

# BIE

## BACHILLERATO DE INVESTIGACIÓN Y EXCELENCIA EN CIENCIAS



# ¿ a qué alumnado va dirigido ?

Buen expediente académico y capacidad de trabajo

Mínimo un 7 de media en la ESO. Se bareman con un coeficiente las asignaturas de Ciencias y los méritos que se aporten (Participación en concursos, olimpiadas, talleres....)

# ¿ cómo se selecciona el alumnado ?

Se establece un baremo con los méritos académicos en el que se incluye una entrevista personal que se realiza a finales de junio.

# ¿ qué diferencias tiene con el bachillerato “normal” ?

Grupo de clase con pocos alumnos en la mayoría de las asignaturas (sobre todo de ciencias). Atención del profesorado más “personalizada”

Dos asignaturas además de las del bachillerato:

En primero, iniciación a la investigación

En segundo proyecto de investigación

Esas asignaturas computan como una mas en la nota del bachillerato

Se establece un premio extraordinario al mejor expediente, a mayores de las matrículas de honor del centro, con la misma consideración que estas

# ¿ en qué consiste la asignatura iniciación a la investigación ?

Actividades dirigidas por profesores universitarios de los diferentes grados, institutos universitarios o fundaciones dependientes de la universidad.

Charlas, actividades interactivas, visita de instalaciones o prácticas de laboratorio, que se desarrollan mayoritariamente por la tarde.

Unas 33. Una por semana más o menos.

De ellas, hay que hacer un informe

# ¿en qué consiste la asignatura proyecto de investigación?

Se realiza una investigación, normalmente dentro de una rama de alguna línea de investigación del departamento universitario correspondiente. Son propuestos anualmente por los profesores universitarios que colaboran con el programa y ellos mismos o colaboradores suyos son los tutores o directores de los proyectos. Asimismo, se les asigna un tutor de proyecto en el IES, del departamento afín al proyecto.

Se evalúan mediante una exposición y defensa pública ante un tribunal compuesto por los dos tutores y un tercer miembro del departamento afín del IES.

# ¿ y qué otras ventajas tiene?

Una formación más completa y nivel más alto de conocimientos

Manejo de técnicas instrumentales en laboratorio, algunas sofisticadas

Contacto con profesores universitarios, departamentos universitarios y líneas de investigación

Asistencia a uno o dos congresos o jornadas científicas para presentar sus trabajos

# Esto del BIE, ¿es mas difícil que el bachillerato “normal”?

El nivel de exigencia académica es el mismo pues la vía de acceso a la universidad es la misma que la del bachillerato. Casi todos pudieron cursar el grado de primera elección

En los tres últimos años:

BIE		Centro	
Ebau	8,91	Ebau	8,09
Bachillerato	9,39	Bachillerato	8,41
Ebau	8,82	Ebau	7,85
Bachillerato	9,02	Bachillerato	7,93
Ebau	8,35	Ebau	8,16
Bachillerato	8,79	Bachillerato	8,27

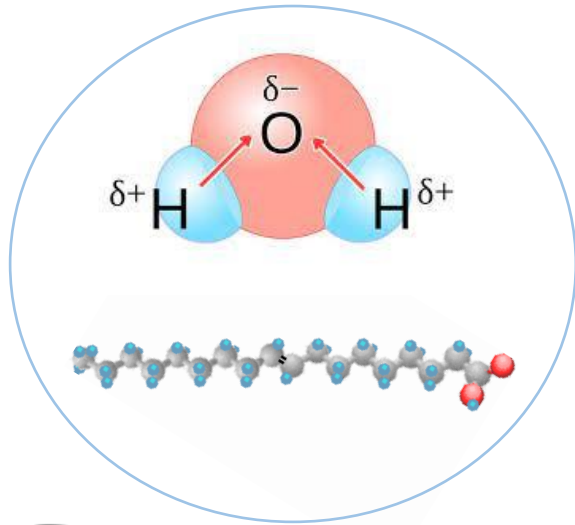
Grados universitarios	
Arquitectura	1
Física	9
Biología	3
Biomedicina	1
DG física/matemáticas	1
Matemáticas	3
Ingeniería informática	2
Medicina	4
Ingeniería Química	2
DG Farmacia/biotecnología	1
DG Ing. Electrónica/automática	1

# ALGUNAS ACTIVIDADES DE INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN

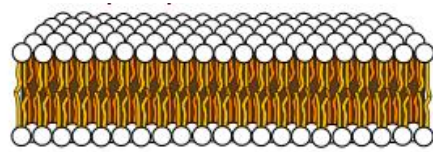


DEPARTAMENTO	ACTIVIDAD	PROFESORADO	Fecha	Ubicación
Física Aplicada	Charla interactiva: Deja que te vea. Un paseo interactivo por nuestros ojos	Rosa Pilar Merchán Corral Judit García Ferrero María Jesús Santos	01/10/2024 17:00-18:00	Facultad de Ciencias Edificio Trilingüe
Ingeniería Química y Textil	Ingeniería Química en tu día a día	Mariano Martín Martín	08/10/2024 12:20-13:30	IES Vaguada de la Palma
Física Fundamental	Orígenes de la física cuántica	Conrado Albertus	17/10/2024 17:00-18:00	Facultad de Ciencias Edificio Trilingüe
Biología Animal, Paras., Ecolog, Edaf., Química Agrícola	Ejecución en el laboratorio de una técnica inmunoenzimática (ELISA) para diagnóstico en Parasitología	Rodrigo Morchón García	23/10/2024 17:00-19:30	Aula 108. Facultad Farmacia
Ingeniería Química y Textil	Observación/manipulación, en el departamento de Ingeniería Química y Textil, de equipos para procesos a escala de laboratorio o piloto	Mariano Martín Martín Audelino Álvaro Navarro Jesús M <sup>a</sup> Rodríguez Sánchez M <sup>a</sup> Carmen Torrente Hernández	28/10/2024 16:30-18:30	Dpto. Ingeniería Química y Textil. Facultad CC Químicas
Física Fundamental	Astronomía con tu teléfono móvil.	María Ángeles Pérez García David Barba González	30/10/2024 18:00-20:00	Parque Facultad Ciencias
Matemática Aplicada	Epidemiología Matemática: derivadas y ecuaciones diferenciales ordinarias	Ángel Martín del Rey	07/11/2024 17:00-18:00	IES Vaguada de la Palma
Microbiología y Genética e IBFG	Introducción general a los microorganismos. Virus: Hasta la pandemia y más allá	José Antonio Calera Abad José Manuel Fernández Ábalos	11/11/2024 16:30-19:00	Instituto de Biología Funcional y Genómica
Microbiología y Genética e IBFG	Usos aplicados de los microorganismos. Uso de microorganismos en investigación. Visita guiada al IBFG.	Pedro Fco. Mateos González Juan Carlos García Cortés José Antonio Calera Abad	12/11/2024 16:30-19:00	Instituto de Biología Funcional y Genómica
Física Fundamental	Seminario: De la indivisibilidad de las Matemáticas y la Física	Conrado Albertus María Ángeles Pérez García	19/11/2024 12:20-13:30	IES Vaguada de la Palma
Estadística	Estadística en el mundo laboral. Primeros conceptos que debe conocer	Mercedes Sánchez Barba	21/11/2024 17:00-18:30	IES Vaguada de la Palma
Matemática Aplicada	Modelos matemáticos de combate	Ángel Martín del Rey	28/11/2024 17:00-18:00	IES Vaguada de la Palma
Matemática Aplicada	Taller de criptografía y codificación	Araceli Queiruga Dios	04/12/2024 17:00-19:00	IES Vaguada de la Palma
Bioquímica y Biología Molecular. Facultad de Medicina. INCyL	Visita a instalaciones del INCyL. Investigación en Neurociencias	Verónica González Núñez	18/12/2024 16:30-18:00	INCyL

# COCINA



Lípidos: productos químicos biológicos que no se disuelven en agua  
**POLARIDAD** agua disolvente polar (carga)  
 aceite apolar (cadena muy larga alifática, sin carga)



Compuestos estructurales (membrana) o de reserva de energía  
**ESTRUCTURA** cabeza polar + cola apolar  
**ENERGÍA** 1 gramo de grasa = 9,4 kcal (el doble que los glúcidos)

Aceite líquido y mantequilla sólida. ¿Por qué?  
**ORDENAMIENTO**

## Mantequilla y aceite

### LÍPIDOS



#### CADENAS SATURADAS

Enlaces simple: rotación

Interacciones hidrofóbicas

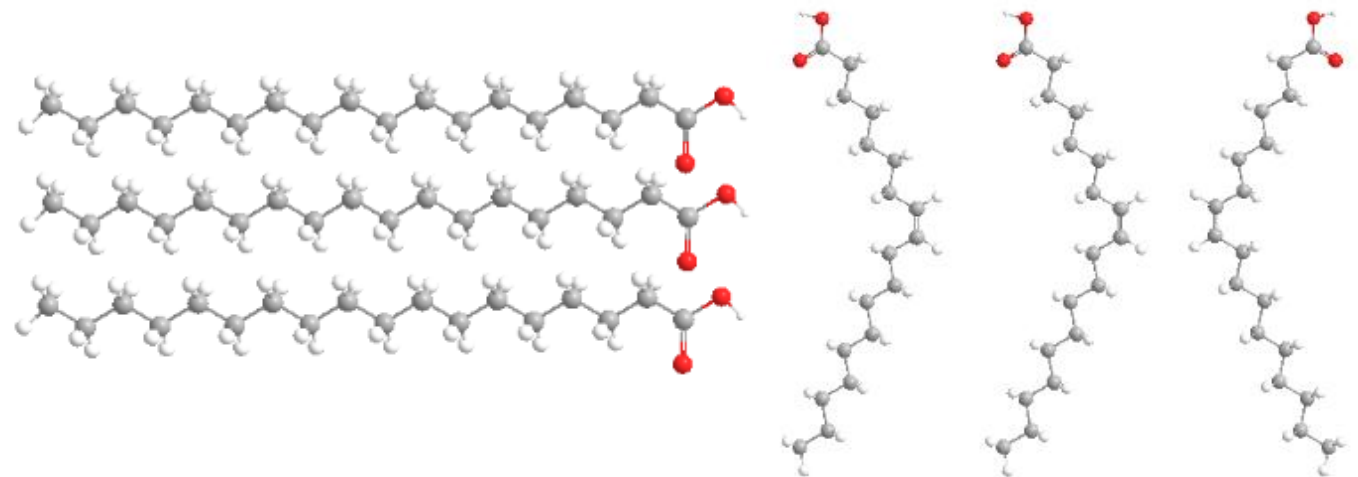
Ordenamiento 3D

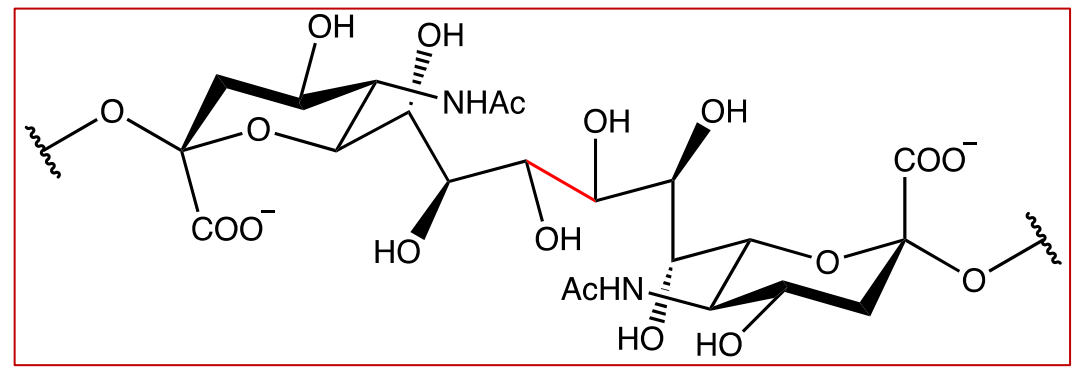
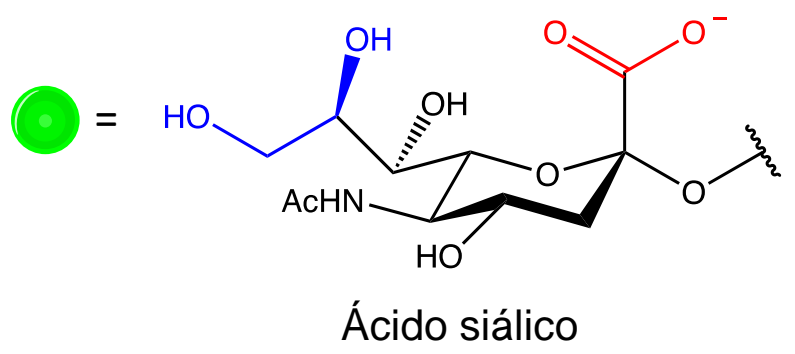
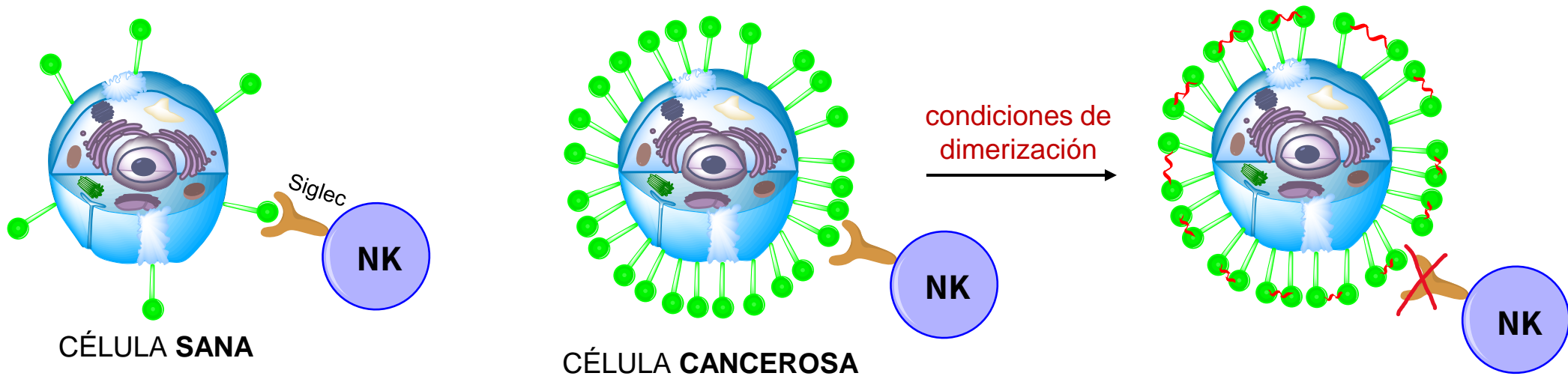
#### CADENAS INSATURADAS

Enlaces dobles: rigidez

Enlaces dobles cis: dificultad

No ordenamiento



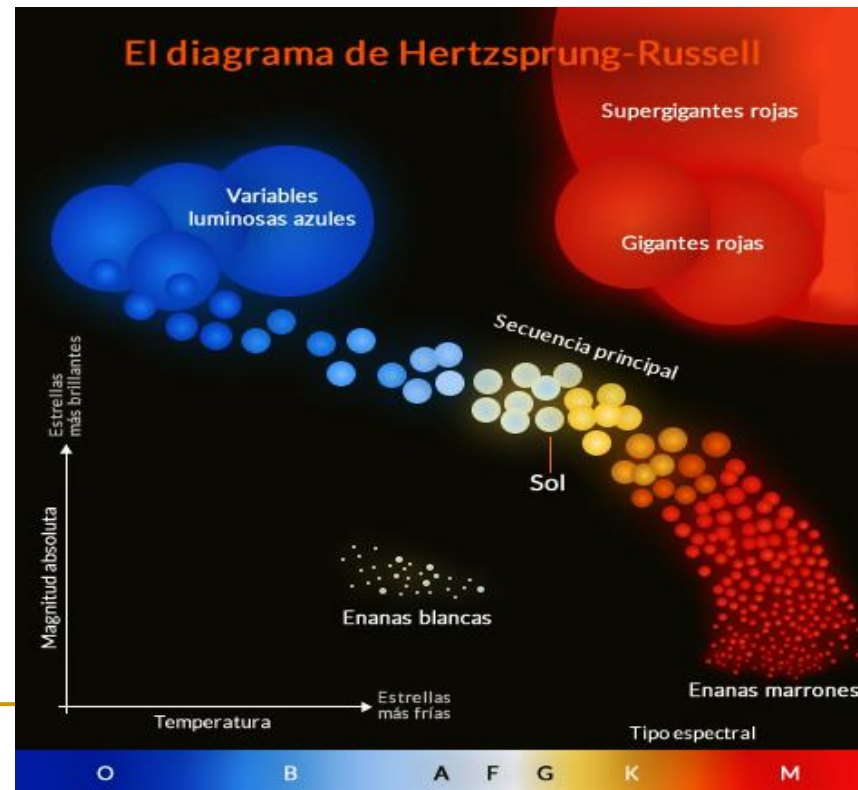
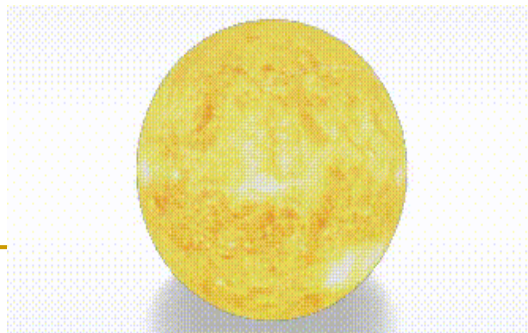


***Dimerización radicalaria fotocatalizada***

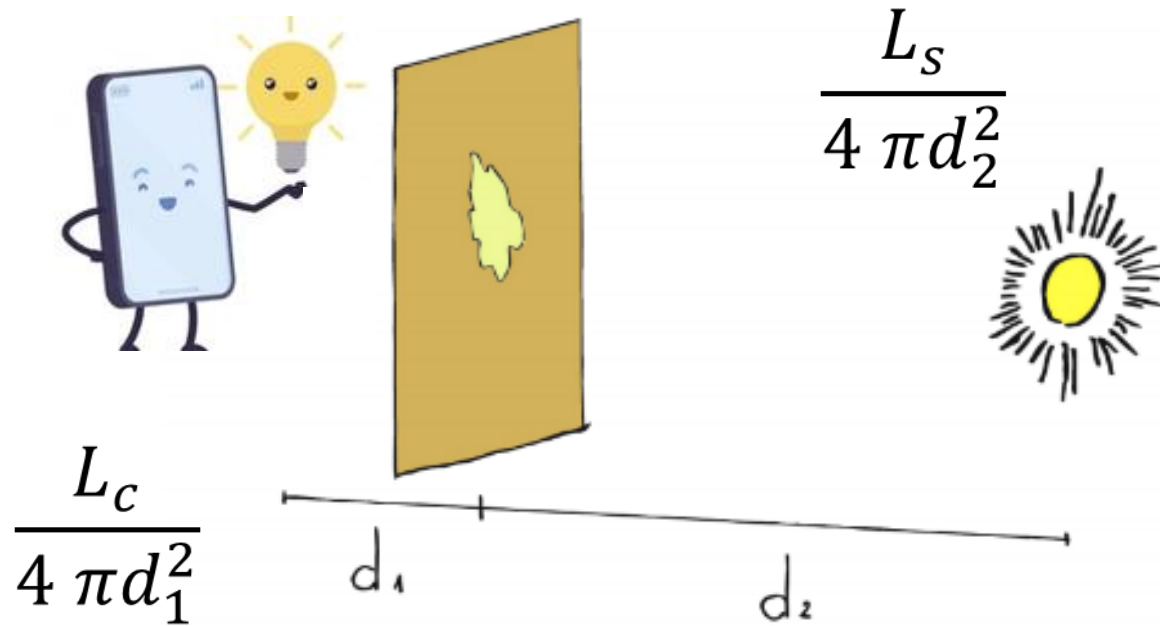
# Cálculo de la potencia luminosa del **SOL** usando un fotómetro de gota de aceite

El **Sol** es una **estrella de tipo-G** de la secuencia principal y clase de luminosidad V, constituye la mayor fuente de radiación electromagnética de este sistema planetario. Cerca de tres cuartas partes de la masa del Sol constan de gases como el **hidrógeno**; **el resto es principalmente helio**, con cantidades mucho más pequeñas de como el oxígeno, carbono, neón y hierro.

CLASES:	TEMPERATURA:	COLOR:
O	28.000 a 50.000° K	azul violeta
B	10.000 a 28.000° K	azul
A	7.500 a 10.000° K	azul - blanco
F	6.000 a 7.500° K	blanco
G	5.000 a 6.000° K	blanco - amarillo
K	3.500 a 5.000° K	naranja
M	2.500 a 3.500° K	rojo



## Finalmente, el Experimento



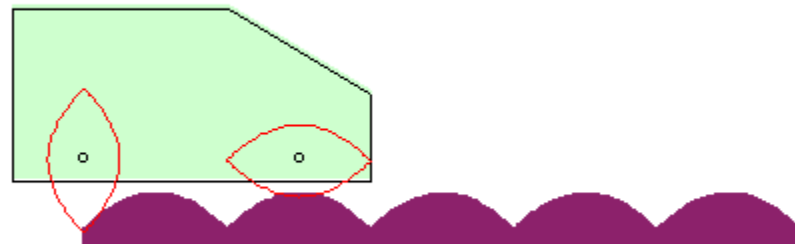
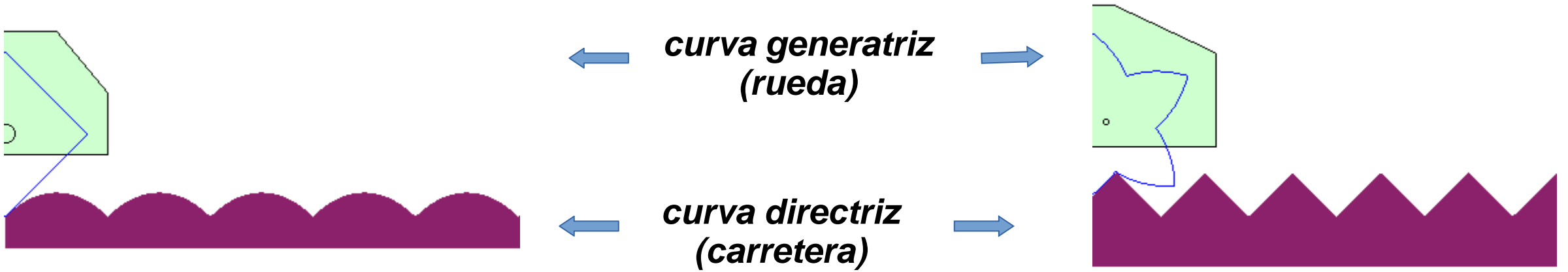
Robert Bunsen



Químico y físico alemán  
nacido en Gotinga,  
Fotómetro de Bunsen  
*Un químico que no es  
físico, no es nada*

Si son la mancha no brilla por ninguno de los dos lados entonces:

$$\frac{L_C}{4 \pi d_1^2} = \frac{L_S}{4 \pi d_2^2} \rightarrow \frac{L_C}{d_1^2} = \frac{L_S}{d_2^2} \rightarrow L_S = d_2^2 \frac{L_C}{d_1^2}$$



*Proyectos de ruedas para  
vehículos sobre la superficie de  
Marte  
diseñados para la NASA*

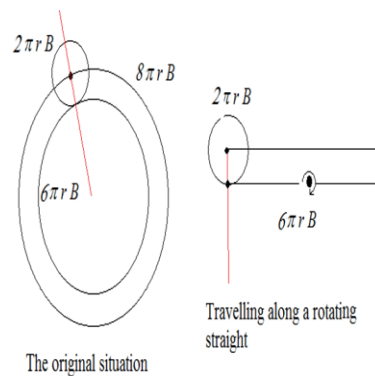
¿Cuántas vueltas dará una moneda alrededor de otra del mismo tamaño cuando gira sin deslizar hasta volver a su posición inicial ?



La moneda que gira ha hecho una rotación completa, pero solo se ha desplazado por una distancia igual a la mitad de su circunferencia

### Solución de la paradoja de las dos monedas

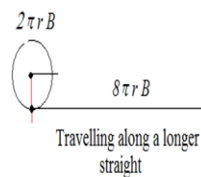
¿Cuántas vueltas  $N$  dará un círculo de radio  $r$  cuando gira sin deslizar alrededor de otro círculo de radio  $R$  hasta volver a su posición inicial ?



$$2\pi(R+r) = (2\pi r) N$$



$$N = (R/r) + 1$$



# ALGUNOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

\*Presentados a diferentes congresos/reuniones científicas y/o premiados



# REDES NEURONALES ARTIFICIALES: Diseño de una App para la detección de melanomas

Autor/a/s: Carla Marcos Vázquez  
 Centro: IES Vaguada de la Palma  
 Email de contacto: carlamarcosvazquez@gmail.com

I.E.S.  
 Vaguada de la Palma

## INTRODUCCIÓN

De forma similar a cómo se organizan las neuronas en nuestro cerebro, tal y como describió el maestro Cajal hace más de un siglo, hoy creamos redes neuronales artificiales (RNAs) las cuales son capaces de realizar tareas como la clasificación de imágenes basándose en conjuntos de datos que les proporcionemos. Realizan esta tarea mediante el uso de algoritmos que son, en el fondo, sencillos tales como sumatorios. Para demostrar la utilidad práctica de estas RNAs, y ayudar a disminuir el gran temor surgido ante el avance de la inteligencia Artificial, hemos creado una Red Neuronal Artificial capaz de clasificar imágenes de lesiones pigmentadas en dos clases: melanoma maligno y nevus benigno. Para realizar este diagnóstico la app se basa en una serie de parámetros similares a aquellos utilizados en el Test ABCDE de diagnóstico.



La detección precoz es crucial en casos de melanoma, ya que su tasa de mortalidad aumentará de un 1% en fases tempranas a un 68% en caso de metástasis. Es por esto que hemos simplificado el uso de esta red mediante la creación de una aplicación Android llamada MelAdvisor, de descarga pública y gratuita, que permite a cualquier usuario, aun sin conocimientos médicos, realizar este diagnóstico de forma rápida y eficaz.

## OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo era demostrar que la IA y las RNAs (tales como el famoso ChatGPT) no suponen un peligro para la humanidad si no que, por el contrario, una herramienta indispensable que encabeza la Cuarta Revolución Industrial que está comenzando en estos momentos. Para ello explicamos brevemente las matemáticas principales que soportan el funcionamiento de estas redes, ahondando en algunos de los algoritmos principales tras estas tecnologías (tales como el descenso del gradiente o el algoritmo de retropropagación de errores). Como prueba final de la utilidad de estas redes y de la gran ayuda que pueden suponer a nuestra sociedad desmontamos un ejemplo práctico en forma de aplicación para dispositivos Android, que permite la sencilla clasificación de lesiones pigmentadas de forma rápida sin necesidad de conocimiento médico alguno. Además, de esta forma conocemos a la población sobre lo crucial que resulta el diagnóstico precoz de melanomas y el uso que puede hacerse de herramientas como nuestra app para detectarlo en fases tempranas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de la red neuronal se utilizó el lenguaje de programación Python en un entorno de Anaconda para conservar distintas versiones de las librerías utilizadas tales como Keras, Pytham, Pandas o Mathplotlib. En la construcción de la aplicación se utilizó el software Android Studio. El código fue escrito en el lenguaje Kotlin, utilizando archivos .xml para la creación de la Interfaz de Usuario (que a pesar de su mayor antigüedad respecto al nuevo sistema Jetpack Compose, su sintaxis es más ordenada).

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Santiago Ramón y Cajal, "Histología del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados", Instituto Ramón y Cajal, Madrid (1904).
- [2] Warren, L.M.C; Cohen, Walter P.W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. Bulletin of Mathematical Biophysics 1(1943) 115-133
- [3] Kamihiko Fukuhara, Neocognitron: A Self-organizing Neural Network Model for a Mechanism of Pattern Recognition Unaffected by Shift in Position, Biological Cybernetics 30 (1989) 193-202
- [4] IARC Public International Image Database (https://www.iarc.fr/en/data-bases-and-applications/2023) [Última consulta 18 agosto 2023]
- [5] IARC Database (https://www.iarc.fr/en/data-bases-and-applications/2023) [Última consulta 18 agosto 2023]
- [6] Estadísticas actualizadas de la publicación de la American Cancer Society (ACS, Sociedad Americana Contra el Cáncer), Cancer Facts & Figures 2023 y Cancer Facts & Figures 2022, del sitio web de la ACS, y del sitio web del Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer. https://www.cancer.gov/statistics-and-cancer-factsheets/cancer-facts-figures [Última consulta 11 agosto 2023]

## RESULTADOS

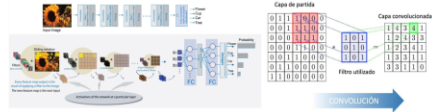
**1. LA NEURONA ARTIFICIAL**  
 Las redes neuronales artificiales se forman, tal como las biológicas, por unas unidades básicas denominadas "neuronas artificiales". Estas son en esencia un sumatorio que pondera los datos de entrada (x<sub>i</sub>) y sus pesos asociados (w<sub>i</sub>), junto a un valor sesgo (b) que indica la predisposición de esta neurona a lanzar ciertos valores:

$$y = w_i \cdot x_i + b$$

El resultado podrá ser después sometido a una "función de activación" que acoete o modifique el valor de salida. Por ejemplo, la función sigmoide es utilizada para mantener los valores de salida de la red entre 0 y 1, y es especialmente útil para predicciones de probabilidades. Las redes artificiales agrupan grandes cantidades de estas neuronas en capas interconectadas entre sí, lo que les permite realizar gran cantidad de cálculos y con ello llevar a cabo funciones más complejas.

**2. DESCENSO DEL GRADIENTE Y RETROPROPAGACIÓN**  
 Descenso del gradiente: es un método iterativo (es decir, que se lleva a cabo en varios pasos que dependen del anterior) que consiste en la resolución de un problema de optimización. En concreto, trabajaremos con la llamada "función de coste" (loss function) que "mide" el error que comete la red respecto a la etiqueta real Y (obtenida utilizando los datos x de cada punto) el proporcionar la etiqueta predicha Y'. Se trata de minimizar este error, es decir, encontrar el punto mínimo de esta función. Algoritmo de retropropagación de errores: este algoritmo es utilizado para entrenar RNAs mediante la llamada "regla de la cadena". Consiste en tomar el error final y "pasarlo hacia atrás", viendo cuánto ha influido en este error cada neurona de la capa anterior. Así, separando el error hasta llegar a la primera capa, podemos saber cuánto ha repercutido cada neurona en el resultado final. Sabiendo el fallo de cada una, podemos calcular el error de sus pesos y corregirlo, gracias al método del descenso del gradiente.

**3. LAS REDES NEURONALES CONVOLUCIONALES**  
 Algoritmo utilizado en el entrenamiento de RNAs. Está especializado en el reconocimiento y clasificación de imágenes. Para ello atribuye a cada píxel de la imagen un valor según sus características, creándose así una matriz inicial a la cual se le aplican "filtros" (otras matrices menores) hasta dar lugar a una matriz final que se compara con aquellas de las imágenes modelo, clasificando la imagen según a cual se parezca más.



**4. CONSTRUCCIÓN DE LA RED NEURONAL Y LA APP: MELADVISOR**  
 Comenzamos creando en Python una RIA capaz de clasificar imágenes de lesiones pigmentadas en dos clases: melanoma maligno y nevus benigno. Para lograr su cometido fue entrenada con más de 3500 imágenes de bases de datos médicas como ISIC y PH2. Escogimos como modelo base el VGG16, algo más antiguo pero idóneo para trabajar con bases de datos menores a las 10.000 imágenes iniciales. Tras escribir el programa en Python, este fue exportado al proyecto de AndroidStudio, en que se diseñó desde cero la aplicación, que a día de hoy incluye más de 1600 líneas de código original (sin contar las 250 líneas de la propia RIA que engloba más de 138 millones de parámetros).

## CONCLUSIONES

Finalmente logramos crear una red neuronal y una aplicación útiles para el público general, demostrando así como estas nuevas tecnologías pueden ser herramientas extremadamente provechosas en todo tipo de disciplinas, por lo que no debe temerseles pero sí aprender sobre ellas y luchar por que se apruebe una legislación que nos salvaguarde ante posibles usos de estas redes por parte de grandes empresas con intereses menos altruistas. A día de hoy MelAdvisor cuenta con un grado de fiabilidad de 80,4% en condiciones de luz natural, como puede observarse en la siguiente gráfica de análisis de los resultados de la red construida en Python. Más información sobre MelAdvisor, así como su descarga, están disponibles en la página de GitHub del proyecto, a la que es posible acceder mediante el QR proporcionado a continuación.



18

# LAS ROCAS TAMBIÉN SE ALTERAN

IES Vaguada de la Palma, Pza. de la Palma s/n 37007 Salamanca

Andrea Ioana Crisan, Mercedes Suárez y Andrea García

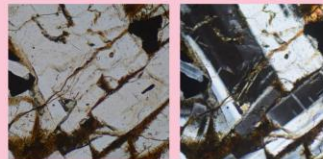
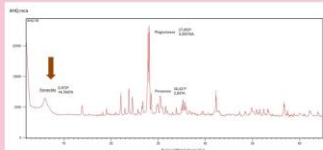
## Introducción

El Canal de Panamá, una de las infraestructuras civiles más importantes del mundo, inauguró su tercer conjunto de esclusas en el año 2016. Esta inauguración se dio con dos años de retraso debido a los problemas surgidos en la fabricación del hormigón puesto que se utilizó un basalto local que estaba alterado como materia prima para la obtención de la arena para el cemento y los áridos del hormigón utilizado en la construcción.



## Resultados y discusión

Tanto en el difractograma como en el microscopio podemos ver como las muestras poseen esmectita en grados distintos



En el ensayo vemos como las muestras van degradándose, solo en algunas muestras.



Podemos concluir que el grado de degradación está relacionado con el contenido en esmectitas.

## Summary

We often think that rocks are resistant, but after what happened in the Panama Canal, We discover that they are not so much. The material that seemed so resistant breaks easily due to the smectites, a type of phyllosilicate with great swelling capacity. In this test, we will perform a accelerated aging on four samples of the channel, subjecting them to conditions similar to those lived in Panama, with periods of hydration and drying. After 20 cycles, we observed that the samples They show different degrees of alteration, which explains why some degrade more than others



UNIVERSIDAD  
 BSALAMANCA

\*Premio de Investigación Cyl



JORNADAS DE INVESTIGADORAS DE CASTILLA Y LEÓN  
LA AVENTURA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Salamanca  
9 Y 10 DE FEBRERO 2023

## JUGANDO CON EL BENCENO EN LA SÍNTESIS DE FENILETILAMINAS

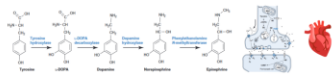
Autoras: Rocío Martínez, Narciso Martín y Carlos T. Nieto  
Centro: IES Vaguada de la Palma  
Email de contacto: rocio.margut.1@educa.jcyl.es

### INTRODUCCIÓN

Las feniletilaminas es una clase aromática formada por un anillo benzénico unido a un etilo con un grupo amino terminal. Estas sustancias se encuentran de forma natural en alimentos como el café, el queso y el chocolate y en nuestro propio organismo en el grupo de las catecolaminas.

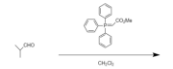


Las catecolaminas están formadas por un anillo benzénico, dos grupos hidroxilo y una cadena lateral de etilamina. Algunas de las catecolaminas presentes en nuestro cuerpo son la dopamina, la norepinefrina y la epinefrina. Estas tres neurotransmisores son liberados por los receptores adrenérgicos, unas glándulas que se unen a ellas y generan respuestas como la hormonas de la presión arterial y la contracción del músculo cardíaco. La activación o el bloqueo de estos receptores adrenérgicos es un importante enfoque terapéutico para el tratamiento de diferentes trastornos cardiovasculares como la arritmia, la angina de pecho y la hipertensión.



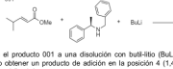
### PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS

#### 1. REACCIÓN DE WITTIG



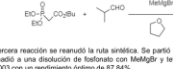
Se añadió ioduro de litio a una disolución de iodo de tiastiro en diclorometano. La muestra obtenida se usó para la síntesis de ioduro de litio.

#### 2. ADICIÓN DE MICHAEL



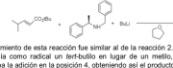
Se añadió el producto 001 a una disolución con butil-litio (BuLi), amina y THF (tetrahidrofurano) anhidro, esperando obtener un producto de adición en la posición 4 (1,4). Sin embargo, se obtuvo un producto de adición en 1,2 y 1,4.

#### 3. REACCIÓN DE WITTIG



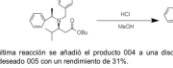
En esta tercera reacción se reanuda la ruta sintética. Se partió de nuevo con el ioduro de litio, pero esta vez se añadió a una disolución de tiastiro con Metilgrijo y tetrahidrofuran. De esta forma se obtuvo el producto 003 con un rendimiento óptimo de 87,84%.

#### 4. ADICIÓN DE MICHAEL



El procedimiento de esta reacción fue similar al de la reacción 2. Sin embargo, el producto del que se partió (003), tenía como radical un anillo en lugar de un metilo, lo que ofrecía una mayor protección que garantizaba la adición en la posición 4, obteniendo así el producto 004 deseado con un 38,6% de rendimiento.

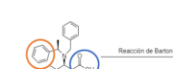
#### 5. DESPROTECCIÓN DEL ÉSTER TERFIBUTOILO



En esta última reacción se añadió el producto 004 a una disolución de HCl y MeOH, obteniendo así el producto deseado 005 con un rendimiento de 31%.

### CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos propuestos, se elaboró un beta aminoalcoól quiral, tras realizar la descarboxilación de Barton hubiese permitido la síntesis de la feniletilamina objetivo. No obstante, la ruta sintética se vio alterada tras la reacción 2, pero no se obtuvo el producto de adición esperado en la posición 4, sino que se obtuvo un producto de adición 1,2 y 1,4. Sin embargo, tras aislar el radical del producto inicial por un terbutilo, se ofrecía mayor protección, se garantizaba la obtención del producto deseado. Como propuesta futura se plantea realizar la descarboxilación de Barton que conllevaría el rendimiento estructural del aminoalcoól 005 para obtener la feniletilamina deseada y descrita en los objetivos de este trabajo y de manera más protectora se pretende también funcionalizar los anillos aromáticos y así jugar con su movilidad dadas sus características estereotéricas.



### OBJETIVOS

El objetivo principal de este proyecto es la síntesis de un derivado de la feniletilamina a partir de varias reacciones controladas. Estas son un tipo de reacciones con múltiples aplicaciones en química orgánica que consisten en sintetizar una molécula concreta a partir de varias reacciones dominas en las que cada fase surge a partir del producto obtenido en la fase anterior.



### MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron técnicas de separación y purificación de muestras como la desecación, la decantación, la filtración, la destilación, el rotavapor y la cromatografía, tanto de capa fina como de columna.



También se emplearon métodos de identificación de muestras como la espectroscopía de resonancia magnética nuclear (RMN) y la espectroscopía de infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR).

### BIBLIOGRAFÍA

1. Nieto, C.T.; Martínez, A.; Martín, N.; Nieto, C.T. Phenylethylamines in Medical Chemistry. *Chemistry* 2023, 18, 855. <https://doi.org/10.3390/chem18080855>

2. Foye, W.D. *Principios de Farmacología*. Elsevier: España, 2002.

3. Foye, W.D. *Principios de Farmacología*. Elsevier: España, 2002.

4. Martínez, A.; Nieto, C.T.; Nieto, C.T.; Nieto, C.T. Synthesis of Phenylethylamines. *Chemistry* 2023, 18, 855. <https://doi.org/10.3390/chem18080855>

5. Nieto, C.T.; Martínez, A.; Martín, N.; Nieto, C.T. Synthesis of Phenylethylamines. *Chemistry* 2023, 18, 855. <https://doi.org/10.3390/chem18080855>

6. Nieto, C.T.; Martínez, A.; Martín, N.; Nieto, C.T. Synthesis of Phenylethylamines. *Chemistry* 2023, 18, 855. <https://doi.org/10.3390/chem18080855>

### ORGANIZAN



### PATROCINAN



JORNADAS DE INVESTIGADORAS DE CASTILLA Y LEÓN  
LA AVENTURA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Salamanca  
9 Y 10 DE FEBRERO 2023

## ANÁLISIS IN VIVO DEL EFECTO DE RADICALES LIBRES DE OXÍGENO SOBRE EL DESARROLLO DE CÉLULAS GLIALES DEL SNC

Autoras: Dayami Martín Ortega y Verónica González Núñez  
Centro: IES Vaguada de la Palma  
Email de contacto: dayami.martin@educa.jcyl.es

### INTRODUCCIÓN

Los radicales libres son especies químicas muy reactivas e inestables, que pueden estar presentes como productos intermedios en numerosas reacciones metabólicas de gran importancia para la vida. El peróxido de hidrógeno, también conocido como agua oxigenada, es la especie reactiva del oxígeno que se ha empleado en este trabajo. Se caracteriza por ser un agente oxidante potente, que en nuestro cuerpo puede producir estrés oxidativo. Los antioxidantes son sustancias capaces de proteger el organismo del daño oxidativo. El estrés oxidativo es consecuencia de un desequilibrio entre la producción de radicales libres y la capacidad antioxidante de un organismo. Hoy en día, se conoce que el proceso de envejecimiento está estrechamente ligado al daño oxidativo. La generación de radicales libres tiene, además, gran importancia en las enfermedades neurodegenerativas.



Las células gliales se encuentran en todo el sistema nervioso y son las encargadas de proporcionar a las neuronas soporte estructural, de modo que estas puedan cumplir sus funciones. En el SNC, destacan dos células de glia: los astrocitos, que participan en la coordinación de la actividad cerebral y los oligodendrocitos, que participan en la transmisión del impulso nervioso.



El pez cebra (*Danio rerio*), es el animal modelo de investigación utilizado en este trabajo. Esta especie presenta numerosas ventajas como animal de laboratorio, pero la más importante es su gran parecido genético al humano, lo que permite que los resultados de investigaciones con estos animales puedan ser extrapolados a los humanos.



### OBJETIVOS

- 1) Observar y analizar el efecto de las distintas concentraciones de peróxido de hidrógeno sobre la supervivencia de los embriones de *Danio rerio*.
- 2) Observar y analizar el efecto de las distintas concentraciones de peróxido de hidrógeno sobre las malformaciones durante el desarrollo embrionario.
- 3) Observar y analizar el efecto de las distintas concentraciones de peróxido de hidrógeno sobre las células gliales del Sistema Nervioso Central: astrocitos y oligodendrocitos.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Este proyecto se ha realizado en el Instituto de Neurociencias de Castilla y León (INCYL) y para llevarlo a cabo se han empleado pipetas, para preparar los medios, varias placas con 12 pocillos, donde se ha almacenado a los embriones, y una botella de disolución de peróxido de hidrógeno o agua oxigenada (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) al 30%, de la cual se han obtenido las sucesivas concentraciones a las que los peces han sido expuestos y medio E3 que sirve de aporte de nutrientes y medio vital. Para este trabajo, se ha analizado el desarrollo de los peces cebra durante distintos estadios de desarrollo y a la hora de analizar los resultados, se tuvo en cuenta: la tasa de supervivencia, la velocidad de desarrollo y las posibles malformaciones que se pudieran observar.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Nieto, C.T.; Martínez, A.; Martín, N.; Nieto, C.T. Phenylethylamines in Medical Chemistry. *Chemistry* 2023, 18, 855. <https://doi.org/10.3390/chem18080855>

2. Foye, W.D. *Principios de Farmacología*. Elsevier: España, 2002.

3. Foye, W.D. *Principios de Farmacología*. Elsevier: España, 2002.

4. Martínez, A.; Nieto, C.T.; Nieto, C.T.; Nieto, C.T. Synthesis of Phenylethylamines. *Chemistry* 2023, 18, 855. <https://doi.org/10.3390/chem18080855>

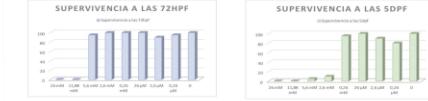
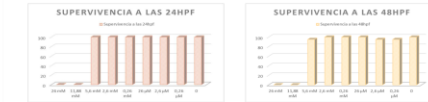
5. Nieto, C.T.; Martínez, A.; Martín, N.; Nieto, C.T. Synthesis of Phenylethylamines. *Chemistry* 2023, 18, 855. <https://doi.org/10.3390/chem18080855>

6. Nieto, C.T.; Martínez, A.; Martín, N.; Nieto, C.T. Synthesis of Phenylethylamines. *Chemistry* 2023, 18, 855. <https://doi.org/10.3390/chem18080855>

### RESULTADOS

El peróxido de hidrógeno presenta efectos negativos sobre el desarrollo y la supervivencia de los peces cebra. Ningún embrión expuesto a altas concentraciones de peróxido de hidrógeno (28 mM y 11,88 mM) sobrevivió. Los embriones que sobrevivieron a concentraciones intermedias (5,6 mM y 2,6 mM) presentaron un menor grado de desarrollo que aquellos del control o los expuestos a bajas concentraciones. Incluso, en algunos casos, se manifestaron anomalías en la morfoloía. La supervivencia a bajas concentraciones de peróxido de hidrógeno (0,26 mM, 2,6 µM, 2,6 µM y 0,26 µM) es muy elevada. Los datos producidos por el estrés oxidativo han sido mínimos y muestran un desarrollo normal.

A continuación, se presentan cuatro gráficas en las que se pueden observar la supervivencia de los peces cebra en distintos estadios de tiempo: 24 hpf (horas post-fecundación), 48 hpf, 72 hpf y 96 hpf (días post-fecundación). Debajo de cada gráfica aparecen dos imágenes tomadas de los embriones en el correspondiente estado de desarrollo, en la imagen de la izquierda el embrión ha sido expuesto a una alta concentración de peróxido de hidrógeno y en la de la derecha a una baja concentración. De esta manera, se pueden apreciar las diferencias en el desarrollo en aquellos peces que han sufrido un mayor estrés oxidativo y aquellos que no. Los peces expuestos a mayores concentraciones presentan un menor tamaño y zonas necróticas (24 hpf), un mayor tamaño del vitelo (72 hpf) y edemas pericárdicos y deformaciones en el desarrollo (5 dpf).



### CONCLUSIONES

- 1) La utilización de embriones de pez cebra de 1 a 5 días post-fecundación permite evaluar los efectos del estrés oxidativo producido por el peróxido de hidrógeno sobre el desarrollo embrionario.
- 2) El peróxido de hidrógeno, al ser un radical libre, provoca estrés oxidativo en los embriones de *Danio rerio*. Las concentraciones elevadas producen altas tasas de mortalidad, mientras que las concentraciones que no resultan letales provocan retraso y malformaciones en el desarrollo.
- 3) El daño oxidativo provocado por los radicales libres de oxígeno afecta a las células gliales del Sistema Nervioso Central.



\* Accésit Jornadas de Investigadoras