secos o las legumbres para que todo el mundo tenga acceso a estos alimentos.

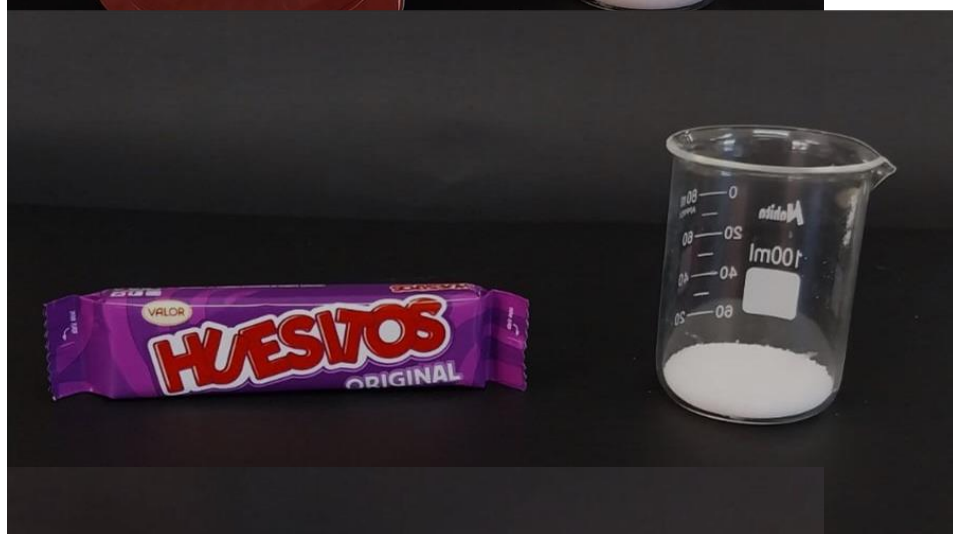
14-Qué reflexión nos darías sobre el consumo de azúcar.

Yo creo que el azúcar solo no es el gran problema de nuestra dieta actual. Antes se intentaba culpar del aumento de la obesidad al consumo de grasas y ahora parece que la tendencia va a culpabilizar al azúcar. El problema no está en un solo nutriente si no en la dieta que llevamos actualmente. Creo que el exceso de azúcar puede hacer que algunos alimentos poco saludables se consuman con más frecuencia, al igual que se ha visto con el exceso de sal o de grasas saturadas. En mi opinión el foco debe ponerse en el conjunto de nuestra alimentación actual y de nuestros hábitos de vida, que han cambiado mucho en los últimos tiempos. Desde hace 40 años hemos dejado de lado el patrón dietético mediterráneo y todos los estudios nos están diciendo que es uno de los más saludables que existen... También hemos pasado de tener trabajos activos y de movernos a estar prácticamente todos los días sentados en una oficina o en una clase. Creo que deberíamos replantearnos muchas cosas, no solo el consumo de azúcar actual. Por ejemplo, lo de incentivar el consumo de alimentos saludables (frutas, verduras, legumbres...) no tiene como único objetivo reducir el consumo de azúcares libres, si no también puede incrementar la ingesta de vitaminas, minerales, fibra y otros fitoquímicos que pueden reducir el riesgo de padecer enfermedades como el cáncer o la diabetes tipo II.

ANEXO 3

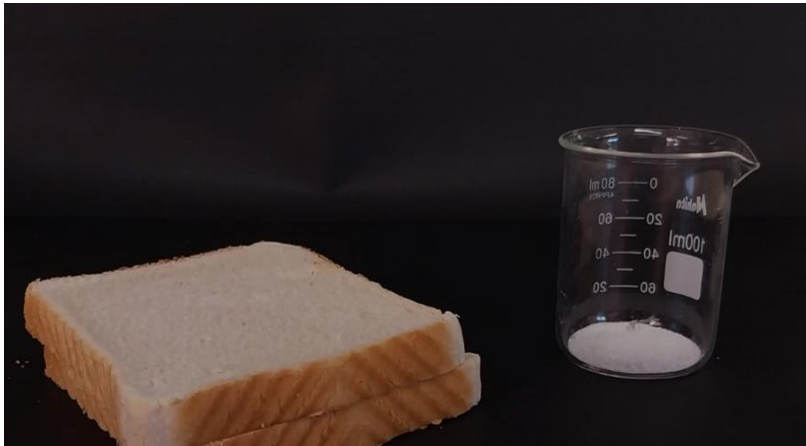
3.1.RESULTADOS DE LA PRÁCTICA















PRODUCTO	CANTIDAD DE AZÚCAR
JAMÓN COCIDO URKABE	1g de azúcar
ACTIMEL	11g de azúcar
ZUMO DE PIÑA	10g de azúcar
COLACAO	19 g de azúcar por taza
GALLETAS TOSTARICA	45g de azúcar por 36 galletas
MONSTER	60 g de azúcar
PAN DE MOLDE	3,8g de azúcar por 100g de pan
POTITO	5g de azúcar
NATILLAS DE CHOCOLATE	21 g de azúcar
HUESITO	10 g de azúcar
YOGUR GRIEGO	5g de azúcar

BIORREMEDIACIÓN



IES ATENEA
Alcalá de Henares

Tutora: María José Muñoz Alcalde

Resumen/ Abstract:

La biorremediación aparece como una técnica útil para la eliminación de contaminación producida por el desarrollo industrial, especialmente en las zonas afectadas por la industria petrolera y la presencia de los metales pesados en el medio ambiente. Esta técnica se basa en el uso de microorganismos mediante diferentes métodos de manera in-situ o ex-situ para eliminar la contaminación o restaurar un área determinada. Sin embargo, también usa tecnologías como la nanorremediación o la fitorremediación, para mejorar la limpieza de estos sitios contaminados, ya que en ciertos casos pueden resultar más efectivas. Dos ejemplos en España del éxito de estas técnicas son los vertidos del Prestige y de Aznalcollar, ya que en ambos casos, debido a accidentes, se realizaron vertidos de gran tamaño, lo que provocó una gran contaminación y, dando uso a la biorremediación junto a otras técnicas, se consiguió reparar dichos daños.

Bioremediation appears as a useful technique for eliminating pollution produced by industrial development, especially in areas affected by the oil industry and the presence of heavy metals in the environment. This technique is based on using microorganisms using different methods in-situ or ex-situ to eliminate contamination or restore a certain area. However, it also uses technologies such as nanoremediation or phytoremediation to improve the cleaning of these contaminated sites, since they can be more effective in certain cases. Two examples in Spain of the success of these techniques are the Prestige and Aznalcollar spills, since in both cases, due to accidents, large spills were made, which caused great contamination and, using bioremediation together with other techniques, these damages were repaired.

Palabras clave/ Key words:

Biorremediación, contaminación, medio ambiente, limpieza, biodegradación, fitorremediación, petróleo, metales pesados.

Bioremediation, pollution, environment, cleaning, biodegradation, phytoremediation, oil, heavy metals.

Índice

1.-Introducción y justificación	179
2.-Objetivos	179
3.-Marco Teórico.....	179
3.1.-Investigación y Desarrollo en biorremediación	179
3.2.-Tipos de contaminantes.....	181
3.3.-Estrategias de Biorremediación con microorganismos	183
3.4.-Nano y fitorremediación	185
3.5.-Biorremediación en áreas contaminadas por petróleo en España	187
3.6.-Biorremediación en áreas contaminadas por metales pesados en España	189
4.-Conclusiones	191
5.-Bibliografía.....	191

1. Introducción y justificación:

El desarrollo industrial está relacionado con la producción de nuevos bienes para el logro de un mejor nivel de vida, sin embargo, este también se relaciona con los cambios en el medio ambiente. La calidad del aire, los recursos hídricos y los suelos disponible para actividades agrícolas han disminuido a un gran nivel en los últimos años. Por lo cual la contaminación del suelo causada por el petróleo, metales pesados y sus derivados se considera uno de los mayores problemas ambientales, ya que, aproximadamente entre el 0,1 y 0,25 % del petróleo crudo acaba en el medio acuático y en las aguas subterráneas; en caso de los metales pesados una vez emitidos, son capaces de permanecer en el medio ambiente durante cientos de años (Rakowska, 2020).

Una herramienta muy útil para este problema es la biorremediación. Es una técnica que permite restaurar suelos o aguas contaminados. Mientras que la biodegradación, hace referencia al proceso de descomposición de sustancias orgánicas en el medio ambiente por microorganismos, la biorremediación se refiere al uso de estrategias fisico-químicas, mediante agentes biológicos para reparar la contaminación y el daño producido del suelo. Y esta concretamente se basa en la suficiencia de los microorganismos y plantas para degradar de forma natural ciertos compuestos contaminantes, facilitando de tal manera el reducir o remover los residuos previamente mencionados que se encuentran presentes en el ambiente (María Marta Di Paola y Carmen Vicién, 2010).

2. Objetivos:

2.1 Generales:

Estudiar una posible alternativa para reducir la contaminación producida en el medio ambiente.

2.2 Específicos:

Dar a conocer la biorremediación para ampliar de tal manera tanto su estudio para poder desarrollarse más y a la vez ampliar su uso en el medio ambiente.

3.Marco teórico:

3.1. Investigación y desarrollo en biorremediación:

Este proceso biotecnológico surgió de las instalaciones industriales dónde se transforma el petróleo crudo en productos útiles, pues la biorremediación se usó durante varios años por la industria petrolera en los EE. UU.

Más tarde se comprendió de una manera científica cuando los investigadores y técnicos de esta industria determinaron que algunos microorganismos, algunas bacterias específicamente, eran capaces de dar uso a los hidrocarburos del petróleo como fuente de energía y alimento (García y Pérez, 2010). Fue

comprobado por varios estudios que estos microorganismos eran los responsables principalmente de la descomposición de aceites en el suelo de los campos de exploración y debido a esto se buscó optimizar las condiciones requeridas para reproducirlas en el campo, y así acelerar este proceso (Smith y Brown, 1998).

Estos hallazgos sobre la transformación por biodegradación de hidrocarburos comenzaron a ser descubiertos en laboratorios académicos y, más tarde, junto a ayuda profesional de la petrolera misma y empresas dedicadas a la restauración, se le dio uso en el campo (Díaz y Torres, 2015). Algunos de los primeros ejemplos del éxito de la biorremediación en derrames de petróleo fueron en el Exxon Valdez en 1989 (Alaska), donde se usó principalmente microorganismos llamados arqueas, que tienen la capacidad de metabolizar moléculas de hidrocarburos, eliminando así por completo la mancha producida; y en el Golfo Pérsico en 1991, donde se usó la biorremediación in situ, introduciendo también microorganismos.

Las actividades relacionadas con la biorremediación han sido desarrolladas gracias a la nueva legislación entorno al cuidado del medio ambiente.

Otro aspecto que ha favorecido el desarrollo de nuevas técnicas de este estilo es el control sobre las industrias de armas químicas, debido a que el acuerdo del desarme de muchas de las plantas de EE. UU. y la ex Unión Soviética, llevó a cabo la búsqueda de microorganismos que pudiesen transformar los residuos tóxicos en otros no tóxicos (Smith & Brown, 1998). Hoy en día la biorremediación se usa principalmente en los países industrializados. Sin embargo, en muchos países, su clima cálido y la alta humedad funcionan como un incentivo para los procesos de remediación (Díaz & Torres, 2015).

Las tecnologías pueden cumplir una doble función en cuanto a la resolución de problemas ambientales al reducir los costos de protección ambientales. Dado que, por una parte, contribuyen a la reducción de los efectos ambientales ocasionados por el crecimiento económico y, por otra, disminuyen los efectos del Producto Interno Bruto lo cual resulta de suma importancia en el análisis sobre el ambiente en las zonas con mayor crecimiento.

Algunos de los problemas de la falta de inversión en la investigación dedicada a la tecnología ambiental (debido a que los precios establecidos por el mercado no compensan suficientemente un cuidado adecuado del ambiente) principalmente son la lenta difusión o la falta de capital de riesgo (la cual consiste en la financiación de empresas principiantes con alto potencial).

Incluso, algunas veces la biorremediación no se toma como primera opción en aquellos lugares donde debido a razones políticas o ambientales, se necesita una rápida limpieza del lugar contaminado; debido a que el uso de la biorremediación debe contar con respaldo científico y a menudo en el mercado de productos para la remediación de problemas ambientales suelen usar productos microbianos y aditivos

químicos de composición desconocida, que pueden resultar no ser efectivos, e incluso aumentar el riesgo de contaminación en lugar de arreglarlo (Saval, 1999) .

Por otro lado, la gran diferencia entre los avances en las investigaciones y las posibles aplicaciones también es uno de sus mayores problemas para su difusión, debido a los pocos conocimientos acerca de las tasas de degradación y de evolución, y la vez a la falta de campos abiertos destinados a la investigación y demostración tecnológica.

Entre algunos problemas con los que cuenta la biorremediación para poder ser considerada una herramienta exitosa, a diferencia de otras alternativas más económicas, se encuentran:

8. Incluir la necesidad de mejorar las características de los microorganismos y el ambiente, debido a su gran diversidad, para encontrar las tasas de degradación más sencillas.
9. Aplicar criterios y métodos que sean ampliamente aceptados.
10. Ampliar la construcción de esquemas o modelos para conseguir una aproximación correcta de los estudios de laboratorio hacia el trabajo en el campo.
11. Aumentar el uso de mejores técnicas de monitoreo.
12. Disponer de una base de datos a nivel global de los resultados obtenidos en diferentes experimentos de diferentes sitios para así avanzar en su estudio.

Al mismo tiempo, la biorremediación únicamente se ocupa del tratamiento de residuos que son realmente reconocidos y degradados por los microorganismos, y, sin embargo, muchos residuos tóxicos son difíciles de reconocer por los microorganismos, haciendo así que estos sean más difíciles de ser transformados y degradados. Aquellos organismos que evolucionaron por su propia cuenta por más de millones de años no han sido expuestos a los compuestos generados por el hombre, hasta hace relativamente poco tiempo; y se debe a esto que la biotecnología, en los últimos años ha creado microorganismos que reconozcan y degraden estos residuos creados por el hombre, incrementando así la cantidad de compuestos y lugares donde la remediación puede ser usada (María Marta Di Paola y Carmen Vicién, 2010).

3.2 Tipos de contaminantes:

Se consideran los principales contaminantes tóxicos, incluso para los seres humanos, algunos como:

13. Los metales pesados: como el mercurio (Hg), el plomo (Pb), el cadmio (Cd), el talio (Tl), el cobre (Cu), el cinc (Zn) o el cromo (Cr).

14. El petróleo y sus derivados, los xenobióticos: como los carcinógenos químicos que son capaces o de producir cáncer al exponerse con tejidos vivos o ciertos insecticidas.
15. Los nitroaromáticos: los cuales son formados por una reacción entre la mezcla de un ácido sulfúrico y nítrico sobre una molécula orgánica y por lo que a menudo son altamente explosivos y su uso inapropiado provoca fácilmente una reacción.
16. Los ésteres de nitrato: como el nitrato de acetilo, un líquido explosivo que humea en el aire húmedo. Y heterocíclicos nitrogenados: como las triazinas que son plaguicidas usadas para combatir malas hierbas.
17. Y otros que se desprenden de los procesos biológicos.

(Steffan, Robert J. y Charles E. Schaefer, 2016)

La presencia de metales pesados habitualmente modifica el funcionamiento de los ecosistemas debido a que estos no son capaces de ser destruidos naturalmente, sino que se acumulan (Lécrivain et al., 2018).

La contaminación de suelos y acuíferos por los derrames de hidrocarburos son un grave problema debido a su complicada naturaleza de compuestos aromáticos y alcanos que los forman (Agarry y Latinwo, 2015). Y este mismo caso da aparición por el uso de ciertos pesticidas debido a su toxicidad y su predominancia a lo largo de los años.

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), son sustancias químicas que se forman durante la combustión del carbón, petróleo, gasolina y basura, entre otras sustancias, por lo que se liberan en grandes cantidades al medio ambiente. Están compuestos por dos o más anillos bencénicos fusionados, entre los contaminantes más numerosos encontrados, a estos se les da mayor importancia por su persistencia y toxicidad (Labana et al., 2007).

Por otro lado, los bifenilos policlorados (PCB) son compuestos de aspecto aceitoso, usados hasta mediados de los años 70, como aislantes para dispositivos electrónicos como transformadores, interruptores, condensadores y termostatos. Sin embargo, estos resultan ser tóxicos formados por la cloración del bifenilo. Y gracias a su largo uso durante varios años, hoy en día se encuentran presentes y en continuo movimiento en el medio ambiente (Neves et al., 2018).

De igual manera los pesticidas organoclorados, que son aquellos compuestos químicos orgánicos cuyos átomos de hidrógeno unidos al carbono han sido sustituidos por átomos de cloro y se han unido mediante enlaces covalentes al carbono; son un serio problema para el ser humano debido a las alteraciones que estos producen, en los cuales se incluye el posible desarrollo de tumores y cáncer cuando este entra en contacto con tejidos humanos (Yellu et al., 2018). Por lo que se consideran altamente tóxicos y, por lo tanto, peligrosos.

Fundamentalmente, lo que les provee estas características es el grupo nitro, dándoles de tal manera la cualidad de la resistencia ante la degradación de los microorganismos, haciendo así que sean altamente irremediables (Singh y Ward, 2004). Estos una vez emitidos al medio son capaces de padecer cambios fisicoquímicos que los puedan transformar en compuestos aún más peligrosos (Singh et al., 2006). Dado su carácter tóxico, mutagénico y canceroso, estos residuos han sido incluidos como contaminantes prioritarios (Pandey y Jain, 2002).

Asimismo, la evolución de la tecnología nuclear dio inicio a la contaminación de forma nuclear, en donde la que resalta es aquella que proviene de los elementos radiactivos como el uranio (U), que se determina como altamente peligroso. Las consecuencias biológicas de la radiación desprendida por estos suelen depender de la cantidad de exposición y el grado de absorción de los tejidos, pero estas mayoritariamente suelen provocar mutaciones, cáncer e incluso la muerte. Estos contaminantes se pueden hallar en el ambiente como resultado de las actividades nucleares y, por tanto, se consideran como un foco rojo en la contaminación (Newsome et al., 2014).

3.3 Estrategias de biorremediación con microorganismos:

Se usan diferentes métodos según el grado de saturación o aireación que contiene el área contaminada. Estas se agrupan en dos grupos principales los cuales se denominan como “in-situ”, son aquellas técnicas que se aplican directamente en el suelo y al agua subterránea de la zona contaminada con una mínima modificación; y “ex-situ”, son aquellas donde el suelo y el agua que se tratan son previamente removidos del sitio mediante excavación (en el caso del suelo) o bombeo (en el caso de agua) (Vidali, 2001) .

3.3.1 Biorremdiación In-situ:

Habitualmente estas técnicas son usadas debido a su menor costo y alteración, puesto que el tratamiento se proporciona en el mismo lugar contaminado, evitando así la excavación del área y el transporte de los contaminantes. Una vez seleccionada el área, el proceso es delimitado por la profundidad del suelo que puede ser tratado correctamente. En varios suelos, la biorremediación únicamente puede ser aplicada con un alcance desde unos pocos centímetros hasta unos 30 centímetros aproximadamente, sin embargo, se han dado algunos casos, donde esta ha funcionado de manera eficaz desde los 60 centímetros a mayores (Azubuike et al., 2016; Frascari et al., 2015; Kim et al., 2014).

Las técnicas in-situ más usadas y, por lo tanto, más importantes son:

18. La bioventilación: es el método in-situ más común, y este supone proporcionar aire y nutrientes mediante pozos, al suelo dañado para así estimular el desarrollo de las bacterias naturales de esa zona. La bioventilación consiste en proporcionar cantidades controladas de aire para ofrecer únicamente la cantidad de oxígeno necesaria para la biodegradación, y a la vez disminuye la volatilización y la liberación de estos contaminantes a la atmósfera. Esta cumple sus funciones de manera efectiva con hidrocarburos simples y se le puede dar uso en áreas donde la polución

está situada muy por debajo del terreno (Pennesi et al., n.d.).

19. La biodegradación in-situ : es una técnica que consiste en la distribución de oxígeno y nutrientes disueltos mediante la transmisión de mezclas acuosas en el área contaminada para incitar de tal manera las bacterias autóctonas de esa zona a deteriorar los contaminantes orgánicos. Esta técnica puede ser usada en suelos y aguas subterráneas, aunque frecuentemente, esta adopta condiciones como la introducción de nutrientes con agua y oxígeno u otros aceptores de electrones para el tratamiento de aguas subterráneas (Ronald M. Atlas & Bartha, 2001).
20. La bioaspersión: involucra la introducción de aire a presión bajo el nivel freático del suelo para incrementar la cantidad del oxígeno en el agua subterránea y optimizar la degradación natural los contaminantes allí presentes, gracias a las bacterias autóctonas. Esta técnica aumenta la mezcla en el área saturada, y debido a eso, incrementa la fricción entre el suelo y el agua subterránea. El diseño y la construcción de los sistemas usados disponen de un poco de variedad gracias a su facilidad y el bajo costo para asentar puntos de inyección de aire de pequeño diámetro (Ewis, 1998).

Sin embargo, hay dos circunstancias donde el uso de bacterias agregadas a un área para su tratamiento es limitado:

1. Cuando las bacterias agregadas al área no compiten lo suficientemente bien con las autóctonas como para poder desarrollarse y mantener así un nivel de población adecuado.

Habitualmente, gran parte de los suelos que han sido expuestos durante un largo tiempo a residuos biodegradable, desarrollan sus propios microorganismos naturales, los cuales son degradantes prácticos, si el producto para el tratamiento de la tierra está correctamente aplicado (Vidali, 2001).

3.3.2 Biorremediación Ex-situ :

Este procedimiento conlleva la extracción o excavación del suelo contaminado (Sofo, 2010). Y algunos de sus procedimientos principales y más usados son:

21. El landfarming: consta de la excavación del suelo contaminado, para luego este ser extendido sobre un lecho preparado y ser trabajado de manera regular hasta que los contaminantes se degraden. Su propósito finalmente es incitar a los microorganismos naturales a degradar de manera aeróbica los contaminantes. Esta técnica normalmente alcanza de 10 a 35 centímetro de profundidad, y dado que el labreo de las tierras tiene una gran capacidad para disminuir los gastos de monitoreo y conservación, al igual que con las obligaciones de limpieza; ha obtenido una gran importancia como alternativa de eliminación (Azubuike et al., 2016).
22. El compostaje: es otra técnica ex-situ, en donde el suelo contaminado se mezcla con enmiendas

biológicas inofensivas como residuos agrícolas o el estiércol, debido a que la disposición de estos compuestos naturales ayuda al desarrollo de una favorecedora población microbiana y a una temperatura elevada, la cual es característica en el compostaje (Roldán & Perfil, n.d.).

23. Las biopilas: provienen de una mezcla entre el labrado de tierra y el compostaje. Principalmente, las cámaras diseñadas son construidas como pilas de estiércol aireado. Habitualmente se le da uso a esta técnica como tratamiento para polución de zonas con hidrocarburos de petróleo y una versión más perfeccionada del landfarming, ya que tiende a degradar los contaminantes mediante la extracción de la tierra contaminada y la volatilización. Estas producen de tal manera un ambiente adecuado para las bacterias autóctonas, sin importar si son aeróbicas o anaeróbicas (Semple, K. T., Reid, B. J. y Fermor, T. R. ,2001).
24. Los biorreactores: también reactores de lodo o reactores acuosos se usan como procedimientos de tipo ex-situ para suelos contaminados, donde el suelo contaminado se mezcla constantemente con un líquido y la degradación se lleva a cabo en la fase acuosa. Esta técnica se basa en un envase de contención y una máquina que se usa para establecer una mezcla trifásica (que contiene materiales en los tres estados de agregación) para incrementar de tal manera el índice de biorremediación en los contaminantes solubles y que estén de tal manera unidos a suelo de una manera similar a una capa de agua contaminada y, así la biomasa, que generalmente son microorganismos autóctonos, sean capaces de reducir estos contaminantes (Riser-Roberts, E., 2020).

Generalmente, los efectos de la biorremediación son más efectivos cuando se usan los métodos ex-situ o en fase sólida, debido a que el entorno es mucho más manejable, por lo cual, también es más controlable y predecible. Sin embargo, a pesar de estas ventajas, también hay algunas desventajas, como, por ejemplo, que la zona tratada necesita un tratamiento previo (en estos casos la excavación) (Vidali, 2001).

3.4 Nano y fitorremediación:

Hoy en día la tecnología a nivel casi atómico para elaborar nuevas estructuras, materiales y aparatos está presente en casi cada aspecto, y esta se denomina nanotecnología, aunque habitualmente también se le hace referencia mediante algunos términos como nanomateriales (NMs, partículas con al menos una dimensión, y 100 nanómetros o menos), o nanopartículas (NPs, aquellas con al menos dos dimensiones de 1 a 100 nanómetros) (Peralta-Videa et al., 2011).

Dentro de esta rama de la tecnología, destaca un área denominada la ingeniería de los nanomateriales, la cual se centra en la producción de partículas o estructuras modificadas, para aumentar su funcionalidad (John et al., 2017). Entre su gran variación de aplicaciones se distinguen aquellas que están enfocadas a las tecnologías de la información, a diferentes campos industriales, biomédicos, a la

generación de energía, a la producción de alimentos, a la agricultura, y a la electrónica, entre otros (Aschberger et al., 2011). Sin embargo, la creación, la distribución y la disposición final de los nanomateriales, puede afectar la salud del ser humano, ya que es capaz de afectar funcionamiento del aparato respiratorio y causar inflamación (Romero-Franco et al., 2017).

Estos, a su vez, pueden terminar siendo muy perjudiciales para los ecosistemas terrestres, debido a su toxicidad y bioacumulación, siendo el suelo el destino final de dichos nanomateriales (Priester et al., 2017; Bandyopadhyay et al., 2015). Incluso algunas investigaciones han demostrado que varios compuestos tóxicos como los radioactivos, los pesticidas, los bifenilos policlorados y los metales pesados tienen la peculiaridad de ser capaces de adherirse a la superficie de los nanomateriales (Reddy et al., 2016); por lo cual se busca el desarrollo de la nanorremediación, para potenciar el campo de la remediación ambiental (Mauter y Elimelech, 2008).

La nanorremediación es una tecnología que proviene del uso de nanomateriales que son diseñados con ciertas particularidades químicas y reactivas que las permiten transformar o reducir contaminantes (Grieger et al., 2015). Cuando las nanopartículas de hierro, que son altamente reactivas, son usadas junto a microorganismos, tienen la capacidad de incrementar la eliminación de compuestos nitroaromáticos (Braunschweig et al., 2013).

Las plantas también se han ido desarrollando con la presencia de los nanomateriales naturales, sin embargo, esto ha ido aumentando debido a su rápida fabricación y a su disposición (Rico et al., 2011). Los nanomateriales al entrar en contacto con las plantas les proporcionan ciertas ventajas, como por ejemplo el aumento de la biomasa, cuando se encuentran en bajas concentraciones en los suelos. Y se ha demostrado que habitualmente las concentraciones inferiores a 10 o 40 mg/Kg tienen efectos positivos en el crecimiento de las plantas, mientras que en concentraciones superiores son desfavorables (Reddy et al., 2016).

La naturaleza química de los nanomateriales influye en la anatomía de las plantas, ya que, por ejemplo, cuando la soya es expuesta a partículas como nano-CeO₂ o nano-ZnO, la planta en cuestión padece daño y estrés foliar (Priester et al., 2017). Por lo que la influencia de los nanomateriales puede ser positiva dependiendo de varios factores como: las características de los nanomateriales, las propiedades del suelo, su comunidad microbiana y la especie de la planta (Zuverza-Mena et al., 2017; Bandyopadhyay et al., 2015; Priester et al., 2017; Reddy et al., 2016).

Muchas especies de plantas tienen la capacidad de almacenar metales pesados en su estructura (GardeaTorres et al., 2004; Padmavathiamma y Li, 2007). Este es un proceso metabólico denominado como hiperacumulación, y es usado para eliminar o reducir metales pesados de suelos contaminados (Ali et al., 2013). Principalmente, esta técnica se denomina fitorremediación, término el cual de manera amplia hace referencia al uso de plantas y sus microorganismos para retener, separar,

reducir o eliminar compuestos como pesticidas, metales, explosivos, petróleo, y derivados de diferentes medios como suelos, lodos, sedimentos, aguas residuales, entre otros (Ingle et al., 2014; Dixit et al., 2015).

En los últimos años, la fitorremediación en metales pesados ha sido de gran interés. El primer paso de este proceso consiste en la oxidación del anillo aromático, lo cual es realizado por enzimas dioxigenasas que catalizan la producción de dihidrodiol; y este al mismo tiempo es oxidado también por deshidrogenasas y el intermediario dihidroxilado, el catecol, es dividido con la siguiente producción de CO_2 y H_2O (Eweis et al., 1998).

En caso de ser mediante hongos, hay dos maneras posibles, las cuales son:

1. Mediante hongos lignílicos (son aquellos que se caracterizan por ser los únicos que poseen un sistema enzimático capaz de degradar un polímero tan complejo como la lignina): la degradación de los HAPs (hidrocarburos aromáticos policíclicos) ocurre gracias a las enzimas de tipo lacasas y peroxidasas que generan quinonas de HAPs y ciertos ácidos, que luego son convertidos en CO_2 .
2. Mediante hongos no lignílicos y bacterias, donde el primer paso es acelerado por la enzima citocromo P450 monooxigenasa, que transforma el HAP en óxido de areno. Una vez hecho esto, el óxido de areno tiene dos cargos. El primero es uno enzimático donde el sustrato se hidrata mediante la enzima epóxido-hidrolasa para formar dihidrodiol. Y el segundo no enzimático, donde se forma fenol, que puede servir como base para reacciones de sulfonación o metilación, con las que se pueden formar o-glucósidos, o-xilósidos, o-glucunónidos, entre otros (Bamforth y Singleton, 2005) (Cota-Ruiz, K., Nuñez-Gastelúm, J. A., Delgado-Rios, M., & Martinez-Martinez, A. , 2019).

3.5 Biorremediación en áreas contaminadas por petróleo:

La biodegradación del petróleo y sus derivados es un gran desafío para los microorganismos porque son compuestos complejos. La transformación de hidrocarburos se produce principalmente por bacterias, seguidas por los hongos, levaduras y algas, entre otros. Los hidrocarburos son tóxicos cuando son de bajo peso molecular, porque al ser líquidos, actúan como disolventes en las membranas celulares de las células (las propiedades físicas de los distintos compuestos también afectan a la biodegradación). Por esto, para poder utilizar los hidrocarburos como sustrato, los microorganismos han tenido que desarrollar varias adaptaciones. Se conocen varias bacterias capaces de biodegradar estos hidrocarburos, y esto, se lleva a cabo en condiciones aerobias o anaerobias, dependiendo del género de la bacteria usada.

El proceso de degradación de los contaminantes por microorganismos consiste en la transformación de moléculas de HAPs en compuestos solubles como el CO_2 , O_2 , y H_2O que, se produce en una condición

aeróbica. Esta transformación es gracias a que los microorganismos son capaces de oxidar el contaminante usando enzimas oxigenasas y peroxigenasas, lo que las hace responsable de la alimentación del oxígeno al hidrocarburo.

El petróleo crudo está formado por mezclas de compuestos de hidrocarburos aromáticos, y se conoce que estos compuestos aromáticos son los responsables de su resistencia a la oxidación, incluso con aquellos oxidantes más potentes. Esto, es debido a que su estructura química es muy estable, sin embargo, los microorganismos que poseen enzimas de tipo peroxidasas y oxigenasas ayudan a la oxidación de estos compuestos (Hidalgo et al., 2020).

Este proceso habitualmente se da en estructuras de tipo catecol ($C_6H_6O_2$), donde durante el ciclo de Krebs, las moléculas se reducen a moléculas polares más pequeñas, y al ser solubles en agua se transforman en estructuras inofensivas y por lo tanto ya no contaminan (Ghosal et al., 2016).

3.5.1 Casos prácticos del uso de la biorremediación por petróleo en España:

El vertido del Prestige fue un derrame de petróleo, que ocurrió en 2002, debido al hundimiento del buque petrolero Prestige frente a las costas gallegas. Este vertido causó una catástrofe medioambiental que afectó una zona comprendida desde el norte de Portugal, hasta las landas de Francia.



Esto ocurrió debido a una grieta en el casco del Prestige provocado por el choque con un contenedor o un tronco a la deriva, ya que ese mismo día otros barcos que navegaban por la misma zona y transportaban contenedores y troncos de madera habían perdido parte de su carga. Este accidente se estima que liberó aproximadamente 63000 toneladas de petróleo, de las cuales 13700 de tanques aún seguían intactos, por lo que el Gobierno contrató a Repsol para que extrajese el fuel de manera segura y definitiva.

Sin embargo, la cantidad no recuperada aún así afectó gravemente las costas provocando un total de tres mareas negras, y diferentes expertos predijeron que la vida marina sufriría por esta contaminación durante un mínimo de diez años, debido a que los compuestos liberados son capaces de envenenar al plancton, como a los huevos de peces y crustáceos, produciendo efectos cancerígenos y mutagénicos en los peces y animales que se alimentan siguiendo la cadena trófica.



En el caso de este vertido tras aplicar diferentes técnicas para su limpieza, se aplicó también la biorremediación, usando la biodegradación in-situ, para tratar el fuel que aún quedaba en el interior de los tanques. Los nutrientes se bajaron a 3.800 metros de profundidad mediante unos grandes cilindros metálicos, cada uno de ellos con capacidad para cargar una tonelada. A través de las válvulas instaladas sobre la cubierta del pecio se introdujeron en los distintos tanques hasta 60 toneladas de nutrientes. Y en octubre de 2004 se dan por terminadas las operaciones gracias a su éxito (Gallego, J. L. R.) (*La neutralización del pecio del Prestige*, n.d.).

3.6 Biorremediación en áreas contaminadas por metales pesados:

La contaminación del agua por metales pesados causada por los seres humanos, afecta a la seguridad alimentaria y la salud pública (efsa, 2015; Huang et. al, 2014). Estudios han denunciado la presencia de metales pesados como mercurio (Hg), arsénico (As), plomo (Pb), cadmio (Cd), zinc (Zn), níquel (Ni) y cromo (Cr), en vegetales como lechuga, el repollo, la calabaza, el brócoli y la patata; esta contaminación es dada debido al uso de aguas contaminadas para su riego (Singh et. al, 2010; Chen et. Al, 2016; Li et al, 2015). Y de igual manera se han encontrado metales en peces, carnes y leche (Bayona, 2009). Según los metales, estos pueden producir problemas en la salud que van desde daños en órganos vitales, hasta desarrollos cancerígenos (Combariza, 2009; Nava-Ruíz & MéndezArmenta 2011) y, a nivel global, ya se han detectado casos con problemas debido al consumo de alimentos contaminados por metales pesados (Sánchez et. al., 2010; Valdés, 1999).

Los microorganismos tienen muchas propiedades metabólicas que les permite usar diferentes tipos de sustratos, con tal de obtener energía, y los metales pesados son sustratos que pueden ser inmovilizados o transformados por estos microorganismos. Esto ha permitido usar técnicas de biorremediación utilizando hongos y bacterias, con tal de reducir la contaminación de diversos ambientes. Las plantas hiperacumuladoras (metalofitas) son capaces de remover, reducir, transformar, degradar o volatilizar metales pesados gracias a su capacidad de almacenarlos en las raíces y en diferentes órganos vegetales consiguiendo de tal manera removerlos hasta el 100%. Estas adaptaciones fisiológicas y bioquímicas se basan en el desarrollo de estructuras metal-proteínas o metalotioneínas, que les permite controlar la acumulación de estos metales y protege sus células de posibles efectos tóxicos. (Beltrán-Pineda, M. E., & Gómez-Rodríguez, A. M. ,2016).

3.6.1 Casos prácticos del uso de la biorremediación por metales pesados en España:

En 1998, ocurrió la rotura de la balsa de residuos mineros de la mina de Aznalcóllar, en Sevilla, Andalucía. Esta liberó una gran cantidad de lodos y contaminantes que afectó gravemente el río Agrio, y luego, el río Guadiamar. Debido a su volumen se considera el segundo entre los 59 peores accidentes ecológicos en la minería de todo el mundo, y la mayor en Europa.

El vertido ocurrió debido a la rotura de la presa que contenía la balsa de residuos, por los que se liberaron aproximadamente 4 millones de metros cúbicos de agua contaminada por metales pesados y otros componentes químicos tóxicos. Estos afectaron a la flora y a la fauna de la zona, poniendo en peligro el medio ambiente y la salud humana (Martín-Ortega, J., Brouwer, R., y Aiking, H. ,2010).



Rotura de la presa de la balsa que contenía los residuos tóxicos en la mina de Aznalcóllar, el día del vertido.



Nota:

Imagen

que muestra el nivel de los lodos alcanzados en el vertido de la mina de Aznalcóllar en la ribera del Guadiamar.

En este caso, tras otros intentos de solucionar el problema, finalmente se recurrió a la biorremediación con la intención de reducir la contaminación con los metales pesados y otros compuestos de los suelos y sedimentos afectados. Se usaron diferentes métodos como:

25. Bacterias y otros microorganismos: se eligen cepas bacterianas y microorganismos característicos por su capacidad para degradar estos contaminantes, gracias a que son capaces de metabolizarlos o transformarlos en otras sustancias menos dañinas.
26. Fitorremediación: se usan plantas que sean capaces de acumular los metales pesados en sus tejidos mediante un proceso denominado fitoextracción. Algunos ejemplos estas plantas son la alameda, el sauce y la enea. Esto ocurre debido a que las raíces de estas plantas sueltan sustancias químicas, que les ayuda con la solubilización y la absorción de los metales, para luego ser retenidos en sus tejidos (Cabrera, F. ,2000).

Tras la aplicación de estas técnicas, se sigue un proceso de monitorización de la presencia de los metales pesados en los organismos de la zona afectada, ya que estos no se eliminan, sino que los métodos usados únicamente ayudan a inmovilizarlos y a reducir su transferencia a la cadena trófica. Sin embargo, en este caso específicamente se ha recuperado gran parte de la zona, salvo algunas zonas muy localizadas, y el riesgo de toxicidad es muy bajo (Roberto García, 2018).

4. Conclusiones:

El desarrollo sostenible requiere el uso de un enfoque que incluya la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías para controlar la contaminación del medio ambiente. Esto ha convertido a la biorremediación en una buena alternativa, en comparación a otras alternativas físico-químicas tradicionales, debido a que se ha demostrado que gracias a su gran variación de técnicas que se adaptan a la situación del área contaminada, es capaz de degradar compuestos contaminantes que ya se encuentran en este determinado lugar, de una manera más rentable y sin dañar la flora y fauna autóctonas.

5. Bibliografía:

BIOREMEDIATION: CURRENT CONCEPTS. (s. f.). BIORREMEDIACIÓN: ACTUALIDAD DE CONCEPTOS Y APLICACIONES. Edu.mx. Recuperado 1 de junio de 2024, de <http://www.colech.edu.mx/cont/descargables/biotecnica.pdf>

Carrasco, M. (2018, junio 1). Aznalcóllar 20 años después: un ejemplo de recuperación ambiental. iDescubre. <https://idescubre.fundaciondescubre.es/revista/aznalcollar-20-anos-despues-ejemplo-recuperacion-ambiental/>

Di Paola Carmen Vicién, M. M. (s. f.). Biorremediación: vinculaciones entre investigación, desarrollo y legislación. Gov.ar. Recuperado 1 de junio de 2024, de <http://www.ceur-conicet.gov.ar/archivos/publicaciones/Biorremediacion2.pdf>

Ewis, C. (1998). Bioremediation Principles. McGraw-Hill.

Ghosal, D., Ghosh, S., Dutta, T. K., & Ahn, Y. (2016). Corrigendum: Current state of knowledge in microbial degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs): A review. *Frontiers in microbiology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01837>

Hidalgo, K. J., Sierra-Garcia, I. N., Dellagnezze, B. M., & de Oliveira, V. M. (2020). Metagenomic insights into the mechanisms for biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons in the oil supply chain. *Frontiers in microbiology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.561506>

La neutralización del pecio del Prestige. (s. f.). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Recuperado 1 de junio de 2024, de https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/plan-ribera/contaminacion-marina-accidental/prestige_neutralizacion.html

Oa, D. E. H. (s. f.). Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. Redalyc.org. Recuperado 1 de junio de 2024, de <https://www.redalyc.org/pdf/573/57317209.pdf>

PCBs, C. (s. f.). La biorremediación, frente al vertido del «Prestige». Upm.es. Recuperado 1 de junio de

2024, de https://oa.upm.es/3432/2/TORRES_ART_2003_05.pdf

Pennesi, T., Falconi, M., Dell'Anno, A., Beolchini, F., & Rocchetti, L. (s. f.). Nuove tecnologie per il biorisanamento di suoli contaminati. Umbria.it. Recuperado 1 de junio de 2024, de http://www.arpa.umbria.it/Resources/docs/micron%2025/micron_25_45.pdf

Rakowska, J. (2020). Remediation of diesel-contaminated soil enhanced with firefighting foam application. *Scientific Reports*, 10(1), 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65660-3>

Rodríguez-Gonzales, A., Zárate-Villarroe, S. G., & Bastida-Codina, A. (2022). Biodiversidad bacteriana presente en suelos contaminados con hidrocarburos para realizar biorremediación. *Revista de ciencias ambientales*, 56(1), 178-208. <https://doi.org/10.15359/rca.56/1.9>

Roldán, E. S. P., & Perfil, V. T. mi. (s. f.). AMBIENTE Y CONSERVACIÓN. Blogspot.com. Recuperado 1 de junio de 2024, de <http://ambienteyconservacion.blogspot.com/2010/02/tecnologias-de-remediacion-biologicas.html>

Ronald M. Atlas, & Bartha, R. (2001). *Ecología microbiana y microbiología ambiental*. Addison Wesley.

TI en sustituciones, S. (s. f.). La contaminación por metales pesados en el Valle del Guadiamar tras el vertido de Aznalcóllar. Csic.es. Recuperado 1 de junio de 2024, de https://digital.csic.es/bitstream/10261/89349/3/Contaminacion_metales_pesado_valle.pdf

Vidali, M. (2001). Bioremediation. An overview. *Pure and applied chemistry*, 73(7), 1163-1172. <https://doi.org/10.1351/pac200173071163>

Vista de Aporte de la biorremediación para solucionar problemas de contaminación y su relación con el desarrollo sostenible. (s. f.). Edu.co. Recuperado 1 de junio de 2024, de <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/usalud/article/view/3120/pdf>

Vista de Biorremediación de metales pesados cadmio (Cd), cromo (Cr) y mercurio (Hg), mecanismos bioquímicos e ingeniería genética: una revisión. (s. f.). Edu.co. Recuperado 1 de junio de 2024, de <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/2027/1835>

Vista de Solucionando grandes problemas ambientales con la ayuda de pequeños amigos: las técnicas de biorremediación. (s. f.). *Revistaecosistemas.net*. Recuperado 1 de junio de 2024, de <https://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/499/476>

Wikipedia contributors. (s. f.). Desastre del Prestige. Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Desastre_del_Prestige&oldid=159559252

(S. f.-a). Researchgate.net. Recuperado 1 de junio de 2024, de [https://www.researchgate.net/profile/Carmen-](https://www.researchgate.net/profile/Carmen-Vicien/publication/261986733_Documento_de_Trabajo_52010_Octubre_Biorremediacion_vinculaciones_entre_investigacion_desarrollo_y_legislacion/links/0c9605361519b68791000000/Documento-de-Trabajo-5-2010-Octubre-Biorremediacion-vinculaciones-entre-investigacion-desarrollo-y-legislacion.pdf)

Vicien/publication/261986733_Documento_de_Trabajo_52010_Octubre_Biorremediacion_vinculaciones_entre_investigacion_desarrollo_y_legislacion/links/0c9605361519b68791000000/Documento-de-Trabajo-5-2010-Octubre-Biorremediacion-vinculaciones-entre-investigacion-desarrollo-y-legislacion.pdf

(S. f.-b). Researchgate.net. Recuperado 1 de junio de 2024, de https://www.researchgate.net/publication/262261561_Biorremediacion_vinculaciones_entre_investigacion_desarrollo_y_legislacion_CEUR_Documento_de_trabajo_N_5_Octubre_de_2010_33_pag_httpwwwceur-conicetgovar

(S. f.-c). Core.ac.uk. Recuperado 1 de junio de 2024, de <https://core.ac.uk/download/pdf/82879790.pdf>

(S. f.-d). Org.sv. Recuperado 1 de junio de 2024, de <http://redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/2429/1/biotecnologia%20y%20bioremediacion.pdf>

(S. f.-e). Unirioja.es. Recuperado 1 de junio de 2024, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6096110.pdf>

(S. f.-f). Researchgate.net. Recuperado 1 de junio de 2024, de [https://www.researchgate.net/profile/Carmen-](https://www.researchgate.net/profile/Carmen-Vicien/publication/261986733_Documento_de_Trabajo_52010)

Vicien/publication/261986733_Documento_de_Trabajo_52010

(S. f.-g). Org.co. Recuperado 1 de junio de 2024, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-71072017000200309

(S. f.-h). Idus.us.es. Recuperado 1 de junio de 2024, de https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/95383/Jose%20%20Antonio%20Carrasco%20Lo%20pez_Tesis.pdf?sequence=1

(S. f.-i). Researchgate.net. Recuperado 1 de junio de 2024, de [https://www.researchgate.net/profile/Chloe-](https://www.researchgate.net/profile/Chloe-Bonnineau/publication/318824273_Microbial_Biomarkers/links/5b5094dc45851507a7b07da9/Microbial-Biomarkers.pdf#page=191)

Bonnineau/publication/318824273_Microbial_Biomarkers/links/5b5094dc45851507a7b07da9/Microbial-Biomarkers.pdf#page=191

Figuras :

Figura 1: Horas, Z. 24. (2023, mayo 28). El Gobierno, favorable a regular y perseguir el «crimen de ecocidio». Diario Noticias Zamora 24 Horas. https://www.zamora24horas.com/nacional/gobierno-favorable-regular-perseguir-crimen-ecocidio_15079129_102.html

Figura 2: Es, A. B. C. (2002, noviembre 18). La catástrofe del «Prestige» afecta a cinco mil familias y costará 90 millones de euros. ABC.es. https://www.abc.es/espana/abci-catastrofe-prestige-afecta-cinco-familias-y-costara-millones-euros-200211180300-144239_noticia.html

Figura 3 : Largo, V. R. (2013, noviembre 13). «Hilitos de plastilina»: Así gestionó el Gobierno de Aznar la crisis del Prestige (VÍDEOS). El HuffPost. https://www.huffingtonpost.es/2013/11/13/hilillos-de-plastilina_n_4265484.html

Figura 4: Libre, E. (2024, abril 24). Organizaciones ecologistas contra la reapertura de la mina de Aznalcóllar. Lamardeonuba.es; La Mar de Onuba. <https://www.lamardeonuba.es/organizaciones-ecologistas-contr-la-reapertura-de-la-mina-de-aznalcollar/>

Figura 5: Wikipedia contributors. (s. f.). Vertido. Wikipedia, The Free Encyclopedia. <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Vertido&oldid=155369156>

El conflicto palestino - israelí

Nerea Sánchez del Val.



IES ATENEA

Alcalá de Henares

Tutora: Esther Castejón González

RESUMEN / ABSTRACT

El trabajo realiza un análisis del conflicto palestino–israelí: sus orígenes, su evolución y su situación actual. Se centra especialmente en cómo decisiones políticas tomadas en los comienzos del siglo XX hasta el pasado más reciente, a veces con una mentalidad colonialista o con otros intereses perjudica el entendimiento entre dos pueblos. Desde la finalización de la Primera Guerra Mundial, ha sido un conflicto de difícil solución que intentaremos describir.

The work analyses the Israeli-Palestinian conflict: its origins, its evolution and its current situation. It focuses especially on how political decisions taken from the beginning of the 20th century to the most recent past, sometimes with a colonialist mentality or other interests, have undermined understanding between two peoples. Since the end of the First World War, it has been a conflict of difficult solution that we will try to describe.

PALABRAS CLAVE / KEY WORDS

Palestina / Palestine

Israel /Israel

Cisjordania / West Bank

Golda Meir / Golda Meir

Hamás/Hamas

ÍNDICE

1 – DATOS BÁSICOS DEL CONFLICTO	pág. 199
1.1 – Origen histórico del problema	
1.2 – Documento McMahon – Emir Sherif Hussein	
1.3 – Declaración Balfour	
1.4 – Acuerdo Emir Faisal I – Chaim Weizmann	
2 – CREACION DEL ESTADO DE ISRAEL	pág. 210
2.1 – Guerra de mayo de 1948	
2.2 – Nacionalización del Canal de Suez (1956)	
2.3 – Guerra de los 6 días	
2.4 – Guerra del Yom Kipur	
2.5 – Intifadas (1987 – 1993) (2000 – 2005)	
3 – PROCESOS DE PAZ	pág. 216
3.1 – 1978 – Camp David	
3.1.1 - Acuerdos	
3.2 – Conferencia de Madrid (1991 – 1993)	
3.2.1 -Acuerdos	
3.3 – Proceso de Oslo	
3.3.1 - Acuerdos	
4 – HAMAS.	Pág. 225
4.1 – Origen	
4.2 – Consecuencias	
5 – SITUACION ACTUAL	pág. 225
5.1 – Guerra contra Hamas	
5.2 – Ocupación de nuevos territorios	
5.3 - ¿Genocidio?	

1. **INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN**

El conflicto palestino-israelí está muy presente hoy en día. Aparece constantemente en las noticias y es un tema muy delicado. He escogido este tema para conocer más sobre el conflicto y poder entender que está pasando en uno de los conflictos más importantes de la actualidad.

2. **OBJETIVOS**

GENERALES:

1. Conocer el conflicto con profundidad.
2. Relacionar el conflicto con los intereses de otras potencias en la zona de conflicto.

ESPECÍFICOS:

1. Entender la postura que defienden tanto israelíes como palestinos.
2. Conocer los diferentes acuerdos que se han propuesto a lo largo del conflicto y valorar cuáles de esos acuerdos son más justos con lo que cada territorio defiende. Comparar las distintas interpretaciones de cada uno de los acuerdos desde la ambigüedad intencionada con la que se redactan por parte de otras potencias con intereses en la zona.
3. Conocer las consecuencias que este conflicto ha provocado en cada uno de los pueblos.
4. Valorar la importancia del único acuerdo conseguido entre ambas partes, al margen de intereses externos, que no fue tenido en cuenta en su día y que posteriormente se ha intentado retomar en todas las mesas de negociación sin éxito.

3. **MARCO TEÓRICO**

En este apartado, trataremos de analizar los diferentes momentos en que las dos partes han querido participar en momentos de paz.

1 – DATOS BÁSICOS DEL CONFLICTO.

En el territorio del que nos ocuparemos se ha producido:

- Una división destructiva e impuesta por intereses foráneos.
- Una división que frustra los deseos de ambos pueblos.
- Una ocupación de territorios justificada para unos e injustificada para otros.
- Unos acuerdos de paz que no se adaptan a las necesidades de cada pueblo y que han sido incumplidos permanentemente.

- Una estrategia de paz basada en los agravios del pasado, en la desconfianza mutua, en el odio del presente y el escepticismo hacia el futuro.

1.1 – Origen histórico del problema

Comencemos por el origen histórico del problema.

Cuando se desmembró el imperio otomano al final de la primera Guerra Mundial se produjo una conferencia de paz, la Conferencia de París, (18-01-1919/21-01-1920). Allí se firmó el tratado de Versalles, el tratado de paz donde se realizaron nuevos trazados fronterizos en los territorios de los vencidos. Dentro de los tratados de paz, concretamente se establecen las medidas sobre este territorio en los tratados de Sèvres (10-08-1920) y Lausanne (24-07-1923). La firma de estos tratados dio como resultado la creación de estados igualmente artificiales y la división de la nación árabe, que sigue siendo hoy en día el sueño de muchos. Además, se destruyó también el sueño de los judíos, que pretendían construir su propio estado en ese territorio de Palestina. Ambos pueblos buscaban una nación para sus respectivos pueblos y los dos se vieron engañados en esa experiencia.

En este contexto se produjeron documentos que han dado lugar a interpretaciones diferentes, no siempre adecuadas o correctas. Hay tres tipos de documentos que son importantes a este respecto:

1.2 – Documento McMahon – Emir Sherif Hussein

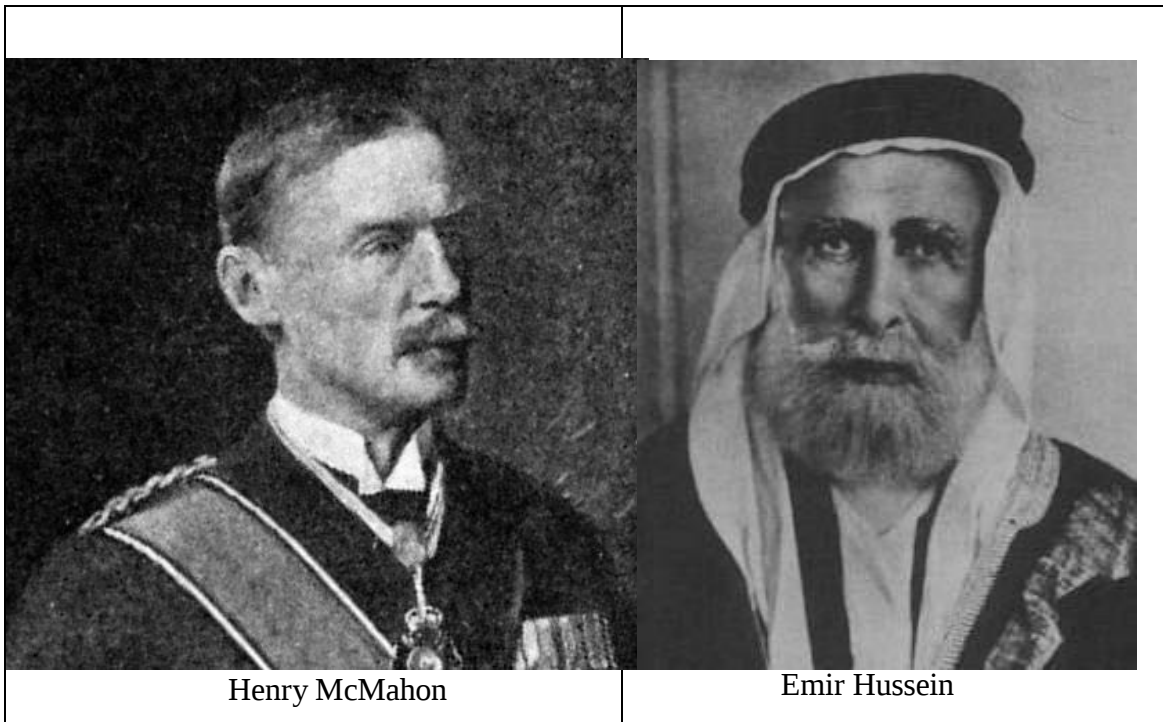
1. La correspondencia entre Henry McMahon, el Alto Comisionado británico en el Cairo y el Emir Sherif Hussein de la Meca (14-07-1915/10-03-1916).

Esta carta forma parte de los intentos que Gran Bretaña considera necesarios para conseguir apoyo árabe en su guerra contra Turquía durante la Primera Guerra Mundial. En esas fechas, Gran Bretaña inicia negociaciones con Hussein.

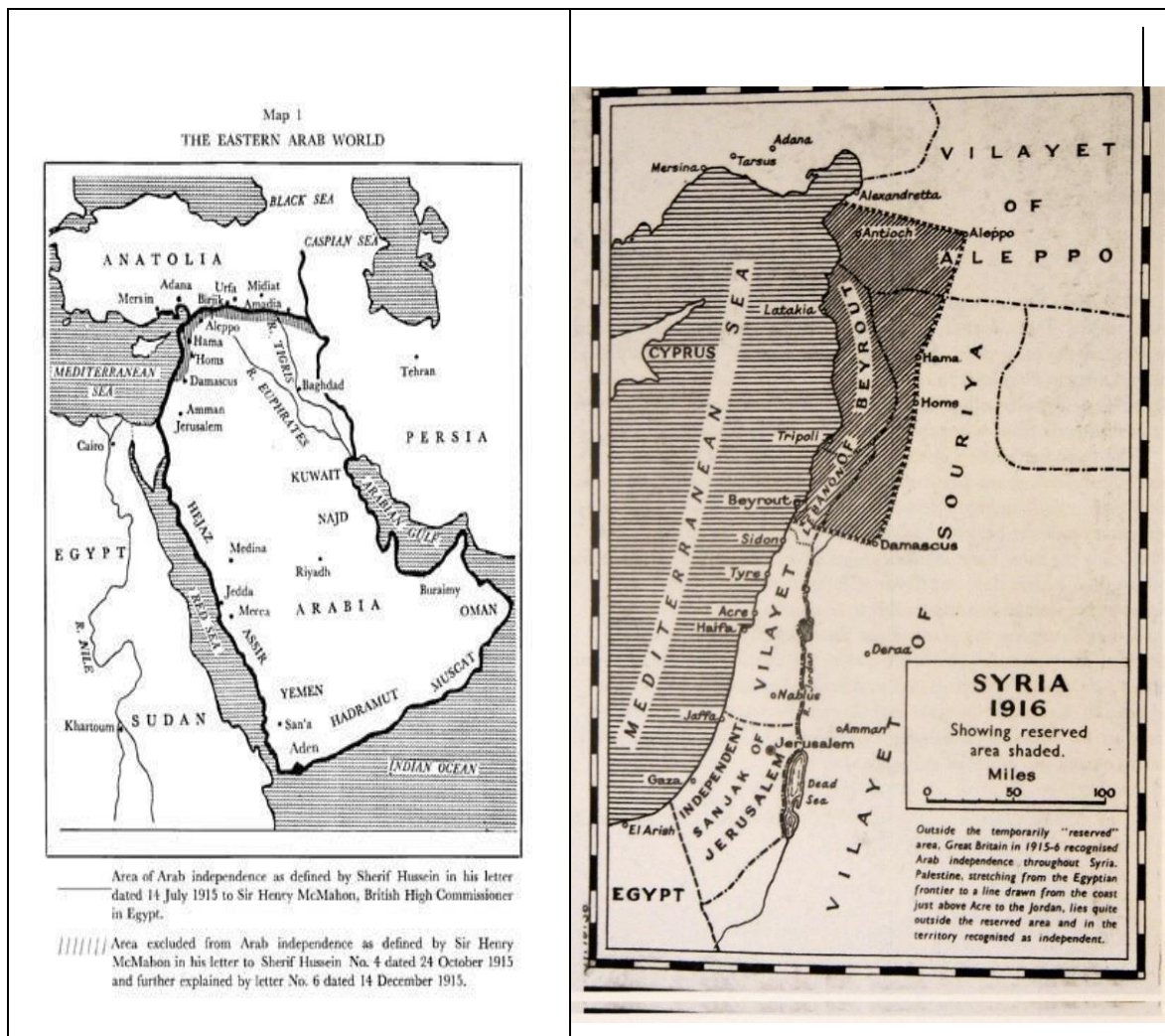
En la carta el Alto Comisionado Británico en El Cairo, Sir H. McMahon, informa a Hussein que si los árabes se alzan contra los otomanos, Gran Bretaña ***“está dispuesta a apoyar la independencia de los árabes dentro de los límites solicitados por el jefe de La Meca”***. El tiralíneas colonial traza entonces una divisoria un tanto difusa, pero Hussein entiende que todos los territorios se convertirán en un Estado árabe independiente. Londres, sin embargo, no piensa exactamente lo mismo. Años más tarde, McMahon da su versión: ***“Considero que era mi deber afirmar, y así lo hice de manera enfática, que***

no pretendía asegurar al rey Hussein la inclusión de Palestina en el área sobre la que había prometido la independencia árabe”.

(London Times, 23/VII/1937).



Por tanto, en la correspondencia entre Henry McMahon y el Emir Hussein lo que se viene a decir es que se promete a los árabes la creación de un estado.



En primer lugar, podemos ver el mapa que proponía Hussein, que abarcaba prácticamente todo lo que es hoy la actual Arabia Saudí hasta prácticamente las fronteras de Turquía, incluyendo por lo tanto lo que hoy en día es Siria, Líbano, lo que hoy en día es Israel, lo que hoy en día es Jordania, etc.

Sin embargo, los ingleses tenían sus reservas, y tal y como se dice en la carta “dentro de los límites” que proponía Inglaterra, debía haber zonas de exclusión, que se corresponderían con toda la zona mediterránea. Estas dos zonas de exclusión las podemos ver en el segundo mapa, una zona más oscura al Norte (que se corresponde con lo que hoy en día es el Líbano), que sería la parte cristiana de la zona y la parte Sur, donde está el Sanjak de Jerusalén y Vilayet de Jordania (utilizando la terminología de las provincias turcas del momento), que sería el territorio destinado a los judíos.

Por lo tanto, del Jordán hacia el mar, según los británicos, sería para el territorio judío del

Jordán, y hacia el interior Transjordania sería la parte para los árabes.

1.3 – Declaración Balfour

2. Casi un año después, (2-11-1917) se produce la famosa **Declaración Balfour**, un documento más conocido pero no del todo bien interpretado (2-11-1917). (Se trata de una carta que Arthur James Balfour, Ministro de Asuntos Exteriores de Reino Unido dirige a Lord Rothschild, presidente de la Organización Sionista Mundial). Si en la anterior correspondencia había una promesa de creación de un estado árabe a los árabes, ahora la declaración Balfour “prometía” la creación un estado para los judíos:

“Foreign Office, 2 de noviembre de 1917.

Estimado Lord Rothschild:

Tengo el placer de dirigirle, en nombre del Gobierno de Su Majestad, la siguiente declaración de simpatía hacia las aspiraciones de los judíos sionistas, que ha sido sometida, y aprobada, por el Gabinete:

«El Gobierno de Su Majestad contempla con beneplácito el establecimiento en Palestina de un hogar nacional para el pueblo judío y hará uso de sus mejores esfuerzos para facilitar la realización de este objetivo, entendiéndose claramente que no se hará nada que pueda perjudicar los derechos civiles y religiosos de las comunidades no judías existentes en Palestina, o los derechos y el estatus político de los judíos en cualquier otro país».

Le quedaré agradecido si pudiera poner esta declaración en conocimiento de la Federación Sionista.

Sinceramente suyo,

Arthur James Balfour”

(Carta de Arthur James Balfour, ministro de Asuntos Exteriores de Gran Bretaña a Lord Rothschild, Organización Sionista”

Foreign Office,
November 2nd, 1917.

Dear Lord Rothschild,

I have much pleasure in conveying to you, on behalf of His Majesty's Government, the following declaration of sympathy with Jewish Zionist aspirations which has been submitted to, and approved by, the Cabinet

"His Majesty's Government view with favour the establishment in Palestine of a national home for the Jewish people, and will use their best endeavours to facilitate the achievement of this object, it being clearly understood that nothing shall be done which may prejudice the civil and religious rights of existing non-Jewish communities in Palestine, or the rights and political status enjoyed by Jews in any other country"

I should be grateful if you would bring this declaration to the knowledge of the Zionist Federation.

Y. in
Arthur Balfour

El hecho de que se crease un estado judío en ese territorio de Palestina no quería decir ni que todos los judíos del mundo tuvieran que irse allí necesaria y obligatoriamente ni que la presencia de los judíos allí debería excluir a los palestinos o las poblaciones árabes no judías que existieran en la zona.

Entonces, ¿Esta declaración es una especie de contradicción o engaño?

En realidad, no, parece ser el complemento necesario tras la correspondencia entre McMahon y Hussein. McMahon había prometido a los árabes un estado árabe sobre un territorio que no es exactamente el que proponía el Emir Hussein, y lo que hace Balfour es prometer a los judíos un estado judío en el otro territorio referido a las zonas de exclusión de las que hemos hablado antes, donde no estaría el estado árabe. Por lo tanto, estas dos declaraciones aparentemente contradictorias en una interpretación correcta habría que entenderlas no como contradictorias, sino como complementarias. No es así la visión que se tiene generalmente de ello y sobre todo de la declaración Balfour, a la que se considera una traición.

1.4 – Acuerdo Emir Faisal I – Chaim Weizmann

3. Finalmente el **acuerdo firmado el 3-01-1919 poco antes de la celebración de la Conferencia de Versalles entre el Emir Faisal I de la Meca, hijo del Emir Hussein, y Chaim Weizmann**, el entonces ya nuevo dirigente de la comunidad sionista internacional, catedrático de química muy distinguido y creador, además, de la Universidad Hebrea de Jerusalén. Este acuerdo tiene una formulación articulada, como si fuese no un contrato, sino incluso una norma jurídica, con artículos numerados.

En esta correspondencia es interesante ver que se produce un fenómeno que no es nuevo lo que va a ocurrir en Palestina, porque ha tenido lugar en otras partes del mundo antes:

“Artículo 2: Inmediatamente después de la finalización de las deliberaciones de la Conferencia de París (Conferencia donde se firma el Tratado de Versalles) las fronteras definitivas entre el Estado Árabe y Palestina serán establecidas”

“Artículo 4: Se tomarán todas las medidas necesarias para animar y estimular la inmigración masiva de judíos en Palestina, y tan pronto como sea posible, asentar a los inmigrantes judíos en los territorios a través de un estrecho e intensivo cultivo de la tierra. Al tomar estas medidas, los campesinos y los terratenientes árabes serán protegidos en sus derechos y serán asistidos en el avance de su desarrollo económico”

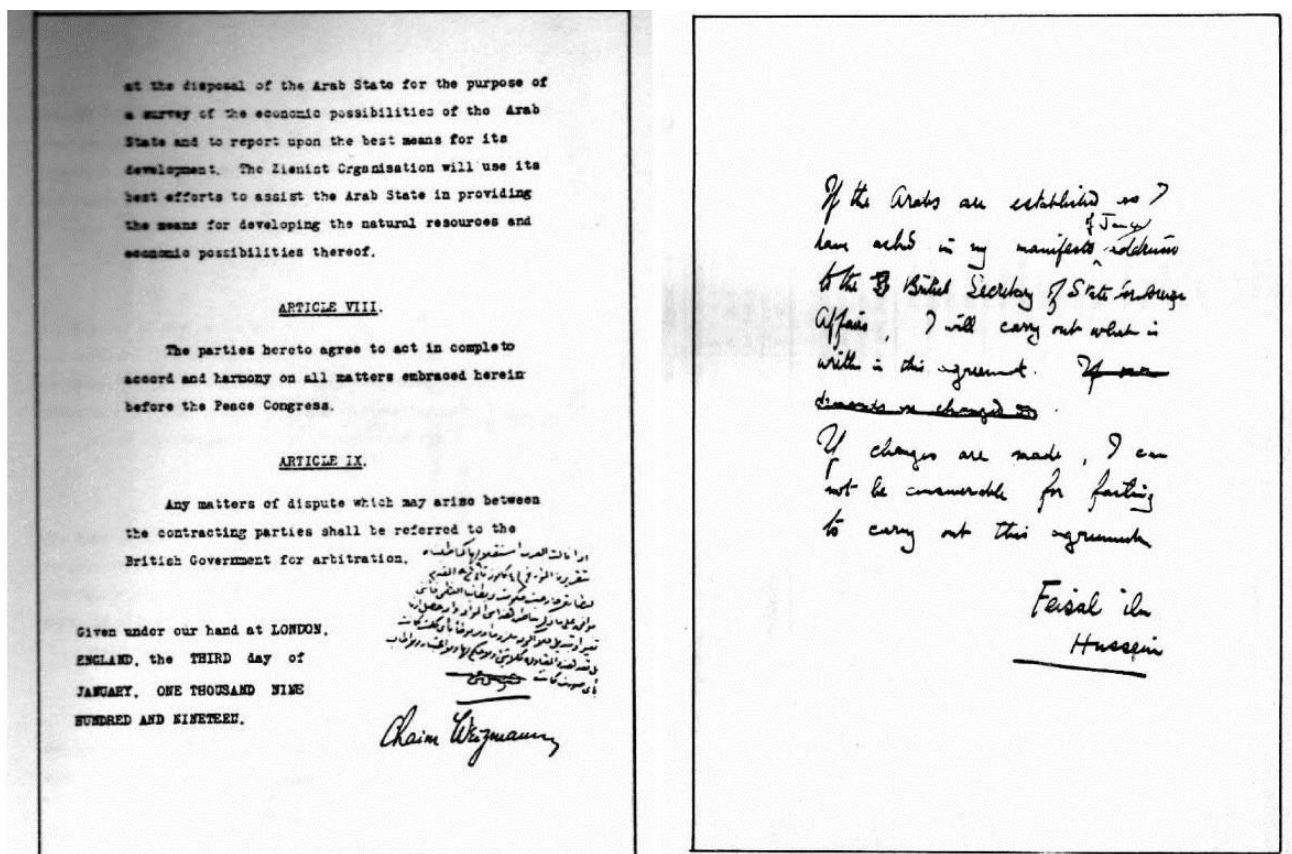
Faisal, sin embargo, condiciona la creación del Estado-nación judío a la creación del Estado-nación árabe, con capital en Damasco.

El Emir Faisal era el rey de Hizdaz, una franja de territorio equivalente a lo que hoy en día es Arabia Saudí, que en aquella época estaba compuesta por un erial de arena enorme, excepto la zona oeste más cercana a la costa, donde se encontraban las ciudades de La Meca y Medina. Allí gobernaban los hachemitas, un linaje árabe al que pertenecía Mahoma, que constituía la parte más culta del mundo árabe en aquel momento. El rey Faisal de la Meca lo que pretendía es que llegasen poblaciones judías de Europa para ayudar al desarrollo del territorio de Palestina, sobre todo agrícola, favoreciendo con nuevas técnicas a la población palestina del interior. (Algo parecido ocurrió en Ucrania cuando el Kaiser de Alemania llega a un acuerdo con el zar de Rusia y transfiere población alemana para que desarrollen y cultiven aquellos inmensos territorios valdíos y lleven allí nuevas técnicas de desarrollo de los cultivos, etc.). Faisal, sin embargo, condiciona la creación del Estado-nación judío a la creación del Estado-nación árabe, con capital en

Damasco. En esta situación, el Emir Faisal desconfiaba, no de los judíos o de Weizmann, sino de los ingleses, y principalmente de los franceses. De tal manera que el propio Emir, en el momento de presentar el documento ya escrito a máquina en la conferencia de París, a mano y en árabe hace unas anotaciones al margen y así figuran en los documentos que se conservan históricamente donde dice:

“Siempre que los árabes obtengan su independencia, tal y como lo he demandado en mi Memorándum de 4 de enero de 1919, dirigido al Ministerio de Asuntos Exteriores del Gobierno de Gran Bretaña, cumpliré los artículos anteriores. Pero, si se realizase la más mínima modificación o separación de los mismos, no me sentiré obligado ni por una sola palabra del presente acuerdo, el cual será considerado nulo y carecerá de toda validez, y yo no seré considerado responsable de manera alguna.”

Reservas del Emir Faisal al Acuerdo, introducidas a mano por él mismo.





Chaim Weizmann

Emir Faisal

Lamentablemente, el Emir Faisal y Chaim Weizmann fueron engañados por la delegación británica y la delegación francesa en la Conferencia de París. Faisal y Chaim Weizmann, a los que le movía una estrecha y personal relación, proponían este mapa a la Conferencia de París, por cierto, y que como se ve ya sí sobre la prohibición de las fronteras actuales de Israel aumentaba notablemente el territorio, se iba más allá del Río Jordán y se introducía en lo que hoy es Jordania y cubría incluso un poquito más allá de lo que es la Península del Sinaí, y por supuesto cubría toda la parte norte, lo que hoy en día es el sur del Líbano y lo que hoy en día se llama los Altos del Golán hasta el Valle de Kuneitrap. Donde, por tanto, todas las zonas altas, las montañas correspondería al territorio judío de acuerdo con el acuerdo entre el Emir Faisal y Chaim Weizmann.

En el mapa se ve la propuesta de la Organización Sionista en la Conferencia de París aceptada en el acuerdo entre el Emir Faisal I y Chaim Weizmann el 3-01-1919.

Pero se produce una traición, y ¿Cuál es la traición? La traición es ambos líderes proponen

este acuerdo en el año 1919 sin saber que ya desde el año 1916 Francia e Inglaterra habían llegado a un acuerdo para dividirse el territorio. Este acuerdo es conocido como el acuerdo de Sykes-Picot, un acuerdo secreto franco-británico, con la aprobación de la Rusia imperial, sobre la división de aquel territorio en distintas zonas de influencia tras la I Guerra Mundial. (Acuerdo firmado entre diplomáticos que representaban a sus ministerios de asuntos exteriores: Mark Sykes, diplomático británico y Francoise Georges-Picot, diplomático francés).

Por lo tanto, cuando se llegue a la Conferencia de París y el Tratado de Versalles en realidad lo que se aplicará no es la propuesta de Weizmann y Faisal. Si así hubiera sido hubiésemos tenido un Oriente Medio totalmente distinto y en paz. Lo que se hará es aprobar la propuesta que defiende intereses de los británicos y franceses.

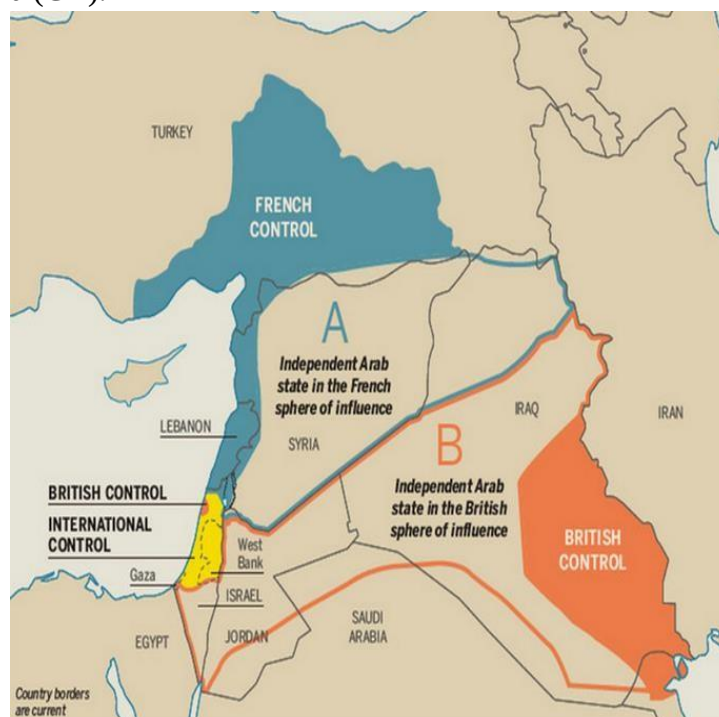
En esta Conferencia de Paz de París se firman varios tratados:

El Tratado de Versalles (18-01-1919)

Tratado de Sèvres (10-08-1920)

Tratado de Lausanne (24-06-1923), de interés para nosotros al ser el que divide el Imperio Otomano. De ahí surgirán los mandatos británico y francés fruto del

“Franco-british Boundary Agreement”, firmado el 23-12-1920, donde se establecen los límites territoriales de los mandatos para Siria y Líbano (Francia) y Palestina y Mesopotamia (GB).



VISTA DEL MAPA SYKES-PICOT AGREEMENT 16/05/1916



Great Britain's Division of the Mandated Area, 1921-1923

En este mapa se ve cómo se dividen en áreas (El área B, la zona francesa, una zona donde se daría un estado independiente bajo dominio francés y una zona de control e influencia francesa que incluso cubre parte de Turquía (esto nunca llegó a llevarse a la práctica, desde luego lo que es el Líbano) y la zona B que es la zona inglesa, donde se va a crear posteriormente el estado de Jordania y el estado de Irak. La zona amarilla era lo que se reservaba en el mandato británico para crear el estado para los judíos.

Esto fue lo que ocurrió, desencadenando el principio del enfrentamiento, las metrópolis colonialistas, hábiles para crear problemas entre los que colonizan y no entre ellos y los colonizados. Y esto es lo que ocurrió en esa parte del mundo donde poco a poco fueron siendo creados los estados árabes, no así el estado judío, que no se crearía hasta después de la Segunda Guerra Mundial.

Independencia de los Estados Árabes

- Yemen (Norte): 1918 (Independencia de Turquía). Yemen (Sur-Adén): 1967 (Independencia de Reino Unido) (Unificación el 22-05-1990)
- Egipto (28-02-1922) (Independencia parcial del Reino Unido)
- Arabia Saudita (20-05-1927) (Establecimiento por el Reino Unido)
- Líbano: (Independencia de Francia) (22-11-1943)
- Siria: (independencia de Francia) (17- 04-1946)
- Jordania: (Independencia del Reino Unido) (25- 05- 1946)
- Kuwait: (19-06-1961) (Independencia del Reino Unido)
- Qatar: (Independencia del Reino Unido) (3- 09 -71)
- Emiratos Árabes Unidos: (Independencia del Reino Unido) (2 -12 - 71)
- Omán: (Independencia del Reino Unido)1971

El problema es que no se crea el estado de Israel ni el de Palestina, y ello nos lleva al conflicto actual, porque el estado de Israel se va a crear después de la II Guerra Mundial



como producto de una resolución de la asamblea General de las Naciones Unidas en el año 1947. En esa resolución, la Resolución AG-ONU 181 (II) del 29 de noviembre de 1947, se procede a la partición de Palestina en dos estados con unión económica y Jerusalén como “corpus separatum” bajo régimen internacional, administrada por la ONU.

2 – CREACION DEL ESTADO DE ISRAEL

2.1 – Guerra de mayo de 1948

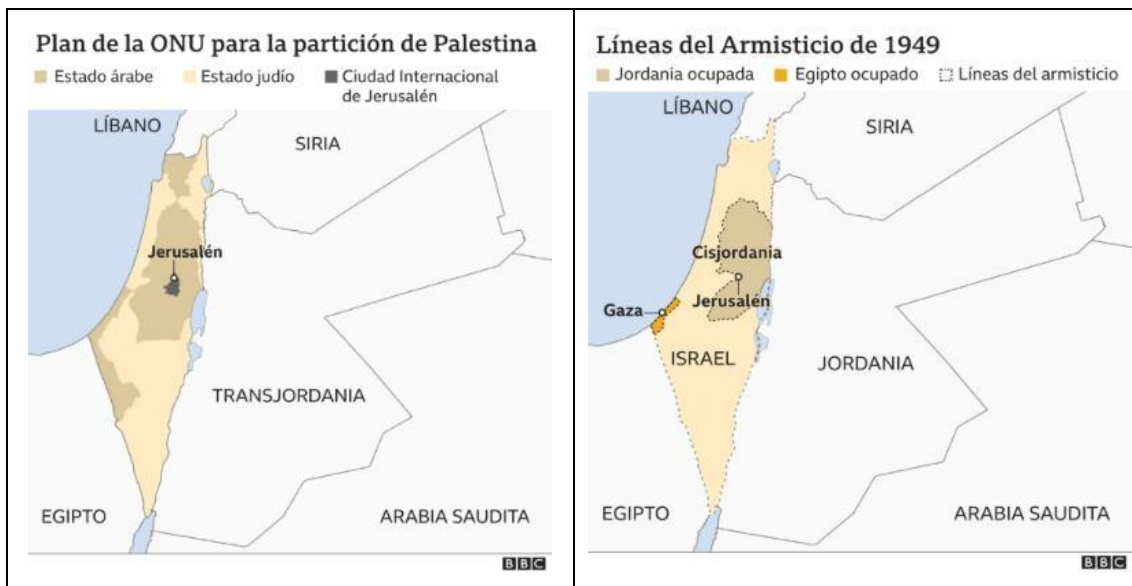
El problema es que no se crea el estado de Israel y ello nos lleva al conflicto actual, porque el estado de Israel se va a crear después de la II Guerra Mundial como producto

de una resolución de la asamblea General de las Naciones Unidas en el año 1947. En esa resolución, la Resolución AG-ONU 181 (II) del 29 de noviembre de 1947, se procede a la partición de Palestina en dos estados con unión económica y Jerusalén como “corpus separatum” bajo régimen internacional, administrada por la ONU.

Al año siguiente, el 4 de mayo 1948, Israel decide declarar su independencia justo un día antes de que finalice el mandato británico y ello produce la primera gran guerra entre los árabes y los judíos, ya el estado de Israel.

Apenas la ONU autorizó la constitución del Estado de Israel, los países árabes lanzaron un ataque contra las posiciones hebreas con el fin de hacer imposible la creación de un país judío en medio de los territorios de predominio árabe. El 14 de mayo David Ben Gurión leyó la declaración de independencia de Israel y al día siguiente el representante británico abandonaba el país; había acabado el mandato de Gran Bretaña sobre Palestina. Ese mismo día los ejércitos de la Liga Árabe entraban en Palestina precedidos por un ataque de la aviación egipcia sobre Tel Aviv. Los libaneses atacaron por el norte, los sirios, apoyados por los iraquíes, por el nordeste, y los jordanos por el este, a pesar de que la diplomacia israelí había conseguido previamente al conflicto la colaboración de Jordania a cambio de cederle Cisjordania, de manera que su participación en la guerra quedara neutralizada significativamente; cuando el ejército israelí intentó revisar el pacto se produjo la intervención jordana, que frenó el avance israelí. También los egipcios atacaron por el sur, y por el sudeste los saudís. Al principio la guerra fue favorable a los árabes, que contaban con superioridad humana y material, pero los judíos tenían mejor preparación y ayudas financieras que con el tiempo favorecieron a los israelíes.

El resultado de esta guerra es que Israel ocupa gran parte de los territorios árabes que las Naciones Unidas habían previsto para la creación de un estado árabe, excepto Cisjordania, Gaza y Jerusalén del Este. Jordania inmediatamente ocupa y se anexa Cisjordania y Egipto ocupa Gaza, si bien no se la anexiona y siempre la considera una zona autónoma bajo su mandato. El armisticio se firma el 3 de abril de 1949.



A partir de ahí los conflictos han sido constantes.

1. Israel ha sido utilizado en buena medida por los franceses y los ingleses en la llamada **guerra del Sinaí**, el 29 de oct- 5 nov 1956, tras la alianza franco-británica- israelí frente a la nacionalización del canal de Suez decretada por el presidente egipcio Nasser.
2. En 1964 nace la Organización para la Liberación de Palestina (OLP).
3. Más tarde, en 1967, serán los ejércitos árabes los que invadirán el territorio de Israel en la llamada **guerra de los Seis días**: Egipto, Siria y Jordania pretendían cerrar la salida de barcos israelíes por el Mar Rojo y como respuesta Israel ocupó los territorios de Cisjordania, Gaza, Jerusalén este, Sinaí y los Altos del Golán. Tras este episodio se produce la primera resolución importante de las Naciones Unidas (242) a la que nos referiremos más adelante, porque es clave en este conflicto.
4. En el año 73 un ataque árabe coge desprevenidos a los israelíes en la **guerra de Yom Kipur**, en la que Egipto y Siria atacan por sorpresa a Israel durante la celebración de la fiesta religiosa de la penitencia fracasando en su intento con un cese del fuego que ordena otra resolución del Consejo General de las Naciones Unidas, la resolución 338. (Tanto la 242 como la 338 son las dos resoluciones clave del Consejo General de las Naciones Unidas que explican y que pueden suponer la resolución posible de este conflicto.

Después de la Guerra de 1967

■ Tierra ocupada por Israel en 1967



RESOLUCIONES ONU SOBRE EL CONFLICTO

A partir de entonces la cantidad de resoluciones de Naciones Unidas que han incidido en este conflicto han sido de todo tipo: acuerdos para resolver conflictos eventuales, la expansión de los asentamientos, los conflictos en Gaza, etc. Hay 700 resoluciones de la asamblea y 100 resoluciones del consejo de Seguridad.

De todas las resoluciones de Naciones Unidas, las más importantes para entender ambas posiciones son la Resolución 242 del año 1967 y la 338 del año 1973.

RESOLUCIÓN 242 (1967)

Se trata de una resolución escrita originariamente en dos idiomas, en inglés y en francés. En las traducciones de ambas, sin embargo, las interpretaciones que se hacen son distintas y de nuevo dan lugar a ambigüedades:

El apartado primero de esta resolución afirma que el acatamiento de los principios de la Carta requiere que se establezca una paz justa y duradera en el Oriente Medio, que incluya la aplicación de los principios siguientes:

i) **“Retirada de las fuerzas armadas israelíes de los territorios que ocuparon durante el reciente conflicto”.**

De la frase anterior, las interpretaciones que se hacen son:

Versión francesa: “des territoires occupés..” Se refiere a todos los territorios ocupados. (Ésta es la versión que utilizan y defienden los árabes)

Versión inglesa: “from territories occupied” Se refiere a retirarse de territorios ocupados, no haciendo referencia a su totalidad.

Ésta es la versión que interpreta y que utiliza Israel para la justificación de sus actuaciones. Para los israelíes, entonces, la retirada sería solamente de algunos territorios a negociar, sin tener que volver necesariamente a las fronteras de 1967.

ii) ***“Terminación de todas las situaciones de beligerancia o alegaciones de su existencia, y respeto y reconocimiento de la soberanía, integridad territorial e independencia política de todos los estados de la zona y de su derecho a vivir en paz dentro de fronteras seguras y reconocidas y libres de amenaza o actos de fuerza;”*** Otro argumento al que se aferra Israel es el que se puede interpretar en este artículo, puesto que reconoce la existencia del estado de Israel en las fronteras del año 67.

ANEXOS

A partir de esta resolución, las sucesivas resoluciones e intentos de acuerdo que se han llevado a las negociaciones han contemplado diversos planes de paz que ninguna de las partes ha llegado a aceptar, y son las siguientes:

RESOLUCIÓN 338 (1973)

La Resolución del Consejo de Seguridad 338 (22 de octubre de 1973) siguió a la guerra del Yom Kipur y reitera la revisión de la Resolución 242 del año 1967, obligando de nuevo a las partes a que mantengan el status quo:

“El Consejo de Seguridad,

1. Insta a todas las partes en la presente lucha a que cesen el fuego y pongan fin a toda actividad militar inmediatamente, a más tardar 12 horas después del momento de la aprobación de esta decisión, en las posiciones que ahora ocupan;” (por tanto estas decisiones de alto el fuego vienen en realidad a ratificar la posición de Israel y el mantenimiento de su presencia en los territorios que han ocupado en ese conflicto).

2. “Insta a las partes interesadas a que empiecen inmediatamente después de la cesación del fuego la aplicación de la Resolución 242 (1967) de 22 de noviembre de 1967 del Consejo de Seguridad en todas sus partes;”

3. “Decide que, inmediatamente y en forma simultánea con la cesación del fuego, se inicien negociaciones entre las partes interesadas, con los auspicios apropiados, encaminadas al establecimiento de una paz justa y duradera en el Oriente Medio.”

Lamentablemente, no se iniciaron las negociaciones, muy al contrario, se consolidaron las posiciones de cada parte e Israel fue ocupando más territorio con asentamientos, cosa que de acuerdo con la previsión de la 242 y el derecho internacional no debería poder hacer, según la interpretación (francesa o española), pero no queda del todo claro de acuerdo con la interpretación inglesa del texto.

CONSECUENCIAS DE LA CREACIÓN DE ISRAEL

¿Cuáles fueron las consecuencias de la creación del estado de Israel?

1º. El consecuente rechazo árabe del Estado Israelí: Desde la perspectiva histórica se incumplieron los términos del pacto fundacional, puesto que el estado palestino no se creó, pero sí se creó el estado israelí, y ello dio lugar a cuatro guerras. (1948-49, 1956, 1967, 1973).

2º. Ocupación militar de los territorios que estaban previstos para el estado palestino.

Inicialmente empiezan a adquirir ya concepto de nación y de nacionalidad, concepto de identidad propia como estado palestino ocupado.

3°. Desplazamiento de población: Refugiados.

4°. Comienzan a constituir un problema los asentamientos.

5°. A lo largo del tiempo surgen las Intifadas (1987, 1993, 2000, 2005). La Intifada del 93 a pesar de las numerosas muertes terminó produciendo el inicio de un proceso de paz, mientras que la del 2000- 2005 lo que produjo fue la destrucción absoluta del proceso de paz, circunstancia en la que nos encontramos ahora.

6°. Israel ha servido como excusa para la justificación de los conflictos en la zona.

2.2 – Nacionalización del Canal de Suez (1956)

Desde la Nacionalización del Canal de Suez ha habido varios enfrentamientos como la Guerra de los 6 días, la Guerra del Yom kippur o las revueltas en intifadas. La ONU realizó 2 resoluciones importantes (242 y la 338) para intentar poner solución al problema. La intifada del 93´ inició un nuevo proceso de paz pero las intifadas posteriores acabaron con este proceso.

3 – PROCESOS DE PAZ

3.1 – 1978 – Camp David

El precedente de los acuerdos de paz y un poco de la estrategia que se va a seguir son los **acuerdos de Camp David** del año 1978 que llevaron a establecer la paz entre Israel y Egipto, haciendo que Israel abandonase el Sinaí y suprimiese todos los asentamientos que había establecido en la zona. A partir de ahí se establece la paz entre Egipto e Israel, que a grandes rasgos ha ido funcionando.

3.1.1 – Acuerdos

Pero lo interesante es que este acuerdo llevaba aparejado una especie de anexo que no es muy conocido y que tampoco se ha traducido a muchos idiomas, que se llama **“Framework for Peace in the Middle East”**, que es un documento que en realidad se aporta como complementario al acuerdo de paz entre Egipto e Israel por el cual se diseña lo que podría ser en el futuro en términos condicionales las bases para un acuerdo entre

Israel y los palestinos. Y ahí se establece que la paz debería establecerse en esa zona en tres etapas:

1. En una primera etapa debería elegirse una autoridad palestina provisional.
2. Una vez que se constituyese esta autoridad palestina se le debería hacer una transferencia progresiva de territorios para que ella los gestionase, al mismo tiempo que debería abrirse, de manera paralela, una negociación entre Israel y esa autoridad palestina provisional y autónoma.
3. Por último, concluir un acuerdo definitivo sobre lo que se llama el Estatuto definitivo de los palestinos. No se prejuzga en este acuerdo lo que era, si un estado palestino, una asociación con Jordania, etc. Evidentemente los palestinos no fueron parte de esto, esto es un acuerdo entre Israel, Egipto y los Estados Unidos de América, pero el acuerdo era para ellos, un marco de acuerdo para el proceso de paz en el Oriente Medio.

A partir de allí hay una larga trayectoria histórica que viene encabezada por los presidentes de los EEUU, que son los que dirigen el proceso. Puede decirse que desde los años 80 hasta nuestros días no hay presidente de los EEUU que no haya tenido su participación, (en algunos casos muy positiva, en otros no tanto y en otros nada de nada). De alguna manera todos han querido influir en ese proceso.

3.2 – Conferencia de Madrid (1991 – 1993)

George H. W. Bush padre es el que inicia el proceso con la Conferencia de Madrid, y por lo tanto hace una tarea importante porque es quien inicia propiamente del proceso de paz, del año 91 al 93. Ese acuerdo es la base del proceso de paz que siguió adelante.

3.2.1 -Acuerdos

Cuando surge la conferencia de Madrid se crea un equipo de negociación al estilo israelí que negocia en Washington, pero ni siquiera logran un acuerdo para decidir la agenda de las negociaciones, y se bloquea el procedimiento.

3.3 – Proceso de Oslo

Bill Clinton, es quien más aporta al proceso de paz, es el quien realiza el proceso de Oslo, del 93 al 2002 y el proceso de Camp David II donde estuvo a punto de lograr el acuerdo de paz, incluso ya pocos días antes de cesar en su presidencia en enero del año 2001 todavía estaba negociando la parte israelí y la parte palestina lo que podría haber sido un

acuerdo de paz. Pero lamentablemente fracasó.

Luego vino **George W. Bush** hijo, quien cambió un poco el paradigma y tuvo un papel importantísimo. Junto con Bill Clinton fue uno de los grandes presidentes americanos con respecto al proceso de paz en Oriente Medio, específicamente al conflicto palestino-israelí. Realizó un importante discurso en julio del año 2002 que se llamaba “Mi visión” , la visión Bush a partir de entonces, porque él habla de su propia visión, que se basa en el aquel acuerdo que firmaron en su momento los egipcios y los israelíes. A partir de ahí él logra la creación el 17-09-2002 de lo que se llama “*el cuarteto*”, una asociación de las Naciones Unidas, EEUU, la U.E y la U.S. que formula lo que se llama el “**Roadmap**” o la hoja de ruta, que todavía sigue en vigor y que muchos de los que hablan del proceso de paz y vuelven a negociar hablan de las previsiones del acuerdo y de lo que suponía la hoja de ruta del año 2002.

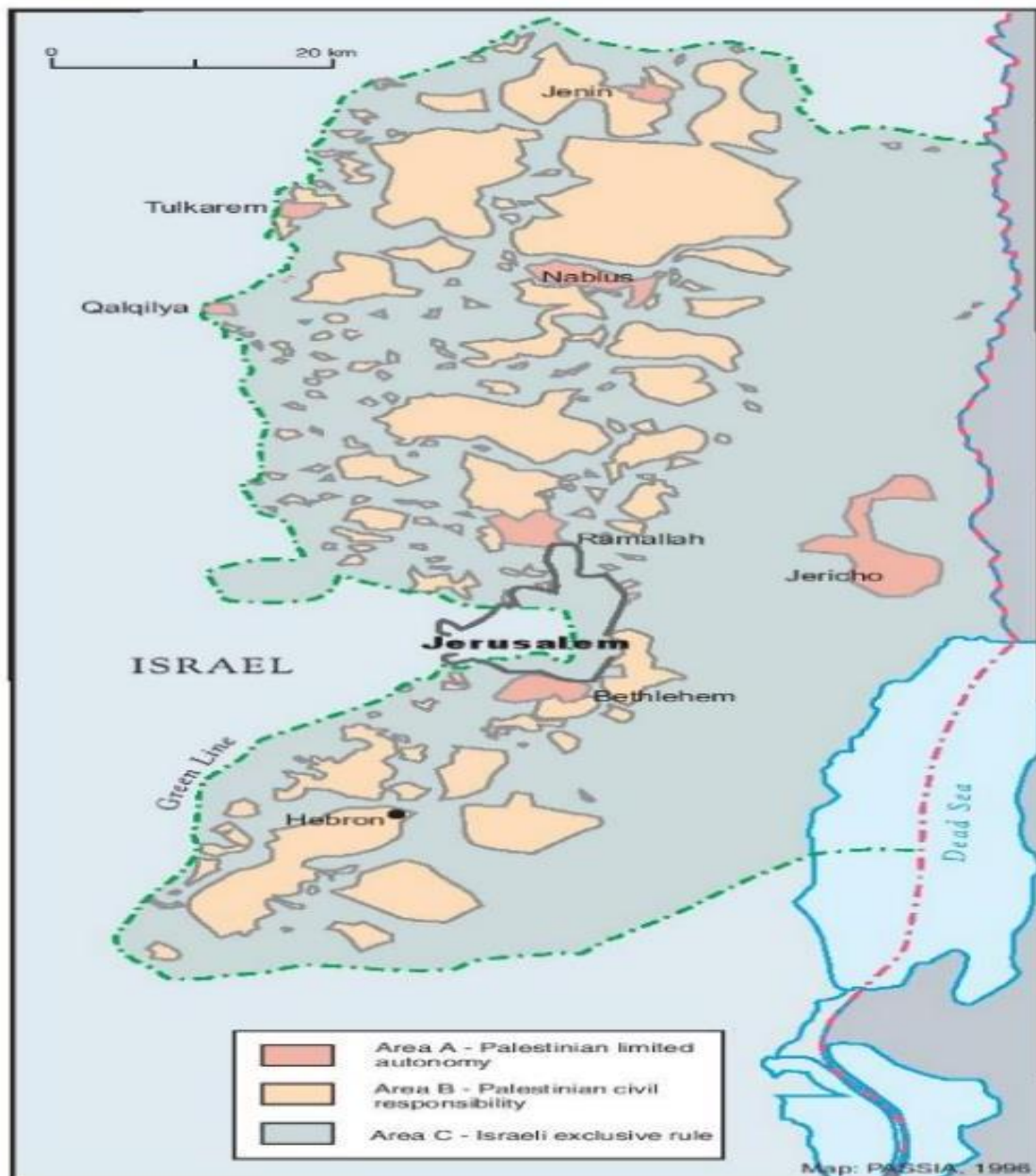
Acaba su mandato con la Conferencia de Annapolis, donde de nuevo faltó muy poco para que los israelíes y los palestinos llegasen a un acuerdo. Lamentablemente los presidentes de los EEUU utilizan siempre su mandato para buscar la paz en el Oriente Medio y cuando ya casi lo tienen todo hecho acaban su mandato y el proceso se queda sin terminar.

3.3.1 – Acuerdos

Proceso de “Oslo” (1993-2002): Ante el bloqueo del procedimiento, se decide abrir una vía secreta de negociación (el acuerdo de Oslo), un acuerdo que efectivamente consiguen las dos partes, palestinos e israelíes.

- 13-09-1993: “Declaración de principios” (“Oslo I”).
- 28-09-1995: “Acuerdo interino” (“Oslo II”).

Se decide crear una autoridad autónoma palestina, se divide el territorio palestino en tres áreas (área A, área B y área C) y lo que se acuerda es que se irá transfiriendo a los palestinos territorios del área B al área A y del área C al área B en función de que haya paz. (que no haya ataques terroristas, que vayan cumpliendo los acuerdos, etc)



El acuerdo responde a un principio básico que es “paz por territorios”, es decir, en la medida en que los palestinos aseguren la paz a los israelíes, éstos les irán dando más territorios que estarán bajo esa autoridad autónoma palestina que es lo que hoy en día tienen.

Los acuerdos sucesivos tratan de ajustar a extremos los porcentajes de territorio (5 10, 20 %) que se pasa de una zona a otra. El área A es las seis ciudades grandes ocupadas por los palestinos (Jenin, Nablus, Tulkarm, Kakiliya, Ramallah y Belén)

Área B son 450 aldeas pequeñas y zonas rurales y área C es donde están los asentamientos y las zonas militares. La autoridad palestina iría aumentando su jurisdicción en la medida

en que se portasen bien y respetasen la paz y seguridad de los israelíes, cosa que evidenteresulta imposible porque el planteamiento es incorrecto.

17-01-1997: Protocol Concerning the Redeployment in Hebron.

23-10-1998: “Wve River Memorandum”

4-09-1999: “Sharm El-Sheik Memorandum”

EL PROCESO DE PAZ CON OBAMA

Barack Obama (2009- 2013; 2013- 2017) llega al gobierno en el año 2009 y hace un discurso realmente emotivo en la universidad del Cairo, en el que expresa su deseo de que haya dos estados, viviendo en paz, uno separado del otro, que haya paz entre las dos comunidades, el reconocimiento del mundo árabe y de la comunidad árabe en general, que hasta entonces había sido ignorada o maltratada por los EEUU. El discurso conmueve a los árabes y en buena medida a los israelíes, pero inmediatamente no sucedió nada más.

A partir de ahí se iniciaron dos vías de negociación:

- a) Negociaciones de manera indirecta bajo el mandato de la primera secretaria de estado, Hilary Clinton, a través de George Mitchell.
- b) Negociaciones directas cuando se logra llevar a las partes a negociar directamente a Washington, a Sharm el-Sheikh y a Jerusalén, aunque tampoco se llega a ningún tipo de acuerdo.
- c) Tras esto Obama vuelve a hacer un importante discurso para tratar de relanzar el procedimiento, pero tampoco presenta un programa específico que plantee para resolver el conflicto. Cambia entonces al secretario de estado, nombrando a John Kerry, quien decide adoptar el plan del Cuarteto y negociar sobre la base de las previsiones de ese Cuarteto. Hay una especie de prenegociaciones en Amman para tomar posición de las partes, pero finalmente el proceso no sale adelante. (Es un momento en que el presidente israelí Benjamín Netanyahu decide adoptar una política muy agresiva en términos de asentamientos y expandir los mismos por los territorios aprovechando el fin del mandato de Obama).
- d) La condena final por parte del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas de los asentamientos y las políticas de Israel será la primera condena específica de Israel en las Naciones Unidas que los EEUU no veten. Fue conocida así, como “la

gran bofetada” que le dio a Israel Barak Obama, con la que se despidió además poco antes de finalizar la presidencia de los EEUU.

(Resolución 2234 del año 2016, del 23 de diciembre).

El equipo internacional del presidente Obama, por tanto, no consiguió avanzar en el proceso en ningún aspecto. Es, además, el actual equipo internacional del presidente Joe Biden, que recientemente ha realizado una propuesta de la que hablaremos después.

DEAL OF CENTURY (El acuerdo del siglo).

Donald Trump (2017-2021) llega al gobierno rechazando todo lo que estaba previsto en el acuerdo sobre el estatuto futuro de las dos partes (la capital, los asentamientos, etc). Decide reconocer Jerusalén como la capital de Israel en diciembre del 2017, trasladando incluso una embajada de EEUU de Tel-Aviv a Jerusalén en mayo del 2018. Además, suprime la financiación de la agencia a la asistencia a los palestinos de las Naciones Unidas y cierra la oficina de la OLP en Washington, evitando la neutralidad con respecto al conflicto. Se posiciona, por tanto, del lado israelí.

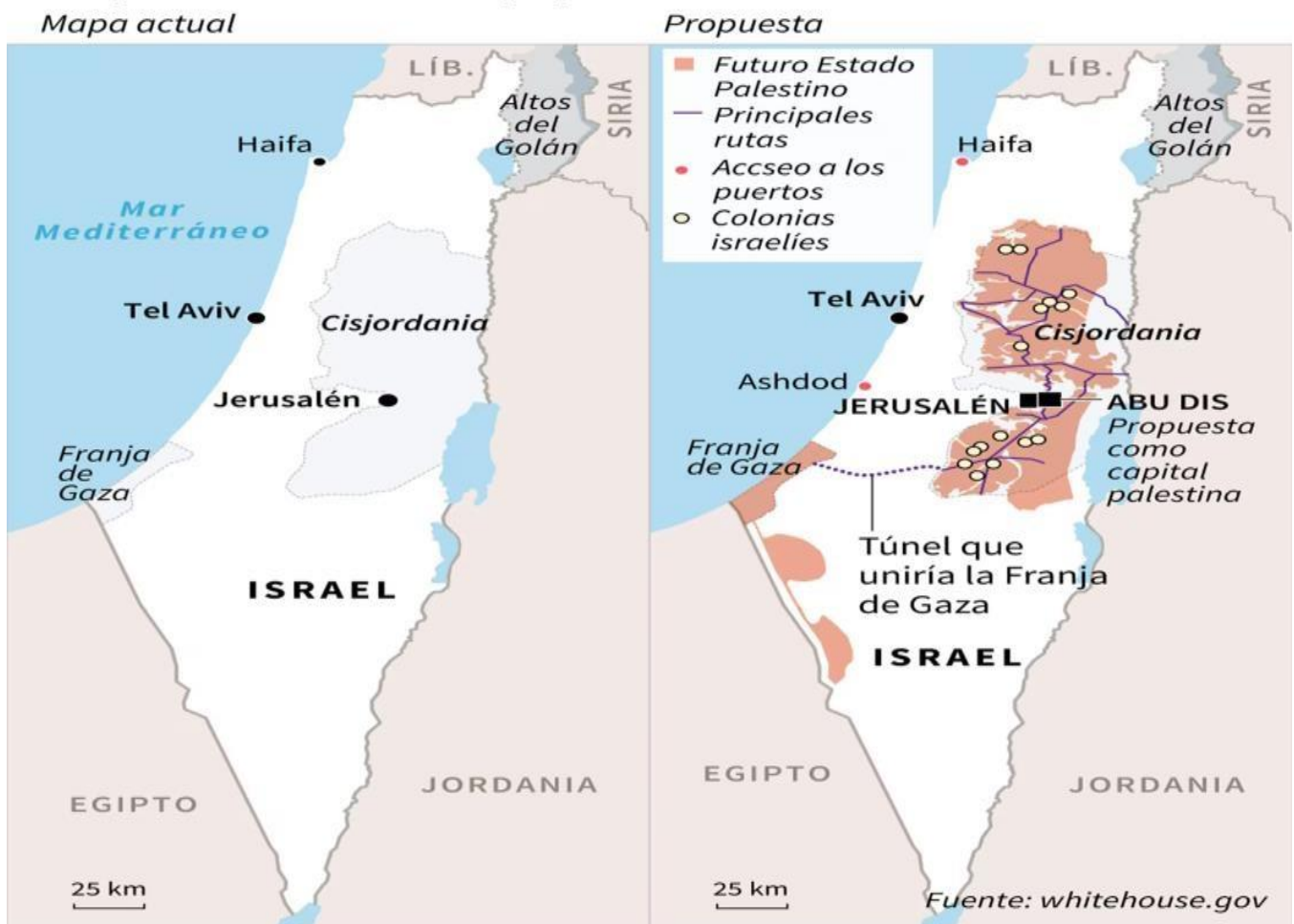
Elabora el famoso “**Deal of the Century**”, un plan que a nivel territorial perjudica a los palestinos y favorece claramente a los israelíes, aunque se trata de un plan perfectamente articulado y estructurado en dos partes:

1. Una **parte económica**, con una importantísima donación de dinero para la reconstrucción de Palestina. (Sólo si se adhiere será ayudado económicamente con 6900 millones de dólares)

2. Una **parte política**, donde desarrolla su propia visión permitiendo crear un estado palestino que de acuerdo con la visión de Trump será reducido a un territorio mucho más pequeño. Israel se anexionaría sin excepción gran parte del territorio, los asentamientos y el Valle del Jordán, con lo que el terreno palestino quedaría muy reducido. Además, Jerusalén pasaría a ser la capital exclusiva de Israel y solamente se le dejaría a los palestinos que creasen su propia capital en tres pueblos que están alrededor de Jerusalén, a los que se decide llamarles Al Quds, el nombre que los árabes utilizan para distinguir a Jerusalén, en los pueblos contiguos, del otro lado del muro: Abu Dis, Shuafat, Kafr Aqab. Con respecto a los refugiados, no tendrían derecho de retorno y si quisieran volver lo harían cuando se hubiera creado el estado palestino.

3. Pero lo más importante del mandato de Donald Trump es que consiguió lo que se llaman los “**Acuerdos de Abraham**”, acuerdos que supusieron que varios estados árabes reconociesen el estado de Israel y decidiesen establecer la normalización de sus relaciones con este estado. (Lo reconocieron Emiratos Árabes Unidos, Bahrein, Marruecos y Sudán).

El plan de Trump para Medio Oriente



EL MANDATO DE JOE BIDEN:

Biden propone en una de sus propuestas la creación de una conferencia internacional en general, no sólo para paz entre palestinos e israelíes, sino para resolver los conflictos que en este momento hay en el mundo. La idea es que por lo tanto exista paz entre palestinos e israelíes, ésta sería la solución ideal.

REFUGIADOS

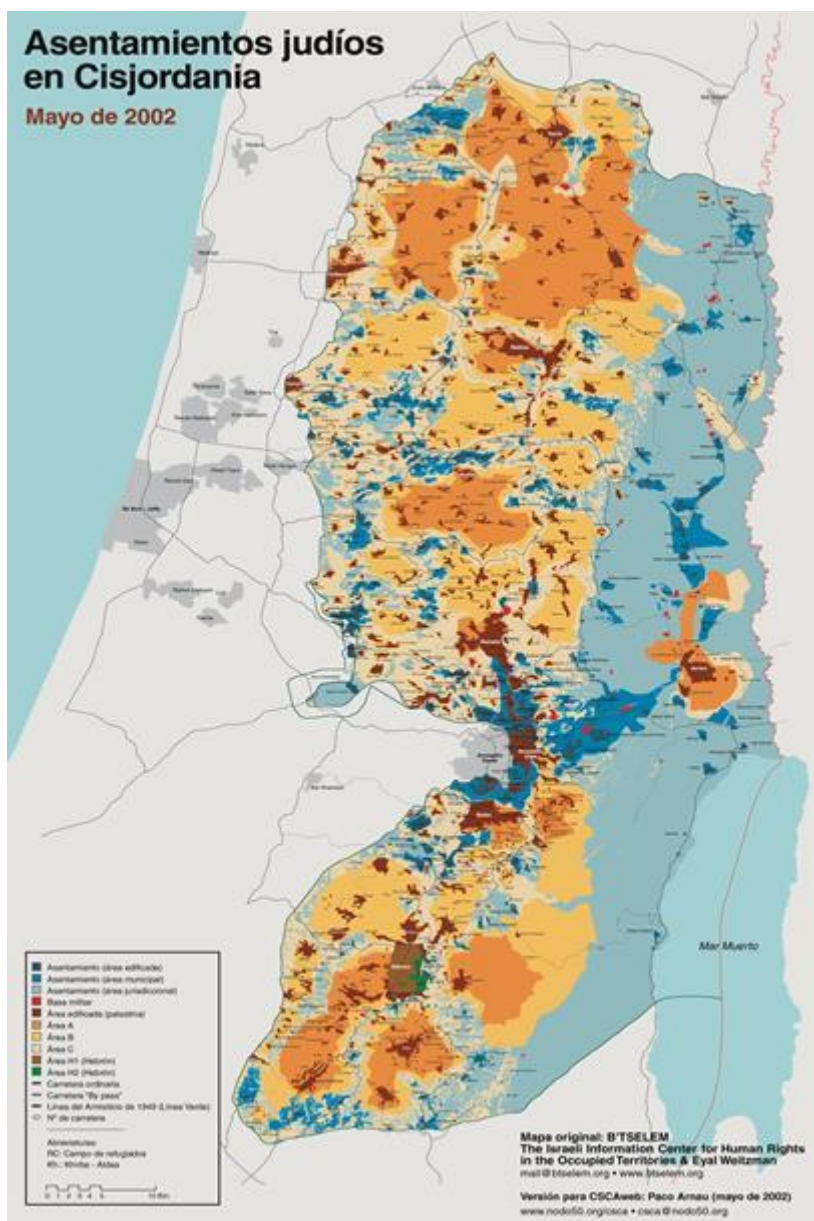
En la primera ola del conflicto (1948-1949) hubo 400000- 900000 refugiados. La mayoría

de ellos va a lo que hoy en día es Cisjordania, otros huyen a otros estados árabes. Hoy en día hay casi cinco millones y medio de refugiados. Muchos palestinos no pueden volver a Palestina por la elevada densidad de población. En su día, el líder de la O.L.P, Yassir Arafat, planteó en las negociaciones no que los refugiados volviesen, sino que se reconociese el derecho a volver de los refugiados, para poder exigir con ese derecho compensaciones económicas importantes que les permitiesen establecerse y llevar una vida decente en otros territorios del mundo donde se encuentren. La idea que se defiende desde la causa palestina es que sean compensados económicamente por ser refugiados.

ASENTAMIENTOS ISRAELÍES (DATOS DEL 2020)

Los asentamientos es otro problema grave para la solución del conflicto en el territorio. Sólo en Jerusalén este hay 209.000 ciudadanos israelíes que viven en una parte situada más allá de las líneas fijadas en el año 97, y por lo tanto los ciudadanos israelíes que allí viven se consideran desde el punto de vista del derecho internacional y de las Naciones Unidas como colonos que están ocupando un territorio ocupado. Para Israel no, son ciudadanos normales de Israel que viven en barrios de Jerusalén, cuya población supera ya los 9 millones.

El problema de estos asentamientos es que son grandes ciudades. Algunas con más de medio millón de habitantes. Muchos de estos asentamientos se encuentran en el territorio donde debería estar el estado palestino. En todos los planes de Clinton, Bush y Trump se especifica que no se deben eliminar estos asentamientos, sino que debe buscarse un estatuto jurídico diferente para ellos una vez que se cree el estado palestino.



LOS OUT-POST (EN 2017)

Además, tenemos los Out-post, se trata de cuatro personas movidas por su pasión ideológica por el precio de la vivienda en Israel o por cuestiones religiosas que deciden coger una caravana e irse a territorio donde hay palestinos, echarles, establecerse y crear allí sus puestos, que no están formalmente reconocidos por el estado de Israel. Aunque hay sentencias del tribunal supremo de Israel condenando a algunos de estos out-post y obligando a la devolución de ese terreno que ha sido robado a pueblos y ciudades palestinas, el estado de Israel también está normalizando esta práctica con la idea de legalizar y considerar asentamientos formales algunos de estos out-post.

LA CIUDAD DE JERUSALÉN EN EL CONFLICTO

La capital de Israel desde el punto de vista jurídico es Jerusalén, así lo dice su constitución, y así fue reconocido por el gobierno de EEUU en el año 1973. Aplazaba la decisión formal de la capitalidad de manera automática hasta que, durante el mandato de Donald Trump, éste lo formaliza. En los parámetros del presidente Clinton se simplificaba la división de espacios de influencia: **“que lo que es árabe sea palestino y que lo que es judío sea israelí, aplicado a los territorios como a la propia Jerusalén”**. Sin embargo, la ciudad no sólo tiene un alto valor simbólico y político, tanto para israelíes como para palestinos. Es además considerada sagrada para las tres principales religiones monoteístas: Judaísmo, Islam, Cristianismo. Este es uno de los aspectos más difíciles de resolver por la sensibilidad religiosa que existe, innegociable para ambos pueblos.

4 – HAMAS.

Hamás es una organización política y militar palestina, considerada como un grupo terrorista por varios países, incluidos Estados Unidos e Israel. Se formó en 1987 y su objetivo declarado es la liberación de Palestina, por lo que es el brazo armado de Palestina. Utiliza tanto estrategias políticas como militares, incluyendo ataques contra civiles y fuerzas militares israelíes. Cabe destacar que Hamás se convierte en una organización terrorista al ver que Palestina está cediendo territorio a Israel. Palestina se quiere desvincular de Hamás.

5 – SITUACION ACTUAL

En la actualidad, España, Irlanda y Noruega reconocen Palestina, sumándose a los 143 países que ya lo hacían. Ahora mismo, Israel se encuentra bombardeando Rafah, zona de paso de los palestinos hacia Egipto, donde se encuentran muchísimos refugiados palestinos

4. METODOLOGÍA

Se ha partido de un conocimiento general de los dos pueblos con material audiovisual, visionado de documentales, monográficos y lectura de artículos relacionados y noticias. Más adelante se ha hecho uso de bibliografía específica sobre el conflicto, centrándonos en la realizada por D. Antonio Bar Cendón (Catedrático de Derecho Constitucional y Catedrático “Jean Monnet” de Derecho Constitucional de la Unión Europea en la Facultad de Derecho de la Universidad de Valencia, España). Él fue el asesor jurídico de la Unión Europea en la elección y constitución de la Autoridad Palestina, entre 1994 y 1996.

5. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y LIMITACIONES.

Tras haber analizado el problema, nos damos cuenta de que ha sido el pueblo palestino el que ha padecido sus consecuencias. Han visto cómo, a lo largo del tiempo, han ido perdiendo sus territorios, han tenido que emigrar a la fuerza a distintos asentamientos, o emigrar a otros países, y cómo han sido despojados de sus derechos, llegando a la situación actual donde se habla de genocidio. Podemos afirmar que el acuerdo que hubiese prosperado es el de Weizmann y Faisal, que fue el primer documento que ambos pueblos estaban de acuerdo en firmar sin intereses de otros intermediarios. Además, tanto la Resolución 242 de la ONU como el proceso de Oslo de Bill Clinton son los que más se acercan a las primeras reivindicaciones de ambos pueblos pese a que no se aplicaran o fracasaran justo antes de que llegaran a firmarse.

Más allá de lo mencionado anteriormente, se pueden sacar estas conclusiones:

- El problema del conflicto es que se han guiado las soluciones del conflicto desde un principio erróneo, paz por territorios, cuando debería guiarse por el principio de paz por independencia.
- Si Israel desocupa los espacios ocupados Palestina debe prometer paz y seguridad, pero también es cierto que deben garantizársela.
- Los acuerdos en ocasiones han sido mal diseñados y programados en fases que determinan situaciones incompletas y conflictivas, siendo incumplidos por las dos partes, tanto en su estructura como por la desconfianza y el resentimiento que existe entre las partes.
- Israel está obsesionado por su seguridad, lucha por la vida de su propio pueblo, y por tanto lo que pretende es un control militar, y cree que los asentamientos y la anexión territorial suponen precisamente una especie de zona de seguridad que lleva a la frontera

de Israel más allá de las fronteras propias de Israel establecidas en el año 67 por las Naciones Unidas. Por lo tanto, para la mentalidad o la estrategia de los sucesivos gobiernos de Israel los asentamientos no son simplemente ciudades donde viven ciudadanos con total normalidad haciendo su vida cotidiana, sino que constituyen también puestos de seguridad avanzados para defender la propia existencia del territorio de Israel.

- El problema de Palestina es que está dividida, físicamente entre Cisjordania y Gaza y además por gobiernos absolutamente contrarios y enfrentados entre sí; en Cisjordania gobierna Al Fatáh y asociados a otros grupos principalmente, mientras que en Gaza gobierna Hamás con el apoyo de la Yihad islámica, dos grupos considerados terroristas por las Naciones Unidas y la Unión Europea.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASMAR CASTELLANOS, NASSER, *Palestina, crónica de una tragedia planeada*, Createspace Independent, Madrid, 2014.
- BRIEGER, PEDRO, *El conflicto árabe-israelí*, Clave intelectual, Madrid, 2011.
- CAUSLÉN, JOHAN, *Israel: su historia y su futuro*, Logos, 2013.
- DEL REY, MIGUEL y CANALES, CARLOS, *David y Goliath, El conflicto árabe-israelí*, Edaf, Madrid, 2013.
- DÍEZ DE VELASCO, MANUEL, *Instituciones de Derecho Internacional Público*, Decimoctava edición, Tecnos, Madrid, 2013.
- FORT NAVARRO, ALBERT y MARTÍNEZ IBÁÑEZ, ENRIQUE, *El conflicto palestino-israelí; un recorrido histórico para comprender el presente*, Tábano Pensar Historia, 2002.
- GARCÍA, JOSÉ PABLO, *Vidas ocupadas; un viaje de Nablus a Gaza*, Dibbuks, Madrid, 2017.
- G. FINKELSTEIN, NORMAN, *Imagen y realidad del conflicto palestino- israelí*, Alkan, 2003.
- KELSEN, HANS, *Derecho Internacional y Estado Soberano*, traducción por Mario G. Losano, Tirant Lo Blanch, Valencia, 2007.
- KELSEN, HANS, *¿Qué es la justicia?*, traducción por Albert Calsamiglia, Ariel, Barcelona, 1957.
- KELSEN, HANS, *La paz por medio del derecho*, Traducido por L. Echávarri y presentado por M. La Torre y C. García Pascual, segunda edición, Trotta, Madrid, 2008.
- KELSEN, HANS, *Principios del Derecho Internacional Público*, por José Luis Monereo Pérez, Comares, Granada, 2013.
- KELSEN, HANS, *Teoría pura del derecho*, Trotta, Madrid, 2013.
- PASTOR RIDRUEJO, JOSE, *Curso de Derecho Internacional Público y Organizaciones Internacionales*, Vigésima edición, Tecnos, Madrid, 2006.
- REMIRO BROTONS, ANTONIO, *Derecho Internacional*, Tirant Lo Blanch, Valencia, 2007.
- ROBLES, GREGORIO, *Hans Kelsen: vida y obra*, Civitas, Navarra, 2014.
- RODRÍGUEZ CARRIÓN, ALEJANDRO, *Lecciones de Derecho Internacional Público*, Sexta edición, Tecnos, Madrid, 2006.
- THUMALA JAAR, ALFREDO, *Palestina arde*, Createspace Independent,

Madrid, 2016.

- WARSCHAWSKI, MICHEL, *Israel y Palestina: la alternativa de la convivencia binacional*, Los libros de la Catarata, Madrid, 2002.
- Almarcenegui Elduayen, P. “Orientalismo y postorientalismo”, *Cuadernos del Mediterráneo*, nº 20-21, 2014, pp. 231-234.
- Berman, P. *Terror y libertad*, Tusquets Editores, Barcelona, 2007.
- Bogdanor, P. “The Deceptions of Edward Said”, *Academic Questions*, vol. 27, Issue 2, June, 2014.
- Choza, J. y De Garay, J. (eds.) *La escisión de las tres culturas*, Editorial Thémata, Sevilla, 2008.
- Clavaron, Y., “Edward Said. Un comparatiste dans le monde”, *Revue de littérature comparée* (346), Apr-June, 2013.
- Cortés-Ramírez, E. E. *La luz de los otros: Edward Said y la revolución cultural del orientalismo*, Editorial Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, 2012.
- Ferial, G. (ed.) *Edward Said and Critical Decolonization*, The American University in Cairo Press, Cairo y New York, 2007.
- Fraser, T. G. *El conflicto árabe-israelí*, Alianza Editorial, Madrid, 2008.
- Hart, W. D. *Edward Said and the religious effects of culture*, Cambridge University Press, 2000.
- Iskandar, A. y Rustom, I. (eds.), *Edward Said: A legacy of Emancipation and Representation*, University of California Press, 2010.
- Martínez Carreras, J. U. *El mundo árabe e Israel. El Próximo Oriente en el siglo XX*, Istmo, Madrid, 2002.
- Marrouchi, M. *Edward Said and the Limits*, State University of New York Press, New York, 2004.
- Mendes Flohr, P. (ed.) *A land of two peoples. Martin Buber on Jews and Arabs.*, The University of Chicago Press, 2005.
- Shahak, I. *Historia judía, religión judía*, Círculo de Lectores, Barcelona, 2004.
- Spanos, W. V. *Legacy of Edward W. Said*, University of Illinois Press, Urbana y Chicago, 2008.
- Said, E. W. *Gaza y Jericó. Pax Americana*, Editorial Txalaparta, Tafalla, 1995.
 - *Cubriendo el Islam*, Debate, Barcelona, 2005.
 - *Reflexiones sobre el exilio: ensayos literarios y culturales*, Barcelona,

- Debate, 2005.
- *Humanismo y crítica democrática*, Debate, Barcelona, 2006.
 - *Orientalismo*, Debolsillo, Barcelona, 2006.
 - *El mundo, el texto y el crítico*, Debolsillo, Barcelona, 2008.
 - *La cuestión palestina*, Debate, Barcelona, 2013.
 - Tilley, V. *Palestina/ Israel: un país, un Estado. Una iniciativa audaz para la paz*, Akal, Madrid, 2007.
 - Walker, T. y Gowers, A. *Arafat. La Biografía*, ABC, Madrid, 2005.
 - Wood, M. “Edward Said”, *Proceedings of the American Philosophical Society*, Vol. 150, nº 1 (Mar., 2006), pp. 197-200.
 - Adler, E. (1997). Seizing the Middle Ground: *European Journal of International Relations*, 319-363.
<https://doi.org/10.1177/1354066197003003003>
 - Adrover, C., & De Jesús, J. (2016). El conflicto palestino-israelí a partir del pensamiento de Edward W. Said. En *TDX (Tesis Doctorals en Xarxa)*.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=57471>
 - Alfosea, F. J. T. (2007). ÁLVAREZ-OSSORIO, Ignacio e IZQUIERDO BRICHS, Ferran (2007):
¿Por qué ha fracasado la paz? Claves para entender el conflicto palestino-israelí. Ed. Libros de la Catarata e Instituto Universitario de Desarrollo y Cooperación de la Universidad Complutense de Madrid. Madrid, 2a ed. 279 p.
Investigaciones Geográficas, 43, 183-186.
<https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/5193146.pdf>
 - BBC News Mundo. (2021a, mayo 21). Conflicto israelíes-palestinos: «El problema del discurso “Israel tiene derecho a defenderse” es que ignora todo lo que Israel hace antes ser lanzado un cohete». *BBC News Mundo*.
<https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-57189935>
 - BBC News Mundo. (2021b, mayo 24). Conflicto israelí-palestino: las controvertidas leyes que los ciudadanos árabes en Israel denuncian como discriminatorias. *BBC News Mundo*.

- BBC News Mundo. (2023, 24 febrero). Por qué la violencia entre Israel y los palestinos se encuentra en un «punto crítico» que hace temer la explosión de una tercera intifada. *BBC News Mundo*. <https://www.bbc.com/mundo/noticiasinternacional-64753984>
- Ben-ami, S., & Medin, Z. (1992). *Historia del Estado de Israel. Génesis, problemas y realizaciones*. : 190.
- Carballo, L. (2016b, septiembre 15). EEUU garantiza la ventaja táctica de Israel en Oriente Próximo con una ayuda militar récord. *euronews*. <https://es.euronews.com/2016/09/15/eeuu-garantiza-la-ventaja-tactica-deisrael-en-orienteproximo-con-una-ayuda>
- Carter, J. (1998, 20 julio). *Camp David Accords | Summary, History, & Facts*. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/event/Camp-David-Accords>
- Cejudo, G. (2008). *Discurso y políticas públicas: enfoque constructivista*.
- Comunicación, R. T. S. (2022). Teoría de la Espiral del Silencio. *Todo sobre Comunicación*. <https://todosobrecomunicacion.com/que-es-la-espiral-del-silencio/>
- De Jesús López, J. (2018a). Libro 2018, el conflicto palestino-israelí a la luz de la teoría constructivista. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/329131058_Libro_2018_el_conflicto_palestino-israeli_a_la_luz_de_la_teor%C3%ADa_constructivista
- Deacon, D., & Golding, P. (1991). *Taxation and Representation: Political Communication, the Media and the Poll Tax*.
- Edwards, V. (1938). *Group Leader's Guide to Propaganda Analysis*. Columbia University Press,
- Efe. (2023, 10 mayo). Israel y Palestina viven la mayor jornada de violencia en lo que va de año: se han lanzado 300 cohetes y han muerto 22 palestinos.
- *www.20minutos.es* - Últimas Noticias. <https://www.20minutos.es/noticia/5126806/0/israel-palestina-violenciacoohetes-muerto/>
- España, A. I. (s. f.-a). *Ocho claves para entender el conflicto palestino-israelí*. Amnistía Internacional Sección Española. <https://www.es.amnesty.org/en-queestamos/blog/historia/articulo/ocho-claves-para-entender-el-conflictopalentino-israeli/>
- Espinosa, A. (1993). *El cuarto poder*. Libertarias Prodhufi. *Espiral del silencio: ¿qué es y cuáles son sus causas?* (2017, 24 junio). <https://psicologiyamente.com/social/espiral-del->

[silencio](#)

- Europa Press. (s. f.). *Netanyahu ordena al Shin Bet que investigue el repunte de la violencia en la comunidad árabe del país*. europapress.es. <https://www.europapress.es/internacional/noticia-netanyahu-ordena-shin-betinvestigue-repunte-violencia-comunidad-arabe-pais-20230611124500.html>
- Institute for Palestine Studies. (s. f.). Institute for Palestine Studies. <https://www.palestine-studies.org/en>
- *Judios por la Justicia en el Oriente Próximo*. (s. f.). <https://www.musulmanesandaluces.org/hemeroteca/16/judios.htm>
- *La ocupación israelí del Territorio Palestino supone una situación de apartheid, afirma experto de la ONU*. (2022, 30 marzo). Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2022/03/1506232>
- Leshem, E., & Otros. (1975). *Immigrant Absorption in Israel: Current Research, Jerusalén: Scientific Translations International*.
- Muñoz, J. G., & Barberena, F. C. (2023, 15 abril). «Masacre de viviendas»: Israel intensifica la demolición de casas palestinas en Jerusalén Este. *France 24*. <https://www.france24.com/es/medio-orient/20230414-masacre-deviviendas-israel-intensifica-la-demolici%C3%B3n-de-casas-palestinas-enjerusal%C3%A9n-este>
- Muñoz-Alonso, A., & Rospir, J. I. (1996). *Comunicación política*.
- Netanyahu says he will meet with DeSantis. (2023, 23 abril). *POLITICO*. <https://www.politico.com/news/2023/04/23/netanyahu-desantis-meeting-00093406>
- *NY Times Jigsaw Puzzle. Israel Statehood*. - RareNewspapers.com. (s. f.). <https://www.rarenewspapers.com/view/212094>
- Palestina. (2022). *OFICINA DE INFORMACIÓN DIPLOMÁTICA*, Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y cooperación. https://www.exteriores.gob.es/Documents/FichasPais/PALESTINA_FICHA%20PAIS.pdf
- Protestante Digital. (s. f.). *Lutero, precursor de las modernas teorías de la comunicación `cuando aún la Tierra era plana´*. <https://protestantedigital.com/internacional/17835/lutero-precursor-de-lasmodernas-teorias-de-la-comunicacion-cuando-aun-la-tierra-era-plana>
- Rae, R. A. E.-. (s. f.). comunicación. *Diccionario panhispánico del español jurídico – Real Academia Española*. <https://dpej.rae.es/lema/comunicaci%C3%B3n>

- *Resistencia palestina: a 33 años de la primera intifada* | Agencia Paco Urondo. (s. f.). Agencia Paco Urondo. <https://www.agenciapacourondo.com.ar/internacionales/resistencia-palestina-33-anos-de-la-primera-intifada>
- Reyes, M., O'Quinn, J., Morales, J., & Rodríguez, E. (2010). *Reflexiones sobre la comunicación política*. Universidad Autónoma del Estado de México México.
- Ross, I. (2014). ¿Israelíes y palestinos en un callejón sin salida? *Nueva Sociedad*. <https://rebellion.org/docs/190119.pdf>
- S, M., & S, M. (2023). Cómo un presidente estadounidense conocido por menospreciar a los judíos se convirtió en padrino de Israel. *Itón Gadol*. <https://itongadol.com/estados-unidos/como-un-presidente-estadounidenseconocido-por-menospreciar-a-los-judios-se-convirtio-en-padrino-de-israel>
- Salgado, L. M. (2002). *Marketing político: arte y ciencia de la persuasión en democracia*. Grupo Planeta (GBS).
- Sánchez, L. E. (2015). *¿De qué se habla cuando se habla de Constructivismo? Revisión de sus clasificaciones y categorías*.
- Schneider, J. (1985). Social problems theory: the constructionist view. *Annual Review of Sociology*, 11, 209-229.
- Schnessel, S. (2019). Desclasificado: el verdadero papel de Kissinger en la guerra de Yom Kipur. *Enlace Judío*. <https://www.enlacejudio.com/2019/08/12/desclasificadoel-verdadero-papel-de-kissinger-en-la-guerra-de-yom-kipur/>
- Revista Aldamir, diciembre de 2016, p36.
- Revista Credencial, El conflicto palestino-israelí; desde Abraham hasta nuestros días, por Enrique Serrano, 8 de septiembre de 2014.
- Revista de Medio Oriente, por Marcelo Wio, 16 de Junio de 2015.
- Revista Palestina Digital, por Abdo Toumsi. <http://www.palestinalibre.org/articulo.php?a=13475>
<http://www.rtve.es/noticias/20180212/casa-blanca-desmiente-haber-negociadonetanyahu-anexion-cisjordania-israel/1677723.shtml>
http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/10/151014_israel_palestina_preguntas_basicas_actualizacion_aw
<http://diariojudio.com/opinion/la-actualidad-del-conflicto-palestino/195516/>

Entre estrellas y colores: Un viaje espectral.

AUTOR/A: Sara Espino Machado



IES ATENEA

Alcalá de Henares

Tutor/a: Noemi Salardón Jiménez

Resumen

Este trabajo comprende una investigación acerca de la composición y temperatura de uno de los elementos más fundamentales de nuestro universo: las estrellas.

Para ello, se examinarán los diferentes espectros de emisión estelares y la relación de éstos con la edad, temperatura y composición química de las estrellas. Además, se establece una relación entre la temperatura de una estrella y la longitud de onda dominante en su radiación, lo que incide directamente en su espectro electromagnético.

Para llevar a cabo este estudio, se realizará un experimento de emisión a la llama donde se someterán diferentes elementos químicos a un proceso de ionización por una fuente de calor (llama) para observar los colores emitidos y su relación con el espectro electromagnético.

Palabras clave: espectro electromagnético, estrellas, color, ionización, energía.

Abstract

This study is based on a research about the composition and temperature of one of the most fundamental elements of our universe: stars.

This research will be examined the different spectra of stellar emission and their relationship with the age, temperature and chemical composition of the stars. Moreover, a relationship is established between the temperature of a star and the dominant wavelength in its radiation, which has a direct impact on its electromagnetic spectrum.

To carry out this study, a flame emission experiment will be performed in different chemical elements. This experiment consists of ionizing and subjecting different metal chlorides through a heat source (flame) to observe the emitted colors and their relationship with the electromagnetic spectrum.

Key words: Electromagnetic spectrum, stars, color, ionization, energy

Índice

Resumen

Abstract

1. Introducción	239
1.1. Importancia de las estrellas en la galaxi	
1.2. Utilidades de las estrellas	
1.3. Relación entre el color de las estrellas y su edad	
1.4. Importancia de la emisión de luz o radiación para la vida cotidiana	
2. Objetivos	240
2.1. Objetivos generales	
2.2. Objetivos específicos	
3. Marco teórico	240
3.1. La exploración astronómica	
3.2. Las estrellas	
3.2.1. La liberación de energía	
3.2.2. El ciclo estelar	
3.3. La clasificación espectral	
3.3.1. Espectro estelar	
3.3.2. La cuantización de energía	
3.3.3. El efecto Doppler	
3.4. La ionización	
3.5. La importancia de los elementos químicos en la vida estelar	
4. Metodología	250
5. Resultados	250
5.1. Estudio de los espectros atómicos	
5.1.1. Ensayos a la llama con hilo de nicrom	
5.1.2. Ensayos a la llama en disolución de metanol y etanol	
5.1.3. Ensayos a la llama de los iones en disolución de metanol-agua	
6. Conclusiones y limitaciones	256
6.1. Limitaciones	
6.2. Prospectiva	
7. Bibliografía	257

1. Introducción

El estudio de las estrellas en nuestra galaxia ha sido fascinante para la comprensión del cosmos. Las estrellas emiten diferentes radiaciones electromagnéticas que nos permiten conocer mucho sobre ellas, como su temperatura y edad (Esteban Brandon, 2015).

1.1. Importancia de las estrellas en la galaxia

Las estrellas son centros gravitacionales que influyen en la órbita otros cuerpos celestes dando forma a la arquitectura de las galaxias. Además, los agujeros negros añaden un elemento intrigante a la comprensión de la física galáctica, influyendo en la trayectoria y comportamiento de objetos cercanos (Iquira, 2015).

1.2. Utilidades de las estrellas

En el ámbito práctico, las estrellas han servido históricamente como guías para la navegación. Desde la antigüedad, exploradores y navegantes han utilizado la posición y el movimiento aparente de las estrellas para orientarse y trazar sus rutas a través de los océanos.

Las estrellas también son fundamentales para la existencia humana puesto que irradian una energía que es esencial para los procesos biológicos. La fotosíntesis, por ejemplo, depende directamente de la radiación solar. Además, el estudio de las estrellas puede proporcionar pistas sobre la posibilidad de vida en otros planetas y sistemas solares (BioSpace, 2024).

1.3. Relación entre el color de las estrellas y su edad

El color de una estrella está intrínsecamente vinculado a su temperatura y, por ende, a su edad y evolución. Comprender esta relación entre color y edad proporcionando información valiosa sobre la evolución estelar y la formación de elementos esenciales (MegaCosmos, 2024).

1.4. Importancia de la emisión de luz o radiación para la vida cotidiana

La emisión de luz estelar, principalmente la proveniente del Sol, tiene un impacto directo en la vida cotidiana en la Tierra impulsando los ciclos diarios y estacionales, afectando el clima, al crecimiento de las plantas y a los ritmos biológicos de los seres vivos. Además, la tecnología moderna aprovecha la radiación estelar en diversas formas, desde la captura de energía solar hasta la observación astronómica (Pérez-Prieto, 2014; Seiscubos, 2021).

En conclusión, la importancia de las estrellas abarca desde su influencia en la estructura galáctica

hasta su papel en los procesos biológicos, abriendo un abanico de posibilidades para la investigación.

2. Objetivos

2.1. Objetivos generales

1. Establecer una relación entre el color de las estrellas y sus características (edad, temperatura y composición).
2. Diseñar un experimento que permita registrar los espectros de emisión de diferentes iones metálicos presentes en dichas estrellas.

2.2. Objetivos específicos

- 1.1. Definir el concepto de estrella y determinar sus características.
- 1.2. Relacionar el espectro electromagnético de una estrella y la energía de la radiación estelar.
- 1.3. Relacionar los colores que presentan las estrellas con las etapas del ciclo estelar y su temperatura.
- 2.1. Estudiar los diferentes iones presentes en las estrellas mediante un experimento de emisión a la llama.
- 2.2. Diseñar un método experimental con el la emisión de radiación lumínica se mantenga en el tiempo para poder registrar el espectro de emisión con un espectrómetro.

3. Marco Teórico

En este marco teórico, examinaremos las características de las estrellas. Se comenzará estudiando la liberación de energía en su núcleo para, posteriormente, examinar cómo la luz estelar nos proporciona información sobre la composición y evolución de las estrellas. Además, exploraremos cómo la ionización de los elementos químicos juega un papel importante en la vida estelar.

3.1. La exploración astronómica

El universo está lleno de color que proviene de los miles de combustiones que se producen en el espacio constantemente. La energía que produce cada reacción es la que nos permite ver los

cuerpos celestes.

Los astrónomos estudian la luz que proviene del cielo a través de los telescopios. Para estudiar el universo, se observa e interpreta la información que les llega. Uno de los primeros telescopios que se construyeron fue diseñado y fabricado por un italiano llamado Galileo Galilei el 25 de agosto de 1609. Este microscopio básicamente era un juego de lentes que amplificaba la imagen de los objetos celestes y con el que se podía estudiar la luz visible (Font, 1983).

3.2. Las Estrellas

Las estrellas, compuestas principalmente de gas y plasma como el hidrógeno y helio, son poderosos motores de energía cósmica que emiten luz, calor y diversas formas de radiación. A menudo se agrupan en sistemas binarios con estimaciones que sugieren cientos de miles de millones por galaxia. Desde tiempos antiguos, estas entidades celestes han capturado la imaginación de diversas culturas y han sido una constante en el cielo nocturno (National Geographic, 2023; Fernández, 1947).

3.2.1. La liberación de energía

Estas esferas luminosas son el resultado de reacciones nucleares en su núcleo, donde el hidrógeno se fusiona para formar helio, liberando energía como producto de la intensa actividad nuclear en su interior.

La liberación de energía en el proceso de fusión nuclear se produce debido a la conversión de masa en energía, como lo postuló Albert Einstein en su famosa ecuación:

$$E = mc^2$$

Dónde la energía (E) es igual a la masa (m) por el cuadrado de la velocidad de la luz (c^2).

En el contexto de la fusión nuclear de las estrellas, los núcleos de hidrógeno se combinan para formar helio, y el defecto de masa de este proceso produce energía (Tipler y Mosca, 2010).

3.2.2. El ciclo estelar

El ciclo de vida estelar comienza con la formación de estrellas a partir de nebulosas cósmicas.

En una primera etapa de formación, las estrellas se originan a partir de nubes de gas y polvo conocidas como nebulosas. Estas nubes colapsan debido a la acción de la gravedad, lo que provoca un aumento de la temperatura y la presión en el núcleo. La etapa culmina cuando la temperatura alcanza un nivel suficientemente alto para iniciar la fusión nuclear.

Después, comienza la etapa principal en la que las estrellas fusionan hidrógeno en helio, emitiendo luz y calor. La estrella es estable porque la energía generada por la fusión nuclear equilibra la gravedad. En esta etapa, la estrella brilla intensamente y puede permanecer en esta

fase durante millones, o incluso miles de millones, de años, dependiendo de su tamaño.

Una vez que esta etapa termina, la estrella entra en la etapa de evolución. En esta fase, la estrella agota el hidrógeno en su núcleo, por lo que deja de ser estable. El núcleo se contrae mientras las capas externas se expanden y se enfrían, formando la fase de gigante roja o supergigante roja. Durante esta etapa, pueden formarse nebulosas planetarias y las estrellas pueden expulsar sus capas externas.

Cuando una estrella agota su combustible nuclear, las etapas finales dan lugar a tres posibles destinos: enanas blancas para producir estrellas de masa baja a intermedia que gradualmente se enfrían y se apagan con el tiempo o estrellas de neutrones cuyo producto son estrellas más masivas y agujeros negros. Estos destinos afectan la evolución química del universo al liberar elementos pesados al espacio durante su formación o en eventos como las explosiones de supernovas. (Astro-logy, 2022a; Gómez Rojas y Riveiro, 2015; Serrano Serrano, 2021).



Figura 1. Ciclo de vida de una estrella (Misistemasolar, 2018)

3.2.3. La temperatura de las estrellas

La relación entre el color de una estrella y su temperatura, edad y evolución es un principio fundamental en la astronomía, alineado con la secuencia principal del diagrama de Hertzsprung-Russell. Las estrellas jóvenes y calientes tienden a exhibir tonalidades azules, mientras que las estrellas más viejas y frías tienden a mostrar colores rojizos. Esta conexión esencial entre color y edad permite comprender mejor a estos cuerpos.

El diagrama de Hertzsprung-Russell (HR) es una herramienta utilizada en la astronomía que representa las características fundamentales de las estrellas en relación con su luminosidad y temperatura superficial. Este diagrama fue desarrollado de manera independiente por Ejnar

Hertzsprung y Henry Norris Russell a principios del siglo XX. En el diagrama HR, la luminosidad de las estrellas se representa en el eje vertical, y su temperatura superficial se representa en el eje horizontal. Por lo tanto, las estrellas más brillantes se encuentran en la parte superior del diagrama, y las menos brillantes en la parte inferior. De manera similar, las estrellas más calientes (azules) se encuentran en el lado izquierdo del diagrama, y las más frías (rojas) en el lado derecho (Lalinde, 1974; Enseñame de ciencia 2022).

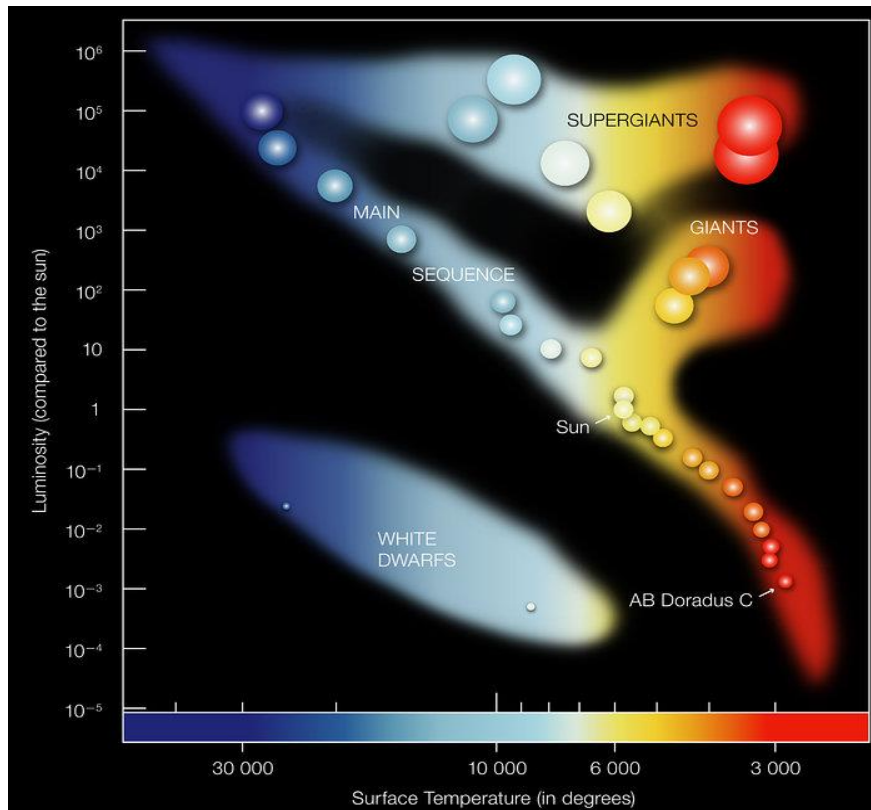


Figura 2. Diagrama de Russel (Observatorio Europeo Austral, 2017)

3.3. La clasificación espectral

La clasificación espectral, que va desde O (más caliente) hasta M (más fría), refleja la variación térmica y proporciona información sobre la composición y propiedades estelares. La composición química de una estrella influye en su temperatura y color, mientras que las propiedades estelares incluyen su masa, tamaño, edad y luminosidad.

Además, la temperatura influye en la evolución estelar. Las estrellas más calientes experimentan ciclos de vida más cortos y eventos explosivos debido a que la alta temperatura en sus núcleos conduce a una tasa de fusión nuclear más rápida y una mayor presión interna. Esto puede dar lugar a fenómenos como las supernovas y la formación de agujeros negros o estrellas de neutrones. Las estrellas más frías tienen vidas más largas y evolucionan de manera diferente porque la temperatura más baja en sus núcleos resulta en una tasa de fusión nuclear más lenta y

una menor presión interna, lo que les permite conservar su energía más tiempo y fusionar elementos de manera gradual.

El diagrama HR permite clasificar y comprender diferentes tipos de estrellas según sus propiedades intrínsecas. Por ejemplo, en la secuencia principal del diagrama las más masivas y calientes están en el extremo superior izquierdo, mientras que las menos masivas y frías están en el extremo inferior derecho (Misistemasolar, 2018).

Por tanto, el diagrama de Hertzsprung-Russell es una herramienta importante para los astrónomos, ya que proporciona una representación visual y sistemática de las propiedades fundamentales de las estrellas, facilitando así su clasificación y comprensión de la diversidad estelar y su evolución a lo largo del tiempo (astro-logy, 2022b).



Figura 3. Clasificación estrellas (Ciencia Masticada, 2017)

3.4. El espectro electromagnético

El espectro estelar es el rango de colores emitidos por las estrellas. El espectro electromagnético abarca todas las ondas electromagnéticas, desde rayos gamma hasta ondas de radio.

En física, las estrellas emiten radiación electromagnética, que básicamente son ondas que viajan a través del espacio propagando su energía. La luz es una pequeña parte de esta radiación. La radiación electromagnética se caracteriza con un parámetro denominado frecuencia.

La radiación más energética comprende la radiación gamma y los rayos X, estos tipos de radiación no atraviesan la atmósfera terrestre. Por otro lado, los rayos ultravioletas, que sí atraviesan la atmósfera, tienen efectos nocivos para la piel debido al deterioro de la capa de ozono.

Justo debajo del ultravioleta se encuentra el espectro visible, que abarca todos los colores del

arcoíris. Continuando, está el espectro infrarrojo, utilizado en tecnología de visión nocturna y detectado por animales como serpientes y escarabajos.

Más adelante en el espectro, se encuentran las microondas, que revolucionaron la tecnología del siglo XX y dieron lugar a dispositivos como el horno de microondas, Bluetooth y WiFi. Por último, están las ondas de radio.

En la región de la radiación visible, que comprende la zona del espectro que abarca desde UV hasta IR, se puede establecer una división, nuevamente relacionada con la energía. La luz roja es menos energética que la amarilla, que a la vez tiene menos energía que la azul. La luz con más energía que puede captar el ojo humano es la de color violeta. Cuanto más energética es la luz, más calor desprende.

Para entender esta relación entre color, energía y calor pondremos un ejemplo precioso: la vida de una estrella. Cuando una estrella es muy joven su temperatura es muy elevada y su color, dentro del espectro de luz visible, es entre azul y morado. A medida que evoluciona va transformándose en amarilla o anaranjada, para acabar su vida con un color rojizo. Finalmente, algunas estrellas se transforman en nanas blancas. Esta estrella solo emite energía térmica almacenada y, por eso, tiene una luminosidad muy débil. (Nacenta, de Prada, Puente, Romo, Caamaño, 2022; Ondas electromagnéticas, 2023; Tipler, Mosca, 2010).

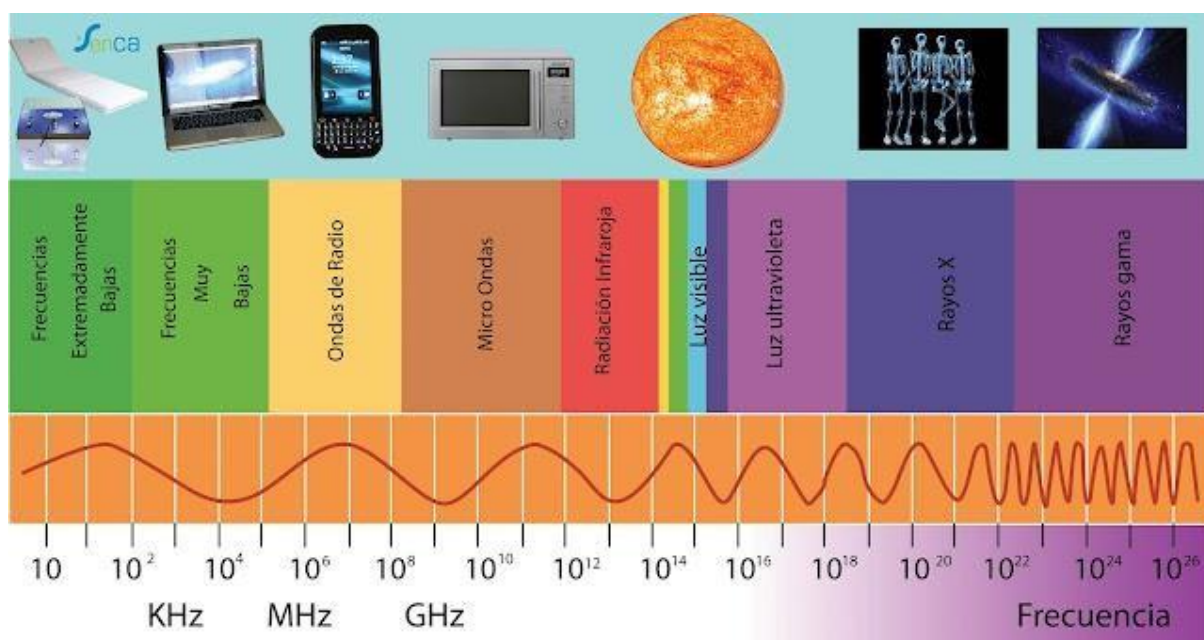


Figura 4. Ondas electromagnéticas (Ondas electromagnéticas guiadas, 2016)

3.4.1. Espectro Estelar

El espectro estelar se refiere a la distribución de la luz emitida por una estrella a lo largo de diferentes longitudes de onda. La radiación electromagnética emitida por las estrellas abarca

todo el espectro electromagnético, desde rayos gamma hasta ondas de radio, pero la mayor parte de la luz que podemos observar está en la región del espectro visible.

Este espectro puede mostrar líneas oscuras (líneas de absorción) y líneas brillantes (líneas de emisión) en diferentes partes del espectro. Este conjunto de líneas espectrales son características de los elementos químicos presentes en la atmósfera de la estrella. La luz emitida por las estrellas proporciona un espectro estelar que se encuentra desglosado en diferentes longitudes de onda. Este espectro revela detalles sobre la composición química de las estrellas, ya que las líneas espectrales actúan como huellas dactilares químicas. El análisis del espectro electromagnético ofrece información la formación de elementos y la evolución estelar. Además de la composición química, el espectro estelar también proporciona información sobre la temperatura y la densidad de una estrella.

La forma y la intensidad de las líneas espectrales están influenciadas por la temperatura superficial de la estrella. Las estrellas más calientes tienen espectros dominados por líneas de alta energía, mientras que las estrellas más frías muestran líneas de baja energía. La distribución de estas líneas nos permite determinar la temperatura efectiva de la estrella. (Nacenta, de Prada, Puente, Romo, Caamaño, 2022).

3.4.2. La cuantización de energía.

Las estrellas son masas gigantes de gas caliente que emiten energía en forma de luz y otras formas de radiación electromagnética. Esta radiación se produce principalmente debido a procesos termonucleares en el núcleo de la estrella, donde se fusionan núcleos de átomos para formar elementos más pesados.

La energía de estas radiaciones está almacenada en valores discretos en lugar de valores continuos. Esto se debe a que la energía está "cuantizada" en paquetes discretos o "cuantos" en lugar de poder tener cualquier valor. La cuantización de la energía es relevante en el contexto de las estrellas, especialmente cuando consideramos la emisión de energía por parte de las estrellas, como la radiación electromagnética (Nacenta, de Prada, Puente, Romo, Caamaño, 2022).

Cada fotón tiene una energía específica que está relacionada con su longitud de onda o frecuencia, según la relación de Planck-Einstein.

$$E = hf$$

Donde E es la energía del fotón, h es la constante de Planck y f es la frecuencia de la radiación. Cuando se aplica esta fórmula a la radiación emitida por un cuerpo caliente, como una estrella, nos permite determinar la frecuencia de la luz.

La ecuación de Planck expone cómo se distribuye la energía de estos fotones en diferentes frecuencias o longitudes de onda.

La relación es:

$\lambda f = c$ donde c es la velocidad de la luz, λ es la longitud de onda, f es la frecuencia.

Por tanto: $\frac{c}{\lambda} = f$

Finalmente se deduce la relación entre la energía y la longitud de onda como:

$$E = \frac{h\lambda}{c}$$

dónde E es la energía, h la constante de Planck, c la velocidad de la luz y λ la longitud de onda. En el caso de las estrellas, la energía de los fotones emitidos depende de la temperatura de la superficie estelar. Las estrellas más calientes emiten luz con fotones de mayor energía, mientras que las estrellas más frías emiten luz con fotones de menor energía (Nacenta, de Prada, Puente, Romo, Caamaño, 2022).



Figura 5. Cuantización de la energía (Nacenta, de Prada, Puente, Romo, Caamaño, 2022).

3.4.3. El Efecto Doppler

El efecto Doppler es un fenómeno que ocurre cuando hay un cambio en la frecuencia de una onda, percibido por un observador en movimiento respecto a la fuente de la onda. Este cambio en la frecuencia se manifiesta como un desplazamiento en la longitud de onda percibida.

En el contexto de las estrellas, el efecto Doppler se utiliza para determinar la velocidad radial, es decir, la velocidad de una estrella a lo largo de la línea de visión del observador. Si una estrella se está alejando de la Tierra, se observa un corrimiento al rojo en su espectro, indicando una longitud de onda más larga. Por otro lado, si la estrella se está acercando, se observa un corrimiento al azul, indicando una longitud de onda más corta.

La fórmula de Doppler para el cambio en la frecuencia se expresa de la siguiente manera :

$$f = \left(\frac{v \pm v_{\text{observador}}}{v \pm v_{\text{emisor}}} \right) f_0$$

Donde f es la frecuencia observada, f_0 es la frecuencia real, v es la velocidad de las ondas en el medio, $v_{\text{observador}}$ es la velocidad del receptor en la relación con el medio y v_{emisor} es la velocidad de la fuente con respecto al medio.

El signo positivo se utiliza cuando la fuente y el observador se acercan entre sí, lo que resulta en un aumento en la frecuencia percibida (desplazamiento al azul). Mientras que el signo negativo se utiliza cuando la fuente y el observador se alejan entre sí, lo que resulta en una disminución en la frecuencia percibida (desplazamiento al rojo). Por ejemplo, cuando una estrella se acerca a nosotros, su luz parece más azul debido a la compresión de las ondas, mientras que cuando se aleja, parece más roja debido a la elongación de las ondas. Esto nos permite determinar la velocidad a la que se mueve la estrella.

En resumen, el efecto Doppler se refiere al cambio en la frecuencia percibida de una onda, ya sea sonido o luz, cuando la fuente de la onda se mueve acercándose o alejándose del observador (Encyclopedia of Physical Science, 2009; Correa, 1990; Ingenierizando, 2023)

3.5. La ionización

La ionización es el proceso mediante el cual un átomo o una molécula pierde o gana electrones, convirtiéndose en un ion cargado eléctricamente. Este proceso ocurre cuando un átomo absorbe o pierde suficiente energía para alterar su configuración electrónica.

En el contexto de los elementos y las estrellas, la ionización juega un papel importante en la comprensión de la física estelar. Las estrellas están compuestas principalmente de gas, y este gas está formado por átomos en su mayoría neutros. Sin embargo, debido a las altas temperaturas y presiones en el interior de una estrella, se producen procesos de ionización.

En el núcleo estelar, donde las temperaturas son extremadamente altas, la energía térmica es suficiente para arrancar electrones de los átomos, convirtiéndolos en iones. Este proceso crea un plasma, que es una mezcla de electrones libres y iones positivos. La cantidad de ionización en una estrella depende de su temperatura, densidad y composición química.

Los diferentes elementos presentes en una estrella contribuyen a su proceso de ionización de manera única (Nacenta, de Prada, Puente, Romo, Caamaño, 2022).

3.6. La importancia de los elementos químicos en la vida estelar

En el espacio, las nebulosas son enormes nubes de gas y polvo cósmico donde nacen las estrellas. Los elementos principales de éstas son el hidrógeno y el helio, pero a lo largo de su vida, las estrellas pueden fusionar helio con elementos más pesados como carbono, oxígeno y hierro que juegan un papel importante en la producción de energía. Este proceso, conocido como

enriquecimiento químico, contribuye a la diversidad química del universo.

Además, cuando las nubes de gas y polvo cósmico se colapsan para formar nuevas estrellas, estos elementos se incorporan en la composición de las estrellas emergentes. Durante la fusión nuclear en el interior de estas estrellas jóvenes, los elementos más ligeros como el hidrógeno y el helio se convierten en elementos más pesados, incluyendo el sodio, litio, cobre, bario, zinc, y potasio, a través de una serie de reacciones nucleares.

La metalicidad es un término astrofísico que describe la abundancia de elementos más pesados que el helio en una estrella. En astronomía, se refiere a "metales" como cualquier elemento distinto de hidrógeno y helio. Las estrellas se clasifican en tres poblaciones según su metalicidad: Población I (altamente metálica), Población II (baja metalicidad), y Población III (pobre en metales).

La metalicidad se mide a través del análisis espectroscópico, que observa las líneas de absorción en el espectro de una estrella para determinar su composición química. La metalicidad es un indicador de la edad de la estrella y del entorno galáctico donde se formó.

El proceso de nucleosíntesis en las estrellas y las supernovas enriquece el medio interestelar con metales, que se reciclan para formar nuevas estrellas y planetas. La evolución química del universo se ve reflejada en las distintas generaciones de estrellas (Wikipedia, 2022).

Para estudiar la relación entre características de las estrellas como energía de ionización, temperatura y color, se puede realizar un ensayo a la llama utilizando elementos que emiten colores distintivos como el Sodio: (Amarillo brillante), Hierro: (naranja), Zinc: (tenue tono azul-blanco), Magnesio blanco Potasio: (Violeta o púrpura) Calcio: (Naranja o rojo) Estroncio: (Rojo brillante), Cobre: (Verde o azul-verde), Bario: (Verde manzana), Litio: (rosa).

Estos colores permiten identificar elementos y comprender mejor la composición y evolución de las estrellas.

4. Metodología

La metodología aplicada para realizar el estudio ha consistido en una revisión bibliográfica sobre el aprendizaje en ciencias.

Los artículos de referencia se pueden clasificar en:

- Artículos en los que se define el concepto de estrella y se estudian sus características. Estos artículos se centran en definir qué es una estrella y analizan sus propiedades fundamentales, como su tamaño, masa, brillo y ciclo de vida.
- Artículos que estudian la relación entre la radiación y el color de las estrellas. En esta categoría, se analiza cómo la radiación electromagnética emitida por las estrellas influye en su color aparente. Estos estudios pueden abordar la temperatura superficial y la composición química de las estrellas.
- Artículos que estudian la cuantización de la energía. Este grupo de artículos se enfoca en aspectos más teóricos relacionados con la cuantización de la energía en el contexto estelar. Pueden examinar conceptos como los niveles de energía permitidos, los espectros de emisión y absorción.

Además, se ha diseñado un conjunto de experimentos ilustrativos diseñados para determinar cualitativamente la relación entre determinadas variables características de las estrellas (energía de ionización, temperatura, color y composición).

5. Resultados

5.1. Estudio de los espectros atómicos

El ensayo a la llama es un método analítico usado en química para detectar la presencia de ciertos elementos en otras palabras, es un método para identificar ciertos elementos químicos en una muestra, basándose en el espectro de emisión característico de cada elemento, principalmente iones metálicos.

Para realizar dicho experimento se utilizarán cloruros metálicos de forma que, cuando éstos son sometidos a la energía de una llama, los iones metálicos son excitados térmicamente por la

energía generada mediante reacciones químicas.

Este proceso de excitación requiere una absorción de energía determinada, que es característica de cada sustancia. Los átomos que se encuentran en un estado excitado tienen tendencia a volver al estado fundamental, que es energéticamente más favorable.

Esta radiación dependerá de la diferencia entre los estados excitados y el fundamental de acuerdo con la ley de Planck: $\Delta E = hf$ siendo ΔE diferencia de energía entre los estados excitado y fundamental h la constante de Planck ($6,62 \cdot 10^{-34}$ J s) y v la frecuencia. Por lo tanto, el espectro de emisión puede considerarse como “la huella dactilar” de un elemento (Alicante, s. f.).

En estos experimentos se utilizará como anión de estas sales metálicas el cloruro debido a que éstos confieren a dichas sales mayor volatilidad que otros aniones (sulfatos, cloratos, etc).

Los resultados deberían aproximarse a estos datos empíricamente verificados:

Hay que considerar que algunas impurezas o mezclas de elementos pueden alterar los resultados del ensayo, por lo que es importante tener precaución en la interpretación.

Reactivo	FeCl ₂	KCl	ZnCl ₂	CaCl ₂	LiCl	NaCl	CuCl ₂	MgCl ₂	BaCl ₂
Color	Dorado	Violeta	Azul	Naranja	Rosa	Amarillo	Verde	Blanco	Verde pardo

5.1.1. Ensayos a la llama con hilo de nicrom

En este experimento se utilizará el cloruro metálico en estado sólido. Se utilizará un hilo de nicrom (una aleación de níquel y cromo) para coger y sostener la muestra sobre la llama durante el ensayo y así poder registrar la emisión de dichos metales.

Se utiliza un hilo de nicrom porque es resistente al calor y no reacciona con la mayoría de los elementos.

Materiales:

- Mechero bunsen.
- Cápsulas de porcelana para albergar cada reactivo.
- HCl.
- Hilo de nicrom.
- Reactivos: cloruro de hierro (II), cloruro de zinc, cloruro de potasio, cloruro de calcio, cloruro de litio, cloruro de sodio, cloruro de cobre (II) y cloruro de magnesio.

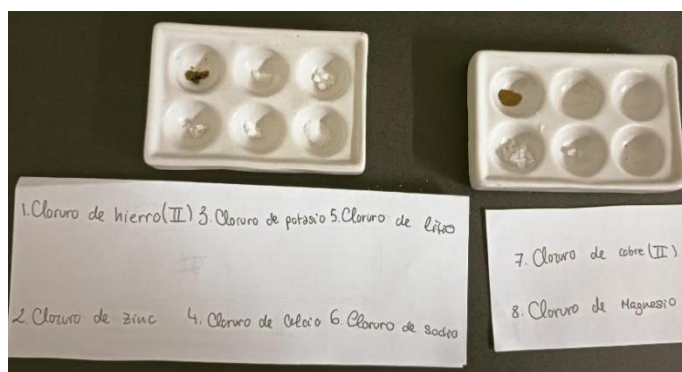


Figura 6. Reactivos ensayo a la llama con hilo de nicrom (Elaboración propia).

Procedimiento experimental:

1º: Se limpia el hilo calentándolo en una llama por ejemplo en un mechero hasta que no haya color visible. Esto garantiza que el hilo esté limpio y no contamine la muestra con otros elementos. Además, puedes limpiar el hilo en ácido clorhídrico (HCl).

2º: Si la sal utilizada es sólida, se toma una pequeña cantidad de la muestra de la cápsula de porcelana con el hilo de nicrom y se lleva sobre la llama (de preferencia a la zona intermedia del cono de la llama, zona azul de la misma). Esta llama primero produce que la sal metálica pase a estado gaseoso para que, posteriormente sus iones metálicos absorban radiación. Se observa el color de la radiación la muestra.

3º: Se compara el color observado con los colores típicos asociados con diferentes elementos.

El ensayo será realizado con los reactivos: FeCl_2 (Cloruro de hierro (II)), KCl (Cloruro de potasio), ZnCl_2 (Cloruro de zinc), CaCl_2 (Cloruro de calcio), LiCl (Cloruro de litio), NaCl (Cloruro de sodio), CuCl_2 (Cloruro de cobre (II)). Se utilizan estos cloruros porque sus metales están presentes en algunas estrellas.

4º Después de cada observación limpiar hilo de nicrom, cambiar de elemento y repetir todos los pasos.

Resultados:

Durante el ensayo a la llama utilizando un hilo de nicrom, se obtuvieron resultados claros y distintivos con cada uno de los reactivos utilizados. En el caso del cloruro de hierro (II) (FeCl_2), aunque la observación del color dorado fue inicialmente difícil, finalmente se pudo discernir este tono en la llama. El cloruro de potasio (KCl) mostró un color violeta distintivo. La llama producida por la disolución de cloruro de zinc (ZnCl_2) resultó en un color azul que se pudo apreciar con claridad. El cloruro de calcio (CaCl_2) presentó un color naranja fácilmente discernible y característico. Por otro lado, el cloruro de litio (LiCl) produjo un color rosa que fue uno de los más intensos y fáciles de observar, destacándose notablemente. El cloruro de sodio (NaCl) generó un color amarillo brillante que se pudo observar claramente y con facilidad. El

cloruro de cobre (II) (CuCl_2) resultó en un color verde muy distintivo y visible.



Figura 7. Resultados del experimento: ensayos a la llama con hilo de nicrom (Elaboración propia)

En resumen, todos los reactivos utilizados permitieron la observación de colores característicos durante el ensayo a la llama con hilo de nicrom, con variaciones en la facilidad de identificación inicial, pero con resultados definitivos y claros para cada uno de ellos.

5.1.2. Ensayos a la llama en disolución de metanol y etanol.

En este experimento se prepararán disoluciones sobresaturadas de los cloruros metálicos en alcohol para, posteriormente, prenderlas con una llama para registrar el espectro de emisión de estos metales.

Materiales:

- Cápsulas de porcelana.
- Cerillas.
- Espátula.
- Guantes.
- Etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) o metanol (CH_3OH).
- Reactivos: cloruro de hierro (II), cloruro de zinc, cloruro de potasio, cloruro de calcio, cloruro de litio, cloruro de sodio, cloruro de cobre (II) y cloruro de magnesio.



Figura 8. Reactivos ensayo a la llama en disoluciones de metanol (Elaboración propia).

Desarrollo experimental:

1º: Se prepararon disoluciones cualitativamente sobresaturadas de las diferentes sales en el correspondiente alcohol.

2º: Se utilizaron cerillas para prender la llama.

3º: Se acercó la llama al cuenco con etanol, se esperó a que la llama llegará al núcleo del cuenco

4º: Por último, se observó el color de la llama producida.

Nosotros realizaremos el ensayo con los reactivos: cloruro de hierro FeCl_2 , cloruro de zinc ZnCl_2 , cloruro de potasio KCl cloruro de calcio CaCl_2 cloruro de litio LiCl cloruro de sodio NaCl cloruro de cobre II CuCl_2 cloruro de magnesio MgCl_2 y cloruro de bario BaCl_2 . (Los resultados visibles en el espectro de emisión se deben a la excitación de los electrones en los átomos)

Resultados:

El ensayo final se hizo con metanol debido a una mayor visibilidad e intensidad del espectro atómico.

La diferencia en luminosidad de la radiación de las disoluciones en metanol y etanol se debe a las propiedades físicas y a la polaridad de dichos alcoholes.

En los procesos de emisión por la llama en disolución, la energía calorífica debe ser suficiente para llevar a cabo tres procesos diferentes: evaporar el disolvente, volatilizar el cloruro metálico y excitar el catión de dicha sal.

Por ello, dicho primer proceso es más difícil en el caso del etanol (con un punto de ebullición de 78.3°C) que con el metanol (cuyo punto de ebullición es 64.7°C).

Por otro lado, los cloruros metálicos serán más solubles en metanol que en etanol debido a que el metanol es más polar porque la longitud de su cadena principal (parte apolar de la molécula) es menor que la del etanol. En consecuencia, el proceso de volatilización de dichos cloruros se verá favorecido en metanol frente al etanol debido a que dicho proceso está facilitado cuando las sales se encuentran disueltas.

Durante el ensayo a la llama, se obtuvieron resultados claros y distintos con cada uno de los reactivos utilizados. En el caso del cloruro de hierro (II) (FeCl_2), aunque la observación del color dorado fue inicialmente difícil, finalmente se pudo discernir este tono en la disolución. El cloruro de potasio (KCl) mostró un color violeta visible. La llama producida por la disolución de cloruro de zinc (ZnCl_2) resultó en un color azul que se pudo apreciar con claridad. El cloruro de calcio (CaCl_2) presentó un color naranja fácilmente discernible y característico. Por otro lado, el cloruro de litio (LiCl) produjo un color rosa que fue uno de los más intensos y fáciles de

observar, destacándose notablemente. El cloruro de sodio (NaCl) generó un color amarillo brillante que se pudo observar con facilidad. Finalmente, el cloruro de cobre (II) (CuCl_2) resultó en un color verde muy distintivo e intenso. Finalmente, el cloruro de magnesio (MgCl_2) no se pudo ver, a pesar de varios intentos, debido a que el color de la llama se superpuso frente al MgCl_2 (color blanco). Por último, el BaCl_2 no se consiguió el color que esperábamos pero si se vio un color diferente aproximado al verde pardo.

En resumen, todos los reactivos utilizados permitieron la observación de colores característicos durante el ensayo a la llama, con variaciones en la facilidad de identificación inicial, pero con resultados definitivos y claros para cada uno de ellos.

Video de los resultados: <https://mediateca.educa.madrid.org/video/yk9rxmxi9yah6zc2>

5.1.3. Ensayos a la llama de los iones en disolución de metanol-agua.

En este experimento se prepararán disoluciones sobresaturadas de los cloruros metálicos en alcohol para, posteriormente, pulverizarlas sobre una llama para registrar el espectro de emisión de estos metales.

Materiales:

- Mechero.
- Botes con difusor de espray.
- Espátula.
- Guantes.
- Etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$).
- Reactivos: cloruro de hierro (II), cloruro de zinc, cloruro de potasio, cloruro de calcio, cloruro de litio, cloruro de sodio, cloruro de cobre (II) y cloruro de magnesio.



Figura 9. Reactivos ensayo a la llama en disoluciones de metanol (Elaboración propia).

Desarrollo experimental:

1º: Se prepararon disoluciones cualitativamente sobresaturadas de las diferentes sales en el metanol.

2º: Se encendió el mechero Bunsen y se ajustó para obtener una llama adecuada.

3º: Se tomó un bote de espray con la disolución y se pulverizó sobre la llama, observando el color de la llama producida.

Resultados:

En este ensayo observamos que el espectro atómico se ve mejor que en los anteriores ya que, debido a que las sales están disueltas, su volatilización es más fácil que en el ensayo con el hilo de nicrom; y al pulverizarse, las partículas de disolución están finamente divididas por lo que hay un mayor contacto entre la llama y la disolución y se evapora el disolvente y el catión pasa a estado gas con más facilidad.

Durante el ensayo a la llama utilizando un spray para aplicar las disoluciones sobre la llama, se obtuvieron resultados claros y distintivos con cada uno de los reactivos utilizados. En el caso del cloruro de sodio (NaCl), la llama generó un color amarillo brillante, que se pudo observar claramente. El cloruro de litio (LiCl) produjo un color rosa, que fue uno de los más intensos y fáciles de observar, destacándose notablemente. El cloruro de potasio (KCl) mostró un color violeta pálido. En el caso del cloruro de hierro (II) (FeCl_2), se pudo apreciar claramente el color dorado. La disolución de cloruro de zinc (ZnCl_2) resultó en un color azul que se pudo apreciar con claridad. El cloruro de bario (BaCl_2) no se pudo apreciar debido a la interferencia de colores entre su espectro y la llama.

En resumen, todos los reactivos utilizados permitieron la observación de colores característicos durante el ensayo a la llama con spray, pero con resultados definitivos y claros para cada uno de ellos, excepto el cloruro de bario, cuyo color se interfirió con la llama y dificultó su identificación.

Video de los resultados: <https://mediateca.educa.madrid.org/video/lcd7jbgcw5r8bvno>

6. Conclusiones y limitaciones

En base a referencias bibliográficas se ha establecido:

- Se definió una estrella como un cuerpo celeste compuesto principalmente de hidrógeno y helio, que emite luz y calor debido a reacciones nucleares en su núcleo.
- Se ha establecido que el color de las estrellas está directamente relacionado con su temperatura,

composición y etapa en el ciclo estelar. Las estrellas más jóvenes y calientes tienden a ser azules, mientras que las más viejas y frías suelen ser rojas.

- Se demostró que el espectro electromagnético de una estrella está relacionado con su temperatura y energía, donde las estrellas más calientes emiten radiación más energética con longitudes de onda más cortas puesto que también hemos establecido que la energía y la longitud de onda de una radiación electromagnética son inversamente proporcionales.

Por otro lado, tras hacer diferentes ensayos para registrar los espectros atómicos de metales presentes en las estrellas, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Las sales cuyo anión es cloruro con mejores puesto que su solubilidad y volatilidad promueve el proceso de excitación de estas.
- Para preparar las disoluciones de dichas sales es mejor utilizar metanol pues, su menor punto de fusión facilita su evaporación y su mayor polaridad permite disolver mejor las sales.
- Se realizaron experimentos de emisión a la llama que mostraron la emisión característica de diversos iones metálicos, aunque con dificultades debido a interferencias y solubilidad.
- Los diferentes ensayos permiten excitar los iones metálicos y observar la emisión de estos.

6.1. Limitaciones

- La interferencia producida por la llama, en algunos casos, dificulta observar el color de la emisión.
- Los ensayos a la llama realizados presentan dificultades para mantener la radiación durante un periodo de tiempo largo debido a que el mejor procedimiento para el ensayo ha sido por pulverización, al facilitar la volatilización de los iones metálicos. Este ensayo produce una radiación momentánea lo que dificulta el registro del espectro mediante un espectrómetro.

6.2. Prospectiva

El trabajo de investigación debería continuarse en la línea que se ha seguido hasta ahora: realizando diferentes ensayos para encontrar un procedimiento experimental con el que la emisión atómica se mantenga en el tiempo. Una vez encontrado, se elaboraría un espectrómetro que nos permitiera registrar las líneas espectrales de cada ion para utilizarlas.

7. Bibliografía

Alicante, D. de Q. I. U. de. (s. f.). *Departamento de Química Inorgánica*. Departamento de Química Inorgánica. Recuperado 26 de mayo de 2024, de <https://dqino.ua.es/es/>

Astro-logy. (2022a). *Ciclos de Vida de una Estrella: Descubre sus Etapas*. (s. f.).

Recuperado 23 de abril de 2024 de <https://astro-logy.es/estrellas/cuales-son-los-ciclos-de-vida-de-una-estrella/>

Astro-logy. (2022b). *Clasificación de estrellas por luminosidad y temperatura*. <https://astro-logy.es/estrellas/como-clasificamos-a-las-estrellas-luminosidad-y-temperatura/>

Cendrero. (2011). Cien años del diagrama de Hertzsprung-Russell, el gráfico que organizó las estrellas. *Naukas*. Recuperado el 8 de septiembre de 2024 de <https://naukas.com/2011/09/08/cien-anos-del-diagrama-de-hertzsprung-russell-el-grafico-que-organizo-las-estrellas/>

Ciencia Masticada . (2017). CLASIFICACIÓN ESPECTRAL CLÁSICA. *Ciencia Masticada*. <https://cienciamasticada.blogspot.com/2017/12/clasificacion-espectral-clasica.html>

Correa, D. (1990). El Efecto Doppler.

Enséñame de Ciencia. (s. f.). *Rojo, naranja, azul, amarillo: ¿Por qué las estrellas son de diferente color?*. Recuperado 23 de abril de 2024, de <https://ensedeciencia.com/2022/07/31/rojo-naranja-azul-amarillo-por-que-las-estrellas-son-de-diferente-color/>

Esteban Brandon, M. (2015). Manual de utilidad para la realización de las prácticas académicas y profesionales de alumnos de náutica.

Font, M. (1983). Galileo y el telescopio. Taula: *Quaderns de pensament*, 89-102.

Fernández, F. L. (1947). Las estrellas. Losada.

Ingenierizando. (2024). ▷ *Efecto Doppler: Qué es, ejemplos, fórmula y aplicaciones*. Recuperado 23 de abril de 2024, de <https://www.ingenierizando.com/optica/efecto-doppler/>

Iquira, J. A. F. (2015). El papel de la supercomputación en la investigación: astrofísica de núcleos galácticos y agujeros negros. *Interfases*, (8), 49-70.

Lalinde, W. (1974). Clasificación de las estrellas: aproximación al diagrama de Hertzsprung-Russell. *DYNA*, (89), 15-23.

MegaCosmos. (s.f.). *¿De qué color son las estrellas más jóvenes?* Recuperado 20 de mayo de 2024, de <https://mega-cosmos.com/de-que-color-son-las-estrellas-mas-jovenes/>

Mi Sistema Solar. (2018). *Evolución De Las Estrellas: Origen, Nacimiento, Evolución Y Muerte*. Recuperado 17 de marzo de 2024, de <https://misistemasolar.com/evolucion-de-las-estrellas/>

Nacenta, P.; de Prada, F. I.; Puente, J.; Romo, N.; Caamaño, A. (2022) *Revuela Física y química de 1º de bachillerato*; SM.

Nacional Geographic (2010). *¿Qué sabes de las estrellas?* Recuperado el 5 de septiembre de 2024 de <https://www.nationalgeographic.es/espacio/que-sabes-estrellas>

Pérez-Prieto, J. (2014). Actualización del currículum en educación química: la importancia de la luz solar en nuestra vida. *Educación química*, (17), 12-19.

Rojas, G. Y Riveira, M. (2015). *El género en la relación entre clase social y estilo de vida: Una mirada a través del tiempo libre*.

Rosen, J. (2009). Encyclopedia of Physical Science. Infobase Publishing.

Ruiz, M. (2024). *¿Qué es la Fotosíntesis? Tipos, fases e importancia*. Bio Space. Recuperado el 15 de enero de <https://www.biospace.es/fotosintesis/>

Seiscubos (2021). *Efecto de la radiación solar en la Tierra*. Recuperado 23 de abril de 2024, de <https://seiscubos.com/conocimiento/efecto-de-la-radiacion-solar-en-la-tierra>

Serrano Serrano, E. S. (2021). El mágico ciclo estelar

Tipler, P. A., & Mosca, G. (2021). Física para la ciencia y la tecnología, Vol. 1A: Mecánica. Reverté.

Wikipedia. (2024). Metalicidad. Wikipedia, la enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Metalicidad&oldid=160216389>

Unknown. (2016). Ondas Electromagnéticas Guiadas: Espectro de Frecuencia. *Ondas Electromagnéticas Guiadas*. <https://hwlinelectromagneticas.blogspot.com/2016/08/espectro-de-frecuencia.html>

“LA AERODINÁMICA EN LA FÓRMULA 1”



Autor: Sergio Jiménez Santos-García.

Tutora: Ana María Carralero Calvo.

ÍNDICE:

RESUMEN.....	262
ABSTRACT.....	262
INTRODUCCIÓN	262
CONCEPTOS TEÓRICOS BÁSICOS RELACIONADOS CON LA AERODINÁMICA	
1. Tipos de flujo.....	263
2. Flujos de aire en perfil alar (capa límite).....	264
3. Principio de Bernoulli.....	266
3.1. Efecto Suelo	
4. Fuerzas que actúan sobre un monoplaza	268
4.1. La resistencia aerodinámica	
4.2. Resistencia a la rodadura	
4.3. Resistencia de pendiente	
5. Perfiles aerodinámicos.....	269
6. Efecto Coanda.....	271
7. La rotación: Efecto Magnus	272
7.1. Efecto magnus en la Formula 1	
TRABAJO EXPERIMENTAL	274
CONCLUSIONES	279
REFERENCIAS.....	280
BIBLIOGRAFÍA	281

RESUMEN:

No hace falta decir que la Fórmula Uno, más conocida como “F1”, es uno de los deportes más complejos del mundo. Parte de esta complejidad se debe a su interconexión entre ciencia, tecnología y deporte, acercándose a ámbitos muy específicos de la ciencia. Un ejemplo de ello sería la aerodinámica. El aire es primordial en los deportes de motor, ya que juega un papel muy importante a la hora de hacer que un coche vaya más rápido y sea más eficiente, haciendo más fácil superar a tus rivales. Estudiar el aire plantea un gran desafío en términos de experiencia. Por ello, se han creado departamentos específicos y grandes grupos de ingenieros dedicados únicamente al estudio de la aerodinámica en cada equipo, demostrando que realmente es uno de los pilares de la F1. No sólo echaremos un vistazo al desconocido y fascinante mundo de la aerodinámica, sino que también sabremos cómo el aire influye en la velocidad de los coches y cómo puede ser productivo o no dependiendo de cómo lo enfoquemos.

ABSTRACT:

It goes without saying that the Formula One, most widely-known as “F1”, is one of the most complex sports in the world. Part of this complexity is due to its interconnection between science, technology and sports, and its approach to very specific realms of science. A case in point of this would be aerodynamics. Air is paramount in motorsport, as it plays a very crucial role in making a car go faster and being more efficient, making easier to surpass your rivals. Studying air poses a major challenge in terms of expertise. Owing to this, specific departments have been created of engineers dedicated only to the study of aerodynamics, proving that it really is one of the backbones of F1. Not only will we have a look at the obscure and fascinating world of aerodynamics, but we also will know how air influences the speed of cars and how it can be helpful or harmful depending on your approach.

INTRODUCCIÓN:

Este trabajo consiste en una completa introducción a una rama de las más interesantes y complejas de la física como es la mecánica de fluidos, particularmente la relacionada con el aire, que recibe el nombre de “aerodinámica”. Estudiaremos los principios básicos y más frecuentes de esta y, que pese a pasar desapercibidos, están presentes en más lugares de los que podemos pensar a priori. Como el título de trabajo indica, todos los conocimientos respectivos a la aerodinámica serán relacionados con su posterior aplicación a los coches de carreras, en concreto a los monoplazas de Fórmula Uno.

- Mecánica de fluidos: La mecánica de fluidos es la rama de la física comprendida dentro de la mecánica de medios continuos que estudia el movimiento de los fluidos, así como las fuerzas que lo provocan.

- Aerodinámica: La aerodinámica es la rama de la mecánica de fluidos que estudia las acciones que aparecen sobre los cuerpos sólidos cuando existe un movimiento relativo entre estos y el fluido que los baña, siendo este último un gas y no un líquido, caso que se estudia en hidrodinámica.

CONCEPTOS TEÓRICOS BÁSICOS RELACIONADOS CON LA AERODINÁMICA:

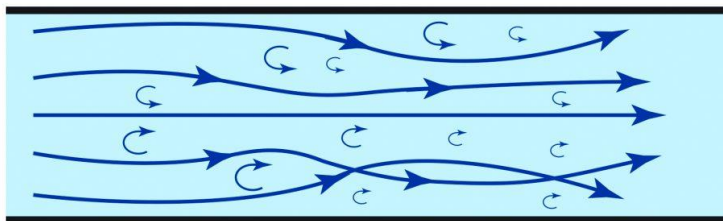
1. Tipos de flujo:

El flujo laminar es un tipo de flujo de fluido en el que las partículas del fluido se mueven en capas paralelas (como se muestra en la imagen) sin mezclarse ni generar turbulencias. En un flujo laminar, las capas de fluido se deslizan suavemente unas sobre otras, y las partículas se mueven a lo largo de trayectorias uniformes y predecibles. Este tipo de flujo es común en situaciones donde el fluido se mueve a baja velocidad y en conductos de tamaño reducido.

Laminar Flow



Turbulent Flow



(Aerodinámica F1, s.f.)

Por otro lado, el flujo turbulento es un tipo de flujo en el que las partículas del fluido se mueven de manera caótica e irregular (segunda imagen), generando turbulencias y mezclándose entre sí. En un flujo turbulento, las partículas no siguen trayectorias uniformes ni predecibles, lo que puede generar pérdidas de energía y aumento de la resistencia al flujo. Este tipo de flujo es común en situaciones donde el fluido se mueve a alta velocidad o en conductos de gran tamaño.

2. Flujos de aire en perfil alar (capa límite):

La capa límite o capa fronteriza de un fluido es la zona donde el movimiento de este es perturbado por la presencia de un sólido con el que está en contacto. La capa límite se entiende como aquella en la que la velocidad del fluido respecto al sólido en movimiento varía desde cero hasta el 99% de la velocidad de la corriente no perturbada.

Tipos de capa límite:

- Flujo de capa límite laminar:

El límite laminar es un flujo muy suave. El flujo laminar crea menos resistencia por fricción superficial que el flujo turbulento, pero es menos estable. El flujo de la capa límite sobre la superficie de un ala comienza como un flujo laminar suave. A medida que el flujo retrocede desde el borde de ataque, el espesor de la capa límite laminar aumenta. Este flujo es el que se encuentra a lo largo del monoplaza.



Imagen de elaboración propia.

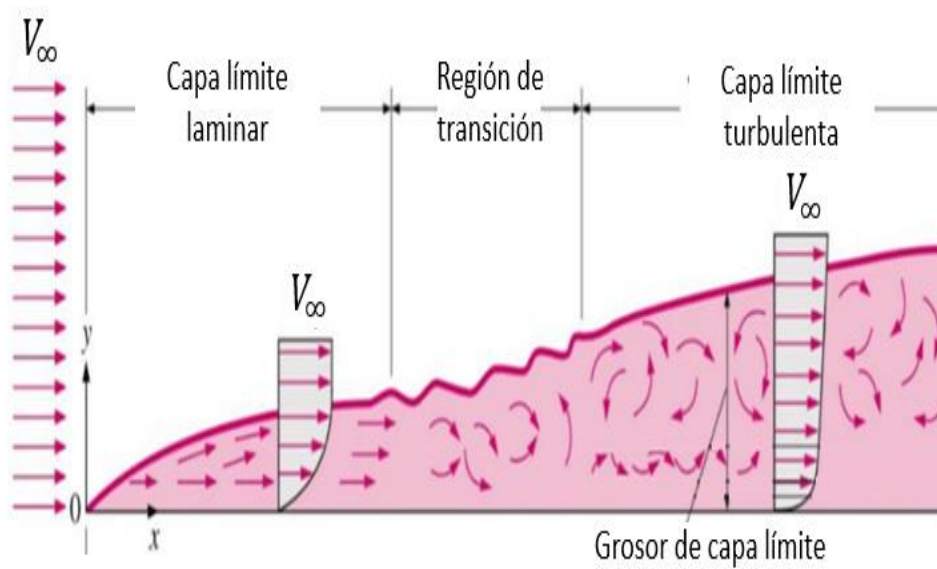
- Flujo de capa límite turbulento:

A cierta distancia del borde de ataque, el flujo laminar suave se rompe y pasa a ser turbulento. Desde el punto de vista de la resistencia aerodinámica, es aconsejable que la transición de flujo laminar a turbulento se produzca lo más atrás posible en el ala, o que una gran parte de la superficie del ala se encuentre dentro de la porción laminar de la capa límite. Sin embargo, el

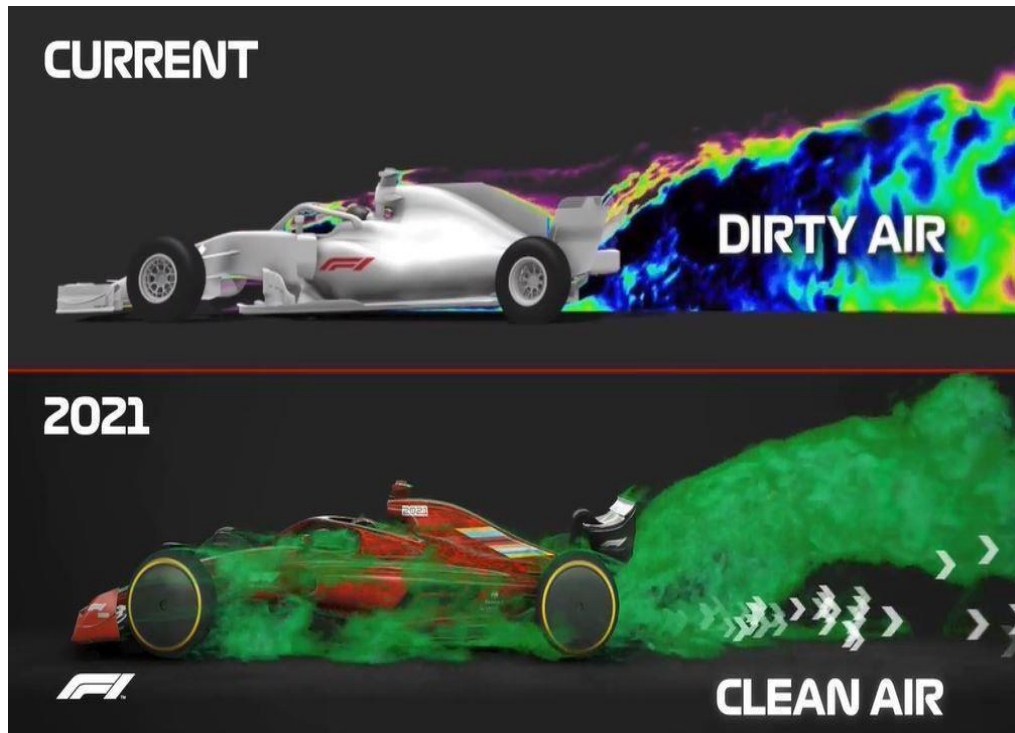
flujo laminar de baja energía tiende a romperse más repentinamente que la capa turbulenta. (“dirty air” o “aire sucio” es lo que conocemos como flujo de capa límite turbulento).



Imagen de elaboración propia



(Wikipedia, s.f.)



(Aerodinámica F1, s.f.)

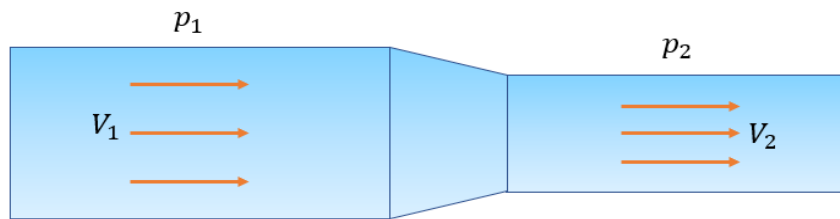
En la fotografía: ilustración de los cambios del reglamento referidos a la aerodinámica de los monoplazas para facilitar los adelantamientos(2022).

3. Principio de Bernoulli:

En dinámica de fluidos, el **principio de Bernoulli** describe el comportamiento de un fluido moviéndose a lo largo de una línea de corriente. Fue expuesto por Daniel Bernoulli en su obra *Hidrodinámica* y expresa que en un fluido ideal (sin viscosidad ni rozamiento) la energía que posee el fluido permanece constante a lo largo de su recorrido.

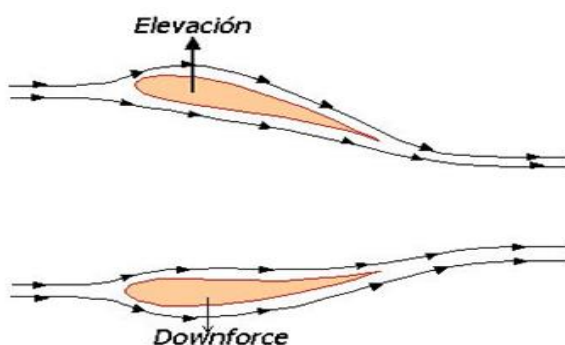
La energía de éste se divide en 3:

- Energía cinética (V):
- Energía debido a la presión estática (P):
- Energía potencial: (despreciable).



(Aerodinámica F1, s.f.)

(Carrero)



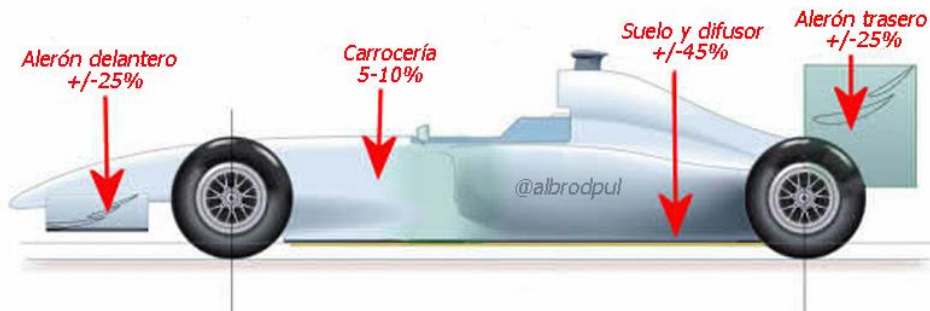
(Albrodpul F1, s.f.)

3.1 Efecto Suelo:

Se denomina **efecto suelo** al fenómeno aerodinámico que sucede cuando un cuerpo, con una diferencia de presiones entre la zona que hay por encima de él y la que hay por debajo, está muy cerca de la superficie terrestre, lo que provoca unas alteraciones en el flujo de aire que pueden aprovecharse en diversos campos.

El efecto suelo se explica por las leyes de la dinámica de fluidos: el poder del flujo de energía es su velocidad (contribución cinética) y su propia presión. A menos disipaciones, la suma de estos dos términos de energía permanece constante (Principio de Bernoulli) y por lo tanto es posible convertir la presión en velocidad y viceversa.

En un F1, se busca que el coche se pegue al suelo lo máximo posible (downforce) presionando lo máximo el coche desde arriba para que pueda trazar las curvas a mayor velocidad. Para este aumento de presión en la parte superior, hay que hacer que el aire aumente de velocidad en la parte inferior del monoplaza. Una manera brillante de hacer esto es bajando el coche para obligar al aire a acelerarse. Un problema real que conllevaron estas ansias de downforce fue el “porpoising”.



(Albrodpul F1, s.f.)

4. Fuerzas que actúan sobre un monoplaza:

4.1- La resistencia aerodinámica:

Fuerza opuesta al movimiento que sufre cualquier objeto que se desplace a través del aire. La resistencia aerodinámica de un vehículo la provoca la necesidad de apartar de delante y reposicionar detrás del coche el gran volumen de aire que estamos atravesando. Cuando un coche avanza se produce una importante diferencia de presión entre la parte frontal del coche, donde chocamos contra el aire, y la parte posterior del coche, donde se crea un efecto de succión tanto más fuerte cuanto más rápido vamos (rebufo).

4.2- Resistencia a la rodadura:

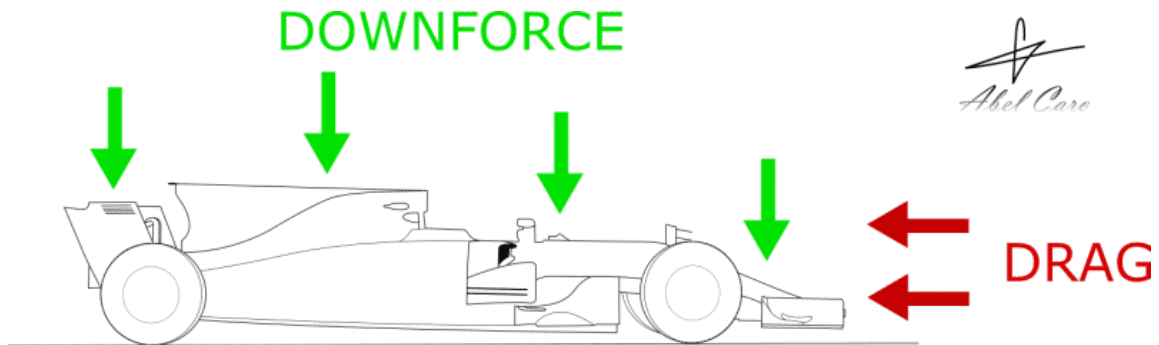
La resistencia a la rodadura se produce por el desplazamiento del vehículo. Se opone a la fuerza de empuje y su valor depende de la masa del vehículo, de la geometría de dirección, del tipo, perfil y presión de inflado de los neumáticos, de la velocidad de marcha, estado de la carretera y de la superficie de esta.

4.3- Resistencia de pendiente:

La resistencia de una pendiente depende de dos factores:

- del perfil de la calzada
- y de la masa del vehículo.

Para vencer la resistencia ofrecida por la pendiente, es necesario que el vehículo disponga de una mayor fuerza de propulsión. Con esta fuerza del motor se compensará la potencia de pendiente y se evitará un descenso de la velocidad.



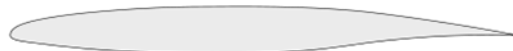
(Tutorica, s.f.)

5. Perfiles Aerodinámicos:

Se denomina **perfil alar**, **perfil aerodinámico** o simplemente **perfil**, a la forma del área transversal de un elemento, que al desplazarse a través del aire es capaz de crear a su alrededor una distribución de presiones que genere sustentación o sujeción en caso de los F1. Según el propósito que se persiga en el diseño, los perfiles pueden ser más finos o gruesos, curvos o poligonales, simétricos o no, e incluso el perfil puede ir variando a lo largo del ala.



ULM de baja velocidad (1 m)



Avión de transporte comercial (8 m)



Hélice de un rotor (15 cm)



Interceptor supersónico (2 m)



Mirlo común "Turdus merula" (6 cm)



Álabe de un motor turbofan (80 cm)



Ala de una anisóptera "libélula" (12 mm)



Álabe de una turbina (8 cm)



Punta de aleta de un delfín (10 cm)



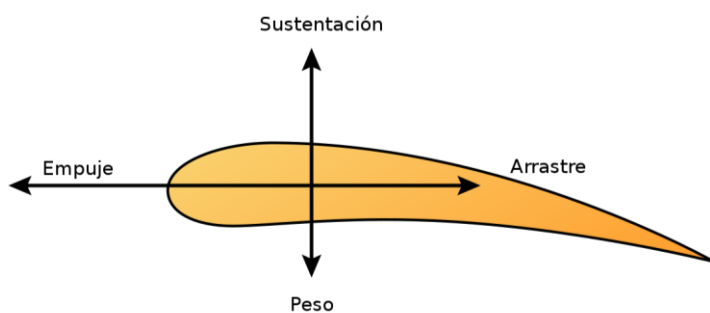
Velero (3 m)

(Wikipedia, s.f.)

Sin embargo, este concepto no se limita solamente a las aeronaves, ya que todo objeto posee un perfil característico, cuya forma puede:

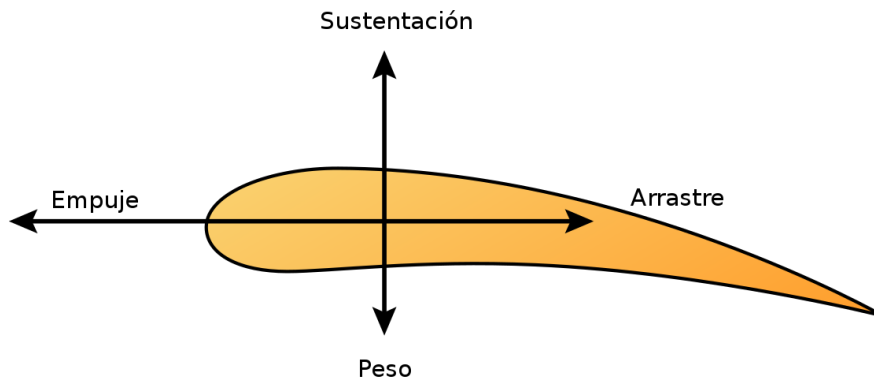
- Presentar mayor o menor resistencia al avance en un fluido; por lo tanto, una mayor o menor facilidad de movimiento en dicho fluido.
- Generar fuerzas dinámicas sobre el mismo, de mayor o menor intensidad, en conjunción al desplazamiento de dicho objeto en el fluido en el que se encuentra.

Ala de avión:



(Wikipedia, s.f.)

Alerón de F1:

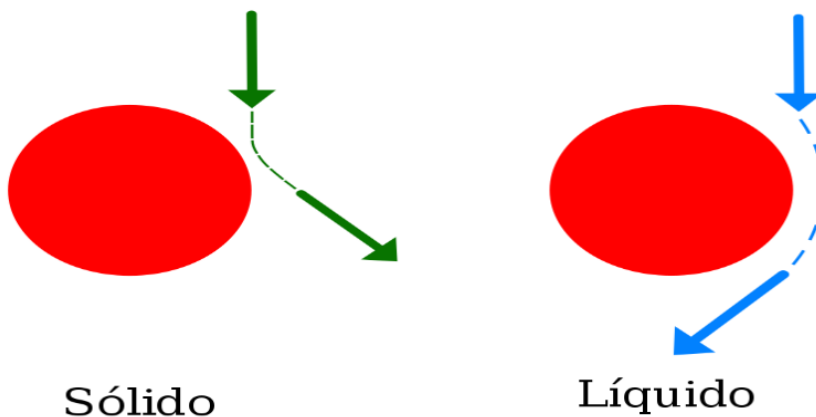


(Wikipedia, s.f.)

6. Efecto Coanda:

El efecto Coandă es un fenómeno físico en el cual una corriente de fluido tiende a ser atraída por una superficie vecina a su trayectoria

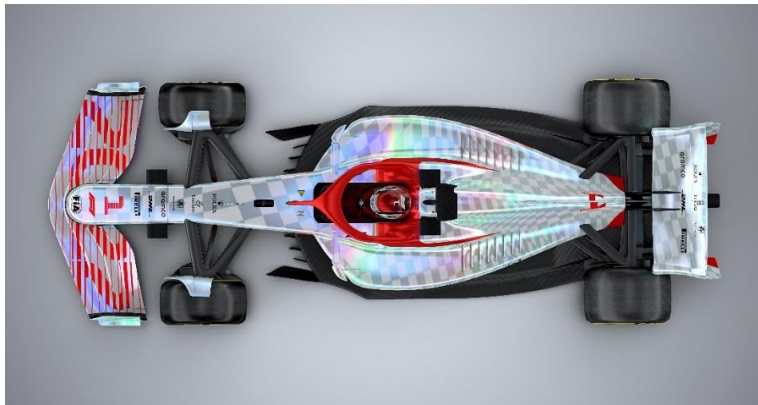
Una buena manera de explicar en qué consiste el efecto Coandă es con un ejemplo: supóngase una superficie curva. Si sobre él se vierte algo sólido rebotará. Si se repite este experimento con un líquido, debido a su viscosidad, tenderá a "pegarse" a la superficie curva. En este caso, el fluido será atraído hacia la superficie curva.



(Wikipedia, s.f.)

Por eso los perfiles alares tienen formas puntiagudas al principio y curvas, porque permiten que el aire se adhiera a su superficie.



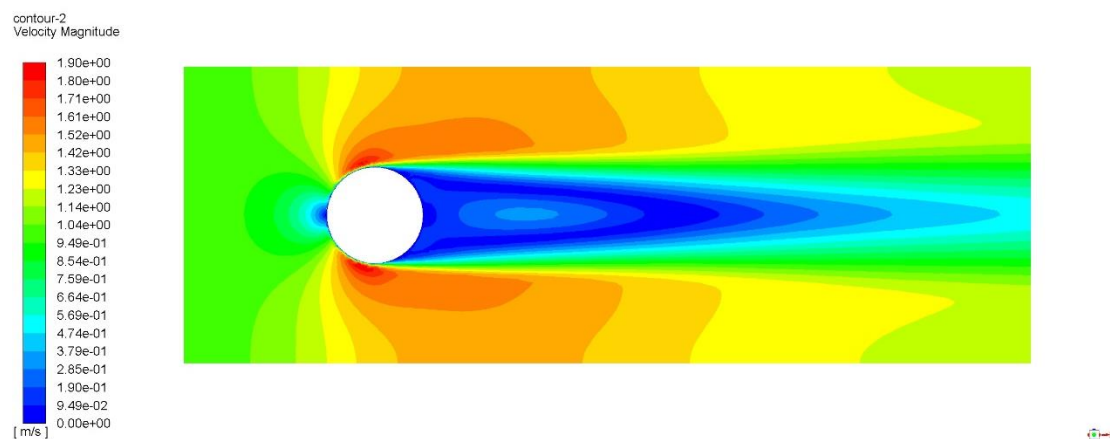


(Dazn, s.f.)

7. La Rotación: Efecto Magnus:

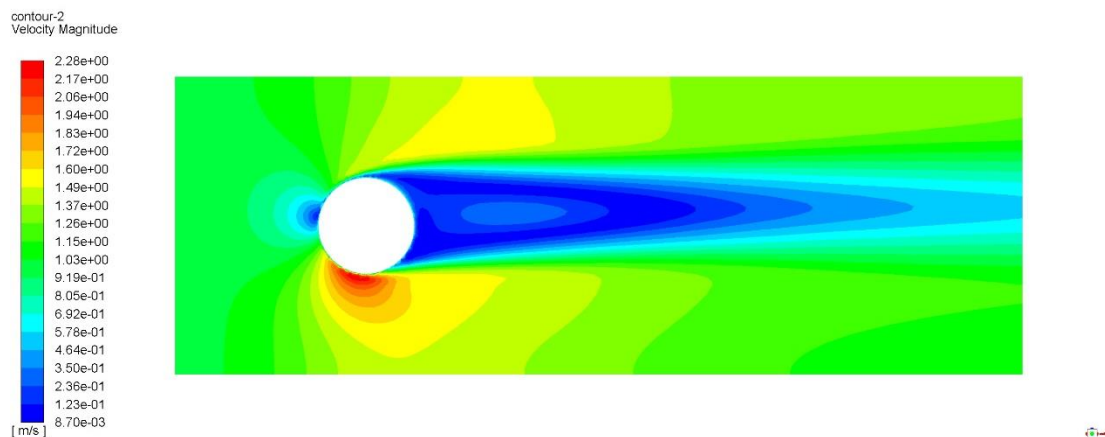
El efecto Magnus es un fenómeno que se da cuando un cuerpo rota en un campo fluido como el aire.

Partimos de la imagen que tenemos debajo, en la que el cilindro está quieto y recibe el flujo de aire que llega desde la izquierda.



(Aerodinámica F1, s.f.)

Si hacemos que el cilindro comience a **rotar sobre su propio eje en sentido antihorario**, obtenemos la siguiente distribución de velocidades:



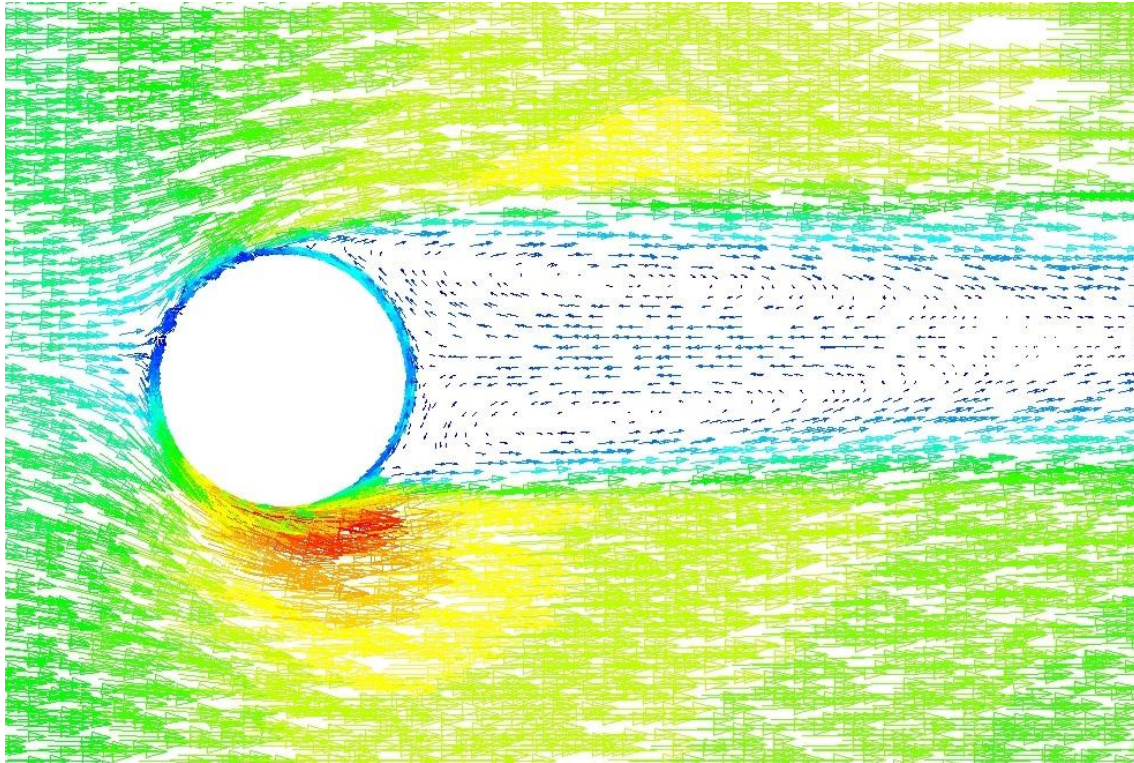
(Aerodinámica F1, s.f.)

Como el aire alrededor del cilindro se encuentra girando en sentido antihorario, **la superficie superior del cuerpo arrastrará el aire hacia la izquierda**, reduciendo la velocidad inicial del aire que le llegaba. Sin embargo, **en la mitad inferior, el cilindro arrastra el aire hacia la derecha**, lo que hace que se incremente esa velocidad. Este efecto también se puede observar en otros deportes como el fútbol o el baloncesto.

7.1: Efecto Magnus en la Fórmula Uno:

Por el principio de Bernoulli, explicado previamente, sabemos que la diferencia de velocidades entre la zona superior y la inferior tendrá consecuencias en su campo de presiones. Se puede ver que en la zona inferior del cilindro (rueda del monoplaza) aparece una región de depresión respecto a la zona superior. Esto se debe, como dice el principio de Bernoulli, a que cuando el fluido se acelera, ve disminuida su presión estática. Debido a la diferencia de presiones entre la mitad superior y la mitad inferior, aparecerá una fuerza vertical en sentido descendente (downforce) que empujará la rueda de un monoplaza hacia abajo.

En la imagen inferior se muestra el gráfico de vectores de velocidad.



(Aerodinámica F1, s.f.)

Sin embargo, en el caso de que el cilindro esté quieto, hemos visto que el flujo se despega algo más tarde del cuerpo, y su velocidad en la parte superior es mayor, creando una zona de menor presión, lo que genera un mayor *lift*. Además, la distribución de presiones tras el cilindro es más negativa y, por tanto, se genera un mayor *drag*.

Conclusión: **La rueda de un monopla de carreras genera un menor *lift* cuando está rotando que cuando está quieta.** Es decir, levanta más el coche estando quieta y lo retiene al asfalto cuando se mueve.

TRABAJO EXPERIMENTAL:

Flujos laminar y turbulento:

En el tercer trimestre, como última experimentación del trabajo, decidimos intentar obtener el número de Reynolds de dos fluidos para diferenciarlos como laminar y turbulento.

Este es un número adimensional que sirve para caracterizar el movimiento de un fluido. Su valor indica si el flujo sigue un modelo laminar o turbulento.

El número de Reynolds se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Re} = (\text{densidad} \times \text{velocidad} \times \text{diámetro}) : \text{viscosidad}$$

Si su valor es de 0-2300, el flujo es de carácter laminar.

Si es de entre 2300-4000, el flujo se sitúa en lo que se conoce como régimen de transición.

Si su valor excede los 4000, será denominado un flujo de carácter turbulento.



Imágenes de elaboración propia.

Con motivo del experimento, compramos un gran depósito de agua y lo juntamos a una manguera transparente a través de la cual pasará el fluido a estudiar, en este caso, agua (primera imagen). Al final del grifo pusimos un pequeño regulador para disminuir el caudal y obtener más fácilmente un flujo laminar (segunda imagen). Por último, para distinguir las dos variantes de flujo utilizamos tinta, la cual nos facilitará la distinción entre un tipo de fluido u otro.

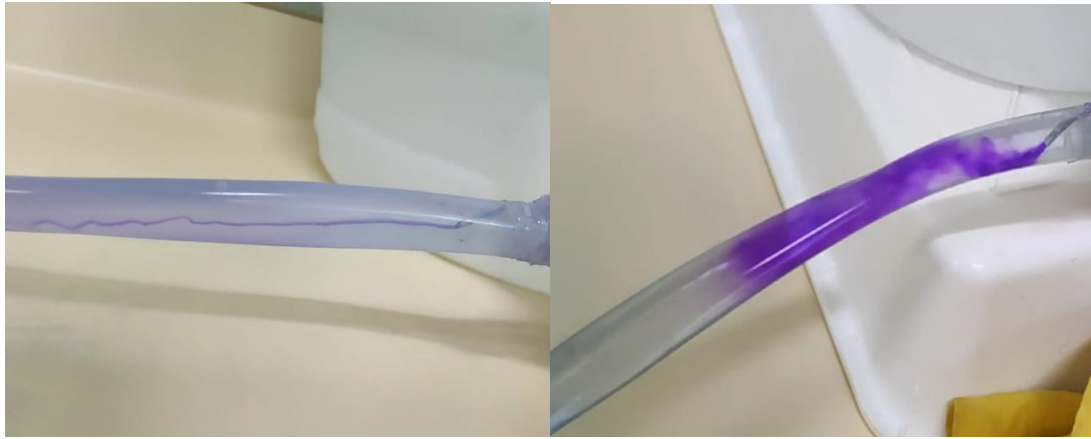
Peso (kg)	Volumen (m ³)	Tiempo (s)	Caudal (m ³ /s)	V(m/s)	Nº de Re	Comportamiento de la tinta
0,0172	$1,72 \cdot 10^{-5}$	30	$5,7 \cdot 10^{-7}$	$2,85 \cdot 10^{-3}$	45,46	Laminar
0,053	$5,3 \cdot 10^{-5}$	30	$1,77 \cdot 10^{-6}$	$8,8 \cdot 10^{-3}$	140	Laminar
0,2771	$2,8 \cdot 10^{-4}$	5	$5,6 \cdot 10^{-5}$	0,279	4450,6	Turbulento
0,2889	$2,9 \cdot 10^{-4}$	5	$5,8 \cdot 10^{-5}$	0,289	4610,2	Turbulento
0,37484	$3,75 \cdot 10^{-4}$	5	$7,5 \cdot 10^{-5}$	0,3731	5951,7	Turbulento
0,5218	$5,22 \cdot 10^{-4}$	5	$1,04 \cdot 10^{-4}$	0,5192	8292,91	Turbulento

*El diámetro de la manguera era de 1,6 cm (0,016 m), por lo que la sección (πr^2) es de $2,01 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$.

*La temperatura del agua fue medida resultando ser de 20°C, en la cual tiene una densidad de 998,28 kg/m³, redondeado a 1000kg/m³ para facilitar los cálculos, dado que la diferencia es despreciable.

*Hemos considerado una viscosidad de 0,001003 kg/(m x s) (20°C).

* Los datos referentes a la viscosidad y densidad del agua han sido obtenidos de las tablas de datos de www.vaxasoftware.com.



Imágenes de elaboración propia.

- En la primera imagen se ve un fluido laminar, el cual concuerda con los resultados de las mediciones y su número de Reynolds (140).
- Mientras que, en la segunda, se observa un flujo de régimen turbulento respaldado por sus respectivas mediciones y su número de Reynolds final (8292,91).

TÚNEL DE VIENTO:

Para comprobar los resultados obtenidos al exponer un objeto (en este caso, un monoplaza de juguete) a un flujo turbulento o laminar construimos a mano dos túneles de viento fabricados por completo con materiales reciclados. Los experimentos realizados ilustran a la perfección las diferencias entre ellos.

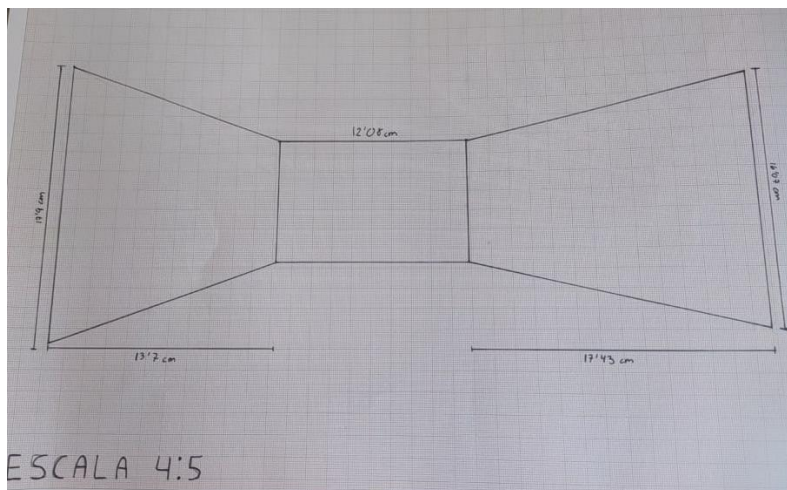
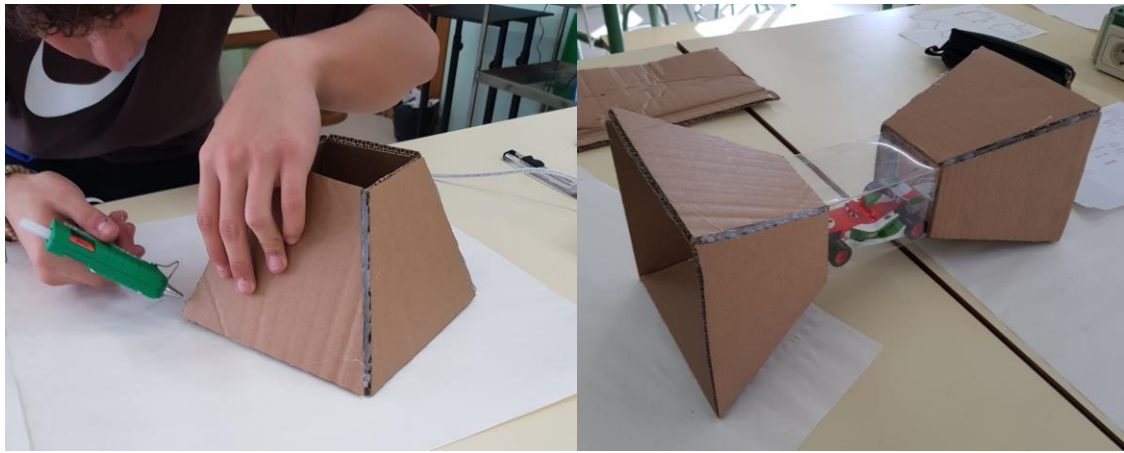
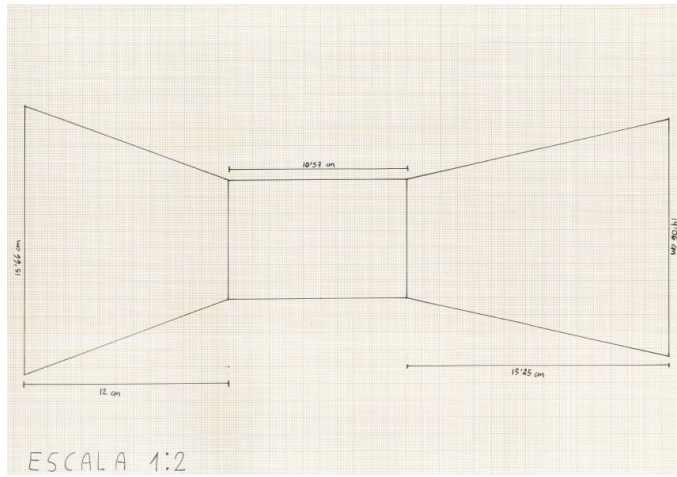


Imagen de elaboración propia.

El túnel que finalmente utilizamos el de la imagen superior ya que el de la inferior era demasiado grande como para que los efectos que queremos ilustrar fueran notorios. El primero es una escala 4:5 mientras que el segundo es de 1:2.



Imágenes de elaboración propia.

Diferenciación de fluidos sobre un monoplaça:



Imagen de elaboración propia.

Primera imagen: Expuesto a flujo turbulento. Visiblemente la cinta toca el coche realizando movimientos bruscos y acelerados, características de un flujo irregular y turbulento.



Imagen de elaboración propia.

Segunda imagen: Expuesto a flujo laminar, producido por pajitas que ayudan a laminar el aire. La cinta nos indica un flujo estable por encima del monoplaza con movimientos más suaves y estables, características de este tipo de flujo.

Efecto suelo:



Imagen de elaboración propia.

(Primera imagen) Se observa que el peso del monoplaza de pruebas es de 48,5 gramos en reposo sobre la balanza.



Imagen de elaboración propia.

En la segunda imagen, después de darle al tara, exponemos al monoplaza a una corriente de aire, viendo cómo al acelerar el aire de debajo se genera una presión por la parte alta del mismo directa al suelo (como ya se ha explicado), con un valor de 30 gramos.

CONCLUSIONES:

Se pueden sacar muchas conclusiones de los experimentos que hemos realizado en torno al trabajo. Entre las que destacan:

- La dificultad que conlleva realizar experimentos relacionados con esta materia (aerodinámica) o similares debido a la complejidad a la hora de recoger datos y de visualizar sus fenómenos experimentales.
- La complejidad experimentada a la hora de trabajar con fluidos para la toma de datos y el posterior cálculo con los mismos en busca de conclusiones.
- La gran importancia de algo aparentemente tan insignificante como el aire en áreas como el deporte de máxima competición o la aviación, entre otros. Hemos observado la importancia del estudio que aborda estas áreas del conocimiento debido a su posterior implementación en diversos sectores de nuestro día a día cotidiano.

REFERENCIAS:

- Aerodinámica F1*. (s.f.). Obtenido de <https://www.aerodinamicaf1.com/2019/10/flujo-laminar-y-turbulento/>
- Aerodinámica F1*. (s.f.). Obtenido de <https://www.aerodinamicaf1.com/2021/07/normativa-f1-2022/>
- Aerodinámica F1*. (s.f.). Obtenido de <https://www.aerodinamicaf1.com/2019/09/el-principio-de-bernoulli/>
- Aerodinámica F1*. (s.f.). Obtenido de <https://www.aerodinamicaf1.com/2020/04/aerodinamica-del-cilindro-efecto-magnus-y-rotacion/>
- Albrodpul F1*. (s.f.). Obtenido de <https://albrodpulfl.wordpress.com/2014/07/24/analisis-carga-aerodinamica-downforce/>
- Carrero, A. A. (s.f.). *Dspace*. Obtenido de <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/29084/1/TFG-Silva%20Carrero%2C%20Andr%C3%A9s%20Alejandro.pdf>
- Dazn*. (s.f.). Obtenido de <https://www.dazn.com/es-ES/news/motor/nuevo-coche-f1-2022-como-es-caracteristicas-cambios-tamano-comparativa-fotos-y-ultimas-novedades/wdrsy5glnvgr12ntnltnr92zc>
- <https://cruma.es/flujo-laminar-o-turbulento/#:~:text=Diferencias%20clave%20entre%20Flujo%20Laminar%20y%20Turbulent&text=Trayectorias%20de%20part%C3%ADculas%3A%20En%20un,de%20manera%20aleatoria%20e%20impredecible>. (s.f.).
- https://es.wikipedia.org/wiki/Capa_l%C3%ADmite. (s.f.).
- Tutorica*. (s.f.). Obtenido de <https://tutorica.com/blog/nociones-basicas-de-la-fisica-del-movimiento-de-los-vehiculos/#:~:text=Estas%20fuerzas%20son%20tres%20b%C3%A1sicamente,Resistencia%20de%20pendiente>
- Wikipedia*. (s.f.). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Capa_l%C3%ADmite
- Wikipedia*. (s.f.). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Perfil_alar
- Wikipedia*. (s.f.). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_Coand%C4%83

BIBLIOGRAFÍA:

- Cruz, S. M. (2021). El efecto Magnus. una aplicación física en los deportes/The Magnus effect. a physical application in sports. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(2), 450-451.
- Llanos, J. E. (2017). El Efecto Coanda. *Revista de Marina N°*, 957, 56-59.
- Meseguer, J. (2010, November). Algunas consideraciones sobre la aerodinámica de los automóviles de carreras. In *X Conferencia Heraclio Alfaro, Vitoria*.
- Montserrat Planas, L. (2024). *Estudio de diseño del Drag Reduction System (DRS) en un monoplace de Formula 1* (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Mott, R. L. (2006). *Mecánica de Fluidos 6/e*. Pearson educación.
- Murillo Fuentes, C. (2016). *Estudio mediante CFD del alerón trasero de un monoplace con el DRS abierto y cerrado en diferentes circuitos* (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Tejada Lanusas, A. (2019). Estudio CFD de diversos perfiles alares.
- TODESCO, M. Analisi dell'aerodinamica delle monoposto F1 2022.



UNA APROXIMACIÓN DESDE LA PRÁCTICA A LOS MOTORES ELÉCTRICOS

Adrián de Arcos Hrabovsky



Tutora: Marta Hernández Cuadrado

Dpto. de Física y Química

I.E.S. Atenea Alcalá de Henares

2023-2024

RESUMEN / ABSTRACT

El proyecto "Una Aproximación desde la Práctica a los Motores Eléctricos" pretende proporcionar un entendimiento práctico y teórico sobre el funcionamiento y las aplicaciones de los motores eléctricos de corriente continua y alterna. Se construyen dos prototipos de ambos tipos de motores y, además, se analizan y ponen en funcionamiento dos motores en corriente alterna monofásicos de pequeña potencia comerciales. El trabajo consigue el movimiento a partir de la electricidad, abordando los principios físicos fundamentales del electromagnetismo que los gobiernan, tales como las leyes de Faraday y Lorentz. La comprensión de los principios básicos de la operación de motores eléctricos permite adquirir habilidades prácticas en la manipulación y análisis de estos dispositivos y ayudar a enfrentar los desafíos técnicos y tecnológicos del mundo moderno.

Abstract

The project "A Practical Approach to Electric Motors" aims to provide both practical, theoretical understanding of the operation, applications of direct current (DC) and alternating current (AC) electric motors. Two prototypes of both types of motors are constructed, and in addition, two small commercial single-phase AC motors are analysed and put into operation. The work achieves motion from electricity by addressing and comprehending the fundamental physical principles that govern them, such as electromagnetism and Faraday's and Lorentz's laws. Understanding the basic principles of electric motor operation allows for the acquisition of practical skills in the handling and analysis of these devices and helps to tackle the technical and technological challenges of the modern world.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

brújula	compass
imán permanente	permanent magnet
Tipos de comportamiento magnético: paramagnético, ferromagnético, diamagnético	types of magnetic materials
solenoid	solenoid
bobina	coil
bobinado (devanado)	winding
espira	turn
leyes magnéticas	magnetic laws
parámetros involucrados	parameters involved
clasificación de motores	engine classification
ajuste de velocidad	speed adjustment
arranque	start
frenado	braking
curvas características	characteristic curves
placa de características de un motor	rating plate
aparatos de medida	measuring devices
consumo eléctrico	electrical consumption
caracterización de la carga	load characterization
par de giro	turning torque
ingeniería inversa	reverse engineering
montaje-desmontaje	assembling-disassembly
reparación de averías	Fault repair
Calibre de hilo de Cu americano)	American wire gauge (AWG)

ÍNDICE	
RESUMEN/ABSTRACT.....	284
PALABRAS CLAVE/KEYWORDS	285
1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN.....	288
2. OBJETIVOS.....	288
2.1. GENERALES	
2.2. ESPECÍFICOS	
3. MARCO TEÓRICO	289
3.1. Principios del electromagnetismo	
3.2. Partes de un motor	
4. METODOLOGÍA.....	290
I. MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA CONSTRUIDO.....	291
I.1. Motor de corriente continua (cc) con escobillas (“Bruhsed DC (directional current) Motor” (BDC)	
I.2. Partes del motor	
I.3. Fuerzas que determinan el giro. Ley de Lorentz y valor del par de giro	
I.4. Procedimiento para el cambio de giro del motor	
I.5. Posibles mejoras a realizar	
I.6. Distintas configuraciones en motores cc	
II. MOTOR SÍNCRONO ANALIZADO	300
II.1. El motor síncrono monofásico de imán permanente analizado (PSMSM)	
II.2. Unidades mecánicas y eléctricas y cálculo del torque	
II.3. Explicación del flujo rotatorio correspondiente a una vuelta de giro	
III. MOTOR MONOFÁSICO DE POLOS SOMBREADOS CON ESPIRAS EN CORTOCIRCUITO (CC)	306
III.1. Partes del motor	
III.2. Banco construido (“Workbach”)	
III.3. Valores medidos	
III.4. Conclusiones	
III.5. Explicación del cómo las espiras de sombra permiten el arranque del motor	
IV. MOTOR AC MONOFÁSICO CONSTRUIDO: DE FASE PARTIDA CON ARRANQUE POR CONDENSADOR.....	218

IV.1.	Partes del motor. Detalles constructivos	
IV.2.	Valores medidos	
IV.3.	Mejoras constructivas	
IV.4.	Esquema equivalente	
IV.5.	Precauciones	
IV.6.	Funcionamiento	
IV.7.	Datos de un motor	
5.	RESULTADOS	329
6.	CONCLUSIONES Y LIMITACIONES.....	330
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	331
8.	ANEXOS	332
	MATERIALES E INSTRUMENTOS EMPLEADOS	
	PRECAUCIONES ELÉCTRICAS	

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

La física es una de las ciencias que estudia todo lo que nos rodea. Es una de las disciplinas académicas más antiguas que más ha contribuido al progreso y al confort humano. Sus raíces se remontan a los inicios de la civilización, cuando el hombre comenzó a intentar comprender las fuerzas que dirigían lo que pasaba en el mundo que lo rodea. Su estudio e investigación permitieron encontrar una explicación a muchos fenómenos que encontramos en nuestra vida cotidiana. Igual ocurre con los motores eléctricos. Los objetos que los utilizan están a nuestro alrededor, por todas partes y son muy diversos. El motor eléctrico es uno de los inventos que ha mejorado la tecnología moderna desde su invención en 1821. Existen desde los más pequeños que mueven objetos cotidianos hasta los de mayor potencia y dimensiones que mueven grandes máquinas industriales. Aunque muchas veces no nos damos cuenta, son realmente importantes e incluso imprescindibles en muchos campos. Por lo tanto, resulta muy interesante aprender sobre el funcionamiento de los mismos.

2.OBJETIVOS

GENERALES

- Seleccionar y analizar un motor monofásico de gran uso en el hogar.
- Conocer las leyes físicas del electromagnetismo(em): Leyes de Lorentz y Faraday.
- Conocer las leyes mecánicas (cinemáticas): momento de giro y fuerzas que lo originan.

ESPECÍFICOS

- Entender el funcionamiento de un motor eléctrico: tipos y partes que lo componen
- Manejar los instrumentos de medición: voltímetro, amperímetro, medidor de inductancia, tacómetro laser y fuente de alimentación (cortocircuitable).
- Usar una bobinadora manual para construir los bobinados necesarios.
- He construido:
 - un motor de c.c. con escobillas con posibilidad de cambio del sentido de giro.
 - Un motor de asíncrono monofásico de fase partida de dos pares de polos con un devanado auxiliar con condensador en serie para permitir el autoarranque alimentado desde la salida de baja tensión de un transformador.
- Analizo y pongo en funcionamiento:

- Un motor síncrono monofásico alimentado a baja tensión Vca.
- Un motor síncrono monofásico de inducción de polos sombreados (de espira en c.c.) alimentado a 230 Vca con rotor en jaula de ardilla.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Principios del electromagnetismo

Un motor eléctrico transforma la energía eléctrica recibida en energía mecánica.

- Actúa por la presencia de un campo magnético generado por imanes permanentes o por la corriente que fluye a través de un conductor (devanado o en bobina), es decir por electroimanes.
- Un motor eléctrico opera principalmente debido al principio de *inducción*, descubierto por Faraday en 1831 que señala que si un conductor se mueve a través de un campo magnético o está situado en las proximidades de otro conductor por el que circula una corriente de intensidad variable se induce una corriente eléctrica en el primer conductor.

Por su parte mediante la ley de Lorentz se describe la fuerza magnética sobre una corriente lineal (una de las ramas de una espira). El Momento sobre la misma describe su giro.

- **Oersted:** descubrió en **1820** que una corriente eléctrica (cargas en movimiento) desvía una brújula magnética colocada en sus proximidades lo que indica que hay una relación entre la electricidad y el magnetismo.
- **Biot y Savart** en **1819** formulan la ley que indica el (B) generado por una corriente eléctrica (i) a una distancia R del conductor, siendo para una espira recorrida por I de $\vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot R} \cdot \vec{l}$
- **Ampere:** en **1826** describe la relación proporcional alrededor de una curva cerrada “C” entre (B) (en forma de líneas de campo concéntricas y circulares) debidas a la (i) que atraviesa el área encerrada por “C” y la (i).
- **Faraday:** padre del motor eléctrico descubrió la inducción magnética y en **1831** formula su ley que explica la existencia de corrientes inducidas (voltaje inducido) en la bobina si el Φ varia.

La magnitud de la fem (voltaje inducido) que ocasiona viene dada por $\varepsilon = N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

La inducción “em” permite la transmisión de la carga eléctrica sin que haya contacto eléctrico. Ej.: el transformador y el motor eléctrico, la cocina de inducción o de vitrocerámica.

- **Lenz:** en **1834** incluye el signo negativo a la fórmula de Faraday que indica que el voltaje inducido se opone al cambio de Φ (variación) que lo produce: $\varepsilon = -N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

- : en 1895 formula su ley: la fuerza magnética es proporcional a la carga (q) y su velocidad($\vec{v}$) y perpendicular a estas: $\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$ que trasladada a un cable recto de longitud $L = v \cdot t$. y sabiendo que $\frac{q}{t} = I$ queda $\vec{F} = L \cdot \vec{I} \times \vec{B}$. ($\vec{I}$ =tiene la misma dirección que $\vec{v}$).

- *El motor de cc* construido trabaja siguiendo la ley de Lorentz formándose un par de fuerzas en las barras paralelas de la espira que dan lugar al torque de rotación.

- El *motor síncrono* analizado trabaja bajo el principio del cierre magnético: el campo magnético se cierra por las lengüetas (pestañas) de la carcasa del estator que al formar polos ficticios variables interactúan (se repelen) con los del rotor (4 pares) produciéndose fuerzas tangenciales (un par de fuerzas) en el sentido de rotación.

- *Los motores de inducción (analizado y construido)* trabajan bajo el principio de inducción electromagnética.

Dado que no existe conexión eléctrica entre el rotor y el estator la corriente que circula por él es inducida por el campo magnético que crean la(s) bobinas del estator.

3.2 Partes de un motor

Estator: Aloja al rotor en su interior por lo que tiene forma de cilindro Es la parte fija del circuito electromagnético del motor. Incluye bobinados en los motores de ca que generan el campo magnético o el caso del motor de cc de un imán permanente. Su núcleo está formado por láminas delgadas para reducir las pérdidas por efecto Joule en el material magnético (por histéresis) y por corrientes parásitas (pérdidas de Foucault o “*eddy currents*”). Además, en el motor se presentan las pérdidas de calor debidas a la resistencia de los bobinados y por fricción en la rotación con la carga disminuidas por los rodamientos.

Rotor: Es la parte móvil. Incluye al eje del motor. Por sus conductores circula una corriente inducida que interactúa con el campo magnético del estator produciéndose pares de fuerzas que hacen girar al eje.

Carcasa: Amortigua el ruido y vibraciones. Incluye las aletas de disipación del calor.

4. METODOLOGÍA

El trabajo está dividido en cuatro capítulos (I al IV):

- I) Motor de cc construido
- II) Motor síncrono analizado
- III) Motor monofásico de polos sombreados con espiras en cortocircuito
- IV) Motor ac monofásico construido de fase partida con arranque por condensador

I MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA CONSTRUIDO

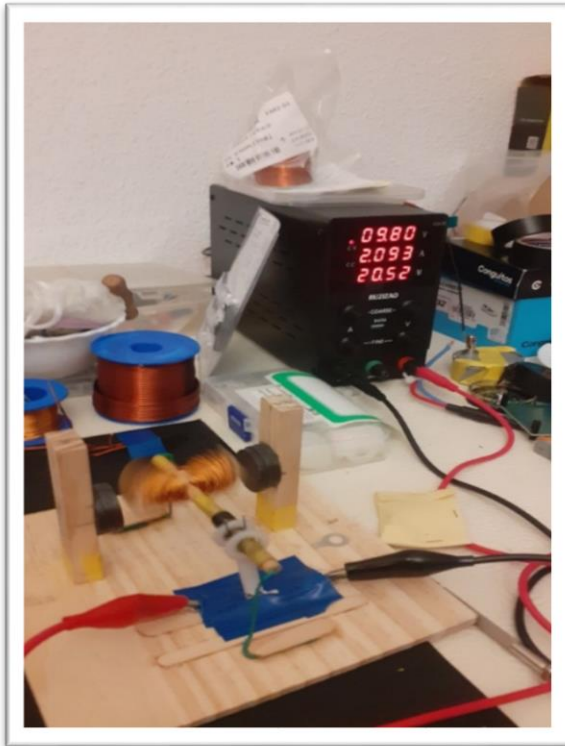
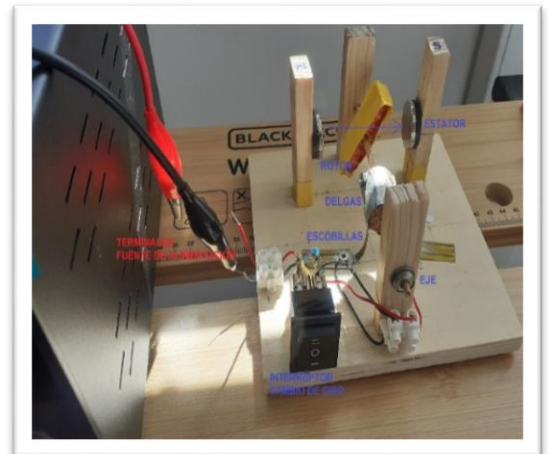


Figura 1:
Motor de
cc



construido y fuente de alimentación y versión con cambio de giro

Video del motor cc construido:

<https://drive.google.com/file/d/18fkH6QwtbPkktcH26tYrU3Zwlan971lR/view?usp=sharing>

Se trata de un Motor de cc con escobillas. Las bobinas del rotor al estar conectadas a una fuente de Vdc actúan como un electroimán con polos N y S definidos (según la regla de la mano derecha) que cambian cada media vuelta al circular la corriente en sentido contrario por las delgas.

I.1 Motor de corriente continua (cc) con escobillas (“Bruhsed DC (directional current) Motor” (BDC))

I.2 Partes del Motor

I.2.1 El estator (el inductor): parte fija

El estator está formado por dos imanes permanentes. Se han agrupado una triada se imanes para conseguir mayor intensidad del campo magnético (campo magnético). Las líneas de campo magnético “ $\vec{B}$ ” van de Norte a Sur. Mediante una brújula podemos conocer su sentido.

I.2.2 El rotor (el inducido): parte móvil que gira sobre un eje. Tipo (solenoides) y valor de su campo magnético (campo magnético)

El inducido está formado por un solenoides (bobina arrollada) a ambos lados de un eje central; éstos

actúan como un imán al paso de una corriente eléctrica “I”.

El campo magnético “B” viene dado por la fórmula:

$B = \mu_0 \cdot \frac{N}{l} \cdot I$ siendo “N” el número de vueltas, “l” la longitud de la barra sobre la que va arrollada y μ_0 la permeabilidad del vacío (en este caso por ser muy próxima ($\mu_0 \approx \mu_{aire}$) = $4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} T \cdot \frac{m}{A}$ la del aire.

En unidades del SI: “B” se mide en T (Teslas). Al ser una unidad elevada se suele usar el Gauss: $1T = 10^4 G$.

Si la bobina lleva un núcleo interior con entrehierro $B = \mu \cdot \frac{N}{l} \cdot I$

Siendo $\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$ siendo μ_r la permeabilidad relativa.

Mediante la brújula determinamos los polos de los imanes permanentes. La flecha roja de la brújula apunta al polo Sur del imán y la flecha blanca al Norte. El campo magnético va de N (Norte) a S (Sur). Al no disponer de un apantallamiento a su alrededor tendremos líneas de fuerza dispersas (que no aprovecharemos) en el par motor (o momento de torsión): “ τ ” (dos fuerzas de sentido contrario ejercidas a una distancia “d” del eje motor.

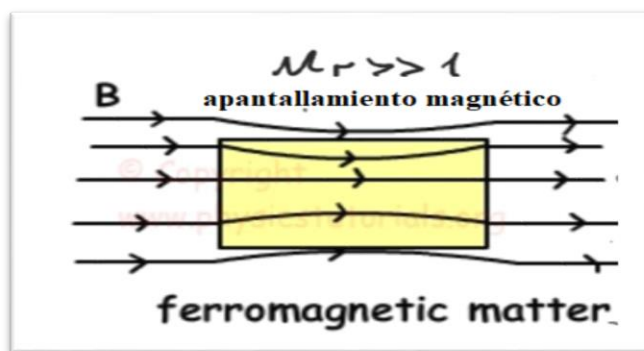


Figura 2: Forma de las líneas de campo que atraviesan un material ferromagnético



Figura 3: Determinación de los Polos usando unas brújulas



Figura 4:
Líneas de
Campo
(principal
y

disperso)

I.2.3 Delgas y escobillas

Las escobillas recogen el valor de la tensión de la (fuente de alimentación o batería). Se apoyan en dos delgas (semianillos con una pequeña separación entre ellos) que permiten mantener el campo del inducido en la misma dirección como se indica en la siguiente figura:

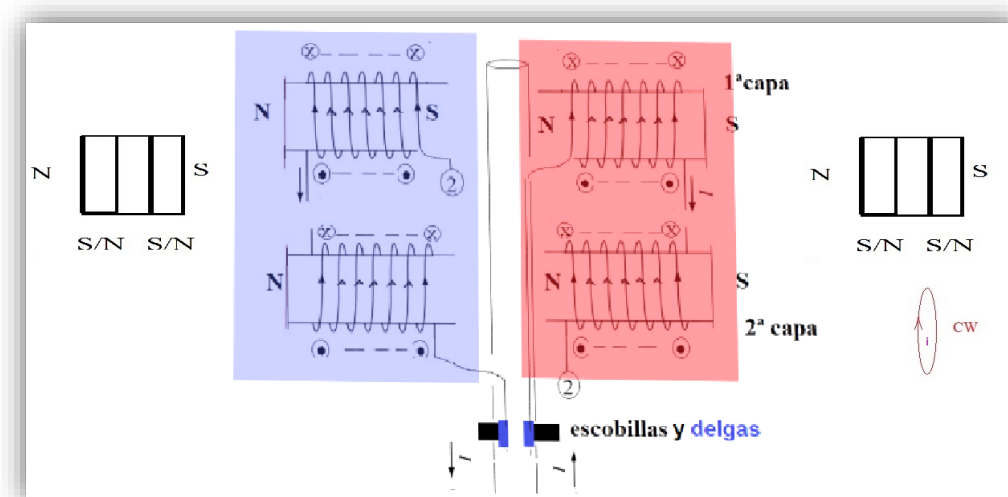


Figura 4:
Arrollamiento
del solenoide y
polaridad del
campo magnético
(aplica la ley de
la mano derecha)
Al girar 180° las
escobillas cogen
la polaridad

opuesta:

I.3 Fuerzas que determinan el giro. Ley de Lorentz y valor del par de giro (τ)

Para comprender el giro de la bobina nos fijaremos en una de las espiras que supongo rectangular de lados b (lado corto) y a (lado largo) que representaría el equivalente de todas:

Aplicamos la **ley de Lorentz** para determinar el valor de las fuerzas “F” que determinan el par de giro al moverse una carga “q” a una velocidad “v”. Mediante el “x” producto vectorial indicamos que en ese producto interviene (forma parte) el ángulo de los vectores.

Para visualizar este producto se utiliza la regla de la mano derecha:

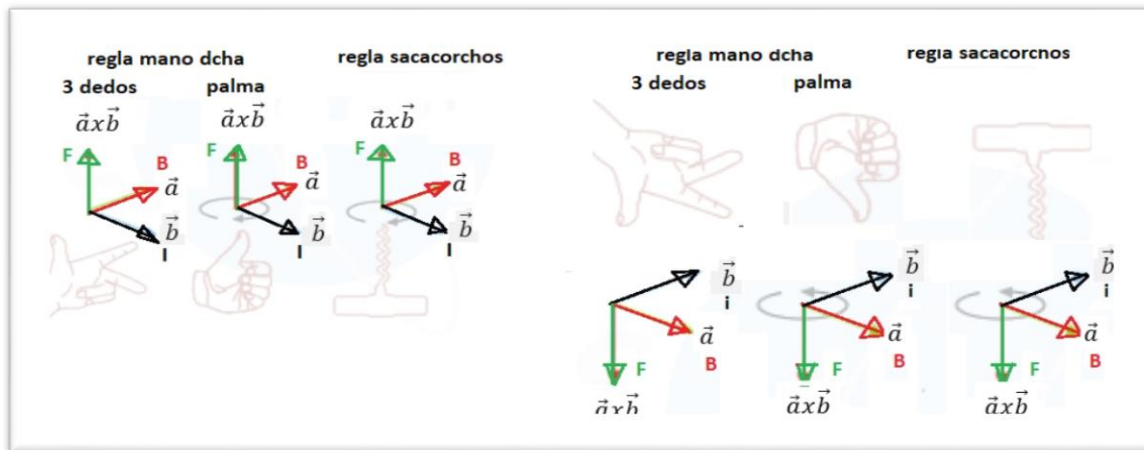


Figura 5:
Regla de
la mano
derecha
y del

sacacorchos para determinar la dirección y sentido de $\vec{F}$

$$\vec{F} = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B}) = \text{siendo } \vec{v} = \frac{\vec{b}}{t} \text{ y } q = I \cdot t \Rightarrow \vec{F} = b \cdot (\vec{I} \times \vec{B}) = b \cdot I \cdot B \cdot \text{sen} \alpha$$

$$\text{siendo } \vec{\tau} = \vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2 = 2 \cdot \vec{F} \cdot \text{distancia al eje de giro} = 2 \cdot \vec{F} \cdot \frac{a}{2} = 2 \cdot b \cdot \frac{a}{2} \cdot I \cdot B \cdot \text{sen} \alpha = I \cdot B \cdot A \cdot \text{sen} \alpha$$

I.3.1 Situaciones de giro principales

- a) Cuando el devanado está en posición vertical (se sitúa vertical a $\vec{B}$) se intercambian las delgas con las escobillas de alimentación con lo que ahora la “i” entra por la delga donde antes salía lo que permite que la espira siga girando.
- b) τ es máximo cuando el devanado es paralelo al campo ($\alpha = 90^\circ$) y $\text{sen} \alpha = 1$
- c) τ es nulo cuando el devanado perpendicular al campo ($\alpha = 0^\circ$) y $\text{sen} \alpha = 0$

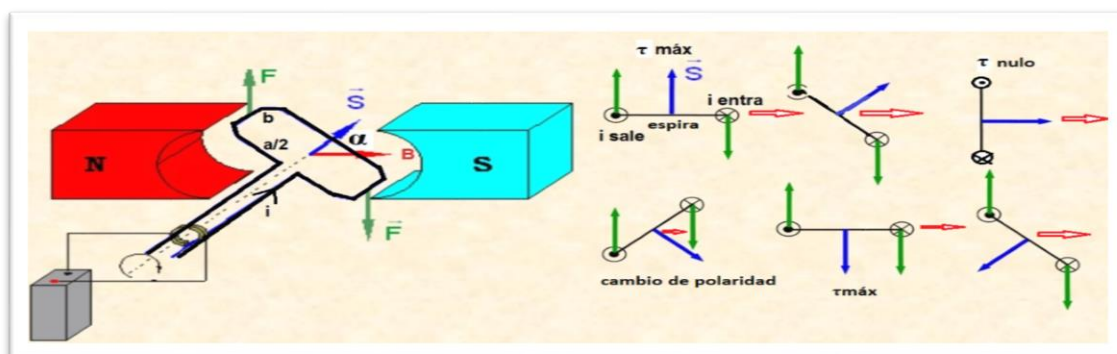
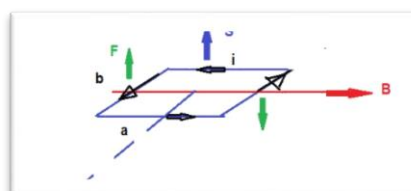


Figura 6:
Posición

del devanado (se considera
principales sobre el mismo

Solo dos lados de la espira
dos generan fuerzas



una espira equivalente) y vectores
generan torque (lado b); los otros
coplanares que al ser de sentido

contrario se contrarrestan (anulan).

I.4 Procedimiento para el cambio de giro del motor

Si intercambiamos la polaridad de la batería el motor gira en sentido contrario ya que al aplicar la regla de la mano derecha cambiaría el sentido del par de fuerzas:

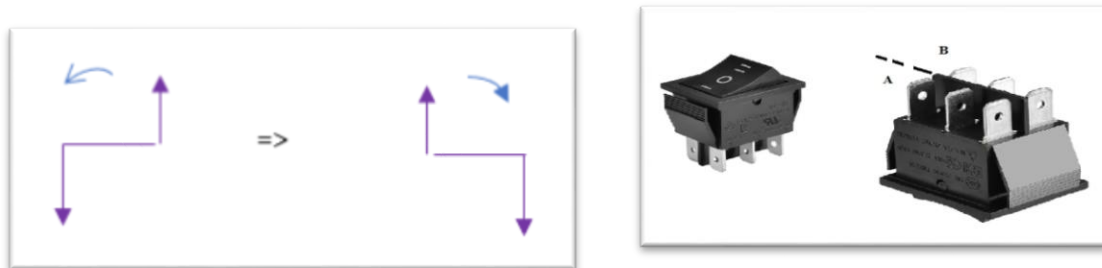
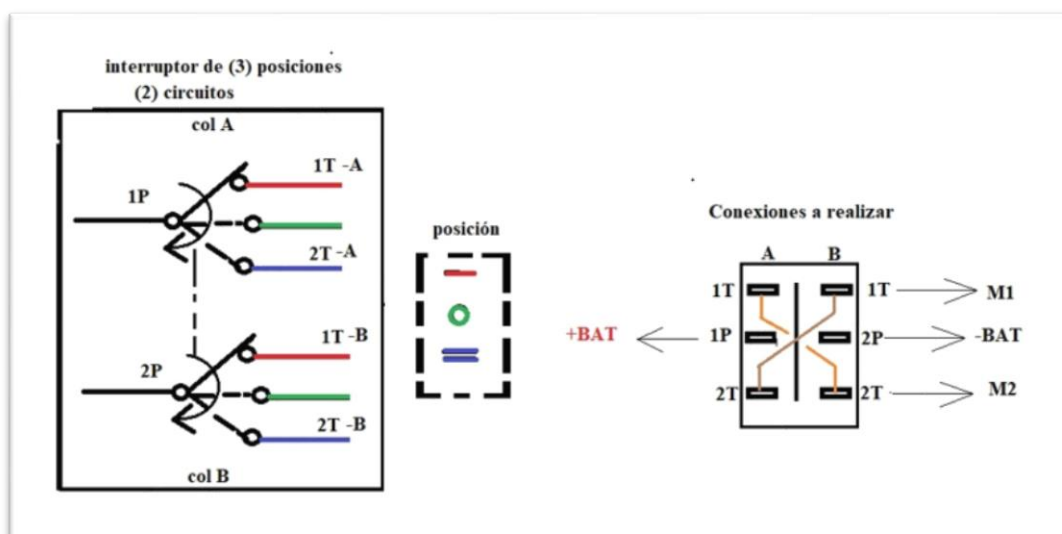


Figura 7: Par de fuerzas y sentido de giro del motor Interruptor doble polo (dos conmutaciones) y doble circuito (ON, OFF)

Mediante un interruptor de 2 polos dos cambios podemos cambiar el sentido de giro del motor según se indica en el montaje realizado:



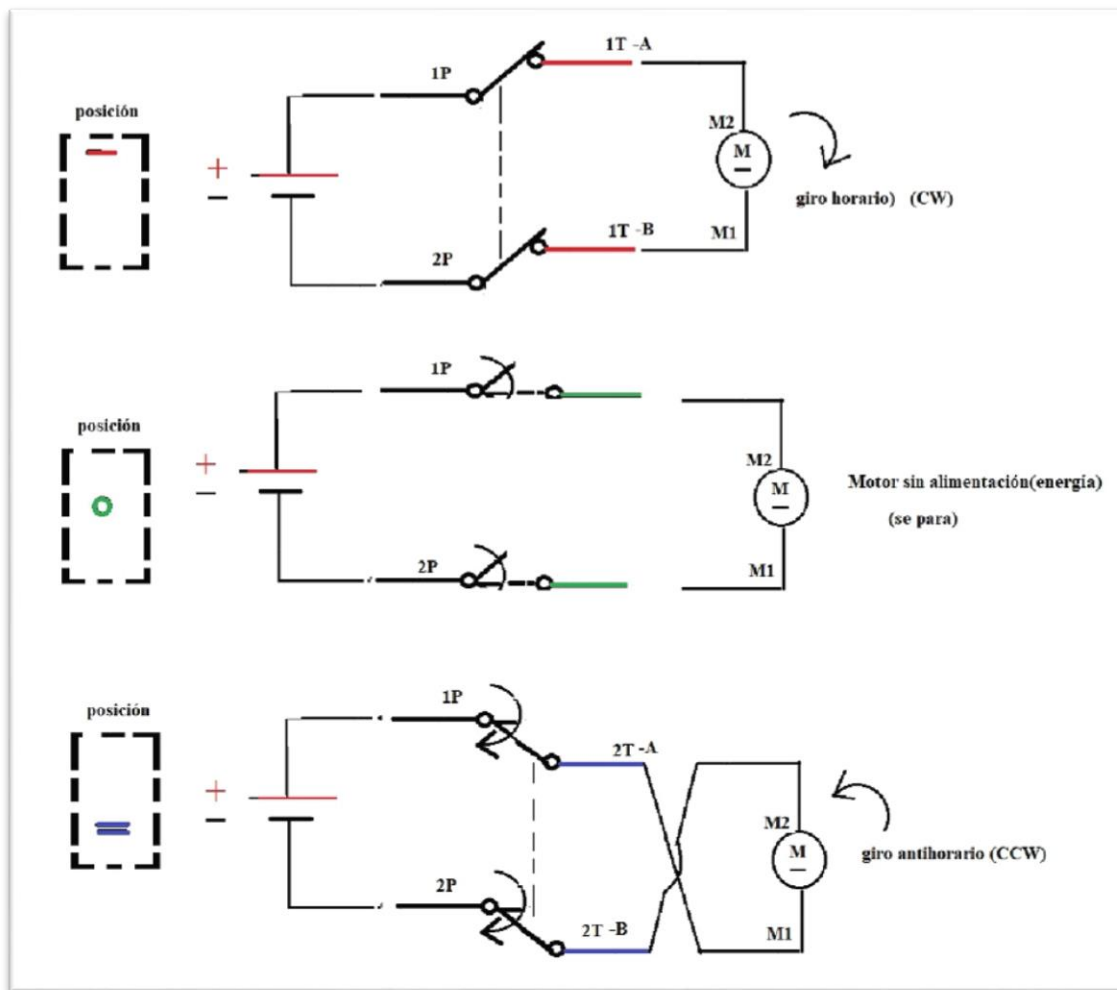
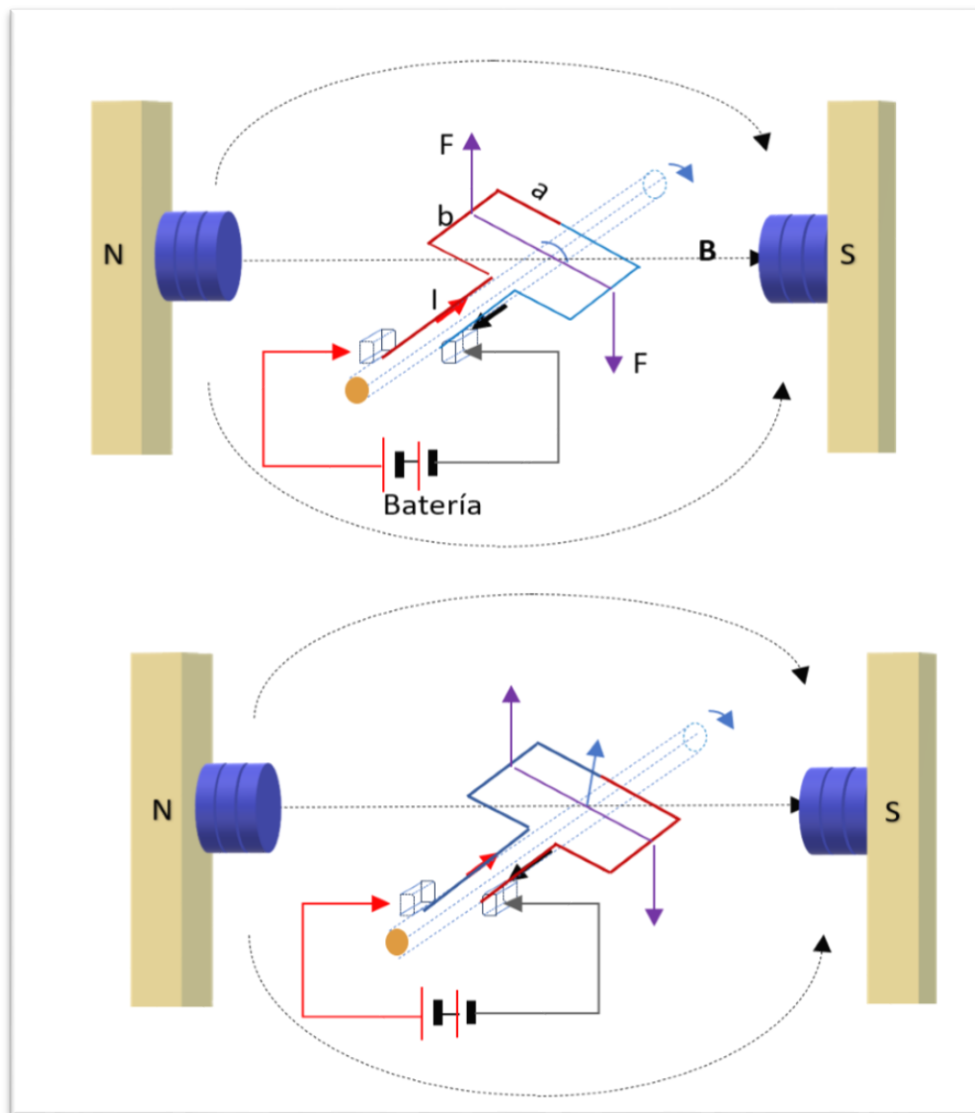


Figura 8: Cambio de polaridad en las bornas del motor dc para invertir su giro mediante un interruptor

Figura 9:
de la espira
R o Az)
con una
de signo
rotar la
lo que
que el
girando en
sentido

Nota: Una
al



La mitad
(ver color
alimentada
polaridad
contrario al
espira 180°
permite
motor siga
el mismo

analogía

interruptor en un motor trifásico para el cambio de giro: se realiza mediante la pulsación de dos contactores (uno para giro horario y otro para antihorario)

I.5 Posibles mejoras a realizar

I.5.1 Añadir otros devanados y sus correspondientes delgas

1) Con lo que este motor se mueve de manera irregular. Para evitar este problema debería de añadirse un segundo devanado con su propio par de delgas o incluso nuevos devanados con lo que conseguiríamos que el motor girase de manera más uniforme.

I.5.2 Aumento del Φ en el devanado de la bobina añadiendo láminas de acero

2) Pasar de la permeabilidad del aire μ_0 a una $\mu > \mu_0$ incluyendo dentro del devanado de la bobina láminas de acero de alta permeabilidad para así aumentar el flujo magnético Φ .



Figura 5: Despiece de un pequeño motor usado en montajes educativos

I.5.3 Utilizar escobillas de grafito

3) Sustituir las láminas de alambre que hacen la función de escobillas y producen “chisporreos” por unas escobillas de grafito presionadas por unas delgas mediante unos muelles para mantener la presión a medida que las escobillas se van desgastando.

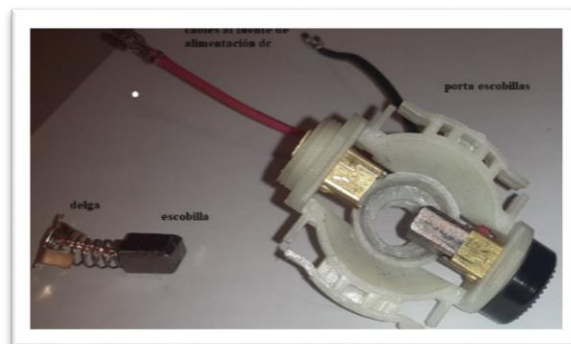


Figura 11: Detalle constructivo de las delgas y escobillas para pequeños motores

I.5.4 Sustituir los imanes permanentes del estator por electroimanes

4) Sustituir los imanes permanentes por electroimanes (no es necesario en motores pequeños) para conseguir mayor potencia en motor utilizando la misma fuente de cc de alimentación o batería.

I.6 Distintas configuraciones en motores cc

Los problemas se presentan en general en los motores en los instantes transitorios (el arranque, el frenado, cargas mecánicas variables...) que pueden presentar valores altos de corriente o rendimiento que se deben conocer (medir) con la finalidad de mejorarlos, amortiguarlos dado que podrían dar lugar con su desgaste a rotura y con ello a su necesidad de reparación.

Dado que requiere de un estudio más prolongado y de mayores conocimientos de regulación electrónica, solo mencionaré:

- *el motor cc en serie*: posee un buen par de arranque, es decir arranca con fuerza, pero su velocidad disminuye con el aumento de carga en el motor.
- *el motor cc en derivación* tiene un par de arranque bajo, pero su velocidad se mantiene prácticamente constante, aunque aumente la carga.
- *el motor cc con excitación compuesta*. posee un devanado de excitación en serie con el inducido y otra excitación en paralelo (en derivación) con el inducido, con buen par de arranque y velocidad constante ante variaciones de carga.
- *el motor con excitación independiente* provista de otra fuente de alimentación con comportamiento más estable que los anteriores.

II MOTOR SÍNCRONO ANALIZADO

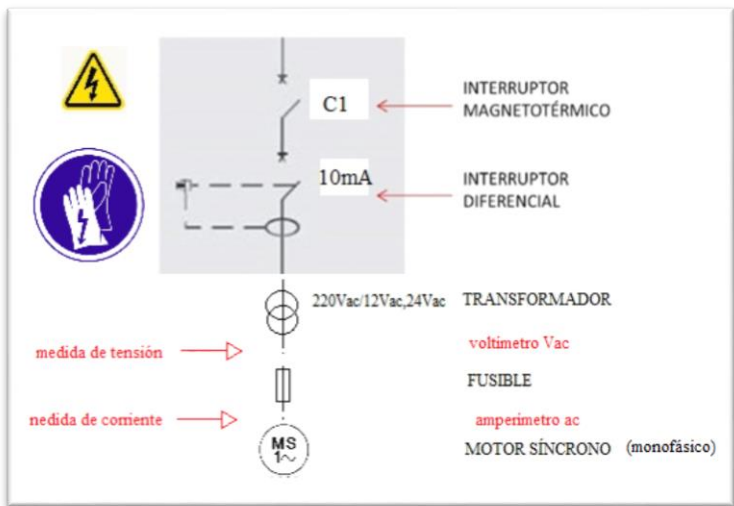


Figura 12:
Esquema simplificado unifilar del montaje efectuado

II.1 El motor síncrono monofásico de imán permanente analizado (PMSM)

El pequeño **motor síncrono monofásico de imán permanente monofásico (PMSM)** que analizaremos se utiliza habitualmente en los platos de los microondas. Se caracteriza por su velocidad constante. Dado que resulta muy alta se requiere de un sistema de engranajes de ruedas dentadas que permiten su reducción, constituyendo el conjunto lo que se denomina un **motorreductor**.

Este motor monofásico está caracterizado de fábrica por:

Potencia nominal	velocidad síncrona(ω_1)	V nominal
4W	20rpm	12Vca

Para que el motor sea síncrono el campo magnético rotacional del estator y el campo magnético constante del rotor están enclavados para que ambas velocidades coincidan: $\omega_{estator} = \omega_{rotor} = \omega_{sincronismo}$

Al ser el rotor un imán multipolar (varios imanes asociados) no se induce fem en el mismo que ocasionase un flujo que se restaría al principal de estator (como ocurre en los motores de inducción) lo que daría lugar a un deslizamiento: $\omega_{estator} \neq \omega_{rotor}$.

II.1.1 Desmontaje del motor

Se ha procedido a su **desmontaje**, donde se observa:

0 - La tapa de la carcasa inferior que cierre el campo magnético (campo magnético) con el eje motriz y pestañas.

1- la bobina(electroimán) del estator que produce un campo variable.

2 - el imán permanente del rotor que está constituido por una de imanes que forman pares de polos, lo que permite que en contraposición con el campo inductor.

3 - La tapa de la carcasa superior que cierre el campo



magnético

alternancia
gire al estar

magnético
con los ejes y
pestañas.

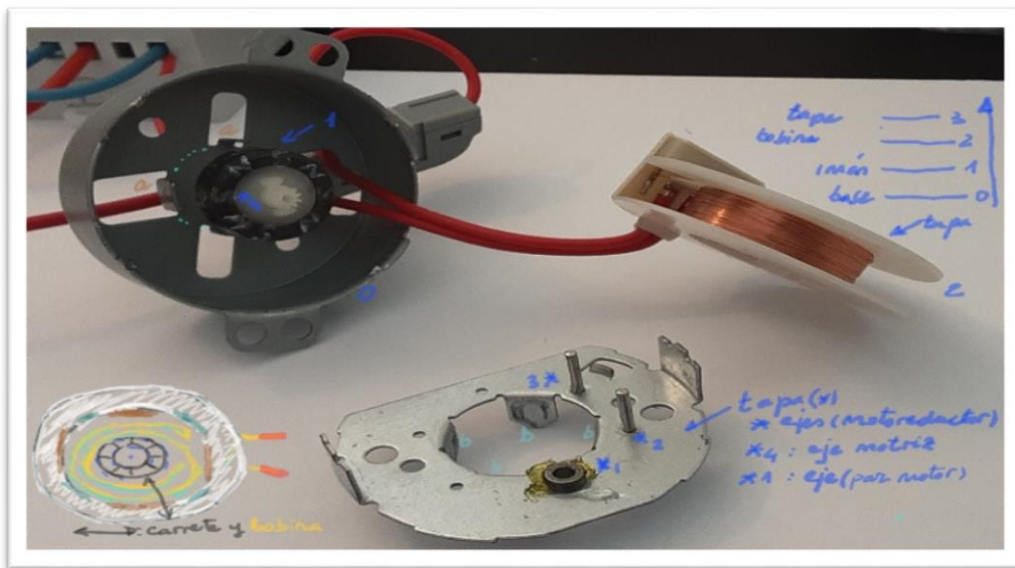


Figura 13:
desmontaje del
motor síncrono:
engranajes del
motorreductor y
partes del motor
(bobina del
estator e imanes

del rotor ensamblados

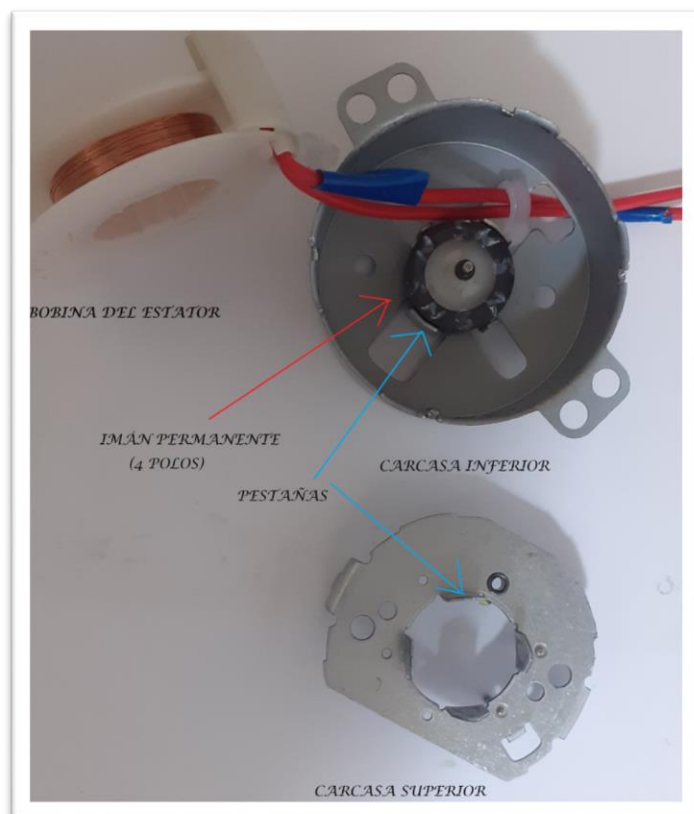


Figura 14:

detalles del motor: tapas superior e inferior que cierran el campo magnético

II.1.1.1 Sistema de engranajes que constituyen el motorreductor

El sistema de engranajes consta de dos ruedas dentadas dobles (z_2, z_3) y (z_4, z_5), la rueda motriz solidaria al rotor (z_6) y la rueda z_1 del eje motor. Contabilizamos el de dientes de cada engranaje. Usamos indistintamente la notación Z_i o N_i :

Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6
26	10	30	10	60	12

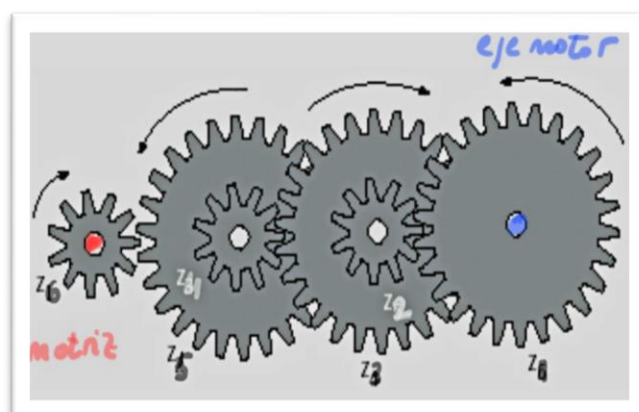


Figura 15:
sistema de engranajes (ruedas dentadas) que reducen la velocidad de giro

Determinación del número de polos del rotor y velocidad de rotación del eje motor

El nº de polos del rotor lo determino acercando pequeños imanes alrededor del mismo buscando las zonas donde son atraídos:

II.1.1.2 cálculo de la



Figura16:

Determinación del nº de polos del rotor

f de red	p (nº par de polos del rotor)	ω eje motriz (ω_1)	ω eje motor (ω_6)
50Hz	4	750 rpm	20 rpm

$$\omega_{eje\ motriz} = \frac{f \cdot 60}{p} = \frac{3000}{4} = 750(rpm)$$

$$\frac{\omega_{eje\ motor}}{\omega_{eje\ motriz}} = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_4}{z_3} \cdot \frac{z_6}{z_5} = \frac{1}{38} \rightarrow \omega_{eje\ motor} = \frac{10}{26} \cdot \frac{10}{30} \cdot \frac{12}{60} \cdot 750 = 19,25 \sim 20\ rpm.$$

Que coincide con el valor que nos da el fabricante.

II.2 Unidades mecánicas y eléctricas y cálculo del torque (τ)

Uso como denominación equivalente: **Momento de fuerza (M)**, **par motor (T)**, **esfuerzo de torsión o torque (τ)**, que en el sistema internacional (S.I.) se mide en N.m.

Suponiendo que no hay pérdidas de rozamiento en los engranajes ni en la parte magnética se verificaría que: $P_{mecánica} = P_1 = (P_6) = P_{eléctrica}$

$P_{mecánica} = \tau_i \cdot \omega_i$	$P_{eje\ motriz} (P_1)$	$P_{eje\ motor} (P_6)$	$P_{eléctrica} = V_{ca}(ef) \cdot I_{ca}(ef) \cdot FP$
--	-------------------------	------------------------	--

Estando en unidades del S.I

$P_{mecánica} (w) = \frac{Trabajo}{t} = \frac{J}{s}$	$\tau_i = N \cdot m = J$	$\omega_i (rad/s)$
--	--------------------------	--------------------

Se verifica que: $[P_1] = \tau_1 \cdot \omega_1 = [P_6 = \tau_6 \cdot \omega_6] \Rightarrow \tau_1 \cdot 750 = \tau_6 \cdot 20 \Rightarrow \tau_6 \sim 38 \cdot \tau_1$, es decir con la reducción de velocidad de 1/38 (relación de engranajes) conseguimos aumentar (x38) el torque del eje del motor (τ_6) respecto al eje motriz (τ_1).

$F.P = \cos \phi$ representa el desfase entre la ($V_{ca} = V_F, I_{ca} = I_F$) que en estos motores es prácticamente “1”.

Valor medido R_F $=R_{\text{bobina}}$	Valor (aprox) calculado L_F (fórmula de Wheeler) suponiendo ($N=200$ espiras)	$Z_{\text{bobina}} = \omega \cdot L_F$ $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f(50\text{Hz})$	Valor medido (inductómetro UT602 de UNI-T(N aprox 300)	$Z_{\text{bobina}} = \omega \cdot L_F$ $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f(50\text{Hz})$
28Ω	$600 \mu H = 600 \cdot 10^{-6} H$	0.209Ω	$1740 \cdot 10^{-6} H$	0.54Ω



Calculamos el par motor considerando que $P_{\text{mecánica}} = \tau_i \cdot \omega_i = P_{\text{eléctrica}} = 4 \text{ w}$ (dato del fabricante que supongo asegura que no se quema el motor) $\rightarrow \tau_{\text{sincr}} = \frac{4w}{\omega_{\text{sincr}} \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}} \right)} = >$

$$\rightarrow \tau_{\text{sincr}} = \frac{12}{2 \cdot \pi} = 1,9 \text{ N.m} = 1,9 \text{ J}$$

$$\omega_{\text{sincr}} = 20 \text{ rpm} = \frac{20 \cdot \text{rev}}{60 \text{ s}} = \frac{20 \cdot 2 \cdot \pi (\text{rad})}{60 \text{ s}} = \frac{2 \cdot \pi}{3} \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}} \right)$$

(un par de fuerzas) en el sentido de rotación.

II.3 Explicación del flujo rotatorio correspondiente a una vuelta de giro

Según sea el sentido de la corriente la bobina cambia la dirección del campo magnético. Se indica en la última fila el recorrido paso a paso de los polos (N (azul), S (rojo)) del estator. La corona externa lleva asociadas las pestañas de la parte inferior del motor y la interior representa la tapa superior y sus pestañas. El Φ magnético se cierra por las tapas metálicas evitándose su dispersión al exterior.

Este motor gira en sentido horario o antihorario según el instante inicial en el que se encuentre el sentido de la corriente:

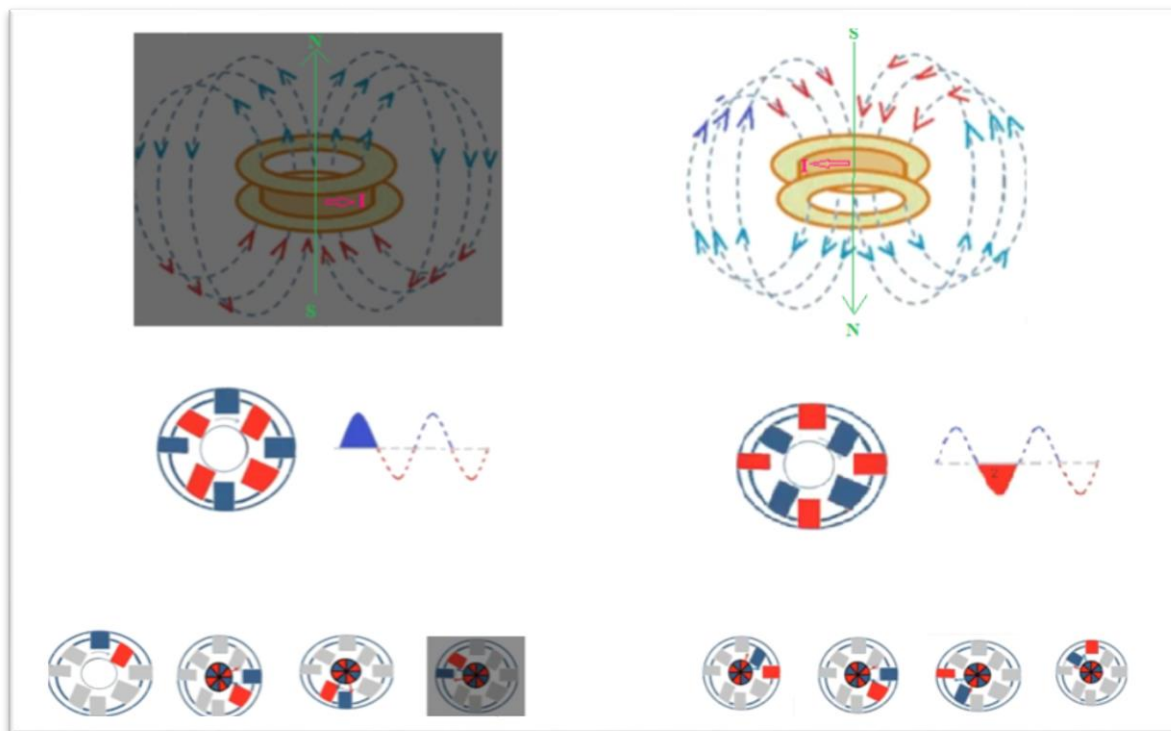


Figura 6: Polos “ficticios” que van formándose en las pestañas de la carcasa del estator

II.3.1 Ejemplo de utilización

II.3.1.1 Peso máximo que se podría elevar desde una altura determinada y tiempo máximo en subirlo

Este motor está pensado para mover un peso situado sobre un plato engranado al motor. No obstante, para el ejemplo a considerar lo he colocado en posición vertical.

Vimos que:

$$\tau_{sincr} = \frac{12}{2 \cdot \pi} = 1,9 \text{ N.m} = 1,9 \text{ J}$$

>Calculamos el peso máximo que podría soportar el motor para elevarlo desde 0,5m de altura:

$$E_p(J) = m \cdot g \cdot h = m \cdot 9,8 \cdot 0,5 = 1,9J \rightarrow m(Kg) = \frac{1,9}{4,9} = 0,387 \text{ Kg}$$

>Calculamos el tiempo que tardaría en subirlo:

$$t(s) = \frac{\text{Trabajo}(J)}{P_{\text{mecánica}}(w)} = \frac{1,9}{4} = 0,475s$$

III MOTOR MONOFÁSICO DE POLOS SOMBREADOS CON ESPIRAS EN CORTOCIRCUITO (CC)

III.1 Partes del Motor

Este motor es de construcción sencilla. Indico las partes del mismo:



Figura 18:
Desmontaje
del motor
monofásico
de polos

sombreados: detalle de la bobina, el núcleo de la misma con las espiras (de cc) en los polos y del rotor de jaula de ardilla

...donde represento sus detalles constructivos:

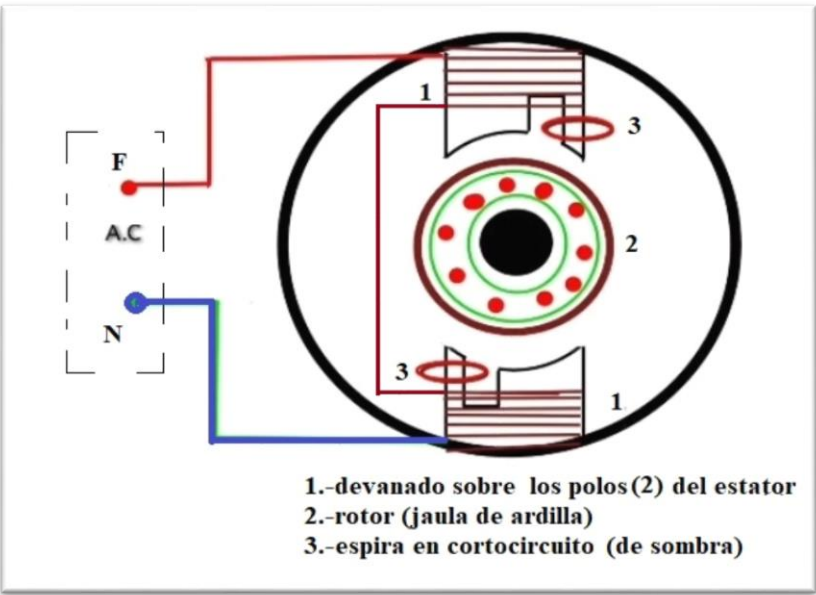


Figura 19:
gráfica de la

representación
figura anterior

III.2 Banco construido (“Workbanch”)

Se prescinde del transformador que empleé en el estudio del motor síncrono y se mantiene el automático y diferencial empleados anteriormente. He realizado pruebas colocando unas aspas de un ventilador como carga y viendo además el consumo en vacío para ver el efecto del cambio de velocidad.

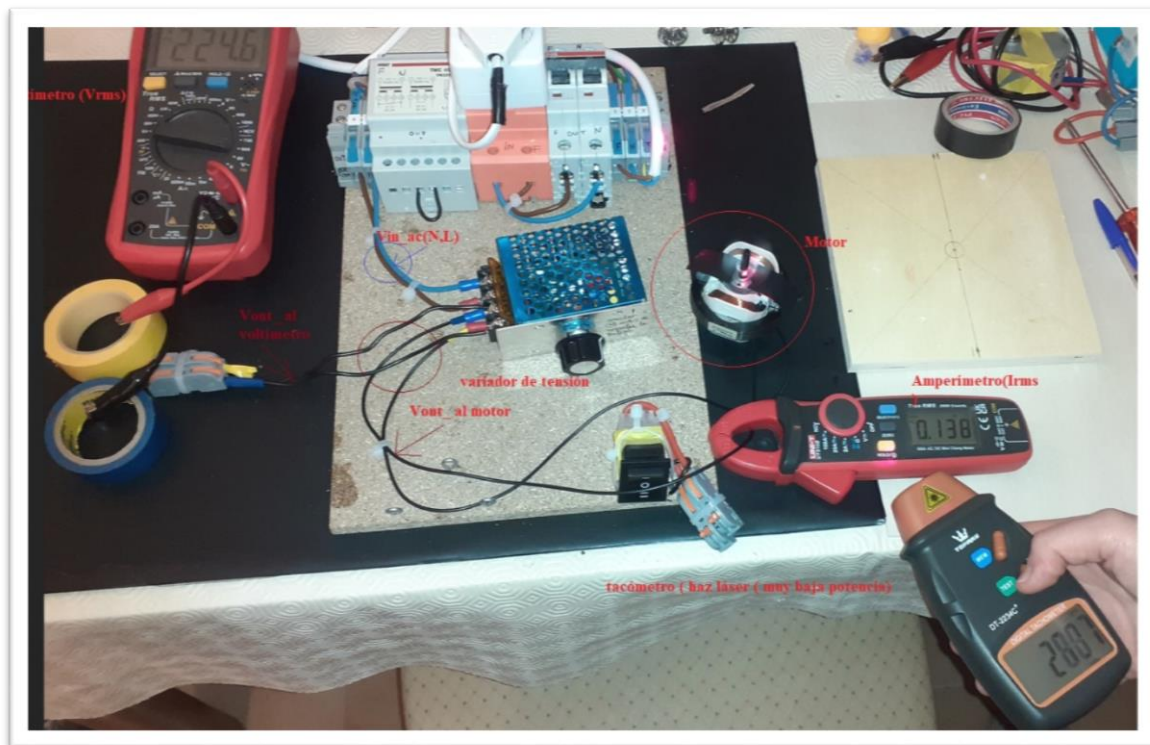


Figura 20: Motor en vacío

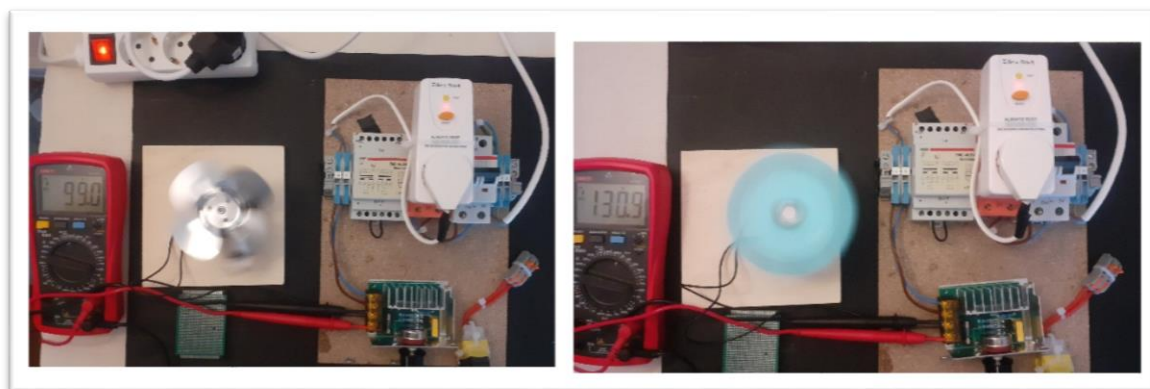
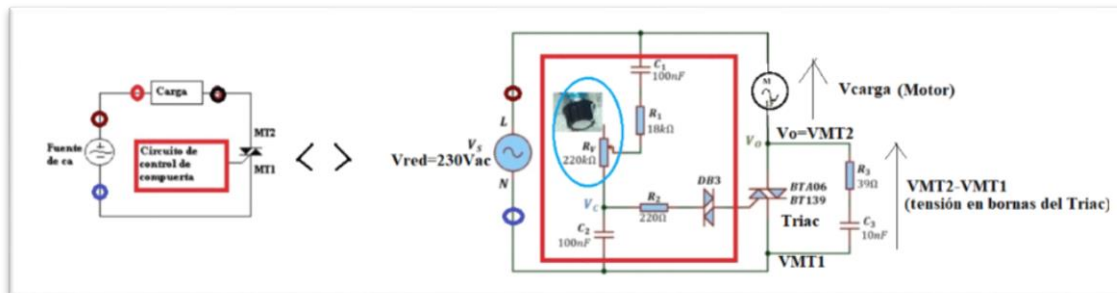


Figura
21:
Motor
en
carga

III.2.1 Función del variador de tensión y modo de funcionamiento

Se utiliza un variador de tensión alterna para el estudio de su efecto. Este variador no reduce la amplitud de la tensión, sino que la recorta de manera que varía su valor eficaz (V_{rms}) con lo que disminuye la potencia y con ello el par:

Figura 7:
Circuito



simplificado y en detalle

Cuando el Triac conduce (ON) (la caída de tensión en sus extremos: $V_{MT2-VMT1}=0$), por lo que al motor le llega esa porción de la tensión de red (V_{motor}). Cuando R_v (resistencia variable o potenciómetro) es baja (sentido antihorario), al motor le llega una V_{ef} pequeña; cuando R_v es alta (sentido horario al motor le llega una V_{ef} mayor por lo que la velocidad del motor será mayor.

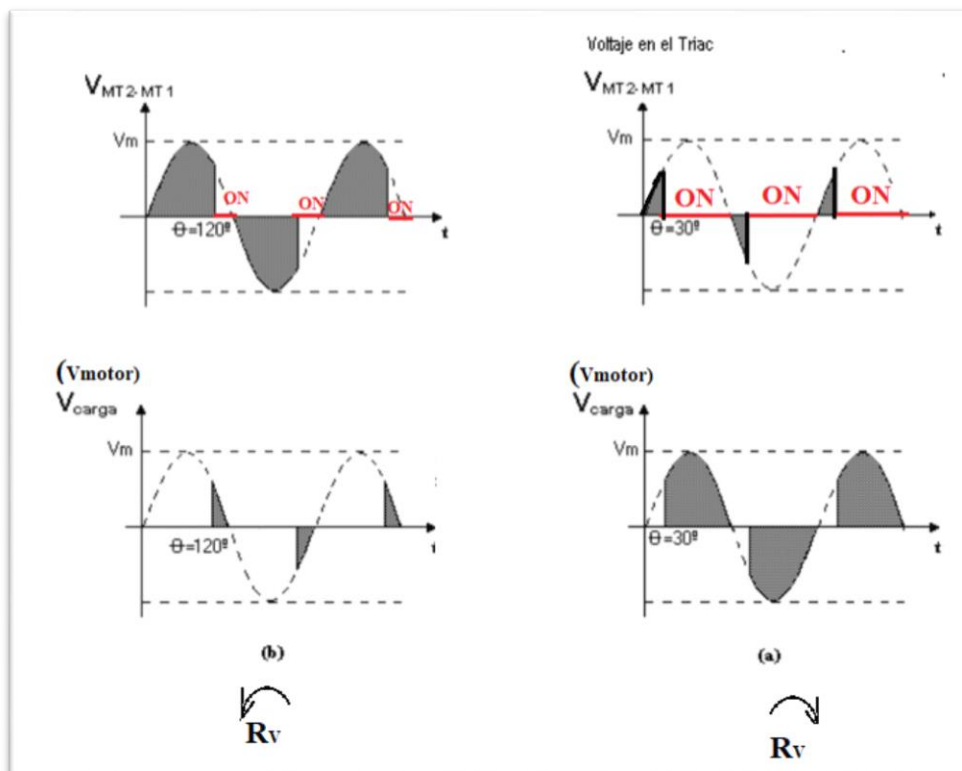
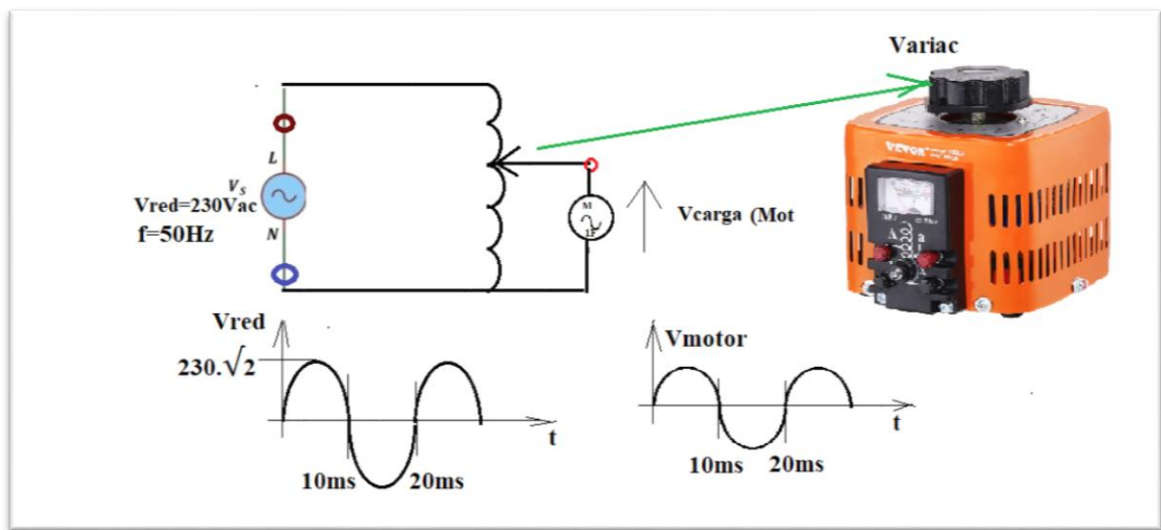


Figura 23: Formas de onda de la tensión aplicada al motor en función de la posición del potenciómetro

III.2.1 Alternativa (externa) al uso de un variador de tensión: el Variac

Hubiese sido preferible usar otro dispositivo como el Variac que consiste en un autotransformador (solo presenta un devanado). Se extrae una parte de la tensión mediante una toma variable) lo que permite entregar al motor ondas senoidales puras por lo que el motor produce menos ruido. Cuando la onda no es pura se dice que presenta armónicos: la onda representada en a) o en b) equivaldría a suma de otras ondas de frecuencias 50Hz y $n \times 50\text{Hz}$ y amplitudes menores.

Figura 8: Formas de onda (completa) y de V_{pk} variable según la posición del Variac



La Potencia suministrada por la red eléctrica al motor viene dada por $P = V_{rms} \cdot I_{rms} \cdot \cos(i, v)$.

Usaré indistintamente la expresión X_{rms} o X_{ef} (valor eficaz). El $V_{ef} = \frac{V_{pk}}{\sqrt{2}}$ o $I_{ef} = \frac{I_{pk}}{\sqrt{2}}$

En los motores monofásicos con polos de sombra, usados en ventiladores, se dispone en de un selector de tensión que utiliza una parte del devanado principal, consiguiendo con ello distintas velocidades de giro (mayor o menor ventilación).

III.2.2 Alternativa (interna) al uso de un variador de tensión: usando un selector (ej. Seleccionar tres valores de nº de espiras en el devanado del estator)

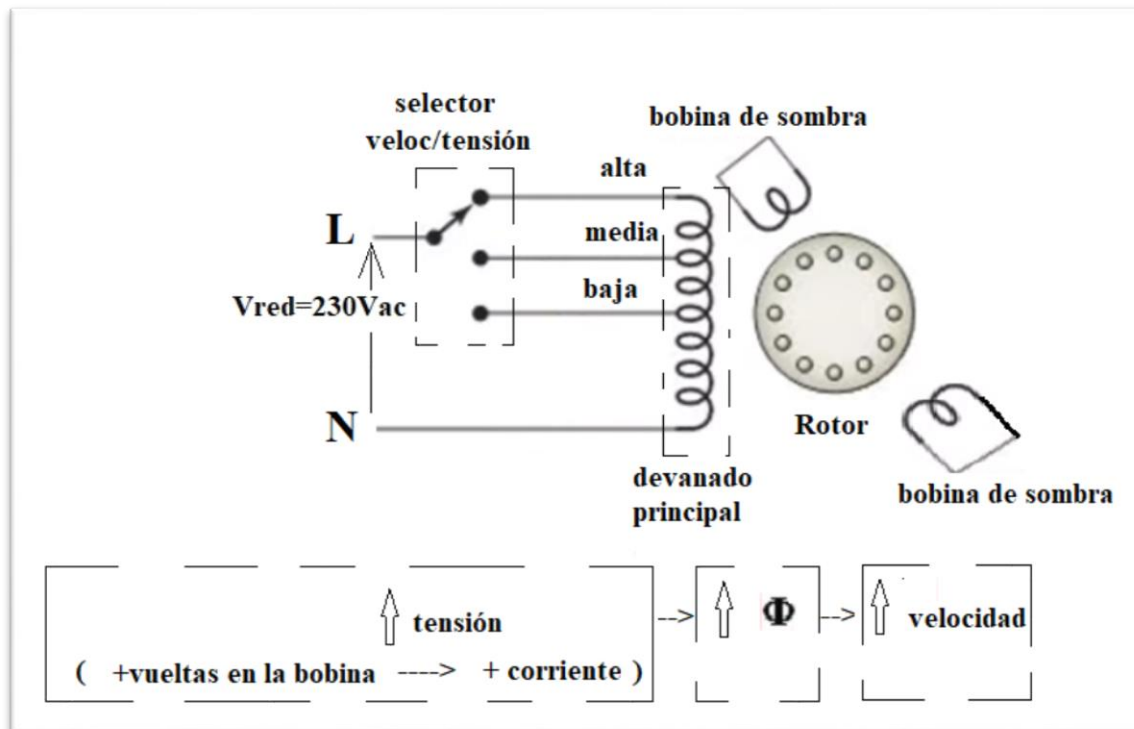


Figura 25:
Selección
de tres
flujos de
aire
(carga) en
un motor
de polo

sombreado

III.3 Valores medidos

La velocidad de del campo magnético viene dada para este motor asíncrono de corriente alterna por:

f de red	p(nºpar de polos del estator)	$\omega_{campo\ magnético\ máxima}$
50Hz	1	3000 rpm

$$\omega_{campo\ magnético\ máxima} = \frac{f \cdot 60}{p} = \frac{3000}{1} = 3000(rpm)$$

Esta velocidad nunca se alcanza por existir una diferencia de velocidad con respecto a la de giro del rotor que se denomina **deslizamiento**.

En la siguiente tabla indico los valores medidos en vacío:

Rotor de fábrica		Rotor “casero”

V_{ef}(V)	I_{ef}(A)	rpm		V_{ef}(V)	I_{ef}(A)	rpm
154	0.063	2199		162	0.092	573
165	0.072	2409		185	0.126	245
185	0.092	2598		200	0.143	88
200	0.112	2636				
224.8	0.138	2883				

III.4 Conclusiones

III.4.1 Conclusiones 1: análisis del rotor

- De lo que se desprende que la construcción del rotor debe de tener en cuenta factores constructivos importantes como una separación del entrehierro (holgura entre el estator y el rotor uniforme y una inclinación de las barras de la jaula adecuada y la inclusión de láminas ferromagnéticas perpendiculares a las barras que permiten concentrar el flujo inducido y mantener el par de giro adecuado en las mismas.

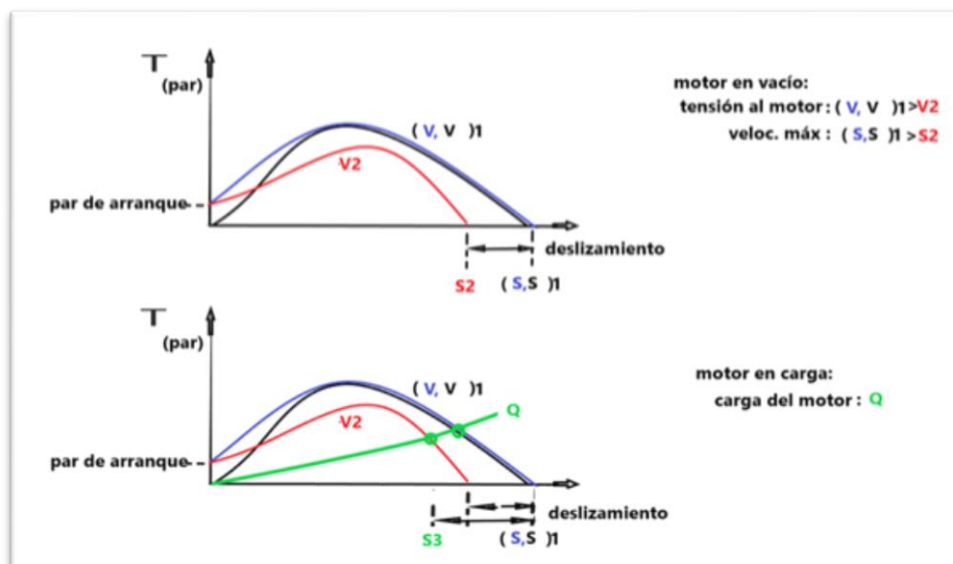
III.4.2 Conclusiones 2: autoarranque

- Los motores monofásicos no poseen autoarranque según se muestra en el gráfico de la siguiente figura: (curva V1) “en negro”.

- De aquí que sea necesario buscar algún recurso auxiliar que lo permita: para el caso que he analizado el motor consta de dos espiras en cortocircuito que lo permiten.

En el gráfico siguiente se indica cómo se comporta el motor en vacío (con (curvas 1 y 2 en color) y sin espira de sombra (curva en negro) y con carga **Q** (ej. añadiendo al eje del motor unas aspas de un ventilador): proyectando Los puntos en verde señalados obtenemos el valor del par y la velocidad de trabajo.

Figura 9:
típicas del
sin espiras
(par(T) y



Curvas
motor con y
de sombra:

velocidad(es) del motor en vacío y en carga

Utilizo la letra S("speed") para indicar la velocidad del motor en (rpm), siendo el deslizamiento ("sweep"): $s = S_{máx} - S_{nominal}$. Siendo la $S_{nominal}$ la de trabajo del motor en un momento dado.

III.4.3 Conclusiones 3: Cambio del sentido de giro del motor de polos sombreados

Por otra parte, para este tipo de motor sólo existe un solo sentido de rotación, pero hay una manera de modificarlo para que gire en el sentido que queramos desmontando el motor y colocando el rotor por la parte inferior:

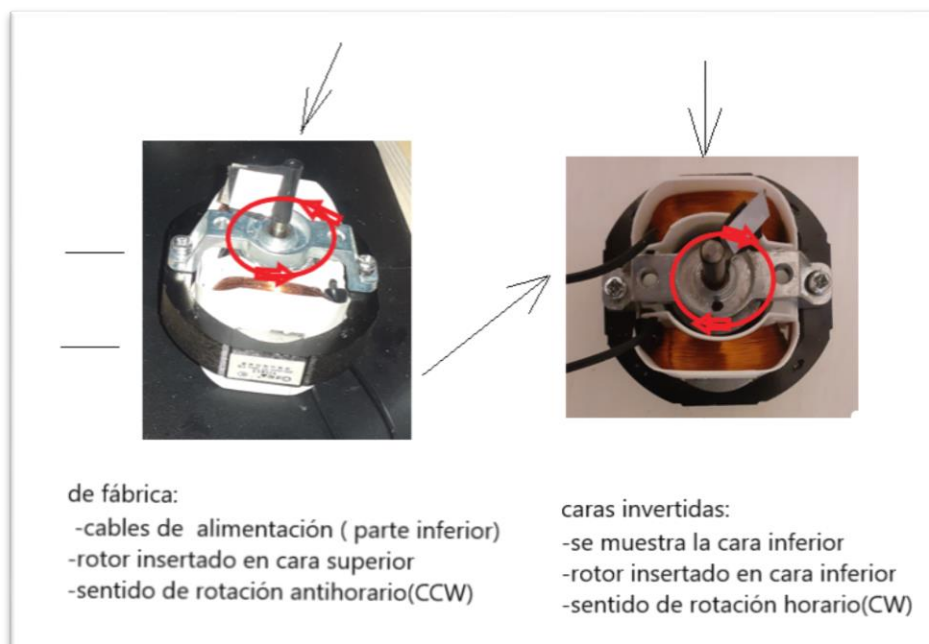


Figura 10:

Cambio del sentido de
rotación por variación de
la posición del rotor

III.5 Explicación del cómo las espiras de

sombra permiten el arranque del motor

Para explicar cómo las bobinas de sombra permiten el arranque del motor se recurre a los diagramas de flujo en un ciclo completo que corresponde a una vuelta del rotor durante seis tramos: o-a; a; a-b; b-c, c y c-d.

En la **espira de cortocircuito (cc)**, por la ley de Faraday-Lenz se induce una f.e.m " ε " que origina una " i_2 " en la **espira** que produce un flujo (Φ_2 (Flujo2)) que tiende a oponerse al flujo principal.

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\phi_{1(principal)}}{\Delta t} = -\frac{d\phi_1}{dt}; \varepsilon \text{ es la pendiente con signo cambiado de la curva del } \Phi_1$$

Siendo $\phi_2 = \vec{B}_2 \cdot \vec{S}_2 = B_2 \cdot S_2 \cdot \cos\alpha$ y $B_2 = \frac{\mu \cdot i_2}{2r}$ en centro de la espira de cc de radio "r" y α el ángulo que forman B_2 y la superficie de la espira S_2 .

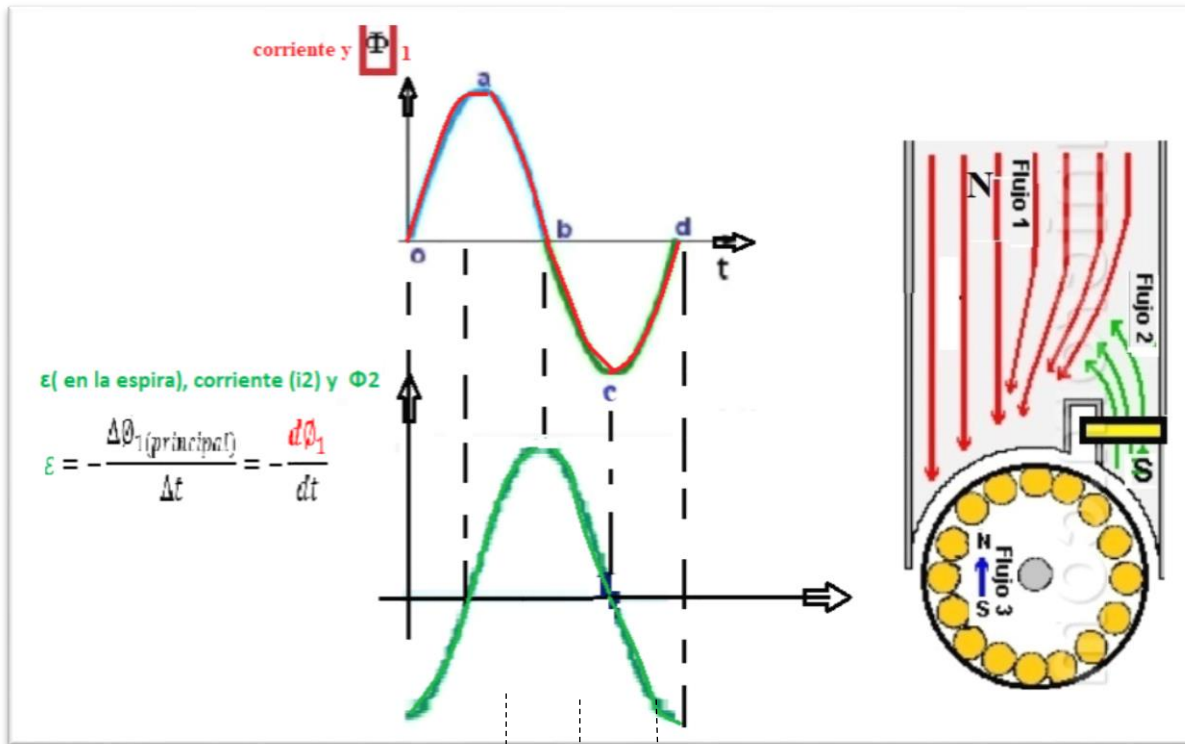


Figura 28: Formas de flu

Se produce una tensión que al estar sometido a u la ley de **Lorenz** se producen pares de fuerzas(torque) en las mismas que originan su giro.

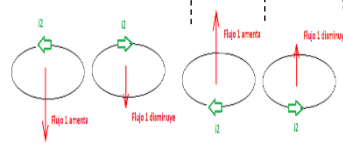
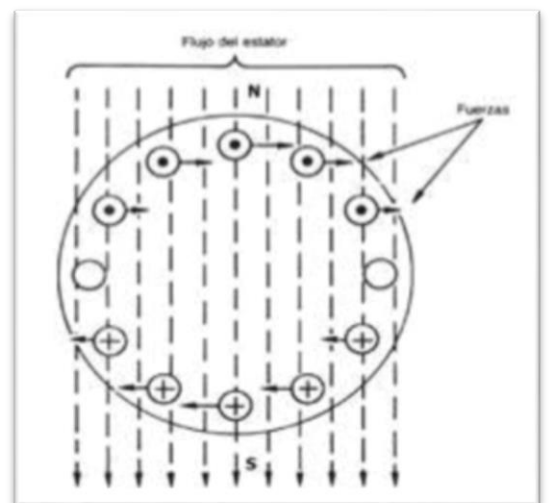


Figura 29: Pares de fuerza en las barras del rotor

En un instante determinado indico los flujos que se originan en los polos del motor teniendo en cuenta el sentido de la corriente y la dirección del flujo aplicando la regla de la mano derecha para la bobina del motor y para la espira en cc (cortocircuito).



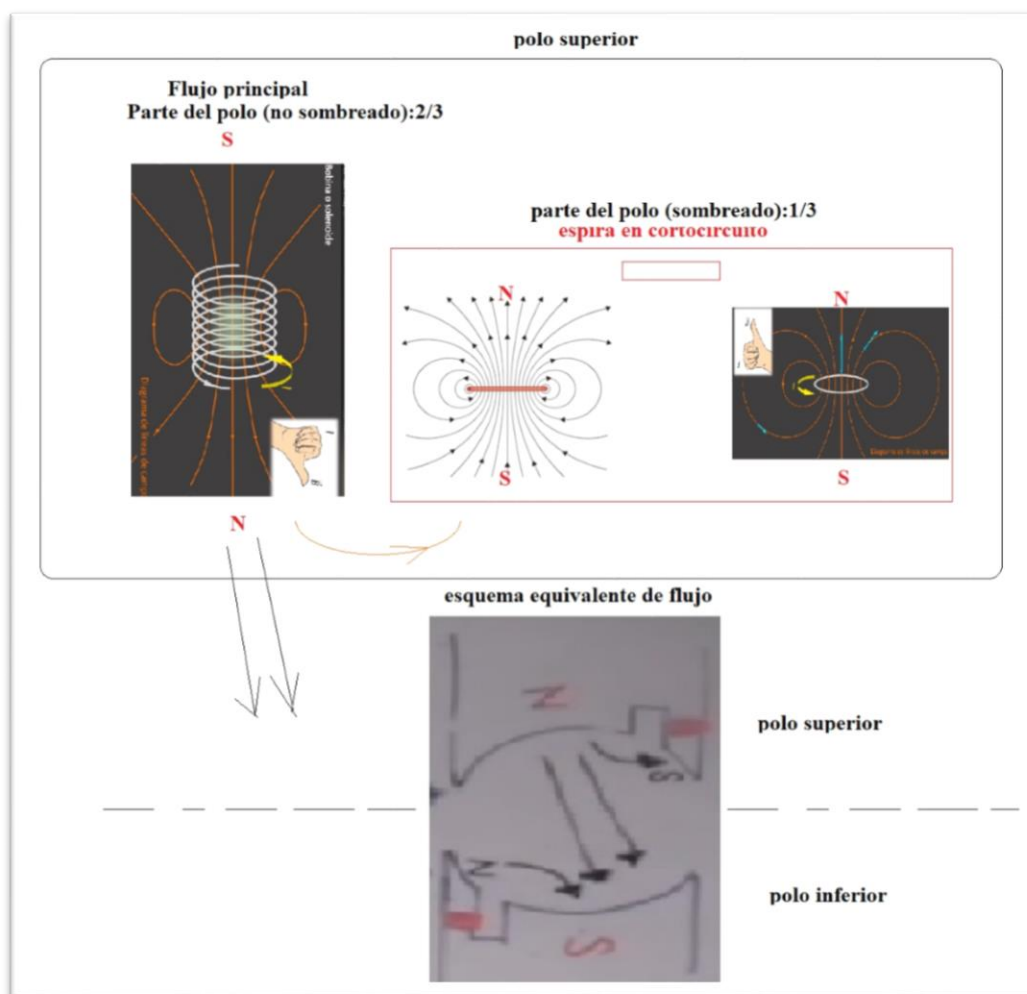


Figura 11: Polos magnéticos y corriente en la bobina y espira del motor usando la regla de la mano derecha

III.5.1 Flujo

rotatorio en el “semiperiodo o-b”

Se indican a continuación paso a paso la forma del flujo rotatorio inicialmente para el semiperiodo de la onda(o-b):

III.5.1.1 Flujo rotatorio en el “tramo1: o-a”

Veremos que el flujo principal se traslada (siguiendo el trayecto o-a→a→a-b) de la parte no sombreada a la parte sombreada (donde está la espira en cc) por lo que el rotor gira en sentido horario (ver posiciones consecutivas del punto verde que corresponden a una vista superior de las barras del rotor).

Se indica en tres vistas equivalentes la forma del flujo principal, el flujo inducido en las espiras de sombra (en posiciones superior e intermedia) y el flujo dominante (resultante) que sale de la parte del polo superior que se sitúa en la parte izquierda (no sombreada) del polo en este tramo, y el flujo y la corriente en la espira en sombra.

El flujo principal está incrementándose; en la espira en cc se produce una fem que según comenté anteriormente (por la ley de Faraday se opone al flujo principal por lo que éste se encuentra en el lado izquierdo):

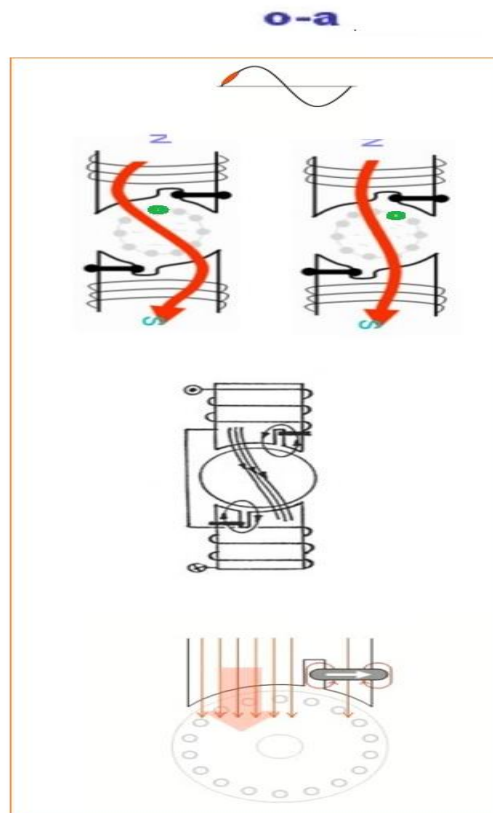


Figura 12: Flujo semiperiodo

rotatorio en el primer cuarto del positivo (flujo creciente)

III.5.1.2 Flujo rotatorio en el “tramo2: a”

Cuando el flujo principal está en su máximo no hay fem en la espira en cc y el flujo se distribuye uniformemente en el polo por lo que está concentrado en su posición central.

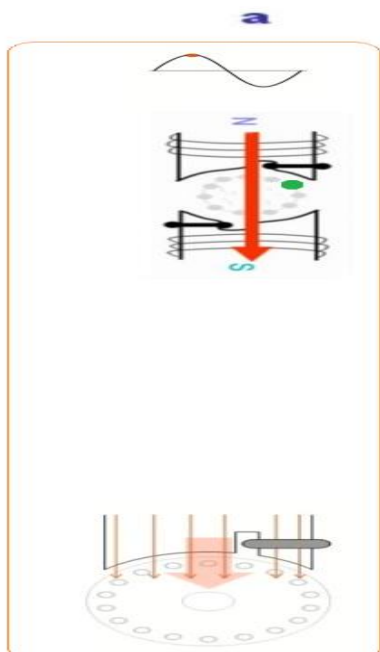


Figura 13.: Flujo en su posición máxima: no hay fem inducida en la espira

III.5.1.3 Flujo rotatorio en el “tramo3: a-b”

Cuando el flujo cae la fem en la espira en cc es que presentaba en (o-a) posicionándose para su flujo concentrándose el flujo en la parte de la (situada en la parte derecha):

Figura 33:

Flujo rotatorio en el segundo cuarto del positivo (flujo decreciente)

III.5.2 Flujo rotatorio en el “semiperiodo d”

Se indica en tres vistas equivalentes la forma del flujo principal, el flujo inducido en las espiras de sombra (en posiciones superior e intermedia) y el flujo dominante (resultante) sale de la parte del polo inferior que se sitúa en inicialmente en la parte derecha (sombreada) del polo inferior y el flujo y la corriente en la espira en sombra.

Vemos que (siguiendo el trayecto $b-c \rightarrow c \rightarrow c-d$) el flujo principal se traslada de la parte sombreada (donde está la espira de cc) a la parte no sombreada por lo que el rotor gira en sentido horario (ver posiciones consecutivas del punto verde que corresponden a una vista superior de las barras del rotor):

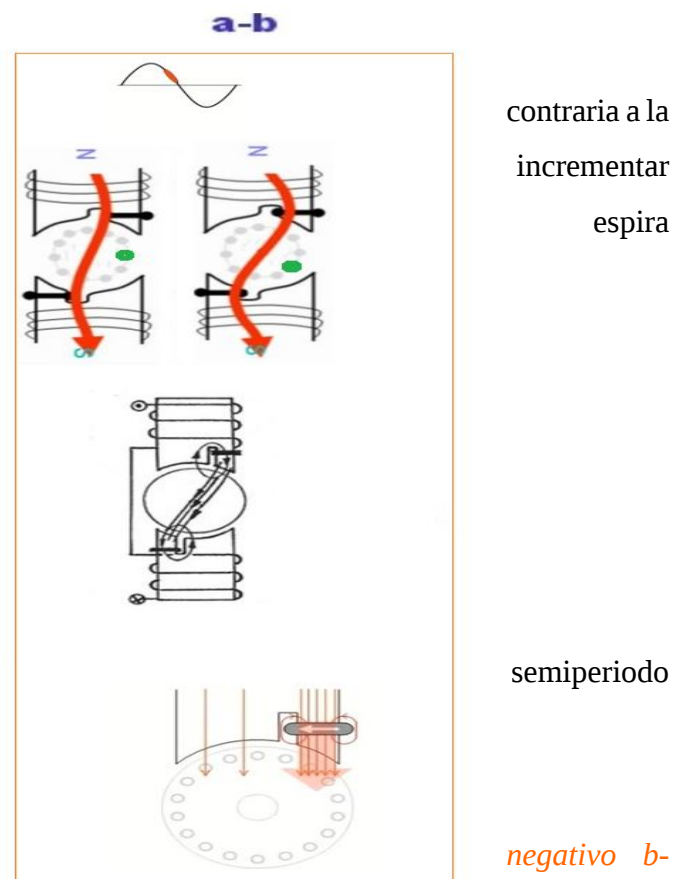
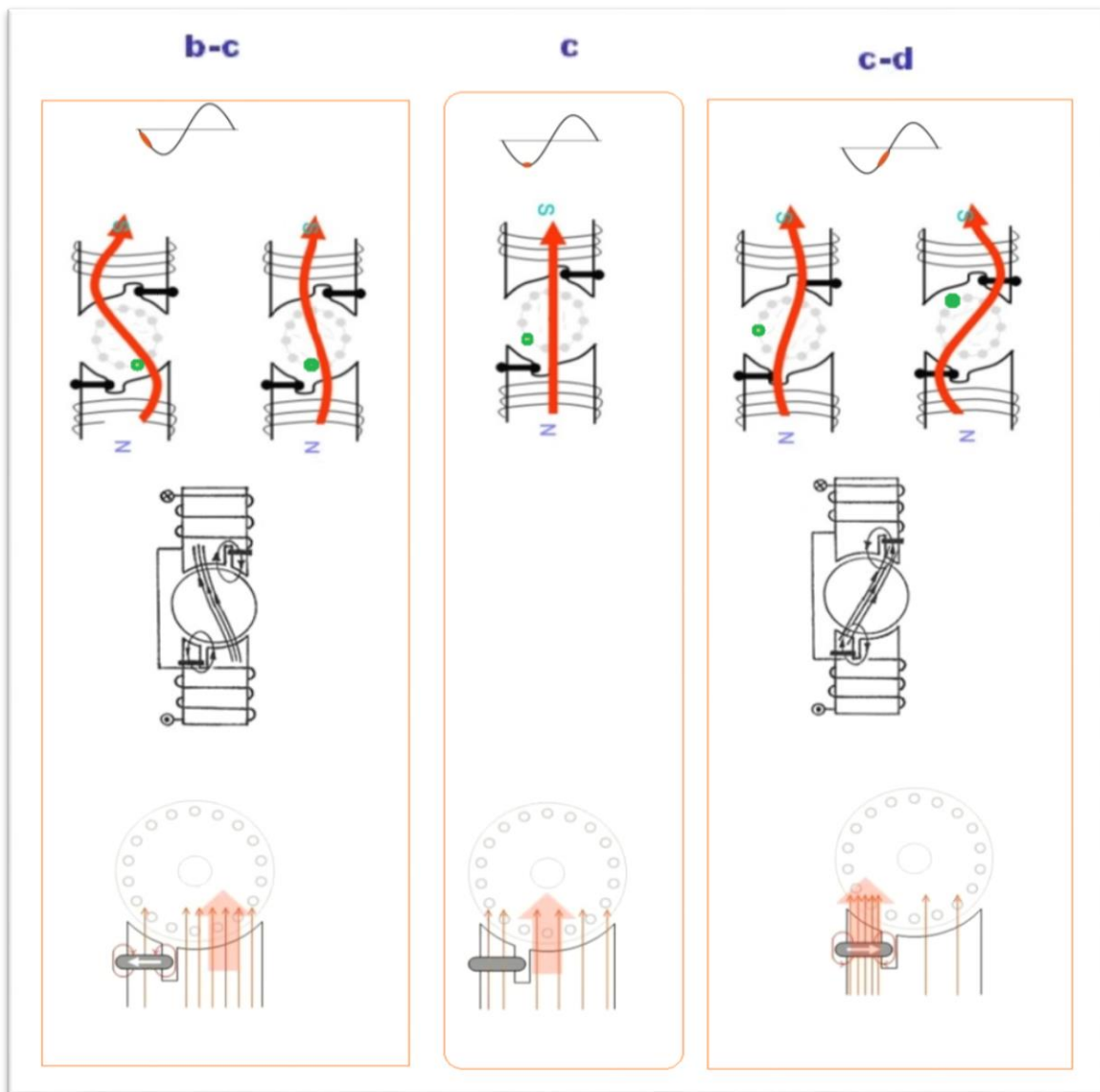


Figura
34:
Flujo



rotatorio en el semiperiodo negativo

En este gráfico animado se muestra el campo giratorio creado el movimiento del rotor:

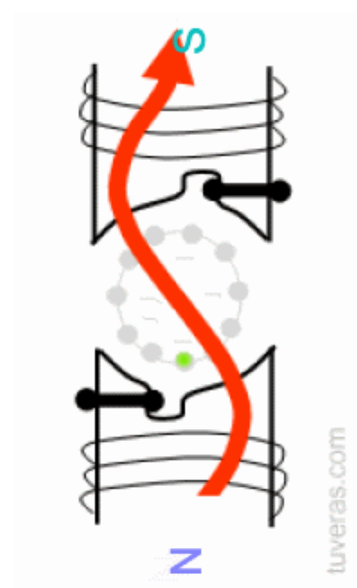


Figura 35: Gráfico animado del campo giratorio creado

IV MOTOR AC MONOFÁSICO CONSTRUIDO: DE FASE PARTIDA CON ARRANQUE POR CONDENSADOR

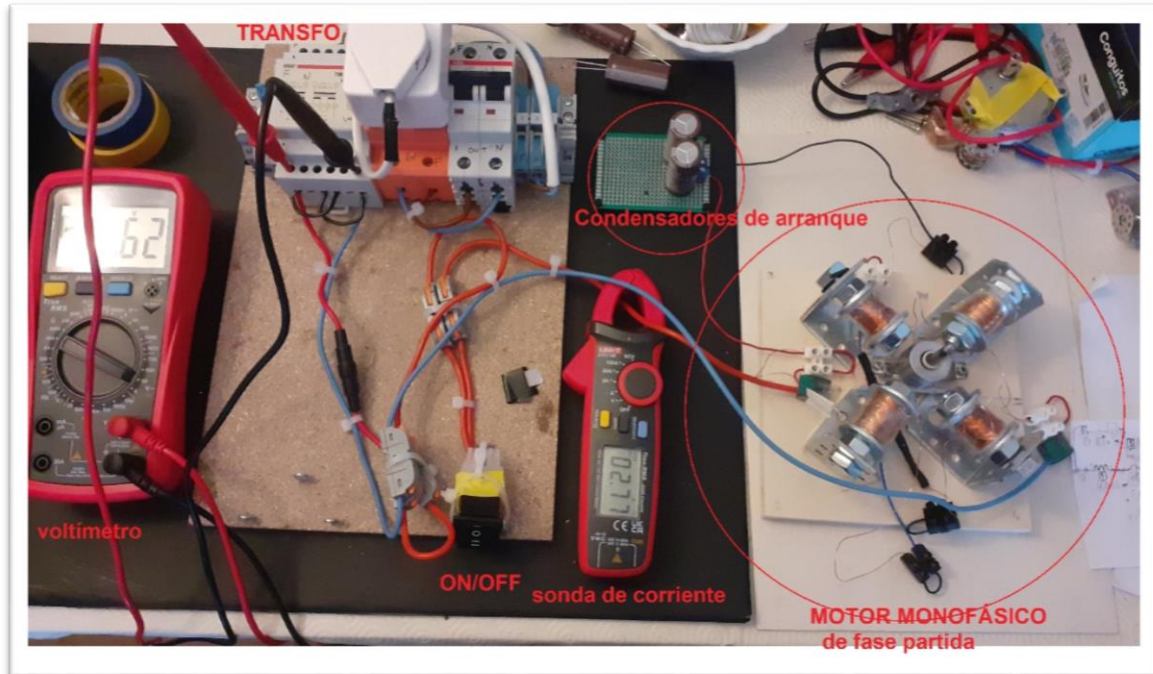


Figura 14: Motor monofásico de fase partida con arranque por condensador (posic. de giro antihorario) con rotor de jaula de ardilla

Video del Motor monofásico construido:

https://drive.google.com/file/d/1X7PGyqeyBTvePA_ZyMbMfWYpbd569cR2/view?usp=sharing

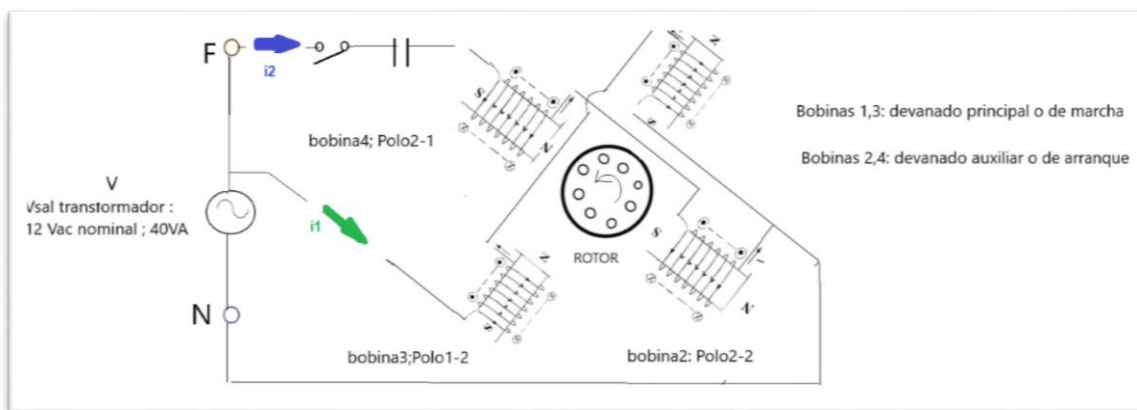
IV.1 Partes del motor. Detalles constructivos

La maqueta del motor construido está formada por dos pares de polos. Se han bobinado dos pares de bobinas perpendiculares formando cada uno de ellos un devanado: tenemos por tanto un devanado principal o de marcha y otro devanado auxiliar o de arranque.

El motor monofásico no arranca automáticamente por lo que es necesario generar una corriente desplazada de la principal un ángulo determinado (idealmente 90°) para poder formar un campo magnético giratorio. Eso lo conseguimos añadiendo un Condensador que adelanta la corriente respecto a la tensión de entrada como veremos a continuación.

Como rotor de jaula de ardilla he utilizado el que viene en el motor de polo sombreado.

Figura 37:
Detalles



constructivos

No hemos incluido el interruptor centrífugo: se abriría cuando la ω rotación sobrepasa un valor: por ej. el 80% (0.8) de la ω rotación nominal con el objetivo de evitar un consumo de potencia innecesario. Cada devanado tiene una impedancia (efecto resistivo en corriente alterna):

$Z1 = R1 + j\omega L1$ para el devanado principal y $Z2 = R2 + j\omega L2 + \frac{1}{j\omega C} \sim R2 + \frac{1}{j\omega C}$ para el de arranque ya que se diseña para que el valor $j\omega L2 < \frac{1}{j\omega C}$

$i_1 = \frac{V}{R1 + j\omega L1}$ la propia inductancia de la bobina retrasa la $i1$ respecto a la V (V_{sal} del transformador)
 $i_2 = \frac{V}{R2 + \frac{1}{j\omega C}}$ el condensador adelanta la $i2$ respecto a la V , como se muestra en la representación en el tiempo y fasorial de $i1$ e $i2$ que indico en la figura siguiente y la relación entre ambas (indicado como puntos 1 y 2) en la fig. de la izda.

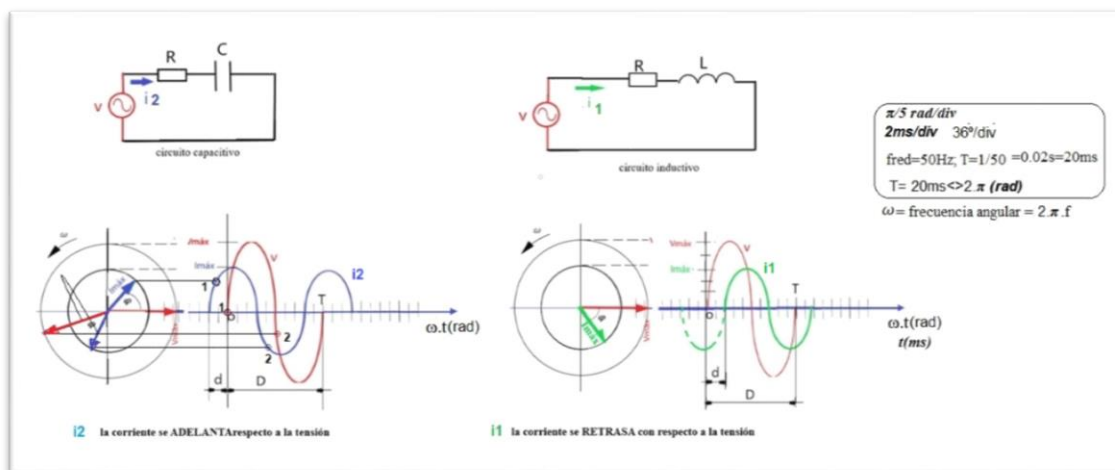


Figura 38: Diagrama fasorial (se muestra el ángulo de desfase de (v,i) : " φ " y diagrama temporal (valor de (v,i) en el tiempo)

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow \omega \cdot T = 2\pi \quad \omega \cdot d = \varphi = 2\pi \cdot \frac{d}{D} \quad (\text{medida del desfase en radianes})$$

$$D = T = 2\pi$$

Para nuestro ejemplo $d=2(\mu s)$; $T= 5(\mu s)$ $\varphi = 2\pi \cdot \frac{2}{5} = 0.8 \text{ rad}$

$$360^\circ = 2 \cdot \pi(\text{rad}) \Rightarrow 0.8 \text{ rad} = \frac{0.8 \cdot 360}{2 \cdot \pi} = 45,84^\circ$$

IV.2 Valores medidos

<https://www.geogebra.org/m/m4MUuE2s>

R1	L1	R2	L2	C
1.8Ω	1,405mHx2=2,810mH	3.14 Ω	1.458mHx2=2,916mH	2000μF (80V)

IV.2.1 Circuito RLC

En un circuito serie RLC como el de la figura: Calcular:

- La intensidad y la tensión en cada elemento del circuito
- El triángulo de impedancias.

1.- Para calcular la intensidad debemos primero calcular la impedancia, y para calcular la impedancia debemos calcular primero la inductancia y la capacitancia.

Importante: L debe estar en Henrios (H) y C en Faradios (F)

RESULTADOS

$$X_L = \omega * L = 2 * \pi * f * L$$

$$X_C = \frac{1}{\omega * C} = \frac{1}{2 * \pi * f * C}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$V_R = I * R$$

$$I = \frac{V}{Z}$$

$$V_L = I * X_L$$

$$V_C = I * X_C$$

$$X_L = 2 * \pi * 50 * 2.92 * 10^{-3} = 0.92 \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2 * \pi * 50 * 2000 * 10^{-6}} = 1.59 \Omega$$

$$Z = \sqrt{3.14^2 + (0.92 - 1.59)^2} = 3.21 \Omega$$

$$V_R = 3.74 * 3.14 = 11.73 \text{ V}$$

$$I = \frac{12}{3.21} = 3.74 \text{ A}$$

$$V_L = 3.74 * 0.92 = 3.42 \text{ V}$$

$$V_C = 3.74 * 1.59 = 5.95 \text{ V}$$

$$\vec{Z}_2 = R + j \cdot X_L - jX_C = 3.14 + j(0.92 - 1.59) = 3.14 - j \cdot 0.67$$

$$\varphi_2 = \text{tg}^{-1} \left(-\frac{0.67}{3.14} \right) = 12^\circ \text{ (en adelante)}$$

$$i_2 = \frac{V}{Z} \angle 12^\circ = \frac{12}{3.21} = 3.74 \text{ A} \angle 12^\circ$$

IV.2.2 Circuito RL

$$X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 2,810 \cdot 10^{-3} = 0.88 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{3.24 + 0.7744} = 2$$

$$\vec{Z}_1 = R + j.X_L = 3.24 + j.0.88$$

$$\varphi_1 = \tan^{-1}\left(\frac{0.88}{3.24}\right) = 15.195^\circ \text{ en retraso}$$

$$i_1 = \frac{V}{Z} \angle 15.19^\circ = \frac{12}{2} = 6A \angle 15.19^\circ$$

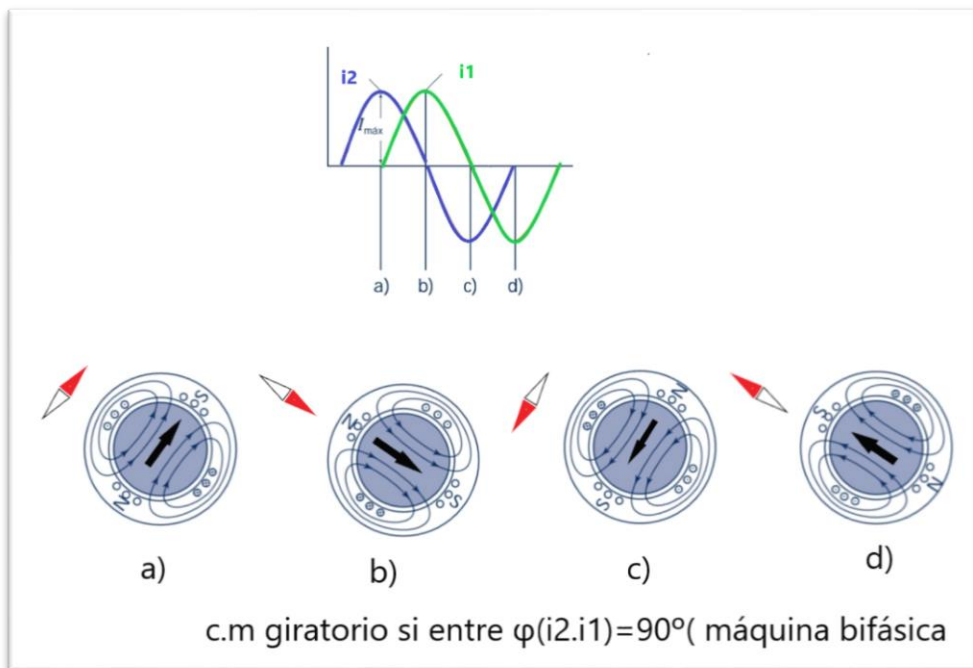
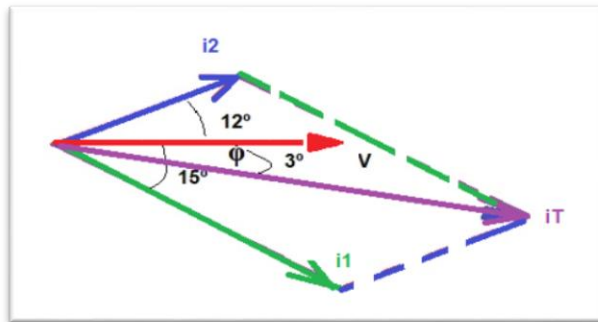


Figura 39: Campo magnético giratorio del estator para un desfase i_1, i_2 de 90°

Fuerza magnetomotriz

Produce **un campo magnético** rotatorio el cual induce corrientes en el rotor

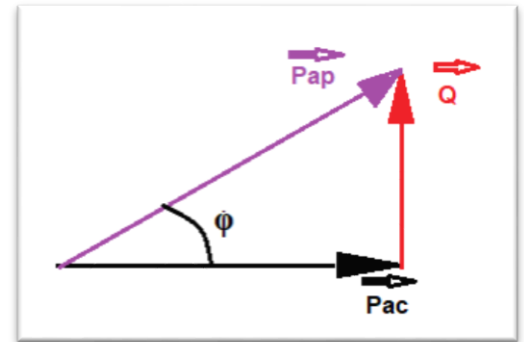
$fmm = N \cdot I_{m\acute{a}x} = \frac{\Phi}{\mathcal{R}}$, siendo fmm la fuerza magnetomotriz N el n° de espiras por fase, Φ el flujo

magnético creado por el estator y $\mathcal{R}$ la reluctancia del entrehierro (separación entre el estator y el rotor) equivale al potencial magnético que establece el Φ por el circuito magnético. Por lo que si disminuyo N disminuiré el Φ y con ello la velocidad del motor.

La fmm del inductor produce una fmm de reacción en el inducido cuya combinación produce el campo magnético resultante en el entrehierro del motor.

IV.2.3 Factor de potencia

Es el coseno del ángulo que forman la Pactiva (P_{ac}) con la aparente (P_{ap}): $FP = \cos\phi$. Para evitar pérdidas reactivas (Q), *idealmente* debería ser el $FP = \cos 0^\circ = 1$.



Inicialmente elegimos un C de arranque de valor alto para facilitar el arranque posteriormente.

Dejamos un C de marcha para que el FP mejore Estos motores con “C” mejoran el rendimiento respecto al promedio de los motores monofásico.

$$P_{aparente} = V \cdot I_T =$$

$$FP = \frac{P_{activa}}{P_{aparente}} = \cos(\phi) = \cos(v, iT) = \cos(12^\circ - 15^\circ) = \cos(3^\circ) = 0.99$$

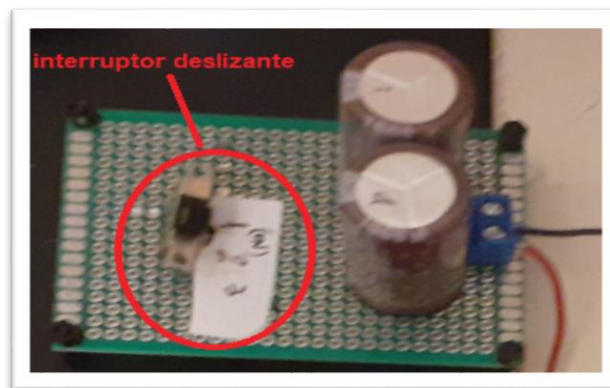
$$Q = V \cdot I \cdot \sin \phi = 12 \cdot (3,74) \cdot \sin 3^\circ = 2.34 \text{ VAr}$$

Estos valores han sido tomados sin carga. Cuando el FP se acerca a la unidad la potencia reactiva (pérdidas) es muy pequeña.

IV.3 Mejoras constructivas

IV.3.1 Prueba de desconexión del Condensador en serie con el devanado auxiliar

He realizado pruebas de (mediante un interruptor del arranque, pero al ser la velocidad experimentalmente cercana a prototipo se para.



desconexión devanado de conseguida 400rpm el

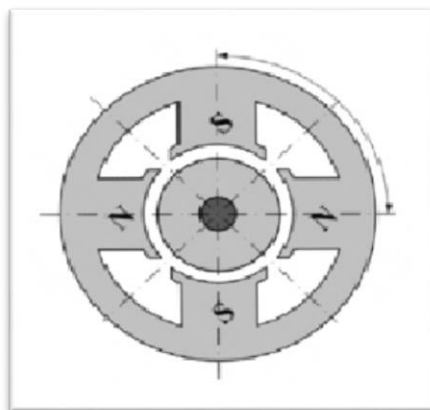
IV.3.2 Radiador externo para la disipación de calor

Se muestran las aletas disipadoras de calor:



IV.3.3 Probar con una distribución polar

diferente (pendiente):

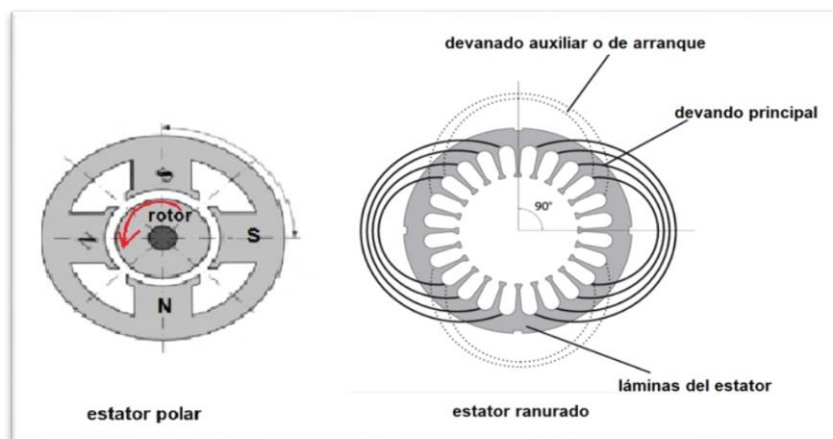


IV.3.4 cambio en el ranurado

tipo de estator: estator polar a estator

En los motores comerciales se aprovecha la cara estator distribuyendo las ranuras para un campo giratorio circular

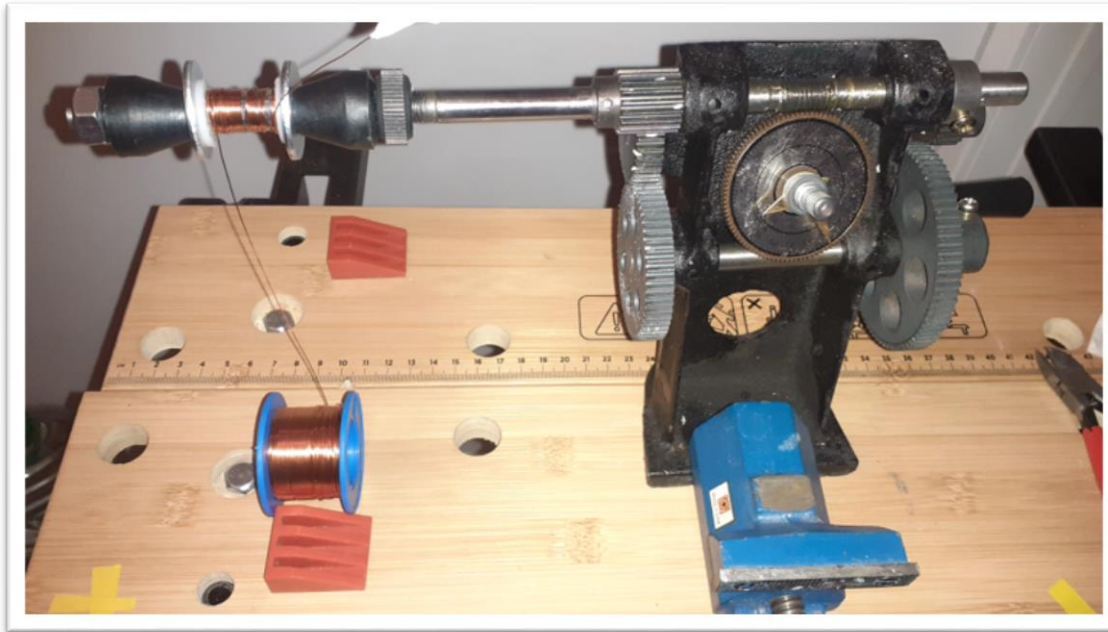
informe lo que daría motor menos ruidoso y con mejor rendimiento (con menos pérdidas).



suele interna del bobinas en conseguir magnético más lugar a un

IV.3.5 Mejora de la eficiencia por mejora de la forma de devanado

He usado una bobinadora sencilla muy antigua que cuenta (marcadas dos agujas) el nº de vueltas y los centenares:



La forma constructiva del devanado mejora la eficiencia del motor. Existen talleres de reparación de bobinados que cuentan

con gran experiencia dada la gran variedad de los mismos (ej.: devanados concentrados (se bobina un polo del estator) y distribuidos (el bobinado ocupa varios polos del estator)).

IV.4. Esquema equivalente

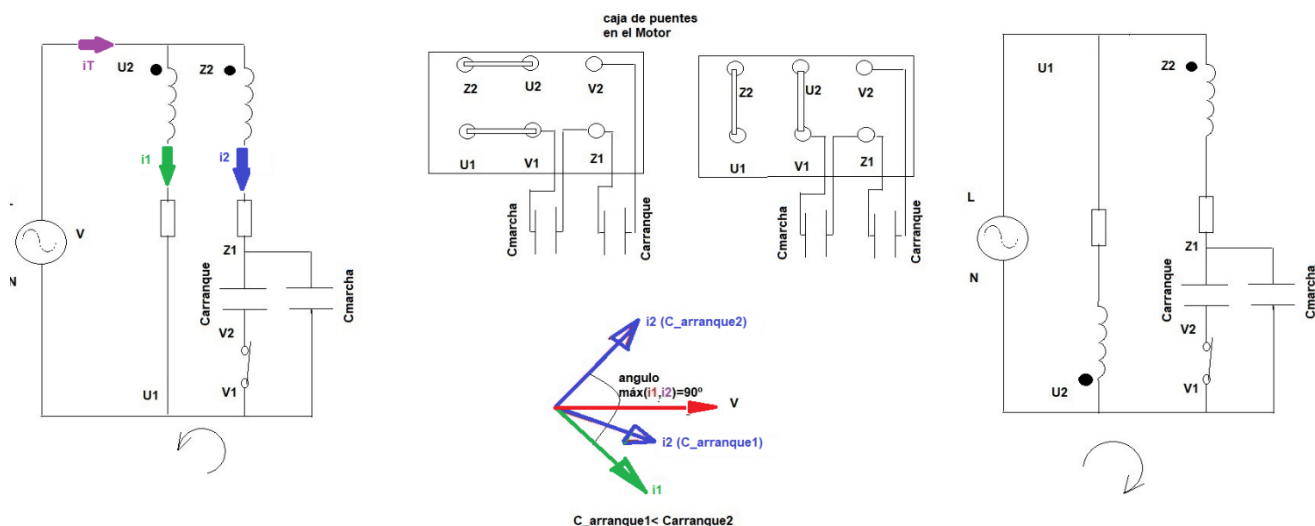


Figura 40: esquema equivalente. Fasores de corriente (i_1 , i_2) y puentes a realizar en la caja de bornas para cambiar el sentido de giro.

Se muestra qué puentes debemos realizar en el bornero del motor para cambiar el sentido de giro y el esquema asociado.

Cuanto mayor sea el Condensador el desfase entre las corrientes es mayor. El valor necesario del Condensador es función de la Potencia máxima que se solicite al motor. Aunque nuestro circuito es

monofásico de esta manera obtenemos un circuito equivalente bifásico.

Relacionándolo con un motor trifásico en el que las corrientes (i_1, i_2, i_3) de cada fase están desfasadas 120° ($2\pi/3$) y por lo tanto tiene autoarranque. He dibujado un Condensador “de marcha” más que se utiliza en el caso de que uso en que la velocidad del motor sea muy baja para mantener el par suficiente sin que se pare.

IV.5 Precauciones



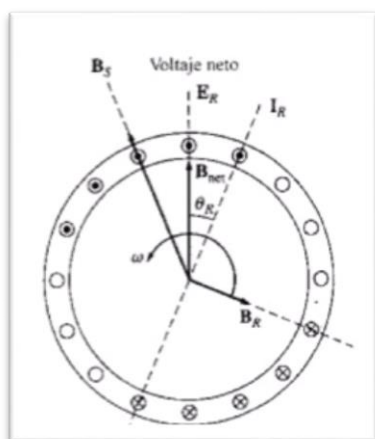
Se advierte del peligro que supone iniciar la maniobra de marcha forzando un arranque manual pues en motores grandes se corre el riesgo de que al ponerse en marcha el motor se pueda producir un peligro importante para algún dedo.

Aunque en mi caso trabajo con tensiones bajas: al desconectar el motor si tuviésemos que sustituir el C (de marcha o de funcionamiento), éste sigue cargado; en un motor monofásico real quedaría con *tensión* peligrosa y con una energía almacenada: $\frac{1}{2}C.V_c^2$ (Julios) = **W**atios. Si descargamos un condensador con una resistencia, esta debe ser de alto vataje el tiempo en segundos de descarga para alcanzar el 37% de la V_{pk} es $5RC$. Al producto RC ($\Omega.F$) se le denomina constante de tiempo En ocasiones se utiliza la punta de un destornillador sujetándolo desde la parte aislada.

IV.6 Funcionamiento:

El campo magnético (campo magnético) rotatorio del estator “ B_s ” induce un voltaje dentro de las barras del rotor, por lo que por las mismas fluye una corriente “ I_R ”, de manera que el rotor genera un campo magnético “ B_R ”

El voltaje inducido en la barra de rotor $E_R = (\vec{\omega_R} \times \vec{B_R}) \cdot l$ donde “ $\vec{\omega_R}$ ” es la velocidad de la barra en relación al campo magnético ; $\vec{B_R}$ “campo magnético y “ l ” la longitud del campo magnético



El

motivo de que las barras estén inclinadas es para mejorar el arranque y reducir el ruido del motor.

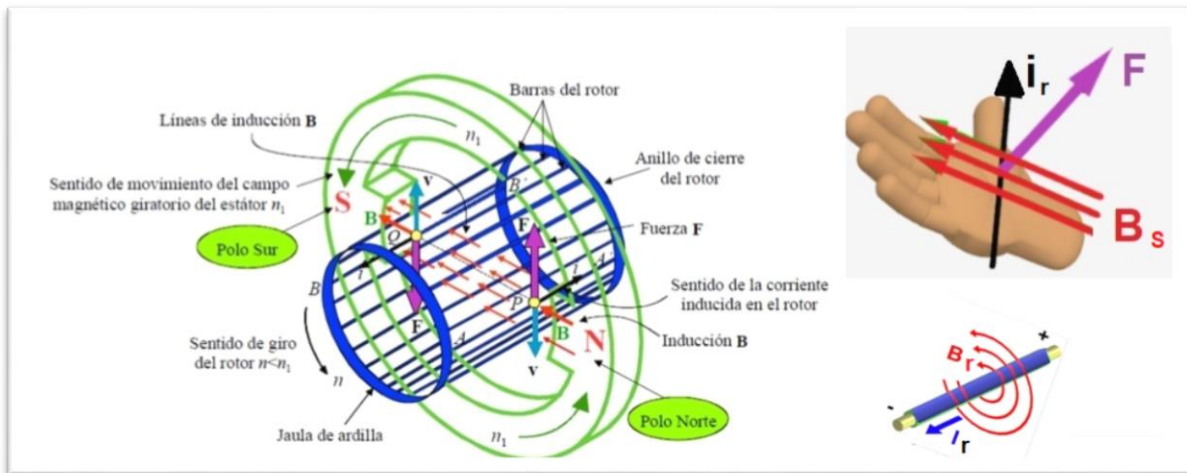
B_R está en retraso respecto a B_s y es más pequeño debido a las pérdidas en el rotor. Son senoidales; aquí están representados en forma fasorial (se indica la magnitud (valor máximo) y el desfase).

La diferencia de estas velocidades (del campo magnético y del rotor) se denomina **deslizamiento(s)**; si

no tuviésemos deslizamiento $\omega_r = \omega_{sincronismo}$.

La interacción entre “B_s” y “B_r” crea un par de torsión. Indico en la siguiente figura la fuerza:

La
máxima
 $\omega_{rotac.}$
del
campo



magnético $\omega = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{3000}{2} = 1500 \text{ rpm}$, siendo p el n° par de polos

Si queremos aumentar la $\omega_{rotac.}$ a 3000 rpm debemos de desconectar el devanado auxiliar.

$$\omega = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{3000}{1} = 3000 \text{ rpm}$$

Si dejamos este devanado auxiliar desconectando el C arranque y dejando un C de menor valor para mantener un valor adecuado del FP cuando se alcanza un 80% de la $\omega_{rotac.}$

En el prototipo; $Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi = 12 \cdot (3,74) \cdot \sin 3 = 2.34 \text{ VAr}$.

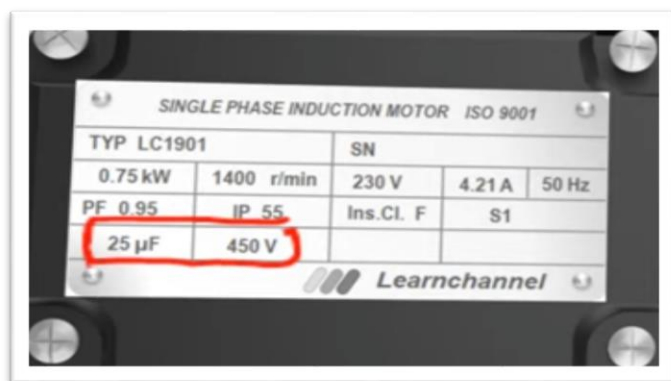
IV.7 Datos de un motor

IV.7.1 Placa de características

Se sitúa en el chasis del motor y nos indica los valores nominales a los que debe de trabajar el motor. Se suele elegir el Carranque de 3 a 5 veces el de marcha (indicado):

EKOLOGIC CEMER MOTORS			CE		
MOT. 1~ MLE 801-2			N°		
IEC 60034-1			I.CL. F	S 1	IP55
kW	Hz	V	A	COSφ	RPM
0.75	50	230	4.54	0.97	2800
100 μF		300 V	20 μF		450 V
DE locked bearing					

Motor 1



Motor 2

IV.7.4 Cambio de la velocidad del Motor

Dependiendo de la construcción podríamos conseguir el funcionamiento del motor a varias velocidades:

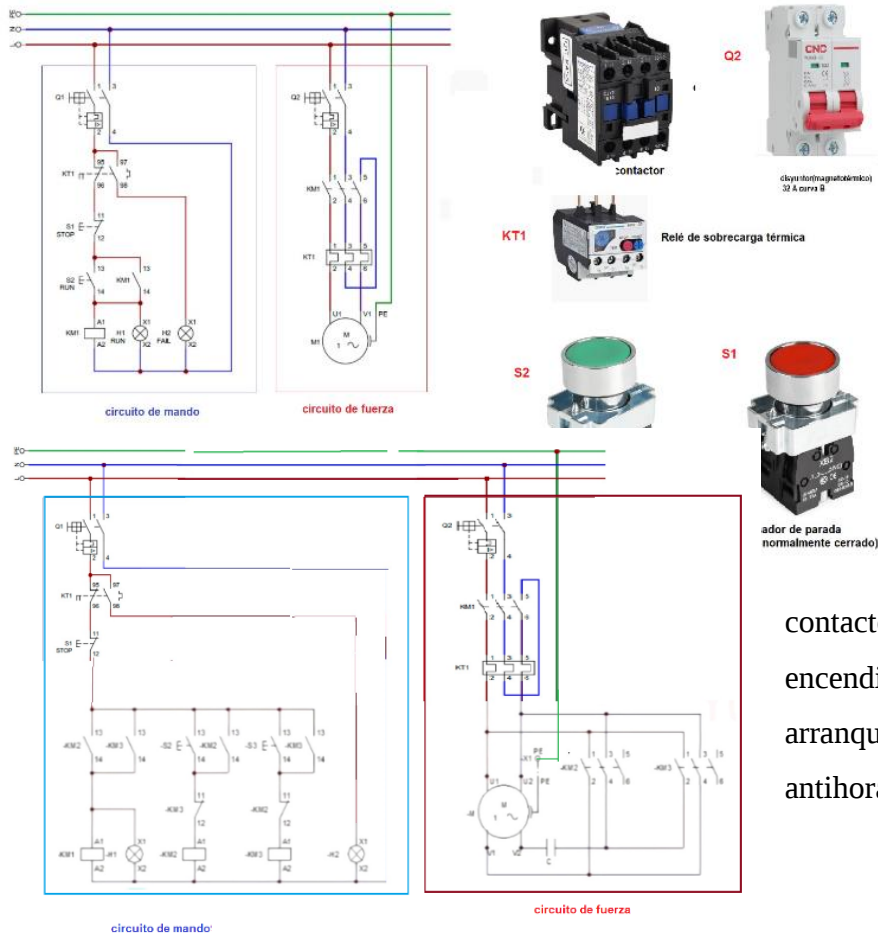
- variando el nº de polos de los bobinados del estator
- con el mismo nº de polos cambiando el nº de bobinas del devanado principal
- variando la frecuencia (VFD) mediante controladores ya que la ω_{rotac} es directamente proporcional a

la “f”
$$\omega_{rotac} = \frac{60 \cdot f}{p}$$

IV.7.5 Cómo se conecta el motor monofásico en una instalación

Se representan los elementos que contribuyen al encendido/ apagado del motor del motor y los circuitos: de mando (baja potencia (hilos de menor sección) que controla el encendido o apagado y el circuito de fuerza que traslada la energía necesaria para el funcionamiento del motor.

Se indican conmutador de potencia (contactor) y los disyuntores de protección. Se podría también incluir en ambos circuitos un diferencial para protección de fugas de corriente a tierra (protección eléctrica: PE



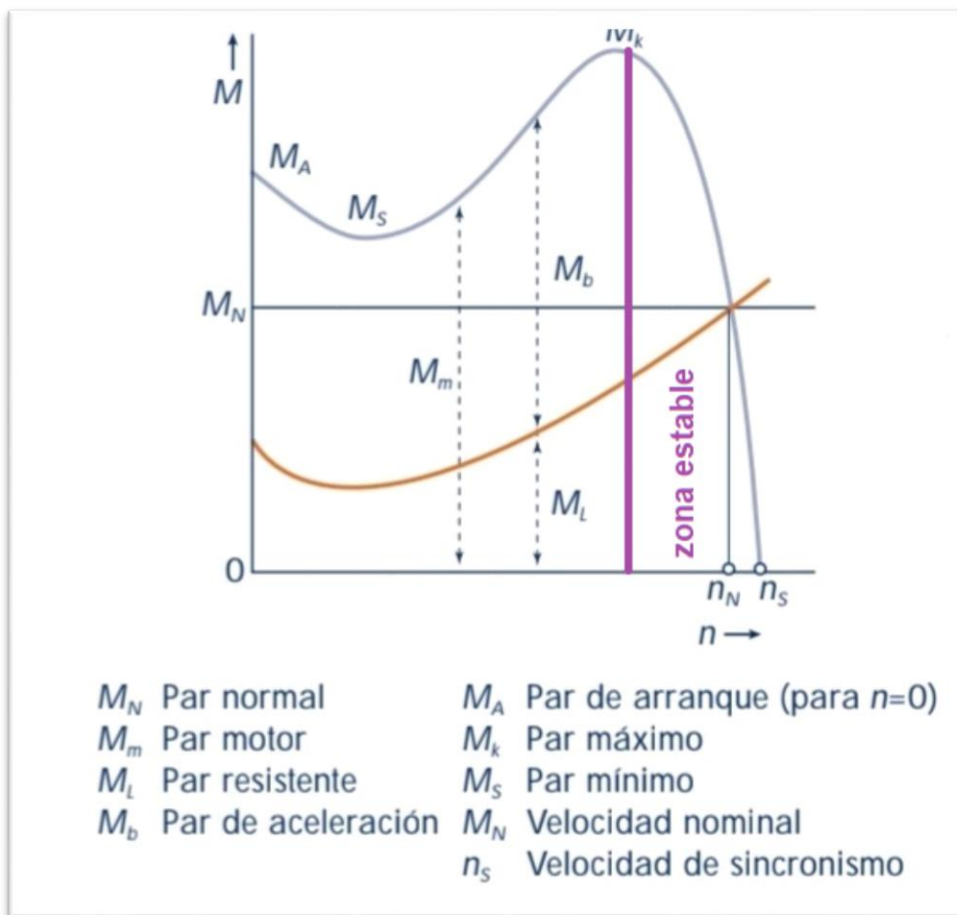
Para el caso de un motor monofásico con condensador de marcha se representan dos contactores y dos pulsadores de encendido más: (para diferenciar el arranque del motor en sentido horario o antihorario).

IV.7.6 Curva del par motor

Mediante estas curvas podemos conocer el

comportamiento del motor y la zona recomendada de aplicación para evitar un bajo rendimiento o un sobrecalentamiento del motor. En ocasiones se requiere de un lazo de control si entra el motor en una zona inestable (se toma una referencia de un parámetro de la salida: velocidad, par, deslizamiento) o corriente de arranque alta para ajustar el motor a un valor controlable y que evite un sobrecalentamiento o rotura del mismo (vg. En este último caso bajando la V_{in} inicial en el instante de arranque); son sistemas que requieren de un conocimiento electrónico avanzado.

Indico en esta curva los parámetros comunes de las mismas:



$n=0 \rightarrow sd=1$ (motor parado).

$n=n_s \rightarrow sd=0$

(velocidad de sincronismo): máxima teórica).

$n=n_N \rightarrow sd$ (con deslizamiento).

M_L : par de la carga (incluye el rozamiento del Motor).

Zona inestable: desde M_A a M_K .

Zona estable: desde M_K .

El motor debe trabajar en la zona estable: próximo a n_s y por preferiblemente por debajo de M_N .

5. RESULTADOS

- El motor de cc construido, desarrollado en el Capítulo I, presenta picos de corriente (debido al contacto de las escobillas con las delgas) que en caso de usar un hilo muy fino se puede quemar. Se han realizado dos prototipos con hilos de 0.8 y 0.3mm (AWG28). En el capítulo I se indican las posibles mejoras constructivas que nos acercarán a un motor real.



- El motor ac construido de fase partida (de dos pares de polos) con arranque por condensador se detalla en el Capítulo IV.

Al no disponer de un vatímetro con medida del FP se han realizado los cálculos aproximados para el motor funcionando en vacío.

Al variar la distancia entre los polos y el rotor (entrehierro) al realizar una aproximación manual (podemos mover ambos para ver su efecto), así como el del desfase “geométrico espacial” entre los polos.



R1	L1	R2	L2	C
1.8Ω	1,405mHx2=2,810mH	3.14 Ω	1.458mHx2=2,916mH	2000μF (80V)

Igualmente, en el capítulo IV.3, se indican las mejoras constructivas.

6. CONCLUSIONES Y LIMITACIONES

Con este proyecto he mejorado la comprensión de los principios fundamentales de los motores eléctricos, aplicando conocimientos técnicos a través de un enfoque práctico. Además, he intentado mostrar la posibilidad de que con pequeñas modificaciones se puede realizar la inversión del giro que en el caso del motor dc construido se puede seleccionar mediante un interruptor.

Los motores monofásicos no arrancan de manera automática (esto se explica con la teoría del campo giratorio doble de un motor monofásico: los campos de las semiondas positiva y negativa de la corriente alterna crean flujos que se oponen entre sí. Se han ideado maneras de generar un campo magnético giratorio con modificaciones en el estator y en el rotor. Así se muestra el caso de un motor síncrono con un rotor multipolar y en el caso de un motor asíncrono la modificación del estator incorporando una espira en cortocircuito en los polos. En el motor asíncrono monofásico construido se consigue con un devanado auxiliar en el estator que incorpora un condensador de manera que se produzca un desfase suficiente respecto al devanado de funcionamiento por lo que el resultado se asemeja a un motor bifásico.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Curso de 2º de Bachillerato de Física de la editorial SM 2016

Capítulo I:

<https://stemonline.tech/es/fisica/magnetismo/> (Ver magnetismo y cable 1)

<https://stemonline.tech/es/fisica/generadores-y-motores-electricos/> (Ver simulaciones Lorentz II y DCII inducida)

<https://edea.juntadeandalucia.es/bancorecursos> (FI2 - Tema 3.4. Interacción electromagnética. Campo magnético: Inducción magnética. Ver flujo magnético y fe inducida)

<https://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/21700290/helvia/aula/archivos/repositorio/0/29/html/Motores%20de%20corriente%20continua.htm>
(Motores de c/c)

Capítulo II:

1. Motor síncrono de 5 rpm para hornos y ventiladores. ¿Cómo funciona? - La Caña

<https://youtu.be/DATbR442SIs>

2. Como mensurar o peso que un motor pode mover - Mr Bot

<https://youtu.be/PUEHT-7PqPw>

3. <https://www.tuveras.com/motorsincrono/motorsincrono.htm>

4. *“Difference Between Synchronous Motor and Induction Motor | How it works?”*

https://www.youtube.com/watch?v=KtOc-1i_TaA

5. *“Synchronous Motor vs Induction Motor - Difference Between Induction Motor and Synchronous Motor - Learning engineering”*

<https://youtu.be/1KduQPettcc>

Capítulo III:

1. DIY (hazlo tú mismo): forma sencilla de realizar un modelo básico: Motor de Inducción de Polo Sombreado - Modelo y Teoría

<https://youtu.be/n7YSn38Mmfc?feature=shared>

2. gráfico animado - Motor monofásico de Polos Sombreados | Componentes y Principios de Funcionamiento #28c

<https://www.google.es/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fmakeagif.com%2Fgif%2Fmotor-monofasico->

[de-polos-sombreados-componentes-e-principios-de-funcionamiento-28c-Nwx2Dp&psig=AOvVaw1oIAWNoUDRtIlin4Go0UPE&ust=1715118628474000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBAQjhxqFwoTCMCWjvmA-oUDFQAAAAAdAAAAABAE](https://www.google.com/search?q=de-polos-sombreados-componentes-e-principios-de-funcionamiento-28c-Nwx2Dp&psig=AOvVaw1oIAWNoUDRtIlin4Go0UPE&ust=1715118628474000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBAQjhxqFwoTCMCWjvmA-oUDFQAAAAAdAAAAABAE)

3. “*shaded pole motor*”

<https://makeagif.com/i/NekaDL>

4.-Tipos de motores asíncronos monofásicos

<https://www.tuveras.com/maquinaasincrona/motorasincrono9.htm>

5.- What is Shaded Pole Induction Motor? - Construction & Working | Animated Electrical deck

<https://www.youtube.com/watch?v=4EYwvV9yM30&pp=ygUbc2hhZGVkIHVybGUgbW90b3Igb3BlcmF0aW9u>

Capítulo IV:

<https://www.areatecnologia.com/electricidad/tipos-de-motores-electricos.html>

https://www.areatecnologia.com/electricidad/motores-monofasicos.html#Circuitos_y_Esquemas_de_Arranque_de_un_Motor_Monofasico

https://campusvirtual.ull.es/ocw/pluginfile.php/2128/mod_resource/content/1/Temario/Tema8_1415.pdf

“*Making Single Phase Induction Motor Self Starting Motor | AC Machines | Electrical Machines*”

<https://www.youtube.com/watch?v=VqwyLo7pXoU>

8. ANEXOS

MATERIALES E INSTRUMENTOS EMPLEADOS

Se hace uso de una fuente de alimentación cortocircuitable (limita la corriente de salida y con ello la potencia que puede proporcionar), hilo de Cu esmaltado, un transformador reductor de baja potencia (40VA), multímetro, tacómetro, medidor de inductancias.

PRECAUCIONES ELÉCTRICAS

- El motor realizado de (cc) es de tensión y corriente reducida y de bajo par (fuerzas de giro) por lo que no requiere de una precaución especial. Se ha construido un motor básico con escobillas de imán permanente (donde B es constante).

- El motor de (ca) es de tipo inductivo (donde B varía según la f de la red eléctrica(50Hz)).

Se monta un pequeño cuadro eléctrico con automático y diferencial desde donde conectaremos la entrada del transformador Primario). A la salida (secundario) conecto un fusible antes de la entrada del motor.

Además, se trabajará con guantes aisladores.

IES ATENEA
ALCALÁ DE HENARES

ESTUDIANTES CON HIDROCEFALIA: ROMPIENDO BARRERAS

María Bianca Bar Bar
Tutora: Paula Fuentes Calero



INDICE

1. Introducción y Justificación	339
2. Objetivos.....	339
3. Hidrocefalia.....	340
4. Historia	341
5. Incidencia	341
6. Tipos de hidrocefalia	342
7. Síntomas.....	342
8. Causas (La hidrocefalia puede aparecer después de...)	344
9. Tratamiento.....	344
9.1.Ventriculostomía endoscópica del tercer ventrículo	
9.2.Derivaciones	
10.Principales dificultades del alumnado con hidrocefalia y	
recomendaciones.....	345
11.Recomendaciones para el ámbito educativo	
11.1. Intervención educativa con niños/as con hidrocefalia	
11.2. Intervención educativa con adolescentes con hidrocefalia	
11.2.1. Dirigido a los alumnos	
11.2.2. Dirigido al profesorado	
12.Caso práctico.....	353
13.Metodología	356
14.Resultados.....	357
15.Discusión, conclusiones y limitaciones.....	357
16.Referencias bibliográficas.....	358

17. Anexos.....360

17.1. Tipos de hidrocefalia

17.2. Riesgo en las derivaciones

17.3. Cómo funcionan las derivaciones

17.4. Tipos de válvulas

17.5. Cómo afecta la hidrocefalia en países con pocos ingresos

17.6. Asociaciones y fundaciones

RESUMEN / ABSTRACT

La hidrocefalia es una condición en la que se genera presión sobre el cerebro mediante la acumulación de líquido en el interior de los ventrículos. Esta afección puede tener un impacto significativo en la rutina diaria de los jóvenes que la padecen, ya que no cuenta con una cura específica. Además, puede ocasionar una variedad de complicaciones neurológicas como la pérdida de memoria o de concentración, aunque también puede dar lugar a otros efectos como la pérdida de visión.

Por ello, en el presente trabajo se estudian las diversas dificultades que presentan los alumnos con hidrocefalia con el objetivo de encontrar métodos efectivos para fomentar su inclusión en el ámbito educativo. Se considera de gran importancia dar a conocer la hidrocefalia y proponer algunas pautas para que estos alumnos puedan sobrellevar esta situación lo mejor posible.

La metodología empleada se basa en la investigación teórica y la elaboración de recomendaciones para estudiantes con hidrocefalia y sus docentes. Estas sugerencias se han desarrollado teniendo en cuenta las dificultades académicas de los estudiantes con esta condición y las posibles soluciones para asegurar su inclusión. Además, se ha analizado un caso práctico de un paciente con esta afección haciendo referencia a los casos de hidrocefalia que implican pérdida de visión. En este se destaca la eficacia del tratamiento y la importancia de un seguimiento médico adecuado.

The accumulation of fluid inside the ventricles causes pressure on the brain, which is known as hydrocephalus. Since there is no known cure for this condition, it can have significant impacts on the daily lives of young people who suffer from it. Furthermore, it can lead to a number of neurological issues, including memory and concentration loss, as well as other symptoms such as vision loss.

As a result, the numerous problems faced by students with hydrocephalus are studied in this project in order to identify effective strategies for promoting their inclusion in the educational sector. It is considered essential to raise awareness of hydrocephalus and give instructions to help these students manage this situation as best as possible.

The methodology employed is theoretical research with the goal of developing guidelines for pupils with hydrocephalus and their teachers. These proposals were designed taking into account the academic challenges of students with this disorder as well as possible solutions that guarantee their inclusion. In addition, a practical example of a patient with this condition has been studied, with a focus on hydrocephalus situations involving visual loss. This highlights the treatment's efficiency and the significance of adequate medical follow-up.

PALABRAS CLAVE / KEY WORDS

Hidrocefalia (Hydrocephalus), Discapacidad intelectual (Intellectual disability), Papiledema (Papilledema), Desafíos académicos (Academic challenges), Educación inclusiva (Inclusive education), Estrategias metodológicas (Methodological strategies), Apoyo pedagógico (pedagogical support / educational support), Alumnado (students).

1 INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto de investigación versa sobre la hidrocefalia, una afección que puede afectar en el día a día a los jóvenes que la padecen. Este es un término originario de las palabras griegas “hydros”, que significa agua, y “cephalus”, que se traduce como cabeza. Por lo general, el cerebro y la médula espinal están cubiertos por el líquido cefalorraquídeo (LCR), que usualmente circula a través de las cavidades cerebrales denominadas ventrículos. La acumulación de líquido en los ventrículos del cerebro se conoce como hidrocefalia, una condición en la que, debido al exceso de líquido, se genera presión sobre el cerebro.

Asimismo, la hidrocefalia puede provocar daños en las células cerebrales y, de esta manera, generar una variedad de complicaciones neurológicas. Además, esta condición también puede dar lugar a otros efectos como la pérdida de visión.

Alrededor de uno de cada mil recién nacidos presenta hidrocefalia. Se trata de una condición para la cual no existe cura; no obstante, el tratamiento en la mayoría de los casos ofrece un alivio a largo plazo.

Teniendo esto en cuenta, los niños y niñas que presentan hidrocefalia con más riesgos de dificultades de aprendizaje son aquellos que padecen alguna de las siguientes condiciones: problemas visuales, problemas motores para mover la mano y los que han tenido, al menos, un ataque epiléptico. Estos elementos, junto con las interrupciones que se suman a la rutina diaria debido a las constantes visitas médicas, hacen que estos niños sean más propensos a tener dificultades tanto académicas como sociales. El objetivo de este proyecto es ayudarles a entender qué es la hidrocefalia y proponer algunas pautas para que puedan sobrellevar esta situación lo mejor posible.

Cuando en 4º de ESO me informaron sobre la posibilidad de participar en el BAPI del IES ATENEA enseguida me sentí motivada para involucrarme en la realización de un proyecto de investigación. Fueron varios los motivos, el primero mis ganas de aprender y de superarme y el segundo aportar mi granito de arena en dar a conocer la hidrocefalia. Pensé que fruto de mi experiencia personal podría ayudar a otros jóvenes, compañeros y familias de personas afectadas por esta afección. A veces cosas tan sencillas para los estudiantes como concentrarse en realizar una tarea, recordar lo estudiado o ver bien en clase, puede ser un reto para los jóvenes con hidrocefalia. También me animó a trabajar sobre este tema, el hecho de aportar información para que la comunidad educativa pueda comprender los retos a los que deben enfrentarse los alumnos con hidrocefalia.

2 OBJETIVOS

GENERALES:

1. Qué es la hidrocefalia: informar y dar a conocer la hidrocefalia.
2. Ofrecer pautas para mejorar la calidad de vida de estudiantes con hidrocefalia.

ESPECÍFICOS:

1. Síntomas de la hidrocefalia: exponer y presentar los síntomas de la hidrocefalia incluyendo las dificultades que estos traen consigo además de brindar soluciones para vivir con ello más fácilmente.
2. Dar a conocer la importancia de tratar la hidrocefalia.
3. Destacar la importancia de tener un seguimiento médico adecuado en un joven con hidrocefalia para prevenir problemas de visión relacionado como el papiledema.
4. Pautas para el trabajo en un instituto de secundaria con alumnado que padece hidrocefalia: brindar pautas adecuadas para el trabajo en un instituto de secundaria con alumnado que padece hidrocefalia.

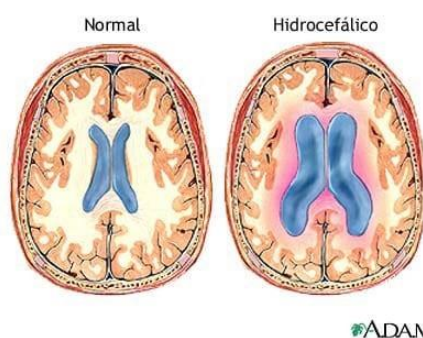
3 HIDROCEFALIA

El concepto Hidrocefalia se deriva de las palabras griegas “hydros”, que significa agua, y “cephalus”, que se traduce cabeza. Por ello, esta afección sigue conociéndose como en el cerebro". La hidrocefalia es una condición caracterizada por la acumulación excesiva de líquido cefalorraquídeo

(S/f-c). Medlineplus.gov. Recuperado el 22 de mayo de

en las cavidades cerebrales, llamadas ventrículos.

<https://medlineplus.gov/spanish/ency/images/ency/fullsize/12724.jpg>

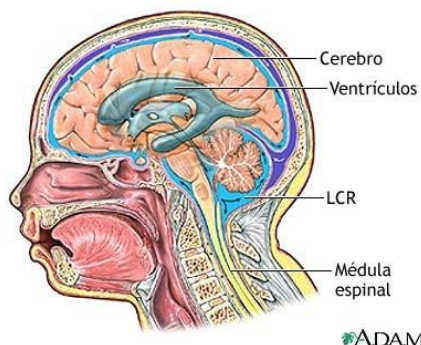


como
"agua

2024, de

Este líquido, también conocido por sus siglas "LCR", es muy similar en función y composición al plasma sanguíneo. Fluye a través del cerebro, la médula espinal y a través de las meninges (las cuales protegen el cerebro y la médula espinal). Además, es producido por un tejido en el interior de los ventrículos (epéndimo) y se destacan siete de sus funciones principales:

1. Nutrición del sistema nervioso central.
2. Mantenimiento de la presión interna.
3. Regulación de la homeostasis.
4. Eliminación de desechos.
5. Flotación del cerebro.



6. Acción del sistema inmunológico.

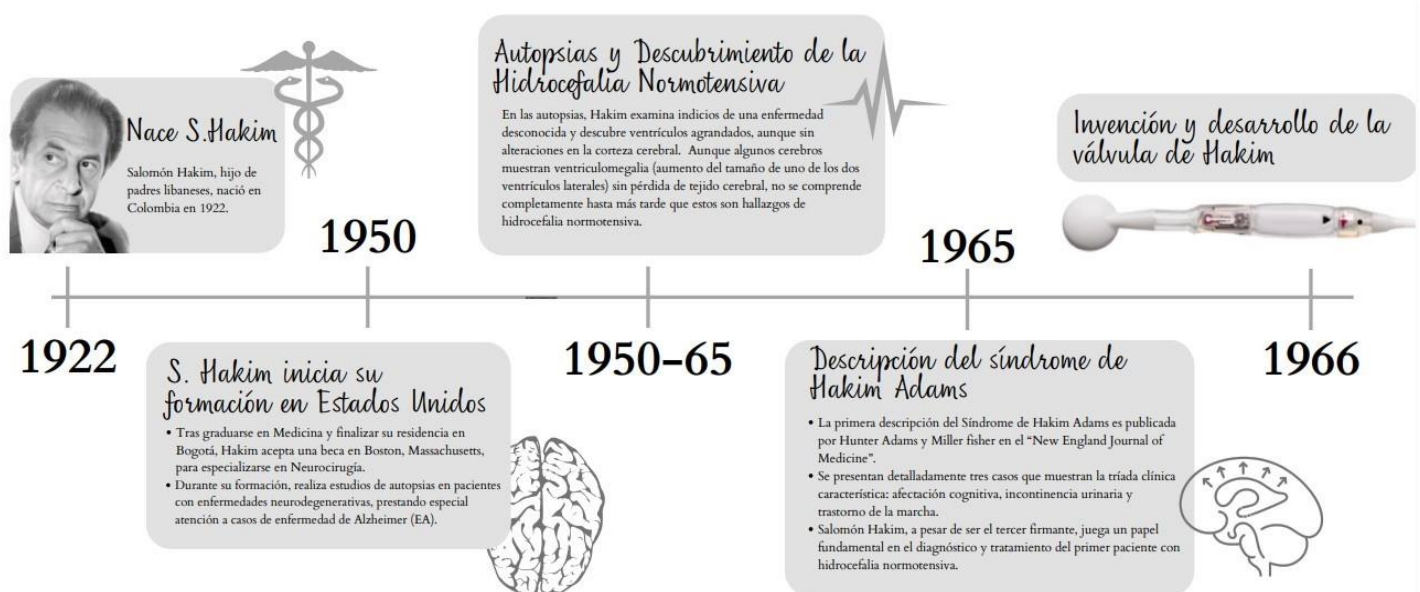
(S/f-d). Medlineplus.gov. Recuperado el 22 de mayo de 2024, de

<https://medlineplus.gov/spanish/ency/images/ency/fullsize/12723.jpg>

7. Transporte de hormonas.

Desde su producción en el interior de los ventrículos hasta su final desecho en el torrente sanguíneo, la producción y eliminación de este líquido ocurre de manera natural. Sin embargo, esto no sucede en el caso de personas hidrocefálicas. En estos casos, el líquido se acumula constantemente alrededor de los ventrículos cerebrales, lo que hace que se ensanchen produciendo una inflamación del cerebro y una subida de la presión intracraneal. Por lo general, este exceso de LCR en los ventrículos es causado por una obstrucción, una mala absorción o por una sobreproducción que hace que su absorción no sea adecuada y es la patología neuroquirúrgica más común en la edad pediátrica.

4 HISTORIA



Fuente: Elaboración propia

5 INCIDENCIA

La Hidrocefalia Normotensiva (HN) puede manifestarse como idiopática (HNI), secundaria o congénita, siendo más frecuente en los países con bajos ingresos. En el caso de las formas idiopáticas, generalmente surgen en adultos mayores de 60 años, siendo más frecuentes entre los 70 y 80 años. Sin embargo, podría existir un subregistro diagnóstico en personas mayores de 80 años.

En España, según el Hospital Universitario de Vic (HUV) de Barcelona, ubicado en

Cataluña Central, la incidencia de la HNI osciló, en el lapso del 0,2 y el 5,5 por cada 100,000 habitantes en el año 2018. Las formas secundarias, que se presentan tras un traumatismo craneal grave, hemorragia subaracnoidea o intraventricular, y meningitis, pueden manifestarse en personas de todas las edades.

En cambio, en el año 2022, en España se registra una incidencia de un solo caso por cada 10,000 nacidos vivos, cifra que difiere considerablemente de los 5.9 casos diagnosticados de hidrocefalia por cada 10,000

en África.

Estas cifras han generado la emergencia de asociaciones dedicadas a apoyar a quienes padecen hidrocefalia. Entre estas entidades se incluyen la Federación Española de Espina Bífida e Hidrocefalia y la destacada Hydrocephalus Association. Además, organizaciones no gubernamentales como la Fundación NED (Neurocirugía, Educación y Desarrollo) están orientando sus recursos de ayuda hacia la región del este de África.

Aragonès, J. M., Altimiras, J., Alonso, F., Roura, P., Alfonso, S., & Bajo, L. (2018). Hidrocefalia normotensiva idiopática: alta incidencia en mayores de 80 años. *Revista española de geriatría y gerontología*, 53(2), 85–88.

<https://doi.org/10.1016/j.regg.2017.06.007>

6 TIPOS DE HIDROCEFALIA

Según el momento de aparición, puede ser:

- HIDROCEFALIA CONGÉNITA.
- HIDROCEFALIA ADQUIRIDA.

Según el lugar en el que se sitúa el daño puede ser:

- HIDROCEFALIA COMUNICANTE.
- HIDROCEFALIA NO COMUNICANTE U OBSTRUCTIVA.

En tercer lugar, encontramos hidrocefalia que suele afectar a adultos, y que diferenciamos en:

- HIDROCEFALIA EX-VACUO.
- HIDROCEFALIA DE PRESIÓN NORMAL O CRÓNICA DEL ADULTO.

7 SÍNTOMAS

Generalmente, la hidrocefalia se manifiesta con una gran variedad de síntomas, los cuales pueden variar dependiendo de las diferentes edades. Sin embargo, este estudio se enfoca únicamente en los síntomas presentes en niños pequeños y adolescentes que padecen hidrocefalia, con la finalidad de encontrar la manera adecuada de fomentar su inclusión en colegios e institutos.

En niños pequeños, los huesos del cráneo no están completamente cerrados, lo que facilita la detección temprana de la hidrocefalia. En estas situaciones, se produce un aumento en el tamaño de la cabeza del niño, así como tensión o inflamación en la fontanela (punto blando). Además, los niños pequeños que sufren de hidrocefalia, pueden experimentar los siguientes síntomas:

- Agrandamiento de la cabeza (aumento del perímetro craneal).

- Fontanelas (áreas blandas de la cabeza) abombadas con o sin aumento del tamaño de la cabeza.
- Suturas del cráneo separadas.
- Vómitos.
- Disminución o retraso del crecimiento.
- Ojos que parecen mirar hacia abajo, conocido como “puesta de sol”.
- Irritabilidad.
- Somnolencia.
- Venas inflamadas detectables a simple vista.
- Apatía.
- Convulsiones ocasionales.

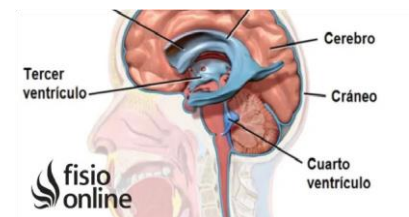
No obstante, en adolescentes y adultos, los huesos del cráneo se encuentran cerrados por completo por lo que los signos de hidrocefalia implican un aumento en la presión intracraneal. Junto a esto, pueden aparecer los siguientes síntomas:

- Diplopia (visión doble).
- Irritabilidad y control deficiente del temperamento.
- Espasticidad muscular.
- Retraso en el desarrollo y crecimiento lento.
- Somnolencia.
- Pérdida del control vesical (incontinencia urinaria).
- Dolor de cabeza.
- Vómitos.
- Pérdida de la coordinación y problemas para caminar y para mantener el equilibrio.
- Cambios en la personalidad, la memoria y la capacidad para razonar o pensar.
- Cambios en la apariencia facial y espaciamiento de los ojos.
- Estrabismo o movimientos oculares incontrolables.
- Papiledema (hinchazón del disco óptico).
- Problemas visuales.
- Apatía.
- Falta de concentración.
-

8 CAUSAS (LA HIDROCEFALIA PUEDE APARECER DESPUÉS DE...)

A continuación, se muestran las causas más comunes de la hidrocefalia:

- **Obstrucción del acueducto de Silvio:** se encuentra entre las principales causas de la hidrocefalia congénita.
- **Espina bífida:** es una condición en la que la columna vertebral no se cierra por completo durante el periodo de gestación, lo que resulta en problemas motores y del sistema nervioso. Aproximadamente el 80% de los bebés con espina bífida también desarrollan hidrocefalia. Por tanto, la hidrocefalia suele ser una consecuencia de la espina bífida, ya que esta impide el cierre adecuado de la columna vertebral alterando el flujo de líquido cefalorraquídeo (LCR) y su posterior eliminación.
- **Hemorragia intraventricular:** es una forma muy frecuente de hidrocefalia adquirida en bebés prematuros. La presencia de sangre puede obstruir los ventrículos o afectar las vellosidades aracnoideas encargadas de la reabsorción del líquido cefalorraquídeo (LCR).
- **Meningitis:** se caracteriza por la infección y la inflamación de las membranas que protegen el cerebro y la médula espinal, conocidas como meninges. Esta puede ser provocada por bacterias o virus.
- **Traumatismo craneoencefálico.**
- **Tumores cerebrales.**
- **Quistes aracnoideos.**
- **Síndrome de Dandy-Walker:** se caracteriza por un agrandamiento anormal del cuarto ventrículo, causado por el cierre parcial o completo de los orificios de drenaje. Frecuentemente, esta condición está asociada con hidrocefalia.



(S/f-e). Fisioterapia-online.com. Recuperado el 22 de mayo de 2024, de https://www.fisioterapia-online.com/sites/default/files/styles/post_image/public/glosario_imagenes/ventriculos_cerebro_liquido.png?itok=Rmb2QSSu

9 TRATAMIENTO

Las dos especialidades médicas que tratan los casos de hidrocefalia son la neurología y la neurocirugía. Mientras la neurología estudia el sistema nervioso y las diversas enfermedades del cerebro, la médula espinal y los músculos; la neurocirugía se ocupa del tratamiento quirúrgico de estas enfermedades. Por tanto, el trabajo de estos especialistas se complementa a la perfección. A pesar de esto, no existe una cura específica para la hidrocefalia, aunque el tratamiento suele ofrecer un alivio a largo plazo.

Generalmente, esta condición se trata con dispositivos de presión (válvula ventriculoperitoneal). Sin

embargo, también existen otros métodos para tratar esta afección.

9.1 VENTRICULOSTOMÍA ENDOSCÓPICA DEL TERCER VENTRÍCULO

La ventriculostomía endoscópica es un procedimiento quirúrgico empleado para aliviar la presión del líquido cefalorraquídeo en el tercer ventrículo. Este se lleva a cabo introduciendo un endoscopio para desviar este líquido hacia los espacios normales del cuerpo. Sin embargo, aunque es efectivo para algunos, no es una opción adecuada para todos los pacientes.

9.2 DERIVACIONES

Actualmente, el método más utilizado para tratar la hidrocefalia es la implantación de la derivación ventriculoperitoneal. Estas derivaciones se han utilizado por más de cincuenta años ya que permiten el drenaje del líquido cefalorraquídeo hacia otra parte del cuerpo. Este procedimiento posibilita la reducción del tamaño de los ventrículos cerebrales agrandados, aliviando así los síntomas de la hidrocefalia.

En cuanto al material, estas derivaciones se fabrican de silicona y plástico permitiendo colocarse bajo la piel sin dificultades. Con este procedimiento no queda ningún componente fuera del cuerpo.

10 PRINCIPALES DIFICULTADES DEL ALUMNADO CON HIDROCEFALIA Y RECOMENDACIONES

Considerando que este trabajo se enfoca en analizar las diferentes dificultades en el aprendizaje de alumnos con hidrocefalia, es evidente que algunos pacientes tienen un mayor riesgo de presentar desafíos en este ámbito. Estos pacientes suelen ser aquellos que padecen problemas visuales, problemas en la coordinación motora de la mano y los que han experimentado al menos un ataque epiléptico.

Estos aspectos, junto a las interrupciones que suponen las visitas médicas, afectan la rutina diaria haciendo que estos niños y niñas sean más propensos a enfrentar dificultades tanto en el ámbito escolar como en situaciones sociales. A continuación se presentan los problemas más comunes que suelen enfrentar este tipo de estudiantes.

- **HABILIDADES VERBALES**

ECOLALIA: Se trata de una alteración en el habla que implica la repetición involuntaria de una palabra o frase que ha sido pronunciada recientemente por el estudiante o alguien más presente.

COMUNICACIÓN HIPERVERBAL: El niño o la niña parece tener una tendencia a hablar constantemente, pero al analizar el contenido, este es superficial o inadecuado para la situación.

PROBLEMAS DE ENTENDIMIENTO: Generalmente, los alumnos con hidrocefalia presentan dificultades para responder apropiadamente preguntas estructuradas. Además, muestran escasas habilidades en el razonamiento abstracto.

- **HABILIDADES PERCEPTIVAS**

ORIENTACIÓN ESPACIAL: Estos estudiantes pueden tener problemas al distinguir entre derecha e izquierda, arriba y abajo, o adelante y atrás. Además, aquellos con problemas visuales también podrían

encontrar dificultades al distinguir el tamaño, la distancia, la posición o la cantidad.

- **HABILIDADES MOTORAS**

HABILIDADES MOTORAS VISUALES: Como se ha mencionado previamente, los estudiantes con hidrocefalia que presentan problemas visuales pueden tener dificultades al distinguir distancias, direcciones, tamaños o separar la información que está en segundo plano. Esto puede afectar en la práctica de ciertos deportes, así como en la rutina diaria del alumno.

- **CAPACIDAD DE ORGANIZACIÓN:**

DIFICULTAD PARA SEGUIR INSTRUCCIONES: Aunque estos alumnos presenten

más dificultades, la más relevante en el ámbito educativo es la incapacidad para seguir instrucciones, ya que les dificulta interpretar de manera adecuada la información que reciben. Suelen enfocarse en cada detalle en lugar de sintetizar la información a lo más relevante. Por esta razón, tienden a crear hábitos y rutinas diarias para organizar mejor su día a día.

- **MEMORIA**

Generalmente, estos alumnos presentan una gran habilidad para la memorización ya que son capaces de memorizar mucha información. Sin embargo, no pueden explicar el significado o responder las preguntas sobre lo que han memorizado.

- **ÁREA DE LAS MATEMÁTICAS**

Para estos alumnos, los mayores problemas aparecen con las matemáticas más abstractas, como el álgebra o la geometría. Esto se debe a que los estudiantes con hidrocefalia presentan una pobre habilidad para el razonamiento abstracto. Además, debido a la dificultad para la orientación espacial, pueden tener problemas también con la geometría.

- **ATENCIÓN**

Por lo general, estos estudiantes encuentran difícil concentrarse, lo que les dificulta seguir ciertas instrucciones.

11 RECOMENDACIONES PARA EL ÁMBITO EDUCATIVO

Lo más importante para los niños con hidrocefalia es la detección temprana para prevenir dificultades de socialización y aprendizaje. De esta manera, se pueden realizar intervenciones para garantizar una educación adecuada. Además, es fundamental una programación individualizada por parte de profesionales implicados en la educación del niño. Dicha programación debe tener en cuenta el análisis de las tareas, dividiéndolas en actividades que el niño pueda realizar y dándole una sensación de logro y éxito en lugar de fracaso y derrota. Por tanto, se debe fomentar la motivación ya que sin esta no surgirá el aprendizaje. A continuación se recogen recomendaciones para la intervención educativa con niños con hidrocefalia y para adolescentes en la misma situación.

11.1 INTERVENCIÓN EDUCATIVA CON NIÑOS/AS CON HIDROCEFALIA

Los niños con hidrocefalia no pueden simplemente observar o escuchar para aprender. Por lo tanto, es necesario aplicar estrategias metodológicas en la enseñanza para que puedan construir su propio conocimiento y responsabilizarse de su enseñanzaaprendizaje. A continuación se ofrecen algunos consejos a tener en cuenta al educar a un niño con hidrocefalia.

- Establecer metas efectivas y alcanzables.
- Desarrollar un programa de actividades que se adapte a las capacidades de cada alumno.
- Utilizar estrategias metodológicas adecuadas.
- Proporcionar enseñanza asistida para la señalización, manipulación, escritura... y retirar, progresivamente, la ayuda.
- Iniciar la evaluación con una tarea de éxito garantizado.
- El refuerzo social positivo mejora el aprendizaje para aumentar la confianza en sí mismo.
- Combinar tareas más complicadas con situaciones divertidas y entretenidas que fomenten el aprendizaje.
- Asignar pequeñas tareas que impliquen responsabilidad para promover la autonomía.
- Es muy importante trabajar estrechamente con el personal de rehabilitación que atiende al niño con hidrocefalia ya que puede ser de gran ayuda a la hora de elaborar adaptaciones dependiendo de su nivel de desarrollo.
- Un ritmo diario constante ayuda a los niños a anticipar situaciones y construir temporalmente su mundo.
- Planificar actividades de forma divertida y motivadora.
- Si la escritura se dificulta, se deben permitir tareas orales para la evaluación y reducir la cantidad de escritura.
- Permitir tiempo adicional para las tareas programadas, como exámenes o trabajos.
- Dividir las actividades en pequeñas tareas o pasos que estén claramente definidos.
- Indicar los comportamientos apropiados e inapropiados en las relaciones interpersonales.

Como se observa, estas son excelentes recomendaciones y estrategias que se pueden aplicar a todos los estudiantes. Además, para estudiantes con hidrocefalia puede ser de gran ayuda para mejorar la independencia, la autoestima y el aprendizaje. Por ello, necesitan ser guiados y orientados en todo momento para que no sólo puedan crear mejores oportunidades de aprendizaje, sino también gestionar con éxito todas las tareas que se les presenten.

Por otro lado, cabe mencionar que se debe mantener una comunicación y cooperación constante entre el centro educativo y las familias ya que esto garantiza que los estudiantes reciban la adaptación educativa adecuada.

Por este motivo, centrándonos en los casos de hidrocefalia, se debe incentivar a las familias a:

- Trabajar con los profesionales que atienden a su hijo.
- Desarrollar la capacidad del niño para trabajar de forma independiente.

- Dejar al niño/a que haga las cosas por sí mismo, aunque le cueste esfuerzo o más tiempo, ya que se debe potenciar su autonomía personal.

11.2 INTERVENCIÓN EDUCATIVA CON ADOLESCENTES CON HIDROCEFALIA

La hidrocefalia trae consigo dificultades adicionales en el ámbito educativo. Sin embargo, ofreciendo la asistencia adecuada, los estudiantes pueden superar obstáculos y alcanzar el éxito en sus estudios. Esta condición afecta en su mayoría a la memoria y a la concentración. Por ello, existen estrategias específicas que los alumnos que padecen hidrocefalia pueden aplicar a su rutina diaria para mejorar en estos ámbitos. A continuación, se presentan una variedad de consejos (para alumnos y profesores) que, poniéndolos en práctica, fomentarán la inclusión y las oportunidades de estudiantes con esta afección.

11.2.1 DIRIGIDO A LOS ALUMNOS

Las recomendaciones que proponemos a los estudiantes que padecen hidrocefalia para que puedan lograr mejores resultados académicos son las siguientes.

- **Comunicación con profesores**

La comunicación con profesores o tutores es esencial para proporcionar adaptaciones y apoyos adicionales en el ámbito académico.

- **Establecer rutinas**

En ocasiones puede resultar muy útil establecer una rutina de actividades diarias. Una planificación del estudio que incluya momentos de relajación puede ayudar a mejorar la concentración.

- **Evitar la multitarea**

Intentar completar muchas tareas a la vez a menudo puede resultar difícil y abrumador. Por lo tanto, se recomienda concentrarse en una única tarea ya que esto permite el procesamiento más profundo de la información, mejorando la retención.

- **Establecer objetivos diarios**

Establecer metas más pequeñas y accesibles puede facilitar la concentración y mejorar la memoria a corto plazo.

- **Crear un buen ambiente para estudiar**

Para mejorar la concentración muchas veces es necesario un lugar tranquilo, iluminado y organizado. Esto es un factor importante ya que ayuda a minimizar las distracciones.

- **Utilizar distintos métodos de estudio**

Para fortalecer la retención de información, es bueno probar diferentes métodos de estudio. Las técnicas más efectivas incluyen tomar apuntes, resumir información o enseñar a otros lo que se ha aprendido.

- **Hacer uso de mnemotecnia**

En ocasiones asociar información a imágenes o crear acrónimos puede ser de gran ayuda a la hora de memorizar.

- **Estudiar de forma visual**

El aprendizaje visual es útil para fortalecer la memoria y la concentración en las tareas. Algunos métodos eficaces incluyen el uso de post-its, calendarios o recordatorios visuales.

- **Estudiar de forma auditiva**

Al igual que se puede estudiar de manera visual, también se puede hacer de forma auditiva. Escuchar grabaciones, explicar conceptos en voz alta o participar en discusiones puede reforzar la comprensión y la memoria.

- **Fomentar la autocorrección**

A la hora de estudiar, la autocorrección puede resultar muy eficaz para poner a prueba lo aprendido. Desarrollar el hábito de revisar y corregir el trabajo puede ayudar a consolidar la información y mejorar su precisión.

- **Aprovechar la tecnología**

Para los estudiantes con hidrocefalia, la organización es clave. Para ello existen diferentes herramientas como aplicaciones de organización como por ejemplo “Yourstep”, recordatorios y tecnologías de lectura que pueden facilitar el proceso de aprendizaje. Algunas aplicaciones como “Wuolah” o “Knowunity” pueden ser útiles para acceder a apuntes adicionales además de “Forest” que también ayuda con la buena organización del estudio.

- **Descansar regularmente**

Descansar y hacer pausas cortas durante el estudio ayuda a prevenir la fatiga mental por lo que mejora la retención de información. Además, dividir el estudio en sesiones más cortas y enfocadas puede ayudar con la mejoría de la concentración.

- **Dormir lo suficiente**

Un sueño de buena calidad es fundamental. Esto es importante para la consolidación de la memoria y la función cognitiva.

11.2.2 DIRIGIDO AL PROFESORADO

Los docentes desempeñan un papel importante en la creación de un entorno inclusivo para el alumnado con hidrocefalia. Adaptando las diferentes medidas educativas a las necesidades específicas del alumno con hidrocefalia, el/la profesor/a contribuye activamente en la mejora de la concentración y la memoria del estudiante, creando así un entorno educativo más inclusivo. A continuación, se ofrecen una serie de sugerencias que los docentes pueden implementar en el aula para una mejor adaptación de estos alumnos.

- **Comprensión individual**

El conocimiento sobre esta enfermedad facilitará el trabajo del docente. Es necesario comprender las necesidades específicas de cada estudiante con hidrocefalia, incluidas las adaptaciones necesarias y las dificultades académicas.

- **Comunicación regular**

Es importante mantener una comunicación regular tanto con el estudiante como con sus padres. Esto ayudará al profesor/a a comprender sus necesidades y cualquier cambio en su condición. Además, establecer contacto con los padres puede ayudar a comprender mejor como se manifiestan los síntomas fuera del entorno escolar y adaptar medidas de apoyo.

- **Adaptaciones en el aula**

Los estudiantes con hidrocefalia tienen una discapacidad intelectual y requieren ciertas adaptaciones en el aula. Algunos de los estudiantes que padecen hidrocefalia también desarrollan problemas de visión. Esto implica la necesidad de tener un buen asiento en el aula que proporcione buena visibilidad y comodidad. Además, la buena colocación del estudiante con hidrocefalia también puede fomentar la participación de dicho alumno y la concentración.

- **Instrucciones claras**

Proporcionar instrucciones claras y concisas facilita la comprensión de los estudiantes. Además, es importante repetir la información más relevante para mejorar en la retención. A la hora de realizar los exámenes facilita mucho al estudiante adaptar el tipo de pregunta y el tipo de respuesta, por ejemplo que sean cerradas y concisas como por ejemplo tipo test. En las preguntas de completar (un texto, un dibujo...) se debe facilitar el vocabulario a utilizar.

- **Entorno de aprendizaje estructurado**

Otras formas de promover la concentración incluyen la creación de un entorno de aprendizaje estructurado y predecible. Esto reduce las distracciones y se mejora la concentración. El uso del aula virtual del centro para facilitar guiones de las diferentes asignaturas puede cumplir este objetivo.

- **Técnicas y ayudas para la organización**

La organización es clave para obtener buenos resultados en los estudios. Por ello, los docentes pueden proporcionar diferentes técnicas de organización como agendas o aplicaciones de organización para ayudar al estudiante a gestionar sus tareas y entregas.

- **Apuntes y métodos de estudio muy visuales**

Los carteles y listas visuales pueden ayudar al estudiante con hidrocefalia a seguir una rutina y recordar las tareas importantes.

- **Conocimiento y puesta en práctica de los métodos de estudio**

El conocimiento de diferentes técnicas de estudio puede resultar de gran ayuda para los alumnos con hidrocefalia. Los profesores pueden proporcionar y enseñar diversas técnicas como la mnemotecnia o la elaboración de resúmenes para mejorar la retención y la memoria.

- **Enseñanza más allá del texto**

Los profesores pueden utilizar gráficos, vídeos o actividades prácticas para impartir sus clases. De esta manera se favorece la concentración y se estimulan diferentes formas de aprendizaje.

- **Familiarización con la tecnología**

En los últimos años la tecnología ha jugado un papel fundamental en las aulas, beneficiando a los estudiantes con hidrocefalia. El acceso a tecnología como grabadoras de voz, aplicaciones de organización y software de lectura puede ser de gran ayuda para estos estudiantes.

- **Coordinación con otros profesores**

Es interesante que el equipo docente trabaje de forma similar para ayudar al alumno. Por ejemplo utilizar técnicas similares.

- **Coordinación con profesionales de la salud**

Comunicarse y colaborar con los profesionales médicos puede mejorar las oportunidades para los estudiantes con hidrocefalia. Trabajar con neurólogos y psicólogos garantiza que las estrategias utilizadas en el aula estén alineadas con el tratamiento médico.

- **Control de ausencias**

Mantener buenos registros de las ausencias de los estudiantes ayudará a garantizar la continuidad del aprendizaje durante el tratamiento médico. También es importante orientar al alumno sobre los contenidos trabajados en clase durante sus ausencias. Si el docente considera que el alumno ha perdido los contenidos teóricos necesarios para su evaluación durante su ausencia, estos se reforzarán todo lo posible durante el horario de clases. Solo en caso de que fuera necesario, se le mandará tarea extra para casa hasta la reincorporación completa del estudiante, es decir, hasta que se ponga al día con el resto de sus compañeros.

- **Apoyo emocional**

Al tener una discapacidad, estos estudiantes pueden desarrollar problemas de confianza. Por tanto, el profesor puede proporcionar un entorno seguro donde el alumno se sienta cómodo expresando sus dificultades y necesidades.

- **Promover de la autonomía**

Los estudiantes con hidrocefalia pueden utilizar una variedad de estrategias para llevar una vida normal. Para ello, los docentes deben fomentar la independencia y autonomía del estudiante, ofreciéndole oportunidades para asumir responsabilidades dentro y fuera del aula.

- **Comprensión y respeto en el aula**

La empatía y la comprensión son aspectos fundamentales a considerar cuando se habla de inclusión. Crear conciencia sobre la hidrocefalia en las aulas puede ayudar a crear un entorno de respeto y comprensión entre los compañeros.

Contribución al desarrollo de las competencias básicas en el alumno con hidrocefalia:

- **COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA**

Completar ejercicios, redactar, hacer un buen uso del aula virtual del centro y preparar una presentación final ayudará a desarrollar un sólido dominio de la expresión oral y escrita con contenido y vocabulario específicos y adecuados. Además, comprender enunciados cortos, asociándolos a los contenidos teóricos será de gran ayuda para resolver los ejercicios propuestos en clase.

- **COMPETENCIA MATEMÁTICA Y COMPETENCIAS BÁSICAS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

Aunque un estudiante con hidrocefalia puede mostrar dificultades para completar los ejercicios propuestos en clase, trabajar en grupo le ayudará a completarlos en equipo logrando un mejor resultado.

- **COMPETENCIA DIGITAL**

Los estudiantes con hidrocefalia pueden experimentar dificultades para usar un ordenador, ya que pueden “perdersen” en la interfaz o no manejar el ratón con precisión. Esto puede hacer que completen las tareas requeridas mucho más lentamente que el resto de sus compañeros. Por ello, se les pedirá que trabajen en parejas o de forma cooperativa para que el alumno con hidrocefalia pueda sentirse como un miembro más de la clase apoyado por los demás compañeros.

El desarrollo del aula virtual del centro fomentará el uso de diversas TIC para favorecer el aprendizaje en el aula. Además, se fomentará la búsqueda, recopilación y procesamiento de la información necesaria para la realización de las actividades, ya sea a través de la web, libros o realizando preguntas al profesor, transformándola en conocimiento.

- **SENTIDO DE INICIATIVA Y ESPÍRITU EMPRENDEDOR**

Para los estudiantes con hidrocefalia, la autonomía y la independencia son los aspectos que requieren mayor esfuerzo. Por tanto, se le exigirá que asuma el rol adecuado dentro del grupo ofreciéndole libertad en el trabajo.

- **COMPETENCIAS SOCIALES Y CÍVICAS**

El objetivo es aprender a trabajar en grupo respetando las normas de comportamiento y promoviendo valores como el respeto, la tolerancia y el compañerismo. Además de utilizar sabiamente los materiales y herramientas disponibles.

- **COMPETENCIA DE APRENDER A APRENDER**

Es importante despertar la curiosidad y la motivación del estudiante con hidrocefalia permitiéndole buscar, explorar y participar en proyectos.

- **CONCIENCIA Y EXPRESIONES CULTURALES**

A lo largo del proceso de aprendizaje se fomentará la capacidad de comprender, apreciar y evaluar con pensamiento crítico y una actitud abierta y respetuosa.

Como hemos visto, la flexibilidad, la comprensión y la adaptabilidad son tres conceptos clave para un

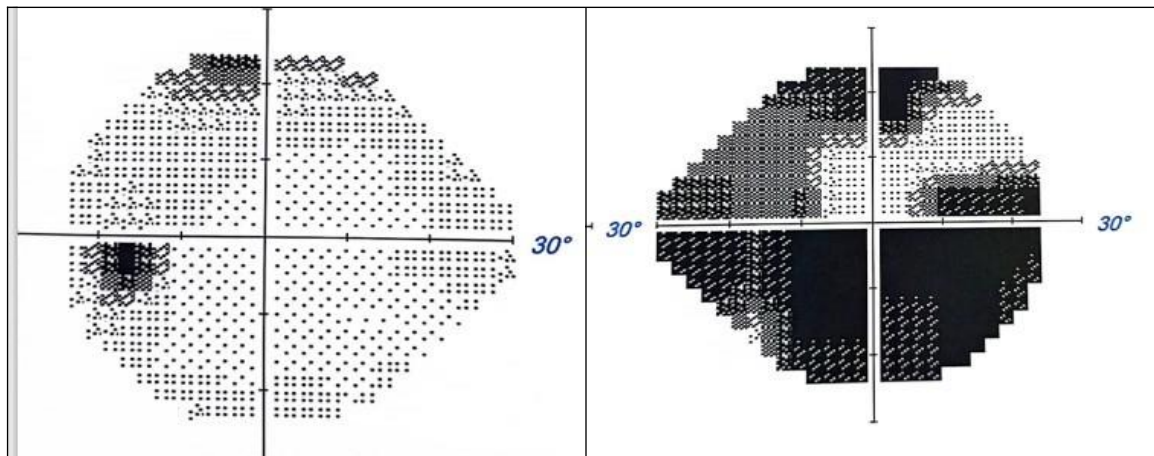
apoyo eficaz. No debemos olvidar que cada estudiante es único, por lo que la comunicación abierta y la comprensión son esenciales. Trabajar en estrecha colaboración con el estudiante, sus familiares y otros profesionales de la salud garantizará un entorno educativo inclusivo y de apoyo.

12 CASO PRÁCTICO

Se ha contactado con los profesionales médicos del Hospital Universitario La Paz de Madrid, reconocido como uno de los mejores hospitales en España. Desde el departamento de neurocirugía pediátrica se sabe que en este hospital se tratan aproximadamente 200 casos anuales de presión intracraneal que requieren la implantación una válvula de presión. Además, se afirma que alrededor de 50 de estos 200 casos son de hidrocefalia. Por otro lado, según el departamento de oftalmología pediátrica, es bastante frecuente encontrar pacientes con hidrocefalia que, como consecuencia de esta, desarrollan un edema de papila (papiledema). Sin embargo, se sabe que el edema de papila no es una condición común.

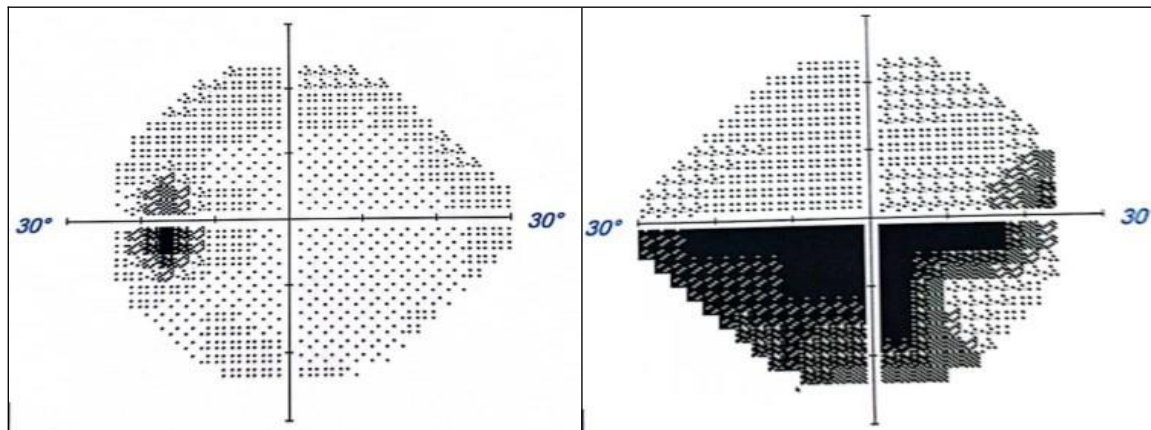
Por esta razón, se ha incluido un caso clínico de un alumno con hidrocefalia y, a raíz de esta, un papiledema. El edema de papila o papiledema se caracteriza por ser una inflamación en el disco óptico que es ocasionada por la presión que provoca la hidrocefalia. Este afecta al nervio óptico reduciendo la visión del paciente. Lo habitual es que esto ocurra en ambos ojos simultáneamente; sin embargo, el caso seleccionado es inusual ya que ha ocurrido en un solo ojo. Se ha realizado un seguimiento de 2 años de la visión de este alumno de tercero de ESO. A continuación, se muestran imágenes del seguimiento.

25/03/2021



Este es el primer campo visual que se le realiza al paciente antes de implantar el dispositivo de presión que regula el paso de LCR. En las imágenes, las manchas negras indican pérdida total de visión (0%), mientras que las áreas blancas representan una visión clara (100%). El paciente muestra manchas ciegas en ambos ojos, siendo el derecho más afectado, limitando considerablemente la visión. En el ojo izquierdo, la visión es casi del 100%, con solo una pequeña mancha ciega en la parte superior. La decisión de colocar el dispositivo de presión busca regular la presión cerebral y potencialmente restaurar la visión afectada reduciendo la inflamación del nervio óptico.

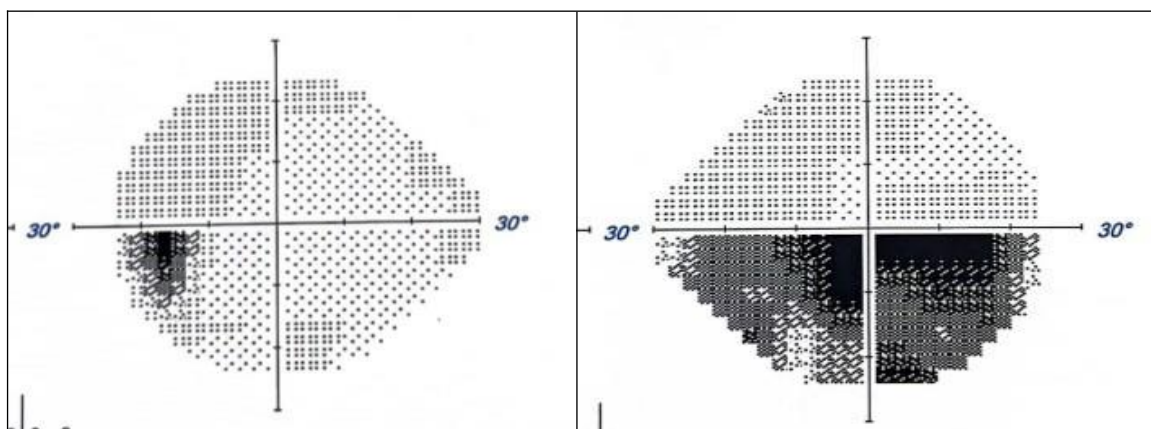
28/04/2021



Este segundo campo visual, es uno de los primeros que se le han realizado al paciente tras la implantación de la válvula de presión. Como se observa, la visión en ambos ojos mejora considerablemente. Aunque el ojo derecho aún tiene limitaciones, el izquierdo se acerca a una visión completa debido a la reducción de la presión cerebral. Esta mejoría se debe a la reducción de la presión dentro del cerebro lo que alivia la presión sobre el disco óptico y devuelve gran parte de la visión al paciente. Es importante destacar que este proceso es bastante lento por lo que es esencial tener paciencia para poder notar resultados.

Fuente: elaboración propia

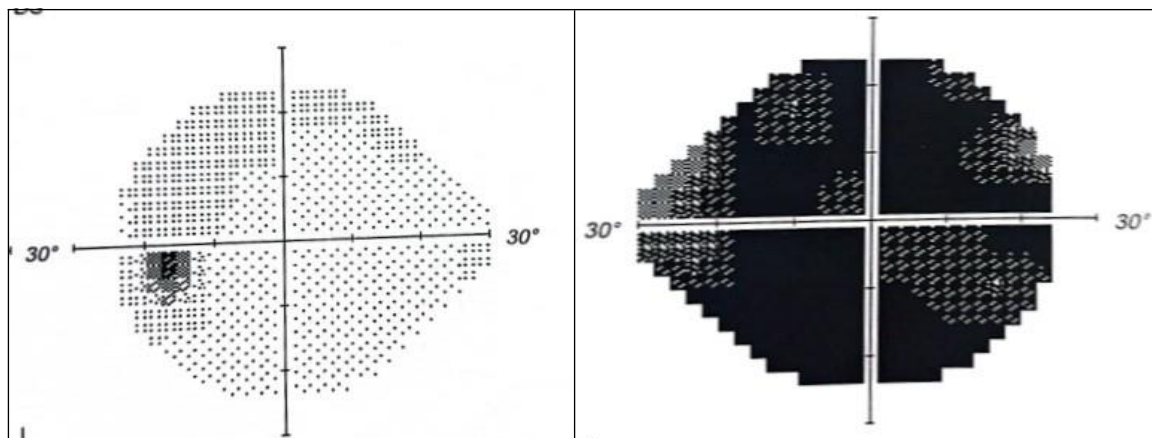
16/06/2021



En las imágenes siguientes, el paciente se ha adaptado por completo a la válvula de presión. Esto se puede apreciar en este examen visual, donde la visión ha mejorado considerablemente. Aunque el ojo derecho aún tiene una pequeña mancha ciega en el centro y manchas difuminadas en la parte baja, el ojo izquierdo muestra una visión del 95%, y la inflamación se ha reducido por completo.

Fuente: elaboración propia

15/02/2023

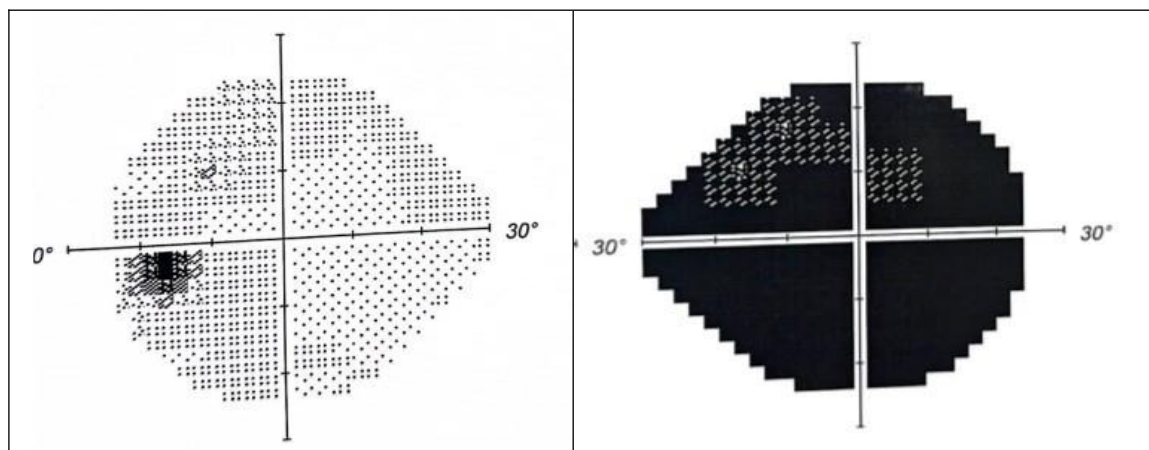


En las siguientes imágenes, se observa el progreso del paciente tras una interrupción de un año en las evaluaciones visuales. Como se observa, hay una extensa zona sin visión que ocupa la mayor parte del ojo derecho, dejando algunos destellos de luz. Esto indica que el paciente está muy próximo a perder casi toda su visión. Esto se debe a que llegó demasiado tarde a buscar ayuda médica y, en consecuencia, se considera difícil que pueda recuperar la visión perdida.

En cambio, el ojo izquierdo permanece estable, mostrando un progreso satisfactorio. Conserva un 96% de visión y presenta una adecuada reducción de la inflamación.

Fuente: elaboración propia

23/12/2023



Finalmente, se presentan las dos últimas imágenes de las que se tiene noticia. Es evidente que el ojo derecho experimenta una pérdida casi total de la visión, con escasas perspectivas de mejora. Por otro lado, el ojo izquierdo permanece estable y muestra una buena visión gracias al tratamiento. A pesar de ello, el paciente continuará asistiendo a revisiones médicas hasta obtener la certeza absoluta de que la inflamación se mantiene estable y no muestra indicios de empeoramiento.

Fuente: elaboración propia

Como se observa, el alumno llega a su primera consulta con ambos ojos afectados y un diagnóstico de hidrocefalia. En este caso, la presión de la hidrocefalia presiona el nervio óptico lo que provoca la inflamación de este. Se decide implantar un dispositivo de derivación ventriculoperitoneal (válvula de presión ajustable) para tratar de regular la presión y se observa una leve mejoría. Se descubre que el nervio óptico del ojo derecho deja de estar inflamado y pasa a estar pálido por lo que se establece el objetivo de regular al completo la inflamación del ojo izquierdo para evitar cualquier mínimo empeoramiento.

Con el tiempo, se logra neutralizar la inflamación del ojo izquierdo. Sin embargo, esto no sucede con el ojo derecho ya que este queda completamente ciego con un nervio óptico pálido. Actualmente, el paciente continúa con un seguimiento regular que garantiza el nulo empeoramiento del ojo izquierdo y una posible mejoría del ojo derecho. Se afirma que “solo queda esperar”. Para complementar este seguimiento, se ha añadido una imagen de cómo es la visión de dicho alumno comparando el ojo izquierdo con el ojo derecho:



Fuente: elaboración propia

Además, teniendo en cuenta las dificultades de este alumno, en el ámbito académico se han puesto en práctica algunas de las recomendaciones mencionadas anteriormente. Como las dificultades visuales son el principal problema de este alumno, se ha buscado un lugar estratégico para que este pueda ver la pizarra sin complicaciones situándolo en primera fila. Como resultado, esto ha mejorado notablemente el rendimiento académico del estudiante así como su concentración.

13 METODOLOGÍA

La metodología seguida en el presente proyecto ha sido principalmente la búsqueda de información sobre la hidrocefalia. A través de diversas páginas web se ha investigado sobre la patología en sí, sobre sus causas, sus efectos y los tratamientos disponibles hoy en día.

Además se ha analizado un caso práctico/clínico en el que se estudia la evolución de la visión de un adolescente que padece hidrocefalia.

Finalmente, basado en experiencias pasadas, se ha desarrollado un listado de pautas o consejos que pueden ayudar a un alumno con esta afección, (principalmente en su día a día como estudiante) y al equipo docente que trabaja con él.

14 RESULTADOS

El presente proyecto se enfoca principalmente en atender las necesidades de los alumnos que padecen hidrocefalia, una condición médica que puede afectar su capacidad de aprendizaje. A través de esta investigación, se han identificado dos resultados clave que destacan la importancia de la inclusión de estos alumnos. A continuación se muestran los resultados:

- La importancia de orientar tanto a profesores como alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje para mejorar el rendimiento académico y el bienestar emocional de los estudiantes afectados por la hidrocefalia.
- La necesidad de un seguimiento médico adecuado y regular para prevenir y/o solucionar los posibles problemas de visión asociados con la hidrocefalia.

15 DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y LIMITACIONES

En su día a día los alumnos que padecen hidrocefalia presentan dificultades a las que deben enfrentarse de una forma adecuada. Para ello, se ha realizado una lista de pautas enfocadas a los alumnos de la ESO y Bachillerato con esta afección teniendo en cuenta sus necesidades y los principales síntomas resaltando los problemas de memoria y de concentración así como los problemas visuales. Este listado ha sido redactado para destacar la importancia de guiar tanto a alumnos como profesores en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Además, se ofrecen recomendaciones para el equipo docente de estos alumnos y consejos para los alumnos con esta afección. Algunas medidas como la comprensión individual, las instrucciones claras o las adaptaciones en el aula pueden ser cruciales a la hora de integrar en clase a un alumno con hidrocefalia. Asimismo evitar la multitarea, utilizar diferentes métodos de estudio y mantener el contacto con profesores son excelentes consejos que un paciente adolescente con esta patología puede incluir en su rutina diaria.

Estas son recomendaciones bastante sencillas enfocadas a las necesidades generales que tiene un alumno con hidrocefalia, no obstante, es importante destacar que cada paciente es único por lo estas necesidades pueden variar.

Por otro lado, también se ha investigado acerca de un caso clínico en un paciente de tercero de ESO. Este paciente presenta hidrocefalia y a raíz de esta, un papiledema. El edema de papila (papiledema) se presenta como una hinchazón en el disco óptico generando pérdidas de visión en el paciente. Por ello, se ha decidido realizar un seguimiento de 2 años (2021-2023) interrumpiendo el proceso en 2022. De esta manera, es posible percibir la evolución del caso tras haber implantado una válvula de presión donde se observan leves mejoras en el ojo izquierdo pero un brusco empeoramiento en el ojo derecho. Esto se debe a que el paciente llegó demasiado tarde a la consulta por lo que, aunque sea posible controlar el ojo izquierdo ante posibles problemas, el ojo derecho permanecerá ciego.

Esto implica que el paciente debe acudir a citas regulares para continuar observando y registrando su progreso, con la esperanza de ver una posible mejora en el ojo derecho y mantener la salud visual del ojo izquierdo. Estas revisiones médicas regulares son esenciales, ya que contribuyen a prevenir o, en este caso, abordar posibles problemas y dificultades visuales.

16 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 ¿Qué es la neurología? ¿Qué es un neurólogo? (2019, marzo 25). Neurología Madrid

Clínica. <https://neurologiaclinica.es/neurologo-y-neurologia/>

Acaebh – asociación catalana DE Espina bífida e hidrocefalia. (s/f). Espinabifida.Cat.

Recuperado el 2 de mayo de 2024, de <https://espinabifida.cat/espina/>

AEBHA – AEBHA. (s/f). Aebha.org. Recuperado el 2 de mayo de 2024, de <https://aebha.org/index.php/quienes-somos/>

AGEBH. (s/f). AGEBH. Recuperado el 2 de mayo de 2024, de <https://agebh.org/>

Aragonès, J. M., Altimiras, J., Alonso, F., Roura, P., Alfonso, S., & Bajo, L. (2018). Hidrocefalia normotensiva idiopática: alta incidencia en mayores de 80 años. Revista española de geriatría y gerontología, 53(2), 85–88.

<https://doi.org/10.1016/j.regg.2017.06.007>

Caser, F. (2015, septiembre 1). ¿Quiénes somos? Fundación CASER. <https://www.fundacioncaser.org/quienes-somos> de Enfermería Ocronos, R. M. y. (2022, junio 17).

Hidrocefalia normotensiva: Historia, diagnóstico y tratamiento. Ocronos - Editorial Científico-Técnica.

<https://revistamedica.com/hidrocefalia-normotensiva-historia-diagnostico-tratamiento/>

De la Torre Gutiérrez, M. J. (2021, noviembre 2). Las siete funciones vitales del líquido cefalorraquídeo - Neurocirugía de la Torre. Neurocirugía de la Torre; Unidad de Neurocirugía Equipo de la Torre.

<https://www.neurocirugiaequipodelatorre.es/las-sietefunciones-vitales-del-liquido-cefalorraquideo>

Derivación ventriculoperitoneal. (s/f). Medlineplus.gov. Recuperado el 2 de mayo de 2024, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003019.htm>

Le denomina actualmente, C. L. o. E. H. a. P. N. o. H. C. del A. C. se, De la hidrocefalia a presión normal, se N. V. a. la M. I. el S. de H. A. N. P. M. I. T. E. la H. del D., & de constante investigación., P. Q. H. la F. T. M. I. y. es M. (s/f). Historia del Descubrimiento de la Hidrocefalia a Presión Normal. Perujournalneurosurgery.org.

Recuperado el 2 de mayo de 2024, de

https://www.perujournalneurosurgery.org/sites/default/files/historia_hidrocefalia_presio_n_normal.pdf

Medtronic. (s/f). Información acerca de la hidrocefalia. Medtronic.com. Recuperado el 2 de mayo de 2024, de

<https://www.medtronic.com/es-es/tu-salud/patologias/hidrocefalia.html>

Misión, visión y valores. (s/f). Enfermedades-raras.org. Recuperado el 2 de mayo de

2024, de <https://www.enfermedades-raras.org/quienes-somos/mision-vision-y-valores>

Moreno, A. D., Galdón, E. R., López, I. C., Belloch, J. P., Oliveras, L. M., Costa, M. A.,
 García-Rubio, M. J., Genovés, M. P. C., Lopez, P. M., & Pérez, S. P. (2021, diciembre
 20). El serio problema de la hidrocefalia pediátrica en los países de bajos ingresos. The Conversation.
<http://theconversation.com/el-serio-problema-de-la-hidrocefaliapediatrica-en-los-paises-de-bajos-ingresos-170399>

Neurocirugía, qué es y cuándo acudir a un neurocirujano. (2022, marzo 9). Noticias Grupo Recoletas.
<https://www.gruporecoletas.com/noticias/neurocirugia-que-es-ycuando-acudir-neurocirujano/>

Quiénes somos – FEBHI. (s/f). Febhi.org. Recuperado el 2 de mayo de 2024, de
https://febhi.org/?page_id=121382

The Conversation. (2023, marzo 24). El problema de la hidrocefalia en los países pobres: cuando salvar la vida no es suficiente. Ediciones EL PAÍS S.L. <https://elpais.com/planeta-futuro/red-de-expertos/2023-03-24/el-problema-de-la-hidrocefalia-en-los-paises-pobres-cuando-salvar-la-vida-no-es-suficiente.html>

Villagrasa, A. C., Valles-González, B., Belloch, J. P., & García-Rubio, M. J. (2022, junio
 16). Nacer con hidrocefalia congénita puede acarrear problemas de comunicación. The Conversation.
<http://theconversation.com/nacer-con-hidrocefalia-congenita-puedeacarrear-problemas-de-comunicacion-182136>

World Trade Organization. (2023). Qué hacemos. En Informe anual 2023 (pp. 38–183).
 WTO.

Zaksaite, T., Loveday, C., Edginton, T., Spiers, H. J., & Smith, A. D. (2023). Hydrocephalus: A neuropsychological and theoretical primer. *Cortex; a Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, 160, 67–99. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2023.01.001>

Estudio de las características básicas de la hidrocefalia en la infancia y adolescencia.
 (2013). *ResearchGate*, 3(1b), 48.
https://www.researchgate.net/profile/Emilio-Titos/publication/276997485_Estudio_de_las_caracteristicas_basicas_de_la_hidrocefalia_en_la_infancia_y_adolescencia/links/555cc6f108ae8c0cab2a66eb/Estudio-de-las-caracteristicas-basicas-de-la-hidrocefaliaen-la-infancia-y-adolescencia.pdf#page=48

ESTUDIANTES CON HIDROCEFALIA ASOCIADA a ESPINA BÍFIDA. ADAPTACIÓN EN EL ÁREA DE TECNOLOGÍA y PLAN DE INTERVENCIÓN. (2015). [Trabajo fin de master, Universidad Politécnica de Madrid].
https://oa.upm.es/43794/1/TFM_Ana_Maria_Aveleiras_Ballesteros.pdf

(S/f-c). Medlineplus.gov. Recuperado el 22 de mayo de 2024, de
<https://medlineplus.gov/spanish/ency/images/ency/fullsize/12724.jpg>

(S/f-d). Medlineplus.gov. Recuperado el 22 de mayo de

2024, de

<https://medlineplus.gov/spanish/ency/images/ency/fullsize/12723.jpg>

(S/f-e). Fisioterapia-online.com. Recuperado el 22 de mayo de 2024, de

https://www.fisioterapia-online.com/sites/default/files/styles/post_image/public/glosario_images/ventriculos_cerebro_liquido.png?itok=Rmb2QSsu

17 ANEXOS

17.1 TIPOS DE HIDROCEFALIA

Según el momento de aparición, puede clasificarse en:

- **Hidrocefalia congénita:** Se presenta al nacer y puede ser causada por influencias ambientales durante el desarrollo fetal o por predisposición genética.
- **Hidrocefalia adquirida:** Se desarrolla después del nacimiento y puede afectar a personas de todas las edades. Puede ser causada por lesiones o enfermedades.

Según la ubicación del daño, puede clasificarse en:

- **Hidrocefalia comunicante:** Se produce cuando el líquido cefalorraquídeo se bloquea después de salir de los ventrículos hacia el espacio subaracnoideo. Se denomina comunicante porque el líquido cefalorraquídeo aún puede fluir entre los ventrículos, ya que estos permanecen abiertos. La absorción del líquido cefalorraquídeo se ve afectada en las vellosidades aracnoideas debido a infecciones o hemorragias. Dependiendo de la edad y la velocidad de instauración, la hidrocefalia puede ser aguda o crónica. Este tipo de hidrocefalia puede causar retraso mental en niños y demencia en adultos, ya que ocurre cuando la absorción del líquido cefalorraquídeo es inadecuada.
- **Hidrocefalia no comunicante u obstructiva:** Se produce cuando el líquido cefalorraquídeo se bloquea a lo largo de una o más de las vías estrechas que conectan los ventrículos. Las causas más comunes pueden surgir durante la gestación, como la obstrucción del acueducto de Silvio, conocida como "estenosis de acueducto", la malformación de Arnold-Chiari, asociada al cromosoma X, o tumores localizados en el tronco del encéfalo, cerebelo y región pineal. Este tipo de hidrocefalia ocurre cuando se obstruye el flujo de líquido cefalorraquídeo dentro del sistema ventricular.

En tercer lugar, se encuentra la hidrocefalia que suele afectar a adultos, y se diferencia en:

- **Hidrocefalia ex-vacuo:** Ocurre cuando hay daño en el cerebro ocasionado por un accidente cerebrovascular (ictus) o una lesión traumática.
- **Hidrocefalia de presión normal o crónica del adulto:** Es común en personas ancianas y se caracteriza por síntomas como pérdida de memoria, demencia, trastornos de la marcha, incontinencia urinaria y una reducción general en las actividades diarias. Implica un aumento en la cantidad de líquido cefalorraquídeo en los ventrículos cerebrales, con un aumento pequeño o nulo de la presión dentro del cráneo; ocurre con mayor frecuencia en adultos mayores de 60 años.

17.2 RIESGOS EN DERIVACIONES

Durante este procedimiento, se emplea anestesia general y suele durar entre 1 y 2 horas. Para reducir el exceso de líquido cefalorraquídeo, se introduce un catéter desde las cavidades cerebrales hasta el abdomen. Una válvula de presión y un dispositivo antisifón garantizan que solo se drene la cantidad necesaria de líquido. Sin embargo, es importante tener en cuenta que este procedimiento conlleva ciertos riesgos, tales como:

Durante la cirugía, pueden surgir:

- Reacciones a los medicamentos o dificultades respiratorias.
- Riesgo de sangrado, formación de coágulos de sangre o infecciones.

Tras la cirugía, pueden presentarse:

- Coágulo de sangre o sangrado en el cerebro.
- Inflamación del cerebro.
- Perforación intestinal, que puede ocurrir posteriormente.
- Filtración de líquido cefalorraquídeo bajo la piel.
- Infección en el cerebro, la derivación o en el abdomen.
- Daño al tejido cerebral.
- Convulsiones.

17.3

CÓMO FUNCIONAN LAS DERIVACIONES

Una derivación usualmente comprende dos catéteres y una válvula unidireccional. Esta válvula regula la cantidad, dirección y presión del líquido cefalorraquídeo fuera de los ventrículos cerebrales. Cuando la presión del líquido cefalorraquídeo aumenta en el cerebro, la válvula unidireccional se abre y permite que

el exceso de líquido drene hacia abajo. Por lo general, este líquido se "desvía" o se desplaza utilizando los siguientes tipos de derivación:

- Una derivación ventriculoperitoneal que desplaza el líquido desde los ventrículos cerebrales hacia la cavidad abdominal.
- Una derivación ventriculoatrial desplaza el líquido desde los ventrículos cerebrales hacia una cavidad del corazón.
- Una derivación lumboperitoneal desplaza el líquido desde la región lumbar hacia la cavidad abdominal.

17.4 TIPOS DE VÁLVULAS

Hay una amplia gama de válvulas de derivación, pero entre todas ellas, destacan dos por su frecuente uso:

- **Las válvulas de presión fija:** controlan la velocidad de drenaje del líquido cefalorraquídeo en base a un ajuste de presión establecido previamente.
- **Las válvulas de presión ajustable:** controlan el flujo del líquido cefalorraquídeo según una configuración de presión adaptable. Con herramientas magnéticas diseñadas específicamente, el médico puede modificar la configuración de presión de la válvula ajustable implantada durante una visita al consultorio, de manera no invasiva, sin necesidad de recurrir a otro procedimiento quirúrgico.

17.5 CÓMO AFECTA LA HIDROCEFALIA EN PAÍSES CON POCOS INGRESOS

En naciones de Europa y otros países con ingresos medios o altos, las consecuencias de este diagnóstico suelen ser mínimas, ya que se pueden resolver mediante una cirugía simple en la que se activa una válvula o se realiza una derivación para drenar el exceso de líquido.

En estas regiones más desarrolladas, las principales causas suelen ser la hemorragia cerebral posnatal y la presencia simultánea de otros trastornos del neurodesarrollo, como la espina bífida. En ambos escenarios, se sigue un protocolo estándar de intervención que brinda estabilidad al paciente pediátrico. Además, la incidencia es baja y la tasa de mortalidad asociada a este trastorno es prácticamente nula.

Sin embargo, la hidrocefalia infantil figura como uno de los trastornos de máxima urgencia sanitaria en países con ingresos bajos. Solo en África Oriental, Central y del Sur, se registran aproximadamente 200,000 casos de hidrocefalia infantil cada año, una cifra que contrasta enormemente con los 5.9 casos por cada 10,000 nacidos vivos a nivel mundial. Para ser más precisos, en Uganda, un país con una población de más de 30 millones de personas menores de 15 años, solo uno de sus hospitales atendía 500 casos de hidrocefalia y 300 de espina bífida al año en 2009, una cifra que ahora se ha triplicado.

En estas áreas, las principales causas de hidrocefalia, ya sea congénita o adquirida, incluyen la falta de atención prenatal adecuada, como la nutrición insuficiente y la falta de ingesta de ácido fólico, así como la ausencia de seguimiento ecográfico durante el embarazo. Además, las infecciones cerebrales posnatales son otro factor importante, intensificadas por la falta de protocolos estandarizados de cuidados postoperatorios en estas regiones.

Durante los primeros dos años de vida, aproximadamente el 25 % de los niños diagnosticados con hidrocefalia enfrentan un pronóstico desfavorable. En algunos casos, esto se debe a infecciones que surgen durante la intervención neuroquirúrgica. En otros casos, la falta de recursos sanitarios, como profesionales médicos, equipamiento, hospitales y seguimiento postoperatorio, impide que estos niños lleguen siquiera a la mesa de operaciones, dejándolos sin acceso al tratamiento necesario.

La parte positiva es que el 75 % de los niños afectados sí reciben una intervención satisfactoria, en gran parte gracias a las nuevas técnicas de neurocirugía introducidas desde países como España. Para mantener y mejorar esta estadística, es fundamental la formación que el personal sanitario de estos países está recibiendo para el manejo de la hidrocefalia infantil, gracias a iniciativas como la Fundación NED.

Por otro lado, la memoria, la atención y la función ejecutiva aún no han sido estudiadas en profundidad hasta el momento debido a varios factores. Estos incluyen la heterogeneidad en la metodología de estudio, la falta de recursos para llevar a cabo evaluaciones neuropsicológicas completas, la preferencia por otros indicadores más directamente relacionados con la neurología y la neurocirugía, y la dificultad para evaluar estos aspectos debido a la gravedad de los casos de hidrocefalia.

En contraste, se ha investigado más a fondo el perfil neuropsicológico de la hidrocefalia pediátrica en pacientes que viven en países con ingresos medios o altos. Sin embargo, los resultados no son concluyentes, ya que este perfil suele ser heterogéneo, con déficits que afectan la memoria, la atención y la función motriz. Aunque en la mayoría de los casos los pacientes conservan las funciones de comunicación y lenguaje.

17.6 ASOCIACIONES Y FUNDACIONES

- **FEBHI** aspira a ser una red sólida, innovadora y líder en asociaciones de Espina Bífida e Hidrocefalia, comprometida en un proyecto conjunto que defienda y promueva el reconocimiento de los derechos de las personas con hidrocefalia, así como su plena integración en la sociedad.
- **AEBHA** es una organización sin fines de lucro reconocida como entidad de utilidad pública. Su misión es brindar apoyo, orientación y asesoramiento a las personas con espina bífida y/o hidrocefalia, así como a otras discapacidades, junto con sus familias en la provincia de Alicante. Su objetivo principal es fomentar la cohesión social y promover la concienciación en toda la sociedad.

- El enfoque de **NED** está dirigido a niños con discapacidades neurológicas graves, con especial atención a los pacientes con hidrocefalia infantil. La falta de conocimiento y recursos personales y materiales ha llevado al abandono de muchos niños con deformidades craneales importantes. Por tanto, la prioridad de esta fundación es la prevención y tratamiento de la hidrocefalia infantil.
- La Fundación **AGEBH** tiene como misión asegurar la atención y cubrir las necesidades de las familias y personas con espina bífida, hidrocefalia y otras enfermedades en la provincia de Cádiz. Esto se logra mediante la estimulación y atención en los ámbitos sanitario, educativo, laboral y social. Su objetivo es ser un punto de referencia para un amplio grupo de personas que viven con hidrocefalia, promoviendo un entorno propicio para la prevención, la inclusión y la integración, donde la igualdad de la diversidad sea una prioridad.
- La Fundación **ACAEBH** tiene como objetivo principal promover la independencia de los pacientes con espina bífida e hidrocefalia mediante servicios comunitarios diseñados para ellos y sus familias. Esto implica la organización de eventos, la prestación de asistencia sanitaria y la promoción del ocio inclusivo. Su propósito es alcanzar la autonomía de las personas en todos los aspectos de su vida diaria y entorno, incluyendo la salud, la educación, el trabajo y la participación en la sociedad.
- La Fundación **AMUPHEB** tiene como objetivo adaptar la situación de los niños que padecen ciertas discapacidades. Esto implica proporcionarles todas las herramientas y recursos necesarios para que puedan desarrollarse de la mejor manera posible, integrarse plenamente en su entorno y alcanzar la mayor autonomía e independencia. Es importante que las personas afectadas y sus familias sean conscientes de que la hidrocefalia puede afectar tanto el desarrollo físico como el cognitivo. Sin embargo, mediante actividades educativas y de rehabilitación, los niños pueden llevar una vida normal con restricciones mínimas.