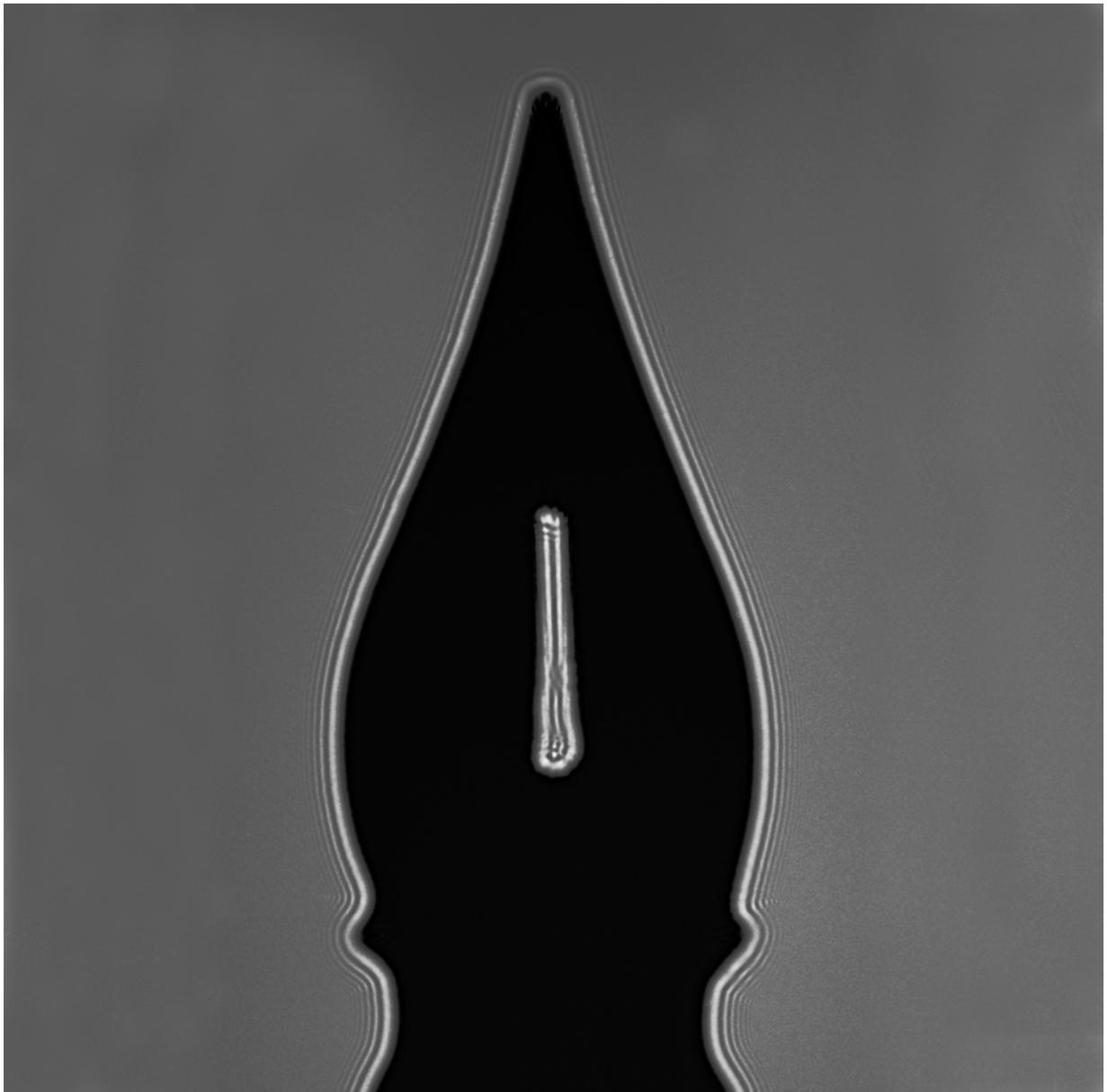


# MERID I.e.S

REVISTA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA PARA ALUMNOS DE ENSEÑANZA SECUNDARIA



# 23

[www.meridies.info](http://www.meridies.info)

**2020**

*Asociación Investigación en Secundaria*

*I.e.S.*



# MERIDIES

REVISTA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA PARA ALUMNOS DE ENSEÑANZA SECUNDARIA

# 23

2020

*I.e.S.* 

**SECRETARÍA DE REDACCIÓN**

Departamento de Biología y Geología  
IES Universidad Laboral  
Avda. de la Universidad, 53  
10003 CÁCERES

[revistameridies@yahoo.es](mailto:revistameridies@yahoo.es)

**CONSEJO DE REDACCIÓN**

José Manuel Rivero Martín  
Josefa Jaramillo Romero  
Fernando Alfonso Cervel  
Josefa Montero García  
M<sup>a</sup> Elena Montejo González

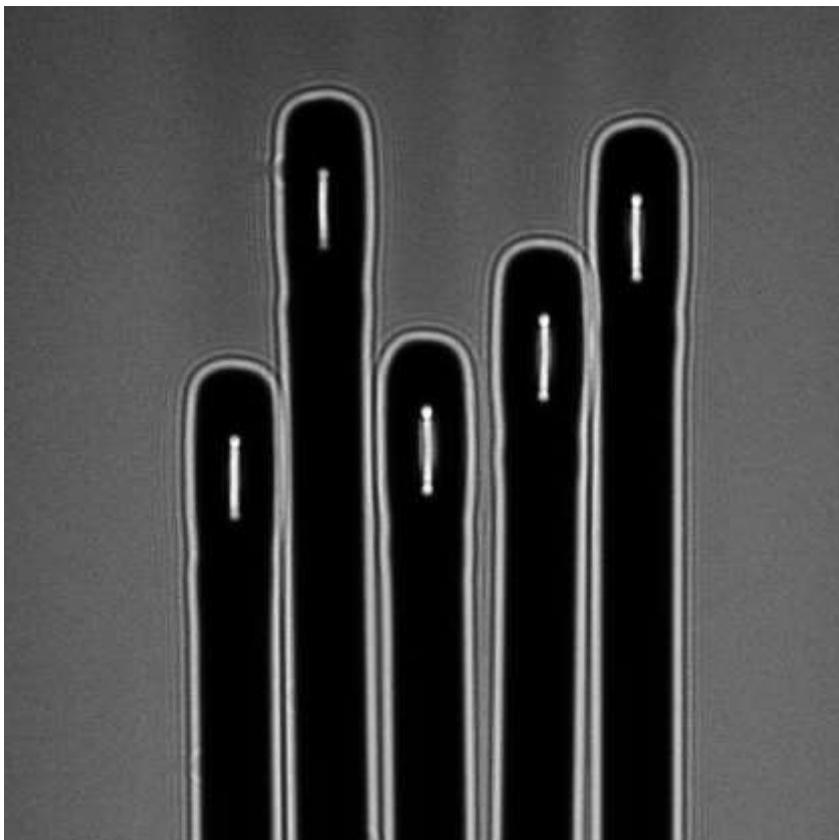
**CONSEJO ASESOR**

Dr. D. Pedro Modesto Álvarez Peña (*Universidad de Extremadura*)  
D. Ángel Calleja Pardo (*IES Norba Caesarina, Cáceres*)  
Dr. D. José Julián Calvo Andrés (*Universidad de Salamanca*)  
D. Emilio Fernández Vicioso (*IES Santa Eulalia, Mérida*)  
Dra. D<sup>a</sup> Pilar García Rodríguez (*Universidad Complutense de Madrid*)  
Dr. D. Christopher Gaul (*Cognitec Systems GmbH, Dresden. Alemania*)  
Dr. D. Edgar Fabián Gómez Sánchez (*I.E. Técnica La Esperanza, Valledupar. Colombia*)  
Dra. D<sup>a</sup> Ana Montero Benavides (*Universidad Politécnica de Madrid*)  
D<sup>a</sup> Lucía Pérez de Celi (*Colegio Alternativo Talentos, Trujillo. Perú*)  
Dra. D<sup>a</sup> María del Carmen Sánchez Bernal (*Universidad de Salamanca*)

Presentación	5
<i>IN MEMORIAN. Margarita Salas Falgueras.</i>	7
<b>M. V. GIL ÁLVAREZ.</b> Pensamiento crítico: La esperanza en el país de los ciegos.	9
<b>R. ORTIZ MEDINA.</b> El rol de la emoción en el proceso de aprendizaje.	13
<b>A. BUITRAGO, A. FERNÁNDEZ, H. MAÍLLO, M. SÁNCHEZ, M VARAS, C. SALAMANCA y P. GALLEGO.</b> Efecto antimicrobiano de algunos alimentos.	21
<b>J. SÁNCHEZ y J. MANJÓN.</b> Efectos del herbicida glifosato a bajas concentraciones: Alteraciones en oenocitos y ovarios de <i>Drosophila melanogaster</i> .	27
<b>M. C. FALCÓN, K. MATEUS, A. PIZARRO, M. MORALO y J. JARAMILLO.</b> Ruido y autismo.	35
<b>I. AGUÍN, A. RODRÍGUEZ, A. GARCÍA.</b> Estudio del perifiton y otros organismos epibiontes de la ascidia <i>Phallusia mammillata</i> y su influencia en posibles epizootias.	39
<b>C. GUTIÉRREZ, M. BOZA, S. PACHE, M. ROLLANO, M. BRÍGIDO y M. CABEZAS.</b> Nematodos en ganado ovino.	47
<b>L. RODRÍGUEZ, Y. MOSCOTE JULIO, R.AMAYA y L. D. RAMOS.</b> Elaboración de pinturas GRAMP.	53
<b>Alumnos 1º Bach. (2018-19) y J. I. GUTIÉRREZ.</b> ¿Qué le ocurre a la frecuencia cardíaca mientras hacemos un examen?	57
<b>F. BLANCO, V. CONDE y A. GARCÍA.</b> Estudio sobre la utilización del alga de arribazón en la costa ( <i>Codium</i> sp.) en alimentación.	63
<b>D. MARTÍN, M. GIL y P. MATEOS-QUESADA.</b> Evolución de las pedreras en la sierra de Las Villuercas.	69
<b>P. SÁNCHEZ, A. GABRIELA y P. MATEOS-QUESADA.</b> La altura original de la sierra de Las Villuercas.	73
<b>S. AIZCORBE, I. CALDERÓN, E GONZALO, E. PARAMÁS, A. RODRÍGUEZ, C. SALAMANCA y P. GALLEGO.</b> Variación de la acidez y el pH de la leche al fabricar yogur.	77
<b>A. CRUZ, D. MOCIHNA, M. SEVILLANO, F. CRUCES y J. JARAMILLO.</b> Montaje de sonómetros para elaborar un mapa sonoro de un centro escolar.	81
<b>L. AMADO, D. BARTOLOMÉ, L. CARRASCO, J. J. RAMOS, F. CRUCES y J. JARAMILLO.</b> Soluciones ante el problema del ruido en el IES San Roque -Badajoz-.	87



<b>Á. MELLADO, S. MOROCHO, N. SÁNCHEZ, L. SÁNCHEZ y M. V. GARRIDO.</b> Funcionamiento del ojo: Estudio de la frecuencia de trastornos en la percepción de los colores.	89
<b>M. NÚÑEZ, M. LABRADOR, C. LAJAS y J. MANJÓN.</b> La forma del corazón del embrión de pollo.	93
<b>M. C. VERGARA, Z. ARIAS y L.D. RAMOS.</b> Modelo de prevención acerca de los efectos fisiológicos de sustancias psicoactivas como agentes de cambio en el sistema nervioso central.	101
<i>Indicaciones y normas para la publicación en MERIDIES</i>	111



*LAS AGUJAS Y LA LUZ*

**Pudo ser portada.** *El profesor Alejandro del Mazo nos propuso dos extraordinarias fotografías para la portada de MERIDIES 23 (ésta y la que aparece en portada), ambas ilustran el mismo fenómeno físico. Escogimos la plumilla porque nos parecía una invitación a investigar y a escribir; escribir artículos científicos con tus investigaciones.*

## PRESENTACIÓN

*Como bien conocen todos nuestros lectores, MERIDIEs es una revista singular porque publica artículos con estructuración científica realizados por alumnos de enseñanza secundaria. Estos artículos resumen trabajos realizados, en colegios e institutos, por grupos de alumnos tutelados por un profesor. Estos profesores, sabiéndolo o no, son actores de un punto de inflexión clave en la formación de sus alumnos. Para la inmensa mayoría de estos estudiantes adolescentes, ésta será siempre su primera publicación, publicación de la que se sentirán orgullosos (sigan o no la carrera investigadora) porque la realizan cuando muchos de ellos no han cumplido dieciocho años. Demos pues la bienvenida y la enhorabuena al medio centenar de jóvenes investigadores que ven, en MERIDIEs 23, publicado su primer artículo científico.*

*En este número encontramos 16 artículos de estudiantes españoles y colombianos. La presencia de artículos procedentes de centros sudamericanos no es infrecuente en nuestra revista, en esta ocasión se trata de la Institución Educativa San Joaquín de la ciudad de Valledupar, centro que se incorpora a la larga lista de centros que han publicado en estas páginas desde 1997. También publican por primera vez otros tres centros españoles: el Colexio Plurilingüe Alborada de Vigo y los IES San Roque de Badajoz y Castillo de Luna de Alburquerque (Badajoz). A todos ellos, junto a los ya veteranos IES Extremadura de Montijo, IES Maestro Gonzalo Korreas de Jaraíz (Cáceres), IES Francisco de Orellana de Trujillo (Cáceres), IES Fray Luis de León de Salamanca e IES Francisco Salinas, también de Salamanca, muchas gracias por vuestra colaboración y esfuerzo. Agradecimiento dirigido a los alumnos y muy especialmente a sus profesores, verdaderos catalizadores de esta ilusión.*

*Agradecemos igualmente la colaboración de D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup> Victoria Gil Álvarez y D<sup>a</sup> Rosa Ortiz Medina con sus interesantísimos artículos que abren esta revista.*

*Este número recuerda con emoción la colaboración que con nosotros tuvo Margarita Salas, recientemente fallecida, y así se recoge en las páginas que siguen a esta presentación.*

*También se quiere aquí dejar constancia de la celebración en Jaraíz de la Vera (Cáceres) de nuestra XXIII Reunión Científica para alumnos de Enseñanza Secundaria “Jaraíz, 2019”, que tuvo lugar los días 4 y 5 de abril. Estuvo*

*organizada, principalmente, por un eficaz grupo de profesores del IES Maestro Gonzalo Korreas de dicha localidad, coordinados por el profesor D. Jesús Manjón Sánchez. Fueron dos días extraordinarios de intercambio de conocimientos y estrategias de aprendizaje y motivación, entre alumnos y profesores de muy diversas procedencias. Resultaron unas jornadas muy provechosas y lo aprendido por todos va mucho más allá de lo meramente académico. Se debe agradecer a todos su esfuerzo para que esta vigesimotercera reunión resultara un verdadero éxito.*

*En dicha reunión se presentó la que será la XXIV Reunión Científica que tendrá lugar en Zafra (Badajoz), con la colaboración de un sereno y valiente grupo de compañeros del IES Suárez de Figueroa. Esta reunión será los días 5 y 6 de marzo de 2020. Si estáis interesados visitad la página [www.meridies.info](http://www.meridies.info) o solicitar directamente información en [revistameridies@yahoo.es](mailto:revistameridies@yahoo.es).*

*Finalmente queremos también invitaros a todos a preparar vuestros artículos científicos para el próximo número. El plazo de recepción de trabajos no termina hasta el último día de octubre de 2020, pero desde ahora mismo estamos ya esperándolos. En la última página de esta revista se incluyen las necesarias indicaciones y normas para publicar en MERIDIES 24.*



[www.meridies.info](http://www.meridies.info)

## ***IN MEMORIAN***

El pasado 7 de noviembre de 2019 falleció en Madrid la doctora **Margarita Salas**, una de las mayores científicas españolas del siglo XX. A sus ochenta años se mantenía activa, “*no concibo la vida sin investigación*”, dijo en Viena en junio, al recoger el Premio Inventor Europeo. A su faceta de gran investigadora se unía la de excelente difusora del conocimiento científico y siempre estaba dispuesta a participar en foros y eventos que divulgaran y contagiaran el amor y la pasión por la ciencia.

Por ello, en marzo de 2009 se prestó encantada a participar en nuestra XIII Reunión Científica que tuvo lugar en la localidad cacereña de Tiétar. Su conferencia “*De la biología molecular a la biomedicina*” resultó realmente inolvidable y caló hondo en los allí presentes.



**Margarita Salas durante su conferencia en la XIII Reunión Científica para alumnos de Enseñanza Secundaria “Tiétar, 2013” (6/3/13)**

Para nosotros fue un verdadero orgullo contar con su presencia en esta decimotercera edición, especialmente un año en el que tuvimos la valentía de organizarla en un antiguo pueblo de colonización, de menos de mil habitantes (Tiétar ha sido la población más pequeña que ha acogido una edición de nuestra “Reuniones Científicas”). A Margarita Salas no le importó llegar desde Madrid a esta pequeña localidad para dirigirse a un entusiasmado grupo de adolescentes y compartir un día con un grupo singular, apasionado y altruista de profesores de secundaria que trataban de inyectar la pasión por la ciencia en sus jovencísimos alumnos.



**Dos instantáneas de Margarita Salas compartiendo con profesores de nuestra asociación Investigación en Secundaria (IeS), durante la celebración de la XIII Reunión Científica**

Margarita Salas también colaboró con esta revista remitiéndonos un artículo que resumía su conferencia y que apareció publicado en MERIDIES 13.

Todos los que formamos parte de esta asociación y muchos otros que colaboran con nosotros, nos sentimos deudores. **Sea este un recuerdo emocionado.**

MERIDIES n° 13, 2009 (7-12)

## DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR A LA BIOMEDICINA

MARGARITA SALAS

Centro de Biología Molecular "Severo Ochoa", (C.S.I.C.-U.A.M.)  
msalas@cbm.uam.es

Durante la segunda mitad del siglo pasado hemos asistido al nacimiento y al espectacular desarrollo de la Biología Molecular. Así, hemos conocido la naturaleza del material genético. Experimentos clave realizados a finales de los 40 y principios de los 50 indicaron que el material genético es el ácido nucleico: DNA o RNA y no las proteínas como se pensaba durante la primera mitad del siglo. Además, en 1953 Watson y Crick determinaron que el DNA está en forma de doble hélice, lo que sugirió un mecanismo para su duplicación. También se han conocido los mecanismos básicos de control de la expresión genética y se ha descifrado la clave genética, es decir, cómo una secuencia de cuatro elementos, los nucleótidos, se leen para dar lugar a otra secuencia de 20 elementos, que son los aminoácidos que forman las proteínas. Por otra parte, se han puesto las bases para el desarrollo de la biotecnología. Las contribuciones de la biotecnología a la humanidad son muchas y muy importantes. Así, en el sector farmacéutico se han conseguido productos más seguros y más baratos: insulina, hormona de crecimiento, interferones, interleuquinas, vacunas, etc. En el sector medioambiental, se han obtenido nuevas bacterias modificadas para biodegradar compuestos que no lo eran por las bacterias existentes. En agricultura se han conseguido plantas transgénicas resistentes a insectos, a virus, a la salinidad del suelo, etc.

En este cambio de siglo y de milenio hemos asistido a un acontecimiento científico de enorme importancia: el conocimiento de la secuencia del genoma humano con sus 3.200 millones de nucleótidos distribuidos en los 23 pares de cromosomas que constituyen nuestra dotación genética. La secuencia del genoma

humano contiene la clave genética presente en cada una de las diez trillones de células que existen en cada persona. Es la información necesaria para crear un ser humano, y que influye en nuestro comportamiento y en nuestras mentes. También nos indicará nuevos enfoques para combatir enfermedades.

En 1988 el Consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos nombró un comité para iniciar el proyecto de secuenciación del genoma humano, recomendando también que se secuenciasen otros genomas como bacterias, levaduras, gusanos, moscas y ratones, así como el desarrollo de la tecnología necesaria para la consecución de estos objetivos. Por otra parte, se hacía hincapié en la investigación respecto a las implicaciones éticas, legales y sociales derivadas del conocimiento de la secuencia del genoma humano.

A finales de 1990 se estableció un consorcio público para determinar la secuencia del genoma humano que implicaba a 20 laboratorios y cientos de investigadores de los Estados Unidos, el Reino Unido, Japón, Francia, Alemania y China. El 15 de febrero del año 2001, dicho consorcio publicaba en la revista *Nature* un borrador de la secuencia del genoma humano que está disponible gratuitamente para toda la humanidad. Simultáneamente se publicaba el mismo día en la revista *Science* por la compañía americana Celera Genomics otro borrador de la secuencia del genoma humano.

En el último cuarto del siglo XX y en los primeros años de este siglo hemos conocido la secuencia completa de numerosos virus, bacterias, un hongo (la levadura de cerveza *Saccharomyces cerevisiae*), la planta *Arabidopsis thaliana* y dos variedades de arroz, varios animales (la mosca del vinagre

7

Primera página del artículo publicado por Margarita Salas en esta revista en el año 2009.

## PENSAMIENTO CRÍTICO: LA ESPERANZA EN EL PAÍS DE LOS CIEGOS

María Victoria Gil Álvarez

Profesora Titular de Química Orgánica. Facultad de Ciencias. Universidad de Extremadura

A estas alturas, cuestionar las aportaciones con las que **la ciencia** –en general– y **la química** –en particular– han contribuido a mejorar nuestro estado del bienestar, carece de sentido alguno. Basta mirar a nuestro alrededor para descubrir que todo, absolutamente todo lo que nos rodea, es química.

**Podemos definir nuestro propio cuerpo como un gran tubo de ensayo**, un laboratorio andante, donde simultáneamente se están sucediendo una infinidad de reacciones químicas, todas necesarias para mantenernos vivos. Para que dichas reacciones se lleven a cabo necesitamos aportar alimentos, respirar el oxígeno del aire y que los rayos de la luz del sol incidan, de forma moderada y controlada, sobre nosotros.

Nuestra **cocina** es, igualmente, otro gran laboratorio: ¿somos verdaderamente conscientes de la gran cantidad de reacciones químicas que tienen lugar mientras cocinamos un alimento? Esas reacciones pueden transcurrir con cambios de color, gracias a la formación de pigmentos que se originan durante, por ejemplo, los calentamientos a los que sometemos a dichos alimentos. A su vez, durante esos procesos se generan sustancias responsables de aromas y sabores que los consumidores “exigimos” en nuestros platos, así como las texturas deseadas en los mismos. Todos estos aspectos contribuyen a que se adquiera el *flavor* característico de cada alimento.

Pero volvamos a las aportaciones que esta disciplina ha hecho a la humanidad, y planteémonos qué sería de nosotros ante un día sin química. Ese día no tendríamos acceso a agua potable, alimentos, agroquímicos, medicinas, cosméticos con los que asearnos, así como a miles de materiales presentes en una infinidad de objetos cotidianos. A pesar de lo anteriormente expuesto, las connotaciones negativas asociadas a la palabra *química* han ido creciendo en los últimos años. A ello han contribuido **las drogas, los venenos, los explosivos y un lamentable largo etc.**, y son estos últimos los que parecen dominar la percepción que la sociedad tiene de esta rama de la ciencia, mientras que el resto de disciplinas científicas son vistas bajo una perspectiva mucho más amable. Todo ello ha conducido a los grandes divulgadores a acuñar el término **quimiofobia**, referido al miedo que suscitan las sustancias químicas. Los medios de comunicación y las estrategias de marketing de algunas empresas se han encargado de agravar esta situación: de hecho, decenas de spots publicitarios hacen uso del reclamo “100% natural”. ¿Acaso no conocemos que todos los alimentos, de procedencia natural o no, contienen, en mayor o menor medida, carbohidratos, lípidos, proteínas, vitaminas y minerales? ¿Y qué decir del agua, que no es sino un compuesto químico?

Ante tal panorama, en las Naciones Unidas (2008) se decidió reconocer los logros en química y sus contribuciones a la humanidad, celebrando, en 2011, el Año Internacional de la Química. Durante los múltiples eventos celebrados bajo el lema “**Química: nuestra vida, nuestro futuro**”, se puso de manifiesto cómo esta rama contribuía, de forma vital, a alcanzar los objetivos de la Década de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible (2005-2014). Dichos objetivos iban encaminados a integrar los principios, valores y prácticas del **desarrollo sostenible** en todos los aspectos de la educación y el aprendizaje, con el fin de fomentar cambios de comportamiento necesarios para preservar la integridad del medio y la viabilidad de la economía, de modo que las generaciones actuales y venideras gocen de justicia social.

Por fortuna, esa fobia a la que anteriormente aludía tiene curación, aunque sólo se consigue adquiriendo **cultura científica**, labor que va de la mano de la divulgación. Si la sociedad logra reconocer la importancia no sólo de la química sino de la ciencia en general, podrá exigir a sus gobiernos que se invierta más en investigación, ya que **un país sin ciencia, sin avances científicos, es un país que termina anquilosado**.

Además, esa cultura es la que nos permite opinar con cierto criterio sobre temas de rigurosa actualidad como la investigación con células madre, la energía nuclear o los alimentos transgénicos y ecológicos, entre otros.

Asimismo, nos aporta argumentos para discernir entre ciencias y **pseudociencias**. Es lamentable que en pleno siglo XXI haya personas que malgasten su dinero en sesiones de numerología, astrología y, aún peor, que pongan su salud en manos de las medicinas alternativas, absolutamente carentes de rigor científico alguno. No olvidemos que muchas enfermedades erradicadas hace años en Europa están volviendo a emerger debido a **los movimientos antivacunas**. Nuevamente, la medicación ante estos movimientos sociales vuelve a ser la cultura científica.

La importancia de la divulgación se centra, además, en el **despertar de vocaciones científicas**. Las materias de ciencias no gozan de excesiva popularidad entre los niveles académicos de Secundaria y Bachillerato, posiblemente debido a que son consideradas materias aburridas y especialmente complejas. ¿Percibe verdaderamente la sociedad la utilidad de la ciencia? ¿Está justamente reconocida la figura del científico?

¿Y de las científicas? Reflexionemos sobre el siguiente hecho. Las Conferencias Solvay, organizadas bajo el mecenazgo del químico e industrial belga Ernest Solvay, son una serie de reuniones científicas que se celebran desde 1911, permitiendo congregarse a los más grandes científicos de la época.

La I Conferencia Solvay, celebrada bajo el lema *Radiación y los cuantos*, reunió en Bruselas a veintitrés hombres y una sola mujer, Marie Curie. Un siglo después, la XXV Conferencia (2011) que versó sobre la *Teoría del mundo cuántico*, reunió a sesenta y siete hombres y tan sólo dos mujeres.

Esta terrible ratio se observa, de igual modo, entre los galardonados por los Premios Nobel: ochocientos cincuenta y tres hombres frente a cincuenta y dos mujeres (veinticinco de ellas compartieron galardón).

El último informe de Científicas en Cifras (2017) analiza la presencia relativa de mujeres en los distintos niveles y ámbitos de la ciencia en España, con especial atención a la carrera investigadora en Universidades y Organismos Públicos de Investigación (OPIs), a la composición de órganos de gobierno y evaluación, y a los resultados de la participación en convocatorias de financiación de I+D+i. Todo ello con el propósito de identificar y cuantificar brechas de género, que permitan orientar nuevas actuaciones a favor de la igualdad efectiva en la participación de mujeres y hombres en investigaciones financiadas con fondos públicos.

Este último análisis de la (des)igualdad de género en la ciencia española concluye que sigue destacando la escasa presencia de mujeres en los cargos de gobierno, se mantiene el techo de cristal en la carrera investigadora y que continúa la brecha de género en las convocatorias de proyectos de I+D+i.

Un reciente y valiente estudio publicado este mismo año en la prestigiosa revista Nature atribuye a la maternidad esta brecha tan llamativa, y ha sido el germen de campañas tan virales como la iniciada en España, en 2018, bajo el lema *O científica o madre*.

Para tratar de paliar todo lo anteriormente expuesto, los científicos tenemos mucho que aportar. Si bien nuestras principales labores se centran en la docencia e investigación, debemos ser conscientes de que en nuestras manos está realizar una **labor social** tremendamente importante a la vez que subestimada, y consiste en dedicar una parte de nuestro tiempo a la divulgación.

En los últimos años y gracias al auge de las redes sociales y los blogs de divulgación, el mundo 2.0 se está convirtiendo en uno de los principales medios divulgativos. El uso de estas estrategias permite que la información llegue, con un lenguaje sencillo y sin el uso excesivo de tecnicismos, a miles de personas, con la consiguiente ganancia en cultura científica.

De igual modo están cambiando los escenarios empleados para la transmisión del conocimiento; así, lejos de los arcaicos salones de actos, ahora se divulga en lugares tan variopintos como parques o bares. En este contexto cabe destacar la importancia de la iniciativa del festival *Pint of Science*, cuyo objetivo es ofrecer charlas sobre las últimas investigaciones de cada científico participante, en un formato accesible al público como puede ser un bar, brindando de este modo una plataforma que permite a los asistentes discutir sus inquietudes con los propios investigadores.

Una experiencia tremendamente humana y gratificante es la que algunos divulgadores hemos tenido el honor de vivir, y consiste en **divulgar en centros penitenciarios**, concretamente bajo el formato de entrevistas realizadas por los propios internos, quienes deben preparar un tema con pocos días de antelación y con escasos recursos bibliográficos, ya que desde la prisión no pueden acceder al mundo de la información y la comunicación.

Igualmente gratificante es llevar ciencia a **niños hospitalizados**, una entrañable vivencia difícil de borrar de la retina de quienes hemos tenido la suerte de experimentarla. De este modo se consigue aliviar el dolor de estos niños y alegrar sus días de ingreso, fomentar vocaciones científicas y transformar su tristeza en diversión mediante la realización de talleres educativos y terapéuticos.

Un gran inconveniente que nos encontramos aquellos profesores/investigadores a los que nos apasiona este mundo de la divulgación, es que nuestra labor está subestimada por algunos miembros de la comunidad universitaria, y todo ello a pesar de que la actual Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación contempla, entre otros aspectos, la promoción de las labores de divulgación. Sin embargo, mucho me temo que hasta que éstas no sean reconocidas a nivel curricular, hasta que no se diseñe **una propuesta para alcanzar el reconocimiento de la divulgación científica como mérito en la carrera docente e investigadora**, seguiremos siendo sólo unos pocos los que dediquemos parte de nuestro tiempo a esta importante, a la par que gratificante, labor.

Se concluye este artículo con una afirmación bastante ilustrativa de la situación actual: *Vivimos en una sociedad profundamente dependiente de la ciencia y la tecnología en la que nadie sabe nada de ciencia y tecnología.* Carl Sagan (1934-1996)

Supone un verdadero honor para mí haber impartido la conferencia inaugural de la XXIII Reunión Científica (Jaraíz de la Vera, 2019)

*Gracias por contar conmigo*

## EL ROL DE LA EMOCIÓN EN EL PROCESO DE APRENDIZAJE

**Rosa Ortiz Medina**

Facultad de Humanidades y Ciencias de la Comunicación. Universidad Rey Juan Carlos

Es bien sabido que en el paso de la infancia a la adolescencia y en la propia adolescencia se producen cambios importantes y profundos en el cerebro, tanto estructurales como funcionales. Los adolescentes experimentan tres cambios importantes en el cerebro que se suelen describir así:

- a) Estimulación de los sistemas de recompensa
- b) Fomento de los sistemas de relaciones sociales
- c) Desarrollo de los sistemas de regulación personal y emocional.

### EL CONCEPTO DE EMOCIÓN EN LA NEUROEDUCACIÓN

Etimológicamente emoción proviene del término latino *emotio* que se deriva del verbo *emovere*, que se forma de *movere* (mover) con el prefijo *e* (de, desde), es decir, sería algo como “hacer mover”, o dicho de otra forma “muévete, muévete”. Podemos decir que las emociones son reacciones psicofisiológicas, generalmente breves pero intensas, que surgen como adaptación a estímulos del entorno. Las emociones alteran la atención, hacen subir de rango ciertas conductas guía de respuestas del individuo y activan redes asociativas relevantes en la memoria.

A nivel cerebral, la emoción activa las respuestas en nuestro cerebro y las envía al cuerpo y a otras partes del cerebro, utilizando la ruta neural y humoral. La recopilación de todas las respuestas provoca cambios en el cerebro (núcleos neurotransmisores del tronco encefálico) y en el cuerpo (visceral) que alcanza un estado emocional y un sentimiento definido.

Debemos entender pues la emoción como una respuesta a un estímulo que, a su vez, afecta directamente el comportamiento y que la emoción, es un estado complejo del organismo caracterizado por una excitación o perturbación que predispone a una respuesta organizada.

### CAMBIOS BIOLÓGICOS Y AFECTIVOS EN ADOLESCENTES.

En la adolescencia, los estudiantes sufren cambios biológicos y afectivos (emocionales). Si hay un período en el que la emoción es predominante en un ser humano, es indudablemente en este momento. A este hecho se suman las modificaciones cerebrales (plasticidad cerebral) y corporales (hormonales, anatómicas, etc.).

- Con respecto a **los cambios físicos y hormonales**, la pubertad es, un período de crecimiento físico muy rápido, maduración sexual e atención a la imagen personal. A nivel psicológico, los adolescentes se deben enfrentar ciertos cambios físicos casi de manera repentina, y por eso en algunas ocasiones, pueden surgir dudas y temores sobre: a) expresión y realización sexual, b) discrepancia entre el desarrollo de ese cuerpo y la madurez psicológica, c) identidad personal (junto con su autoestima y autoconcepto), entre otros. Existe una crisis primaria de la adolescencia en la que los jóvenes luchan por conciliar un sentido consciente de singularidad individual con la lucha consciente por una continuidad de experiencia y solidaridad con los ideales grupales.

- Los **cambios cerebrales** son más complejos y ocurren al mismo tiempo. Algunas partes del cerebro maduran de forma independiente: El sistema límbico (visceralidad, sensibilidad) madura mucho más rápidamente que la corteza prefrontal (coherencia), creando un desequilibrio emocional. Cuando la corteza prefrontal comienza a desarrollarse, se produce una poda sináptica a nivel neuronal. Las neuronas y los circuitos neuronales que están peor conectados, están comenzando a eliminarse, al mismo tiempo que las neuronas restantes se milenizan, es decir, se vuelven más eficientes y más rápidas. En algunas ocasiones, el adolescente también puede poseer actitudes más irónicas y sarcásticas debido a este hecho.

A partir de este momento, la atención se centrará en los cambios que tienen lugar en el cerebro e influirá emocionalmente en el comportamiento del estudiante adolescente.

### **Cambios cerebrales y comportamiento adolescente:**

Algunos términos neurocientíficos que vamos a considerar:

- **Hipotálamo.** El hipotálamo y la **hipófisis** trabajan de manera conjunta para controlar todo el sistema endocrino. En la hipófisis se forma la hormona del crecimiento (GH) y se envía a las gónadas (que producirán sus propias hormonas sexuales) y otros órganos del cuerpo.
- **Gonadotropinas.** Hormona GH liberada por la hipófisis con efecto hormonal sobre las gónadas. En este momento, las gónadas producen sus propias hormonas: las sexuales.
- **Amygdala.** Constituida por dos núcleos ubicados dentro de los lóbulos temporales del cerebro, desempeña un papel principal en el procesamiento de la memoria, la toma de decisiones y las respuestas emocionales. Es un componente importante del sistema límbico.
- **Hipocampo.** Es una estructura cerebral que forma parte del sistema límbico y cuyas principales funciones son la formación de nuevos recuerdos y la orientación espacial. Especialmente importante para la consolidación del aprendizaje en la memoria.

En el **mesencéfalo**, se encuentran los siguientes grupos neuronales que producen dopamina en el cerebro:

- **Sustancia negra.** Reúne varios cientos de miles de neuronas que producen dopamina, la sustancia neurotransmisora más relacionada con la recompensa cerebral, es decir, las buenas sensaciones.
- **Área tegmental ventral.** Al igual que la sustancia negra, está formada por neuronas que producen dopamina. Ambos forman parte de la estructura del mesencéfalo bilateral. El circuito que va de esta área al núcleo de Accumbens es el circuito que está más relacionado con la experiencia placentera, lograda por algunos comportamientos de riesgo que los adolescentes podrían tomar, como el consumo de sustancias estimulantes (drogas) que pueden causar adicción y dependencia.
- **Núcleo Accumbens.** Componente del estriado ventral, vinculado con la sensación de recompensa.
- **La corteza prefrontal.** Es el centro de control superior del comportamiento, responsable de administrar la coherencia, organización, planificación, control de impulsos, toma de decisiones, atención, sentido de responsabilidad y capacidad para administrar tareas, y capacidad empática hacia los demás., Madura más tarde que el sistema límbico, por lo que se puede decir que los adolescentes están expuestos a un manejo mal educado de sus propios

impulsos. La corteza prefrontal es también una de las estructuras cerebrales más asociadas con los comportamientos de riesgo.

Desde que nace una persona, las conexiones entre las neuronas comienzan a establecerse entre sí. En la infancia experimentamos un proceso de sinaptogénesis que creará una inmensa cantidad de conexiones, que eventualmente serán mayores que las de un adulto. Inmediatamente después de este período, se produce la poda sináptica o supresión de las conexiones neuronales que no se utilizan. A este proceso se agrega mielinización, que es un proceso que aumenta la eficiencia y la velocidad de transmisión de impulsos eléctricos de una neurona a otra, y hace que el adolescente se muestre impertinente, sarcástico e irónico, con una rápida respuesta inteligente.

Todo esto sucede mientras la corteza prefrontal aún es inmadura. Existe un desequilibrio entre el circuito cognitivo prefrontal y el circuito mesolímbico, como consecuencia de sus diferentes ritmos de maduración. El circuito mesolímbico comienza a experimentar los primeros cambios en la adolescencia temprana, cuando se producen los cambios hormonales característicos de la pubertad. Este circuito utiliza dopamina como neurotransmisor principal y lo proyecta desde el área tegmental ventral hasta la amígdala. La liberación de dopamina antes de cualquier acto que genere una recompensa, especialmente si ocurre en el núcleo Accumbens, genera una intensa sensación de placer y motiva al adolescente a repetir la actividad.

Existe un problema en esta diferencia de madurez entre los dos circuitos, pues hay estudios que muestran cómo al comienzo de la pubertad se libera mucho menos dopamina que en los adolescentes mayores, por lo que los adolescentes más jóvenes buscan participar en comportamientos con más riesgo para obtener un mayor sentido de recompensa. Por lo general, los adolescentes buscan una recompensa inmediata y su circuito regulador no funciona a pleno rendimiento y, por ello, no se impone ningún comportamiento inhibitorio. Es lo que llamamos conductas de riesgo en la adolescencia, aumentadas por la falta de madurez de la corteza prefrontal que no pueden evitar la impulsividad y la falta de responsabilidades en los comportamientos sexuales y en el uso de drogas.

Al llegar a este punto, algunos autores sostienen que en la mayoría de los casos los adolescentes no actúan de la misma manera cuando deben tomar sus decisiones solos que cuando van acompañados de iguales. Los adolescentes viven con gran intensidad y son muy independientes de sus emociones, son más sensibles a las opiniones de los demás, especialmente de sus grupos de amigos. Digamos que los adolescentes no corren más riesgos debido a su edad sino que corren más riesgos cuando se ven sometidos a la presión social de su grupo.

Este fenómeno es llamado "*Modelo de sistema dual*", que diferencia entre el sistema socioemocional y el sistema de control cognitivo: como el adolescente no está equilibrado por su madurez, se favorece la toma de decisiones inapropiadas por su parte, lo que hace que su comportamiento sea arriesgado.

Un escenario en el que la actitud de los adolescentes se modifica de manera notoria es en los institutos. Un claro ejemplo es cuando se pasa de un curso a otro, con más responsabilidad, en el que el adolescente y todo su grupo experimentan el cambio de la pubertad (de la infancia a la preadolescencia). Es posible que hayan sido los mejores estudiantes del mundo en términos de esfuerzo, claridad, inteligencia y responsabilidad y que se conviertan en estudiantes con ciertas limitaciones. Aquí la poda sináptica puede haber actuado, y también el hecho de que todo su mundo, a nivel emocional, está cambiando. Digamos que existe una cierta recaída o regresión

conductual que coincide con la reorganización del cerebro en ese momento y una reestructuración neural de la primera infancia.

Es interesante mencionar, ya que está relacionado con la educación emocional, que existen "factores contextuales" que podrían favorecer el desarrollo de la corteza prefrontal de manera adecuada y precoz, como son un ambiente enriquecedor, con afecto y apoyo de padres o profesores, y el contacto físico. Todos estos elementos producirían dopamina y oxitocina, ayudando al desarrollo de la función ejecutiva y a un comportamiento adecuado sin riesgos.

De la misma manera, puede haber situaciones que provoquen conductas perjudiciales para el adolescente, conductas impulsivas o agresivas. Factores como la falta de sueño o el estrés, o una pubertad precoz, en la que se sienten aún más vulnerables y la corteza prefrontal tarda aún más en desarrollarse. Se debe diferenciar entre la agresividad reactiva y la agresividad instrumental: la reactiva es provocada por un evento no planificado o frustrante que provoca una ira emocional inmediata en el adolescente, mientras la instrumental es una agresividad fría y planificada, generalmente gestada para lograr objetivos personales, sabiendo que causará daño a los demás sin preocuparse.

En la última fase del proceso, cuando el cerebro establece más conexiones entre el sistema límbico y la corteza prefrontal, los adolescentes pueden controlar sus impulsos de una mejor manera y considerar las consecuencias de sus acciones.

#### IMPLICACIONES NEURODIDACTICAS DE LA EMOCIÓN.

Los desarrollos de las capacidades cognitivas y del cerebro están completamente vinculados, ya que es evidente que el cerebro sufre cambios en el proceso de aprendizaje. Se han señalado ya los cambios sufridos por el cerebro desde nuestro nacimiento, teniendo en cuenta la plasticidad del cerebro y el papel que juegan las emociones en la adolescencia como resultado de los cambios cerebrales y fisiológicos. También se deben exponer las estrategias de aprendizaje realizadas por la conjunción de Neurociencia y Didáctica, teniendo en cuenta las emociones de los estudiantes. Toda esta idea puede englobarse en que "quién sabe cómo y en qué condiciones se modifica el cerebro es quién puede enseñar mejor", argumentando que el aprendizaje debería ser más participativo, en el que los profesores y los estudiantes pueden conocerse mejor y dar todo de sí mismos. Esta idea ya existía hace un siglo cuando el Premio Nobel de Medicina Santiago Ramón y Cajal sugirió que el desarrollo del cerebro podría verse obstaculizado si no se utilizaba la estimulación mental adecuada.

En las metodologías más tradicionales, la enseñanza y el aprendizaje consistían en que el profesor impartía su clase magistral y los estudiantes, sentados por separado, escuchaban, tomaban sus apuntes y luego memorizaban para poder superar los exámenes escritos. Sin embargo, ya Platón planteó que el proceso de aprendizaje tiene que llegar a los estudiantes "bajo cualquier noción de forzar nuestro sistema educativo. Porque un hombre libre no debería ser esclavo de la adquisición de ningún tipo de conocimiento [...] porque el conocimiento que se adquiere bajo imposición no se apodera de la mente".

El estrés interfiere negativamente en el proceso de aprendizaje, la verdadera comprensión se adquiere cuando el alumno no está a la defensiva. Los mejores métodos de enseñanza se desarrollan en situaciones de baja ansiedad, con mensajes que los estudiantes realmente quieren escuchar.

Hay una frase que puede resumir la idea de este artículo: "Sentimos, luego aprendemos". Cualquier profesor competente, atento y empático con sus alumnos, puede darse cuenta de que las emociones y los sentimientos influyen en la forma en que los alumnos aprenden. Algo tan simple como no haber dormido bien, estar hambriento, aburrido, enfermo o tener problemas en el hogar, condiciona el aprendizaje de un estudiante.

### **La neurodidáctica como forma de enseñanza.**

El aprendizaje es un proceso permanente de emociones positivas y satisfactorias derivadas del enriquecimiento adquirido gracias a la nueva información. Entre estas experiencias y emociones positivas, que se pueden encontrar en las aulas, están el desarrollo personal, la confianza, el orgullo, la esperanza, el optimismo, la euforia, la tranquilidad, el interés, la satisfacción, la alegría y el entusiasmo. Estas emociones alientan a los estudiantes a aprender de manera más efectiva, más rápida y durante más tiempo, mientras manejan el conocimiento con autoestima y motivación.

Por otra parte también puede haber experiencias o emociones negativas, tal es el caso del aburrimiento, el miedo, la angustia, la ansiedad, la ira y la tristeza. Aquí podríamos resaltar el miedo al fracaso que pueda tener el alumno, o la vergüenza (por participar en clase, cometer errores, etc.)

Solo se puede aprender de manera eficaz lo que atrae la atención y genera emoción. Si queremos que nuestros estudiantes aprendan, tenemos que ser buenos administradores de las emociones. Lo que intentamos enseñar debe conectarse con las emociones de los estudiantes, con lo que aman, con sus intereses, con sus conocimientos previos, en resumen, con sus vidas. Si tenemos éxito, producirán las conexiones neuronales en sus cerebros y aprenderán.

El anterior párrafo refleja perfectamente la idea que este artículo quiere transmitir. Cada vez se aplican más otros tipos de metodologías que hacen que el alumno sea una parte activa y participe en el aprendizaje. Metodologías como Aprendizaje basado en juegos, Gamificación, Aprendizaje basado en proyectos, Aprendizaje basado en problemas, Aula invertida, etc., en las que los estudiantes a veces son responsables de su propio proceso de aprendizaje.

Actualmente existen metodologías que permiten al alumno ser el protagonista de sus actos y dejar al profesor el papel de guía. Algunos consejos sobre cómo actuar en las aulas pueden ser:

- Creer en la importancia de la **autoeficacia de los estudiantes**, lo que significa ayudar a los estudiantes a creer en su propia capacidad de aprender. Una frase como "esto es difícil, pero estoy seguro de que lo sabrás hacer", ayuda a infundir confianza en el alumno. La creencia de un alumno en su capacidad de aprender es un factor muy influyente en la obtención de buenos resultados.
- Los docentes necesitan **credibilidad** en presencia de sus alumnos, deben tener confianza en sí mismos y demostrar que dominan su materia y, al mismo tiempo, tener confianza en sus alumnos y en sus capacidades.
- **Errores**: Los profesores necesitan crear un ambiente en el aula que no estigmatice el error. El miedo de los alumnos a arriesgarse, a cometer errores en clase, reduce su participación activa. Por otra parte, se sabe que el aprendizaje aumenta con los errores: resolver los problemas del mañana requerirá un análisis crítico, tolerar, asumir riesgos de predicción y aprender de los errores.

- Las **pruebas o exámenes** deberían ser actividades más cotidianas, no algo obligatorio y fijado en el calendario que provoque miedo y nerviosismo en los estudiantes. Cuando los estudiantes están relajados, participan y aprenden de la retroalimentación, cuando se proporciona de manera no amenazadora.
- **Compromiso.** Los buenos profesores saben cómo administrar las aulas manteniendo a todos los alumnos profundamente comprometidos y entienden las motivaciones de sus alumnos para canalizar su esfuerzo en la dirección correcta.
- **Aprendizaje en grupo.** El cerebro es un órgano social, en las actividades gestionadas en grupos se pueden desarrollar ideas más creativas. El trabajo grupal tiene otras ventajas, como terminar con la inhibición de las respuestas de los estudiantes más vergonzosos y permitir que los estudiantes más atrasados sean ayudados por los más avanzados, entre otras.
- La última, pero una de las prácticas más relevantes del aula es que cada persona aprende de una manera diferente. Los profesores pueden elegir la metodología adecuada para cada alumno en función de sus **necesidades individuales**. Los métodos educativos deben fortalecerse para estimular las **inteligencias múltiples** de los estudiantes.

Algunas prácticas en el aula resultan igualmente importantes:

La ansiedad y el miedo a la participación en el aula deben reemplazarse por la **confianza**. La confianza va ligada a una actitud positiva que se relaciona con la dopamina, lo que la asocia con el placer. Por esto los profesores deben probar estrategias en las que los **estudiantes deban ser participes** y crear así un ambiente positivo, la dopamina en sus cerebros no solo responde con placer, sino también con motivación y memoria. Un educador emocionalmente inteligente y un clima favorable en el aula son factores esenciales para el aprendizaje.

La nueva información que se aporte en el aula debe ser presentada en relación con los **conocimientos previos** y usar organizadores gráficos o asociaciones que unan estos conocimientos con la memoria ya consolidada, así será mucho más sencillo para los estudiantes asumir y conectar el nuevo aprendizaje.

### **Neurodidáctica como contenido: Educar para la vida, educación emocional.**

El objetivo de la educación actual no es simplemente hacer que las clases sean más atractivas para los estudiantes y potenciar su éxito académico, sino también **prepararlos para la vida**, para poder obtener las competencias necesarias para resolver de manera correcta los problemas que son les presentarán. Los docentes deben participar activamente en el desarrollo de la inteligencia emocional, a través del estímulo y la enseñanza de las competencias sociales y emocionales en sus alumnos.

Existen muchos estudios sobre la educación emocional, todos señalan que promover una neurodidáctica de las emociones significa promover una nueva cultura de comunicación, de relaciones, de relaciones asertivas con los demás. Por lo tanto, se busca una **inteligencia emocional** que permita al ser humano manejar los sentimientos y las emociones. Es ésta una importante responsabilidad del profesor, que debe lograr a través de la educación emocional, cuyo objetivo abarca el logro de la competencia emocional.

Por otro lado, trabajar con una neurodidáctica de las emociones significaría tratar con una nueva cultura de relaciones, lo que llevaría a vivir una vida más afectiva emocionalmente para tratar de manera efectiva las relaciones con el resto.

Las **habilidades** para una educación emocional inteligente se pueden esquematizar de la siguiente manera:

PERCEPCIÓN. EVALUACIÓN Y EXPRESIÓN DE EMOCIONES	FACILITACIÓN EMOCIONAL DEL PENSAMIENTO	COMPRENSIÓN U ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN EMOCIONAL	REGULACIÓN DE EMOCIONES
Habilidad para identificar de emociones en nuestros estados físicos y psicológicos	Habilidad para orientar y ordenar el pensamiento según los sentimientos asociados a otros	Habilidad para comprender como se relacionan las diferentes emociones	Habilidad para abrirse a los sentimientos, tanto a los placenteros como a los desagradables
Habilidad para identificar emociones en otras personas	Habilidad para generar y revivir emociones con el fin de facilitar los juicios o recuerdos	Habilidad para percibir las causas y las consecuencias de los sentimientos	Habilidad para escuchar y reflexionar sobre nuestras emociones
Habilidad para expresar emociones con seguridad	Habilidad para reunir los cambios emocionales para poderlos enfocar desde múltiples puntos de vista	Habilidad para interpretar los sentimientos complejos (emociones contradictorias, combinación de sentimientos mixtos)	Habilidad para captar, prolongar o distanciarse de un estado emocional según su significado sea útil o informativo
Habilidad para discriminar la expresión de emociones honestas y deshonestas	Habilidad para utilizar los estados emocionales para la resolución de problemas y creatividad	Habilidad para comprender y predecir las transiciones y evolución entre emociones	Habilidad para manejar las emociones propias y las de los demás

### La competencia emocional.

Podría definirse como las capacidades necesarias para comprender, gestionar y vivir situaciones sociales de manera adecuada. Es una especie de preparación para la vida, un proceso educativo, continuo y permanente. Es un elemento esencial del desarrollo integral de la persona.

Las competencias emocionales se pueden estructurar de la siguiente manera:

- **Conciencia emocional:** Es la capacidad para tener conciencia de las propias emociones y comprender las emociones de los demás.
- **Regulación emocional:** Es la capacidad para administrar las emociones de manera apropiada, lo que conlleva entender las relaciones entre emoción, conocimiento y comportamiento. Se debe también vincular con la disposición para autogenerar emociones positivas.
- **Autonomía emocional:** Se refiere a un conjunto de aptitudes de autogestión emocional tales como la autoestima, la actitud positiva ante la vida, la automotivación la responsabilidad, la autoeficacia emocional, el análisis crítico de las reglas sociales o la resiliencia.
- **Competencia social:** Se puede incluir como competencia emocional y conlleva dominar las habilidades sociales básicas, respetar a los demás, practicar la comunicación receptiva, practicar la comunicación expresiva, compartir emociones, asertividad, prevención y resolución de conflictos, capacidad para manejar situaciones emocionales.
- **Competencias para la vida y el bienestar:** Es la capacidad para tener decisiones y comportamientos adecuados ante los desafíos diarios de la vida, ya sean personales, profesionales, familiares, sociales o de tiempo libre. Conllevan la capacidad de saber buscar

ayuda y recursos, formar parte de una ciudadanía activa, responsable, crítica y comprometida, que percibe el bienestar propio y procura transmitirlo a las personas de su entorno.

El desarrollo humano y la calidad educativa van de la mano y es hora de comenzar a conocer alternativas y propuestas innovadoras que la neuroeducación ofrece, propuestas que permiten que las prácticas pedagógicas estén en armonía con la conjunción establecida por cómo funciona nuestro cerebro (teniendo en cuenta que cada estudiante es diferente) y el aprendizaje en sí mismo.

## EFECTO ANTIMICROBIANO DE ALGUNOS ALIMENTOS

### *Antimicrobial effect of certain food*

Alberto Buitrago Alonso, Alberto Fernández Martín, Hugo Maíllo Espinosa, Marta Sánchez García, Marina Varas Marcos, Carlos Salamanca Núñez\* y Piedad Gallego Nogueras<sup>1\*</sup>

IES Francisco Salinas. C/ Julita Ramos s/n. 37004 Salamanca.

<sup>1</sup> pigalno@gmail.com

\*Profesores coordinadores.

**RESUMEN:** El objetivo de este trabajo es valorar el efecto que algunos alimentos tienen sobre el crecimiento de las bacterias. Para el estudio se utilizaron alimentos frescos como ajo, jengibre, cebolla, orégano, miel y otros que se comercializan envasados (ajo y jengibre en polvo) para comprobar si su efecto antimicrobiano difería del producido por el correspondiente en estado fresco. Como muchos de estos alimentos se utilizan cocinados, se procedió a hervir el ajo para comprobar si la temperatura afectaba a su capacidad antimicrobiana. La bacteria objeto de estudio fue *Micrococcus luteus* cultivada en agar nutritivo y obtenida de las manos de los propios alumnos.

**Palabras clave:** Antibiótico, bacterias, cultivo, alimento

**ABSTRACT:** The objective of this work is to assess the effect that some foods have on the bacteria's growth. Fresh foods such as garlic, ginger, onion, oregano, honey, and others which are commercialized packaged (garlic and ginger powder) were used in this study to check if their antimicrobial effect was different from the that produced by the respective fresh condition. As many of this food are used in the kitchen, the garlic was boiled to check if the temperature affected to its antimicrobial capacity. The bacteria under study was *Micrococcus luteus* grown in nutritive agar and obtained from the hands of the students themselves.

**Key-words:** Antibiotic, bacteria, culture, food

---

MERIDIES, 23 (2020): 21-26

ISSN (versión impresa): 1137-8794

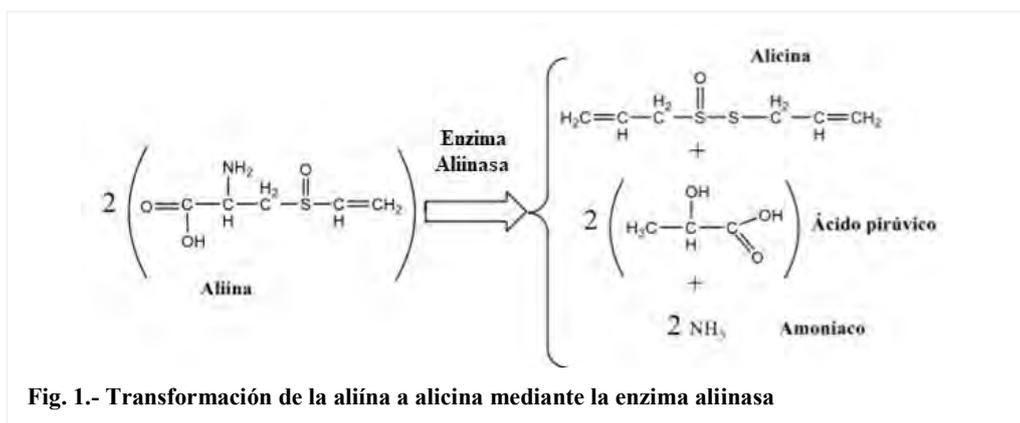
---

### INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha generalizado el uso de antibióticos comerciales para el tratamiento de enfermedades microbianas. Esto ha hecho que muchas bacterias hayan desarrollado una resistencia a estos medicamentos, lo que dificulta el tratamiento de enfermedades infecciosas y hace que se busquen nuevos agentes antimicrobianos.

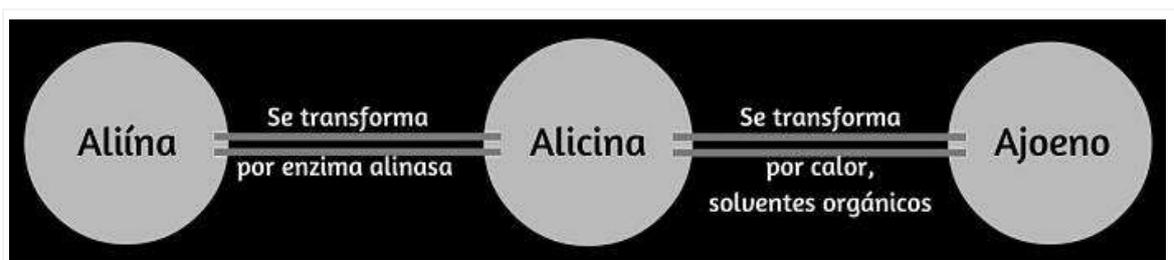
La mayoría de los antibióticos utilizados son o han sido producidos por microorganismos (levaduras y hongos). También se ha visto que las plantas poseen actividad antimicrobiana como mecanismo de defensa contra infecciones. A muchas de las plantas utilizadas habitualmente en nuestra cocina se le atribuyen estas propiedades farmacológicas.

El ajo se ha usado desde la antigüedad por sus propiedades medicinales. Contiene aliína, el cual por la acción de la enzima aliinasa se descompone en alicina (que es la responsable de su olor característico), ácido pirúvico y amoniaco (Font Quer, 2007) (Fig. 1, página siguiente). Es a la alicina a la que se le atribuye la actividad antimicrobiana (Domingo y López-Brea, 2003).



Por su contenido en compuestos ricos en azufre, es uno de los remedios naturales para combatir procesos infecciosos del aparato respiratorio (gripe, bronquitis, faringitis, etc.), digestivo (diarrea, etc.) o excretor (infecciones renales, cistitis, etc.).

Por otro lado, se ha demostrado que el ajo cocido pierde su capacidad antimicrobiana porque la alicina se transforma en otros compuestos como el ajoeno (Fig. 2) que no tiene acción antimicrobiana pero posee otras propiedades (antifúngicas, anticoagulantes, reduce el nivel de colesterol y apoya y mejora el tratamiento con antibióticos convencionales).



**Fig. 2.- Esquema de la transformación de la aliína a ajoeno (imagen tomada de la web <http://www.jardindelashesperides.com/2016/02/12/ajo/>)**

Otros compuestos utilizados en la cocina a los que también se le ha atribuido actividad antimicrobiana son:

-Cebolla: por la presencia de compuestos azufrados en el bulbo.

-Jengibre: Se han atribuido sus propiedades medicinales a una molécula orgánica llamada gingerol. Es eficaz para cuidar la flora intestinal y combatir bacterias patógenas.

-Orégano: Su efectividad se atribuye a dos compuestos presentes en su aceite esencial, carvacrol y timol, los cuales inhiben a los microorganismos patógenos.

-Miel: Su elevado contenido de azúcar (que limita la cantidad de agua capaz de permitir que los microorganismos se desarrollen), su pH ácido (4) y su escaso contenido en proteínas que privan del nitrógeno que necesitan las bacterias para crecer, convierten a la miel en una barrera contra las infecciones.

Para comprobar la acción antimicrobiana de estos alimentos, se utilizó un microorganismo cosmopolita, *Micrococcus luteus*, en un medio de cultivo sólido. Este microorganismo puede encontrarse en diferentes ambientes, como agua, suelo, aire o la piel, por lo que se obtuvo aislándolo partir de las manos de los propios alumnos según la metodología descrita por López Pérez (2011).

Presenta una coloración amarilla intensa y, bajo el microscopio óptico, las bacterias presentan morfología cocoide como puede observarse en la figura 3.

El objetivo de este trabajo es evaluar la capacidad antimicrobiana que poseen algunos alimentos utilizados comúnmente en nuestra cocina como son el ajo (*Allium sativum*), la cebolla (*Allium cepa*), el jengibre (*Zingiber officinale*), el orégano (*Origanum vulgare*) y la miel sobre una bacteria cosmopolita.

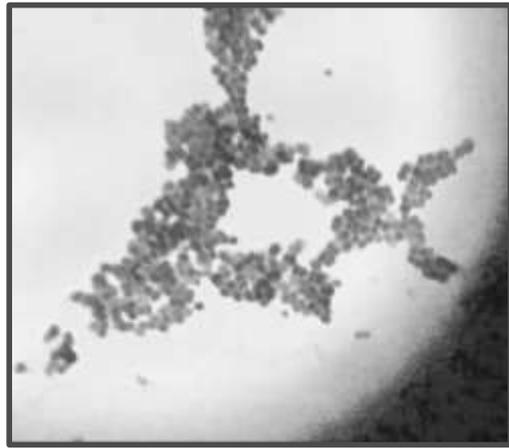


Fig. 3.- Morfología cocoide de *Micrococcus luteus* vista al microscopio óptico.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Balanza electrónica  
Placas de Petri de plástico  
Mechero de alcohol  
Tijeras  
Cebolla  
Orégano  
Antibióticos (amoxicilina y claritromicina)

Autoclave  
Agar nutritivo  
Pinzas  
Ajo fresco, en polvo y hervido  
Jengibre fresco y en polvo  
Miel  
Bastoncillos de higiene personal

Se prepara el medio de cultivo con agar nutritivo comercial, esterilizado en el autoclave durante 15 minutos y vertido en placas Petri cubriendo la totalidad de su base. Se deja enfriar para que solidifique.

Para la obtención de las colonias bacterianas se colocaron las manos de los alumnos sobre el medio y se pusieron en la estufa a 37°C. Cuando las colonias bacterianas aparecieron, se seleccionaron las correspondientes a *Micrococcus luteus* (presentan una coloración amarilla muy intensa). Para su aislamiento, con la ayuda de un bastoncillo, se dispusieron sobre una placa de Petri con el medio mediante la técnica denominada "Cultivo puro de microorganismos por agotamiento de asa" (Fig. 4).

Cuando la bacteria se ha aislado, se dispersa una colonia por otra placa de cultivo estéril, depositando en el centro los diferentes alimentos. Se incubaron en la estufa a 37°C durante un día.

Todo el proceso se realiza próximo a un mechero de alcohol. Cada prueba se repitió, al menos, ocho veces.



Fig. 4.- Placa Petri con un cultivo de *Micrococcus luteus* por agotamiento de asa.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

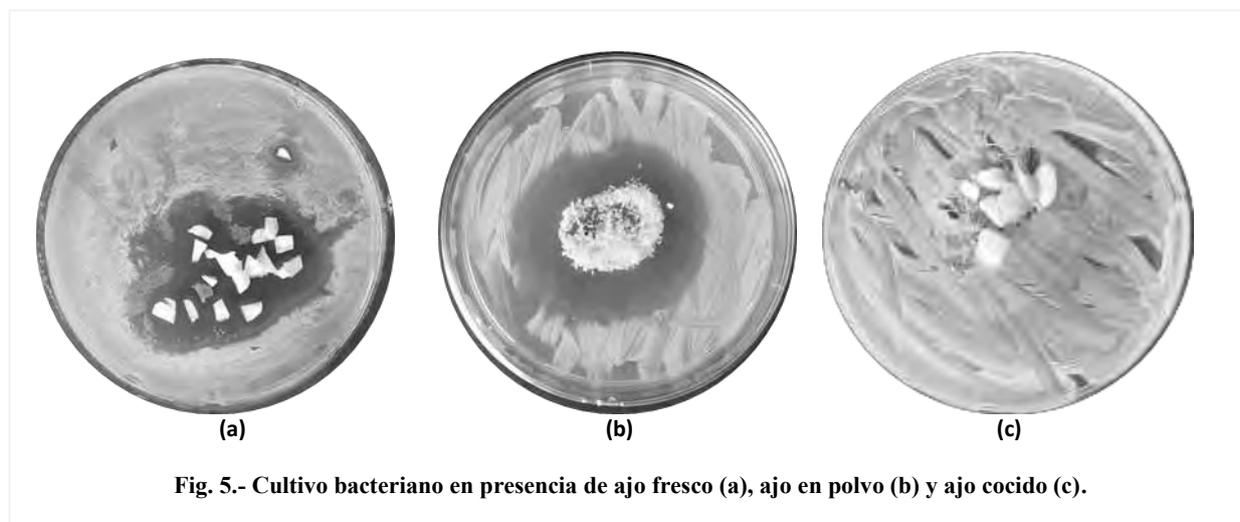


Fig. 5.- Cultivo bacteriano en presencia de ajo fresco (a), ajo en polvo (b) y ajo cocido (c).

Tras el crecimiento de las bacterias en el medio de cultivo en presencia de ajo fresco (Fig. 5a) y en polvo (Fig. 5b) se observa un halo de inhibición sin crecimiento bacteriano alrededor del ajo que indica el efecto que tiene el ajo como antibiótico natural sobre este tipo de bacterias.

Como lo más habitual es tomar el ajo cocinado, para comprobar el efecto del calor sobre los compuestos con actividad antibacteriana, se cocinó el ajo durante diez minutos y tras enfriar lo colocamos en el medio de cultivo. Como puede comprobarse, el ajo cocido (Fig. 5c) pierde su capacidad antimicrobiana desapareciendo el halo de inhibición y creciendo la bacteria en sus inmediaciones. Esto puede deberse a que los compuestos con capacidad antibacteriana (como la alicina) han sido transformados en otros compuestos como el ajoeno, arrastrados por el vapor de agua o desnaturalizados por las altas temperaturas.

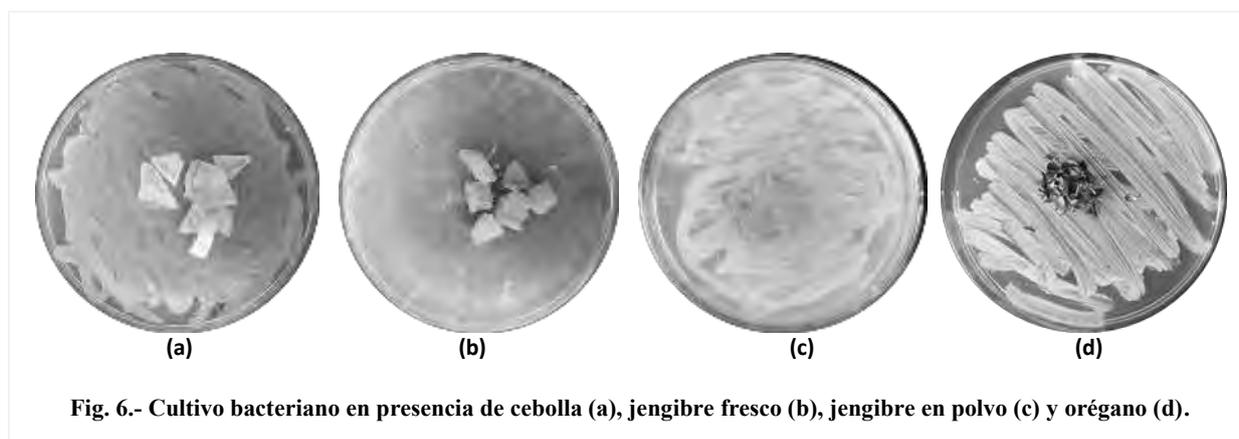


Fig. 6.- Cultivo bacteriano en presencia de cebolla (a), jengibre fresco (b), jengibre en polvo (c) y orégano (d).

Sin embargo, aunque en la literatura está ampliamente documentada la capacidad antibacteriana de la cebolla (Fig. 6a), el jengibre (Fig. 6b fresco y c en polvo) y el orégano (Fig. 6d), en nuestro caso no se ha detectado esta actividad en ninguno de ellos. Esto puede ser debido a que estos compuestos no afectan a la bacteria objeto de este estudio.

En este caso, existe una zona sin crecimiento bacteriano. Puede ser debido al efecto antibacteriano de la miel o a que la miel ha invadido la placa de cultivo y no deja crecer al *Micrococcus* (Fig. 7).

Para completar el estudio, se cultivó la bacteria en presencia de cápsulas de antibióticos comerciales como amoxicilina (Fig. 8a) y claritromicina (Fig. 8b) observando un amplio halo de inhibición en los dos casos.

Cuando la amoxicilina se añadió en forma de polvo, se inhibió totalmente el crecimiento bacteriano posiblemente al difundirse rápidamente por todo el agar nutritivo (Fig. 8c).



Fig. 7.- Cultivo bacteriano en presencia de miel.

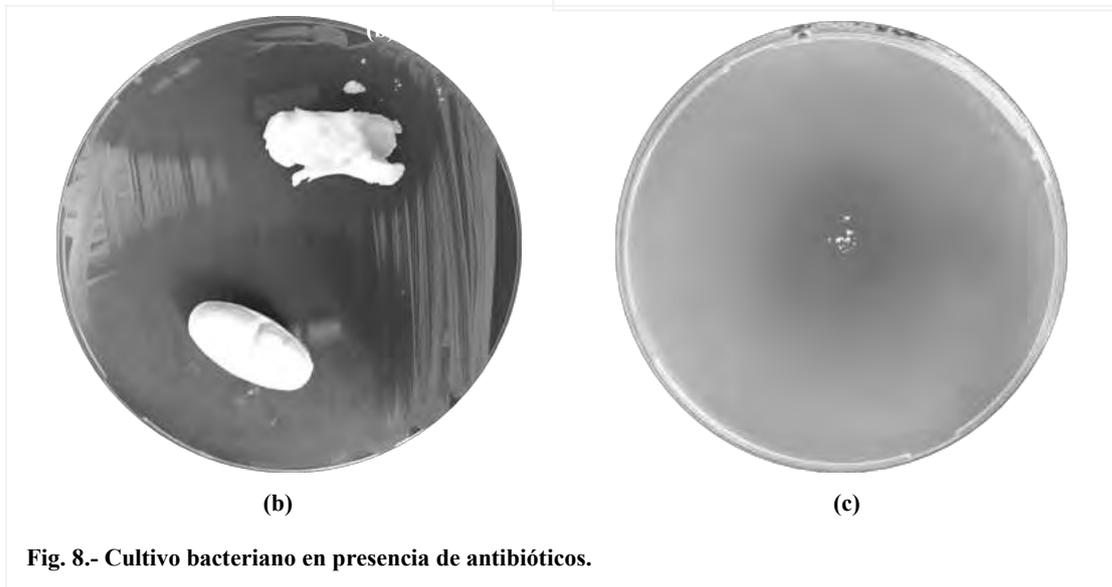


Fig. 8.- Cultivo bacteriano en presencia de antibióticos.

## CONCLUSIONES

- El ajo, tanto fresco como en polvo, tiene un efecto inhibitor del crecimiento de la bacteria *Micrococcus luteus*.
- El ajo hervido pierde su efecto antibacteriano.
- La cebolla, el jengibre y el orégano no tienen efecto sobre esta bacteria.
- El antibiótico aplicado en forma de polvo tiene un mayor efecto sobre el crecimiento de esta bacteria.

## REFERENCIAS

- Domingo, D. y López-Brea, M. (2003). "Plantas con acción antimicrobiana". *Revista Española de Quimioterapia*. 16 (4): 385-393.
- Jardín de las Hespérides (2016). El ajo I: el poder del azufre [Consulta 25/01/2019]. <http://www.jardindelashesperides.com/2016/02/12/ajo/>

- Font Quer, P. (2007). *Plantas medicinales. El Dioscórides renovado*. 8ª Edición. Editorial Península. Barcelona. 887-890.
- Ledezma, E. y Apita-Castro, R. (2006). “Ajoeno, el principal compuesto activo derivado del ajo (*Allium sativum*), un nuevo agente antifúngico”. *Rev. Iberoam. Mico.* 23, 75-80.
- López, J.P. (2011). “Observación de la actividad antimicrobiana del ajo (*Allium sativum*) en el laboratorio de Educación Secundaria”. *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.* 8 (Número Extraordinario): 491-494.
- López, J.P. y Boronat, R. (2018). “Prácticas de Microbiología básica en el laboratorio de Educación Secundaria”. *Consejería de Educación, Juventud y Deportes, Secretaría General. Servicio de Publicaciones y Estadística*, 46-54. Murcia.

## EFECTOS DEL HERBICIDA GLIFOSATO A BAJAS CONCENTRACIONES: ALTERACIONES EN OENOCITOS Y OVARIOS DE *Drosophila melanogaster*

*Effects of glyphosate herbicide at low concentrations on oenocytes and ovaries of Drosophila melanogaster*

Juan Sánchez Mateos<sup>1</sup> y Jesús Manjón Sánchez<sup>2\*</sup>

IES Maestro Gonzalo Korreas, Avda. Torremenga s/n, 10400 Jaraíz (Cáceres)

<sup>1</sup>juasanmat@gmail.com; <sup>2</sup>jesusmanjon60@gmail.com

\* Profesor coordinador

**RESUMEN:** Tras constatar que no hay ningún estudio sobre los posibles efectos del glifosato a bajas concentraciones sobre los oenocitos, ni en *Drosophila melanogaster* ni en *Apis mellifera*, y empleando a *Drosophila melanogaster* como modelo, nos hemos planteado esclarecer si el glifosato a bajas concentraciones, 30000 veces inferior a la concentración de aplicación del producto en la dieta, influye en el estado fisiológico de las moscas y en su fertilidad. En vista de los resultados obtenidos debemos concluir que el herbicida causa importantes efectos sobre la morfometría de los oenocitos, produciendo una disminución clara del tamaño celular, y provocando una reducción del número de ovariolas por ovario.

**Palabras clave:** Glifosato, oenocito, ovariola, *Drosophila*

**ABSTRACT:** We must emphasize that we have not found any studies on the possible effects of glyphosate at low concentrations either on oenocytes, or in *Drosophila melanogaster* nor in *Apis mellifera*. So, using *Drosophila melanogaster* as a model, we have decided to clarify whether glyphosate at low concentrations, 30,000 times lower than the concentration of application of the product in the diet, influences the physiological state of the flies and their fertility. In view of the results obtained, we must conclude that the herbicide causes important effects on the morphometry of the oenocytes, producing a clear decrease in cell size, and causing a reduction in the number of ovarioles per ovary.

**Key-words:** Glyphosate, oenocyte, ovariole, *Drosophila*

---

MERIDIES, 22 (2019): 27-34

ISSN (versión impresa): 1137-8794

---

### INTRODUCCIÓN

Tres años atrás, estando en el Segundo Ciclo de ESO, junto con mi compañera Claudia y el resto del equipo de investigación del IES Maestro Gonzalo Korreas de Jaraíz de la Vera (Cáceres), coordinados por el mismo profesor que ahora guía mis pasos, realizamos un proyecto de investigación cuyo título corto es *Un Corazón de 7 Válvulas*. Consistió en un estudio acerca de la estructura y la mecánica *in vivo* del corazón de larvas de la mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*). Nuestros objetivos se centraron en intentar arrojar un poco de luz sobre este asunto, al percatarnos de que poco se sabía realmente y muchas cosas de daban por supuestas.

Durante las numerosas sesiones de grabación del corazón, trabajábamos con una técnica de observación vital que nos rendía excelentes resultados. Permitía la observación, además del corazón, de muchos otros tipos de células que muy frecuentemente captadas en nuestras grabaciones. Entre estas se destacaban los conspicuos oenocitos, que observábamos formando grupos de 5 a 9 células visibles bajo la cutícula de la larva. Su reiterada visión estimuló nuestro interés y decidimos documentarnos acerca de este peculiar tipo celular. Pronto averiguamos que son células con un papel relevante en el metabolismo de los insectos, como ya veremos, y en un artículo que nos llamó poderosamente la atención (Cousin *et al.*, 2013) se describían los efectos de un herbicida, el paraquat, sobre los oenocitos de larvas de abejas.

Contemplamos entonces la posibilidad de realizar un estudio similar, también en abejas pero empleando otra sustancia diferente. Pronto nos dimos cuenta de que trabajar con larvas de abejas, teniendo que preparar el alimento tratado con la sustancia elegida para proporcionárselo

directamente era algo inviable por la dedicación y el tiempo que se requería. Ello a pesar de que contábamos con la colaboración de un apicultor. Así pues, decidimos cambiar de organismo para llevar a cabo el trabajo que aquí se describe.

*Drosophila melanogaster* es uno de los modelos de invertebrados más empleados en investigación de la fisiología normal y patológica del Ser Humano. Infinidad de artículos y estudios han demostrado la analogía existente entre los mecanismos moleculares que regulan los procesos fisiológicos de este animal y los mamíferos.

Especialmente instructivo y esclarecedor para nosotros lo constituye el artículo de Ugur *et al.* (2016) en el que se describe la importancia del empleo de *Drosophila* como herramienta para ensayos de diversa índole sobre los variados aspectos de la fisiología humana. En esta revisión se presenta a los oenocitos como células muy similares a las células hepáticas humanas. Intervienen en el metabolismo de lípidos en colaboración con el cuerpo graso y en la detoxificación de sustancias. También en Gutiérrez *et al.* (2007) se establece su condición de células similares a las hepáticas de mamíferos y su importancia en el metabolismo lipídico. Una completa descripción de la estructura y la función de los oenocitos en los diferentes grupos de insectos nos la proporcionan Martins y Ramalho-Ortig o (2012), que resultó ser de gran utilidad para nuestros fines.

En el ya mencionado artículo de Cousin *et al.* (2013) se estudian los cambios de tamaño de estas células cuando larvas de abeja (*Apis mellifera*) eran expuestas a muy bajas concentraciones de un herbicida llamado Paraquat. La comercialización de este producto fue prohibida por sus efectos tóxicos para la salud. Se demuestra en dicho ensayo que el Paraquat altera el tamaño de los oenocitos, disminuyendo su tamaño y el de su núcleo, resultando muy perjudicial para las larvas de abejas. Hoy día es el herbicida más empleado en España y en Europa. Nos pareció apropiado investigar sobre esta sustancia ampliamente empleada para erradicar malas hierbas.

El herbicida glifosato (N-fosfometilglicina, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>NO<sub>5</sub>P, CAS 1071-83-6). Es un herbicida de amplio espectro, no selectivo, desarrollado para la eliminación de hierbas y arbustos, en especial los perennes. Es el principio activo del herbicida llamado Roundup (nombre comercial producido por Monsanto, cuya patente expiró en 2000). El uso del herbicida es objeto de controversia desde el punto de vista toxicológico y ambiental.

El 10 de agosto, un Tribunal de San Francisco (California, EE UU) condenó a Monsanto a pagar 289 millones de dólares a Diwan Johnson, un jardinero que aseguró que el popular herbicida de la multinacional, Roundup, le había provocado un cáncer terminal. Una condena sin precedentes que ha reactivado el debate sobre el glifosato en la Unión Europea (UE).

El pasado diciembre, la Comisión Europea (CE) renovó la autorización del glifosato durante cinco años concluyendo que la responsabilidad de su autorización final es de los países, que pueden decidir libremente permitir que los productos a base de esta sustancia circulen legalmente en sus territorios nacionales.

Si bien la Organización Mundial de la Salud (OMS) alertó en 2015 sobre los riesgos cancerígenos del glifosato, la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) y la Agencia Europea de Productos Químicos (ECHA) aseguraron después tener evidencias científicas para clasificar el herbicida, el más utilizado del mundo, como no cancerígeno.

Estudios científicos independientes señalan la necesidad de una reevaluación urgente del glifosato y sus productos relacionados. Estos estudios asocian la exposición al glifosato con una serie de efectos negativos en la salud humana y animal, incluyendo efectos a largo plazo o crónicos, entre los que podemos señalar efectos como disruptor endocrino, efectos mutagénicos o efectos sobre la fertilidad. Se trata de sospechas pero no aportan resultados concluyentes.

El carácter mutagénico del glifosato a elevadas concentraciones en *Drosophila* ha sido ya establecido (Kale *et al.*, 1995). Por otro lado, en la investigación de De Aguiar *et al.* (2106) se demuestra que el herbicida glifosato aumenta notablemente las defensas antioxidantes como respuesta al estrés causado por esta sustancia proporcionada a altas concentraciones –de 1g/l a 10 g/l- en la dieta de adultos de *D. melanogaster*.

Debemos destacar que no hemos encontrado ningún estudio sobre los posibles efectos del glifosato a bajas concentraciones sobre los oenocitos, ni en *Drosophila melanogaster* ni en *Apis mellifera*. Hacia ello encaminamos, pues, nuestros pasos. Consideramos que un estudio sobre los efectos a bajas concentraciones de esta sustancia sobre unas células tan importantes en el metabolismo como son los oenocitos pueden ser de gran interés dadas las circunstancias actuales.

Por otro lado, una cualidad, importantísima para la supervivencia, como es la fertilidad en los insectos, como se establece en numerosos libros y artículos, depende del número de ovariolas existentes en los ovarios. Ese número a su vez está influido por el ambiente en el que se desarrolla la larva, particularmente la calidad de la comida, la temperatura o la densidad larval. En *D. melanogaster*, el máximo número de ovariolas se alcanza a niveles óptimos de nutrición de la larva y a temperaturas medias (Shuker y Simmons, 2014). De la misma forma, la maduración de los folículos está determinado por condiciones hormonales (Buszczak y Cooley, 2000).

Hemos considerado oportuno incluir la posible influencia del glifosato en este aspecto pues, de nuevo, no encontramos referencias de los posibles efectos del glifosato como disruptor hormonal.

Llegados a este punto, modestamente, nos proponemos contribuir a aclarar estas cuestiones y nos planteamos el siguiente objetivo: Esclarecer si el glifosato a bajas concentraciones en la dieta influye en el estado fisiológico de las moscas y en su fertilidad.

Nuestras hipótesis de trabajo son:

1. El glifosato añadido en bajas concentraciones en la papilla nutricia (muy por debajo de la concentración de aplicación del producto) no afecta a la morfometría de los oenocitos de larvas de 3er instar (L3)
2. El glifosato añadido en bajas concentraciones en la papilla nutricia (muy por debajo de la concentración de aplicación del producto) no afecta al número de ovariolas/ovario en hembras de la primera generación nacida en cultivos tratados.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### 1. CULTIVOS TRATADOS.

A partir de la concentración de aplicación de 14 g/l de glifosato de la marca comercial Mérito (180 g/l) preparamos las diluciones empleadas para la iniciación de los cultivos. Los 6 cultivos fueron iniciados a partir de individuos adultos de *Drosophila melanogaster* de tipo salvaje. Fueron cultivados a 23°C entre los días en pequeños recipientes de cristal de 125 ml. En todos ellos se introdujeron 33 g de papilla nutricia hecha a base de puré de patata, levadura y plátano. En cada uno de ellos se añadió a la papilla 1 ml de la dilución preparada previamente de tal modo que la concentraciones de glifosato resultantes, en orden decreciente: 5.4 g/kg, 540 mg/kg, 54mg/kg, 5.4 mg/kg, 0.54 mg/kg y 0.0 mg/kg.

Todas estas concentraciones están por debajo de la concentración de aplicación (entre 3 y 30.000 veces)

Es reseñable que en el cultivo con la máxima concentración (5.4 g/kg) todos los adultos que iniciaron el cultivo desaparecieron y no hubo una primera generación. De la misma forma,

conforme se aumenta la concentración disminuye la densidad de individuos en los cultivos, según pudimos comprobar con el paso de los días al avanzar el desarrollo.

## 2. ADQUISICIÓN DE IMÁGENES Y PROCESADO.

Para la toma de las imágenes utilizamos la cámara de iPad acoplada al ocular (10X) de un microscopio de contraste de fases empleando el objetivo de 40X. Este tipo de microscopio es apropiado porque nos facilita mucho la observación de los tejidos vivos. El procesado para la mejora de contraste y definición facilita las labores posteriores.

Utilizamos larvas de tercer instar (L3) errantes por las paredes del recipiente para realizar los registros *in vivo* de oenocitos. Es muy importante escoger larvas en este estadio pues nos garantiza que se encuentran en la misma fase del desarrollo, ya próximas a la pupación. Descartamos la observación post-mortem, evitando así el empleo de fijadores químicos que podrían alterar el volumen celular. Inmovilizamos las larvas mediante presión capilar, colocándolas en agua entre el porta y el cubre, según la técnica descrita en Nienhaus *et al.* (2012). Resulta bastante laborioso orientar correctamente la larva, con pequeños movimientos en el cubre para hacerla rotar, y obtener un imagen óptima para el posterior análisis.

En la figura 1 se ilustra el procedimiento para realizar las mediciones empleando el software de tratamiento digital de imágenes científicas **Fiji** (Schindelin, Arganda-Carreras, Frise *et al.*, 2012). Sobre cada una de las 12 imágenes de la muestra obtenida para cada concentración de glifosato en la papilla nutricia. Previa calibración, se mide: **Área Celular Total (ACT)** y **Área nuclear (AN)**, en  $\mu\text{m}^2$  y se calculan:

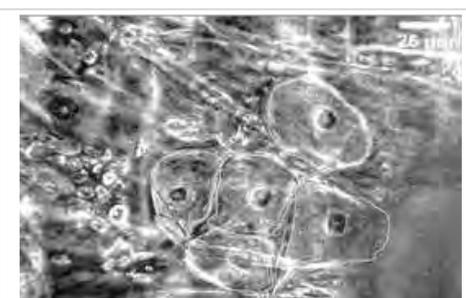


Figura 1. un grupo de cinco oenocitos con el contorno celular y nuclear marcados, utilizados para estimar el área total y nuclear.

- **Área citoplasmática (ACIT) = ACT – AN**, en  $\mu\text{m}^2$
- **La Ratio Nuclear (NCR) = AN/ACIT**

Para el recuento de ovariolas /ovario se extrajeron los ovarios de hembras de primera generación sacrificadas al ser sometidas a bajas temperaturas. La disección y posterior separación de ovariolas se realizó mediante estereomicroscopio de un modo similar al descrito por Weil, Parton y Davis, I (2012), empleando solución Ringer para estabilizar las ovariolas. La muestra pretendía ser de 10 pares de ovarios, pero ello no fue posible en las concentraciones más altas (sólo 6 pares) debido al descenso del número de efectivos. Para la tabulación de los datos en Excel introdujo la mitad del número de ovariolas por cada pareja, debido a que se montaban dos ovarios por preparación para su recuento al microscopio.

## 3. MUESTRAS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

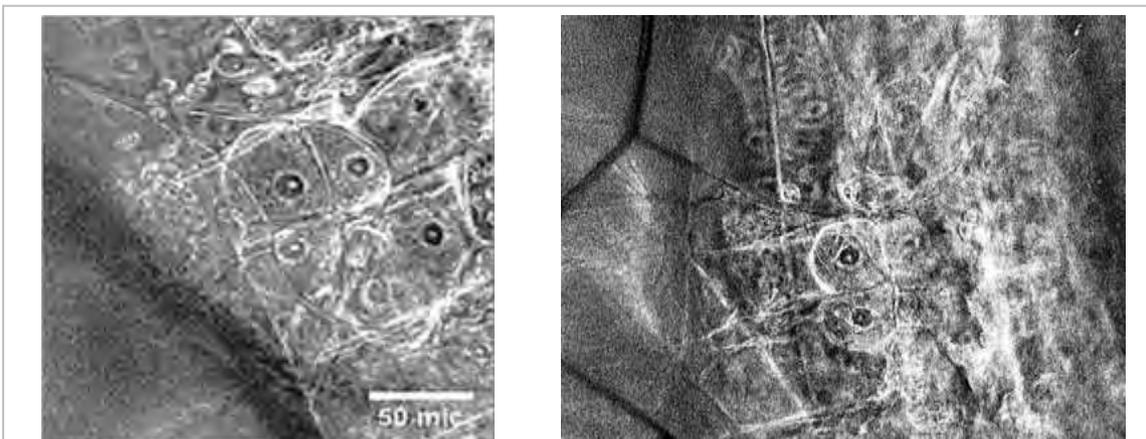
Las muestras a analizar se obtienen midiendo dos grupos de 5 oenocitos por cada uno de 6 individuos L3 recolectados en cada una de las 5 (la de 5,4 g/l se descarta) concentraciones de glifosato empleadas en los cultivos. Resulta así  $n = 60$  para cada caso. Los datos son tabulados, calculados, representados gráficamente y analizados mediante Excel (2016). Se chequea la normalidad de cada distribución previa a la realización de Prueba t de Student para el correspondiente contraste de hipótesis.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. MORFOMETRÍA DE OENOCITOS DE LARVAS L3

En el análisis estadístico se utilizaron los datos, resultantes de las mediciones y los calculados para las mencionadas variables analizadas, **área celular total**, **área nuclear**, **área citoplasmática** y **ratio nuclear**, para cada uno de los cultivos del ensayo correspondientes a cada una de las concentraciones de glifosato empleadas en el ensayo.

La figura 2 muestra unas imágenes representativas de grupos de oenocitos correspondientes a larvas sin tratar (0,0 mg/Kg) y tratadas con la menor de las concentraciones empleadas (0,540 mg/kg). Las diferencias de tamaño entre ambos son visualmente apreciables y anticipan los resultados de las pruebas estadísticas que a continuación exponemos.



ig. 2.- Derecha un grupo de oenocitos representativo de larvas L3 pertenecientes al grupo de control (0,0 mg/kg de glifosato)-media área celular = 1519  $\mu\text{m}^2$ . Izquierda: otro grupo de oenocitos representativo de larvas L3 del cultivo tratado con 0,540 mg/kg de glifosato –media área celular = 1096,6  $\mu\text{m}^2$ -

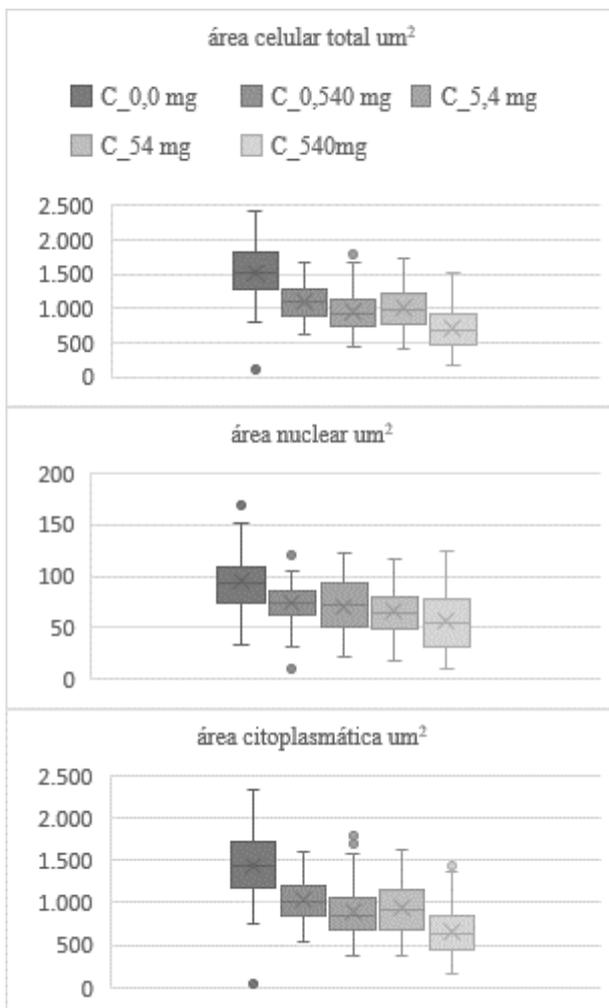


Fig. 3. Gráficos de cajas mostrando la distribución del área citoplasmática de cada una de las 60 células analizadas en cada uno de los cultivos tratados, correspondientes a 0,0 mg/kg y la de menor concentración, 0,540 mg/kg, tomando nivel de significación  $\alpha = 0,0005$ . La diferencia de medias es estadísticamente muy significativa ( $p\text{-valor} < 0,0000001$ ) en las tres variables analizadas (área celular, área nuclear y área citoplasmática).

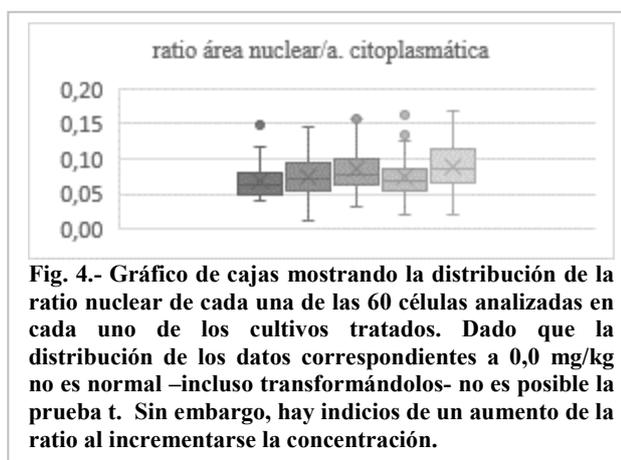
En la **figura 3** se muestran las gráficas de contraste de hipótesis correspondientes a las tres variables analizadas, **área celular, área nuclear y área cito-plasmática**.

Hemos centrado el contraste en comprobar si existían diferencias estadísticamente significativas entre los oenocitos del cultivo no tratado y los del tratado con la concentración más baja de glifosato en la papilla nutricia. Descartado el Análisis de la Varianza por no cumplir las condiciones, en los tres casos hemos empleado para el contraste de hipótesis paramétrico la prueba t de Student con un nivel de significación bastante exigente ( $\alpha = 0,0005$ ). En los tres casos debemos rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias. Las diferencias son estadísticamente muy significativas ( $p\text{-valor} < 0,000001$ ), indi-

cando que la presencia de glifosato en el medio nutritivo, incluso a baja concentración, provocan un efecto medible en los oenocitos del ensayo. Una concentración que, recordemos, es 30.000 veces inferior a la dosis empleada en la aplicación del producto comercial.

Como es obvio, todos los demás tratamientos incrementan el efecto. Sin embargo, parece ser más importante la simple presencia del agente químico para producir este efecto que el aumento de su concentración. Tenemos que añadir, por otro lado, los claros indicios de que toda la fisiología se ve comprometida al comprobar que en las concentraciones más elevadas vemos un incremento ostensible en la duración de los estadios de desarrollo de la mosca. Este viene a ser de 1 a 2 días en las larvas y pupas de la primera generación y de hasta 4 días en las de la segunda generación. Además, con una concentración de 5,4 g/kg, que es 3 veces inferior a la de aplicación, se causó la muerte de los parentales, según parece. Con todo ello, no era propósito del presente estudio indagar sobre los efectos diferenciales que podría tener dicha sustancia los oenocitos a las distintas concentraciones del ensayo ni tampoco sobre qué significado pueda tener esta atrofia de oenocitos. Simplemente constatar si esta sustancia alteraba o no el tamaño de estas células, tal y como ya se ha dicho y conviene recalcar.

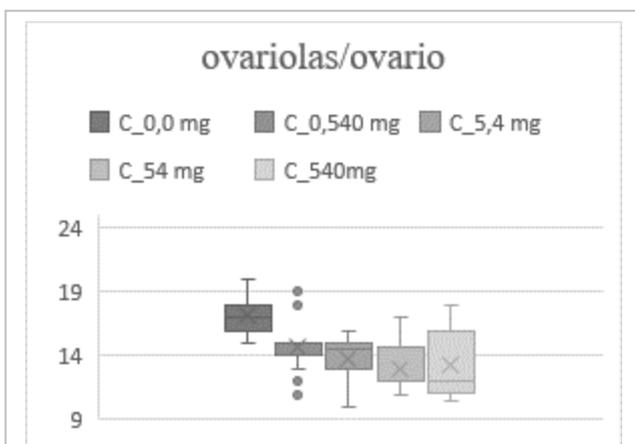
En cuanto a cómo se ve afectada la ratio área nuclear / área citoplasmática la figura 4 resume perfectamente los resultados obtenidos. Debido a que la distribución de los datos correspondientes se aleja bastante de la normalidad y no es posible realizar la prueba t con garantías suficientes. Según esto el valor de la ratio va en aumento al incrementar la concentración de glifosato. Es un indicio que no debería ser ignorado y que merece ser investigado implementando mejoras en el protocolo experimental.



**Fig. 4.-** Gráfico de cajas mostrando la distribución de la ratio nuclear de cada una de las 60 células analizadas en cada uno de los cultivos tratados. Dado que la distribución de los datos correspondientes a 0,0 mg/kg no es normal –incluso transformándolos– no es posible la prueba t. Sin embargo, hay indicios de un aumento de la ratio al incrementarse la concentración.

## 2. NÚMERO DE OVARIOLAS / OVARIO EN HEMBRAS DE PRIMERA GENERACIÓN.

La estadística de los resultados se recoge en la figura 5 que se basa en los datos experimentales. En esta se muestran los datos originales de la muestra de ovarios que oscila entre los 10 pares de las concentraciones nulas o más bajas hasta los 6 pares de las muestras obtenidas de individuos de primera generación expuestos las concentraciones más altas.



**Fig. 5** Gráfico de cajas mostrando la distribución del número de ovariolas / ovario de cada una de los 6 a 10 pares de ovarios analizados en cada uno de los cultivos tratados. La diferencia de medias es estadísticamente significativa ( $p$ -valor < 0, 0001).

Una vez comprobada la normalidad de la distribución, se pudo realizar la prueba t de Student para igualdad de medias de las muestras correspondientes a 0,0 mg/Kg y la de menor concentración 0,540 mg/kg. Con un nivel de significación alfa = 0,0005 el test de nuevo rechaza la hipótesis nula ( $p < 0,001$ ) de igualdad de medias en favor de la alternativa. Por tanto, parece estadísticamente significativa que la presencia de glifosato en el medio causa un descenso en el número de ovariolas/ovario en el ensayo realizado.

De nuevo comprobamos que al aumentar la concentración de glifosato la reducción del número de ovario-

las/ovario es más acusada, como queda patente en la gráfica. Esclarecer las diferencias en la respuesta entre las muestras procedentes de distintas concentraciones empleadas no era el propósito de este estudio.

Es llamativo el hecho de que el número de hembras de primera generación que se pudo utilizar para la extracción de ovarios procedentes de los cultivos expuestos a las concentraciones más altas del ensayo era inferior al número de las procedentes de los cultivos de más bajas concentraciones o ausencia de la sustancia probada. De ahí que la muestra se reduzca en estos casos. Esta reducción en el número de efectivos se acentuó en la segunda generación. De hecho en el cultivo expuesto a 540 mg/Kg ya no hubo segunda generación.

### 3. CONCLUSIONES

Debemos concluir que creemos cumplido nuestro objetivo principal de contribuir a aclarar si el glifosato a bajas concentraciones en la dieta influye en el estado fisiológico de las moscas y en su fertilidad.

Con los resultados obtenidos debemos rechazar ambas hipótesis de trabajo enunciadas al comienzo de nuestra investigación sobre este particular y por tanto debemos aceptar las hipótesis alternativas:

1. El glifosato añadido en bajas concentraciones en la papilla nutricia (3.000 veces inferior a la concentración de aplicación del producto) sí afecta a la morfometría de los oenocitos de larvas de 3er instar (L3), produciendo una disminución clara del tamaño del tamaño celular en su conjunto, tanto del núcleo como del citoplasma. Es posible, además, que esta atrofia afecte en mayor medida al núcleo.
2. El glifosato añadido en bajas concentraciones en la papilla nutricia (30.000 veces inferior a la concentración de aplicación del producto) sí afecta al número de ovariolas/ovario en hembras de la primera generación nacida en cultivos tratados, de tal modo que este valor se reduce de manera estadísticamente significativa.

Cabe reflexionar ahora sobre el significado y la repercusión fisiológica que pueda tener esta atrofia celular, provocada por el glifosato, que afecta a los oenocitos. Parece lógico pensar que la importante función metabólica de los oenocitos se ve comprometida. El hecho de que ésta disminución de tamaño pueda afectar, según los mencionados indicios, en mayor grado al núcleo es compatible con el carácter mutágeno ya evidenciado por Kale PG et al.(1995). Alteraciones celulares que también son compatibles con el estrés oxidativo y el aumento de las defensas antioxidantes investigadas por de Aguiar LM et al. (2106) , en este caso con exposición de individuos adultos de ambos sexo a altas concentraciones (de 1g/L hasta 10 g/L). Que las concentraciones tan bajas como las empleadas en este ensayo provoquen alteraciones medibles, tanto en los oenocitos como en el número de ovariolas –reduciendo su fertilidad y, por tanto, su *fitness*- es cuando menos preocupante. Tampoco conviene soslayar esa demora en el desarrollo que hemos detectado. Son concentraciones bajas pero que pueden estar presentes en el suelo y en el agua, afectando a la fauna del suelo en una medida que desconocemos. También a polinizadores como las abejas e incluso a las poblaciones humanas.

Comprendemos que se trata de una modesta investigación basada en un ensayo pero creemos que no debe ser ignorada por este motivo. Es patente que, obviamente, habría que ampliar y repetir la investigación para confirmar los resultados obtenidos. En ello estamos trabajando ahora, disminuyendo las concentraciones del producto en la dieta y ampliando la muestra para aumentar la resolución del análisis.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos profundamente el apoyo constante de la directiva del IES Maestro Gonzalo Korreas, especialmente a Miriam García, directora, y Ana Navajas, secretaria. También a la Consejería de Educación y Empleo JUNTAEX, por la donación del microscopio de contraste de fases empleado en estas investigaciones. De modo particular, agradezco a mi profesor coordinador su inestimable ayuda. Extendemos este agradecimiento a la Asociación Investigación en Secundaria que a través de la organización de las Reuniones Científicas nos han estimulado profundamente para realizar las investigaciones de estos últimos años en nuestro centro.

## REFERENCIAS

- Buszczak, M. y Cooley, L. (2000). Eggs to die for: cell death during *Drosophila* oogenesis. *Cell death and differentiation*, 7(11), 1071-1074.
- Cousin, M., Silva-Zacarin, E., Kretzschmar, A., El Maataoui, M., Brunet, J.L. y Belzunces, L.P. (2013). Size changes in honey bee larvae oenocytes induced by exposure to paraquat at very low concentrations. *PLoS One*, 8(5), e65693.
- de Aguiar, L. M., Figueira, F. H., Gottschalk, M. S. y da Rosa, C. E. (2016). Glyphosate-based herbicide exposure causes antioxidant defence responses in the fruit fly *Drosophila melanogaster* *Toxicology & pharmacology Jul-Aug*, 185-186.
- Gutierrez, E., Wiggins, D., Fielding, B. y Gould, A. P. (2007). Specialized hepatocyte-like cells regulate *Drosophila* lipid metabolism. *Nature*, 445(7125), 275.
- Kale, P. G., Petty Jr, B. T., Walker, S., Ford, J. B., Dehkordi, N., Tarasia, S., Tasie BO, Kale R. y Sohni, Y. R. (1995). Mutagenicity testing of nine herbicides and pesticides currently used in agriculture. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 25(2), 148-153.
- Martins, G. F. y Ramalho-Ortigao, J. M. (2012). Oenocytes in insects. *Invertebrate Survival Journal*, 9(2), 139-152.
- Nienhaus, U., Aegerter-Wilmsen, T. y Aegerter, C. M. (2012). In-vivo imaging of the *Drosophila* wing imaginal disc over time: novel insights on growth and boundary formation. *PLoS One*, 7(10), e47594.
- Schindelin, J., Arganda-Carreras, I., Frise, E. *et al.* (2012). Fiji: an open-source platform for biological-image analysis. *Nature methods*, 9(7), 676-682.
- Shuker, D. M., y Simmons, L. W. (Eds.). (2014). *The evolution of insect mating systems*. The Royal Entomological Society. Oxford University Press, USA.
- Ugur, B., Chen, K. y Bellen, H. J. (2016). *Drosophila* tools and assays for the study of human diseases. *Disease models & mechanisms*, 9(3), 235-244.
- Weil, T. T., Parton, R. M. y Davis, I. (2012). Preparing individual *Drosophila* egg chambers for live imaging. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*, (60), e3679.

## RUIDO Y AUTISMO

### *Noise and autism*

**M<sup>a</sup> Carmen Falcón, Kevin Mateus, Aridia Pizarro, María Moralo\* y Josefa Jaramillo<sup>1\*</sup>**  
IES San Roque. Calle de Lino Duarte Insúa, s/n, 06009 Badajoz.

<sup>1</sup>pepijara@gmail.com.

\* “Profesores coordinadores”

**RESUMEN:** *Uno de los problemas medioambientales que padecemos actualmente, y al que habitualmente no damos mucha importancia, es el de la contaminación acústica. Según datos de la OMS, el ruido es uno de los factores ambientales que mayor cantidad de enfermedades provoca. Este problema cobra especial importancia en nuestro centro, puesto que contamos con un Aula Específica de Trastorno del Espectro Autista (TEA). Frente a los ruidos molestos, el niño con autismo reacciona con irritabilidad, con miedo excesivo, aislándose. Con el presente trabajo se pretende, por un lado, sensibilizar a la población en general sobre el TEA y, por otro lado, estudiar cómo perciben los ruidos nuestros alumnos autistas.*

**Palabras clave:** *TEA, contaminación acústica, sensibilizar, irritabilidad.*

**ABSTRACT:** *One of the environmental problems we suffer today, and which we do not usually give much importance to, is noise pollution. According to WHO data, noise is one of the environmental factors that causes the greatest number of diseases. This problem becomes especially important in our school, since we have a Specific Autism Spectrum Disorder (ASD) Classroom. When faced with annoying noises, the child with autism reacts with irritability, with excessive fear, isolating himself. The aim of this work is, on the one hand, to raise awareness of ASD among the general public and, on the other hand, to study how our autistic students perceive noise.*

**Keywords:** *ASD, noise pollution, sensitize, irritability.*

---

**MERIDIES, 23 (2020):35-38**

ISSN (versión impresa): 1137-8794

---

### INTRODUCCIÓN

Los expertos de la OMS alertan sobre la relación directa que existe entre el exceso de ruido y el aumento de enfermedades, y destacan que, después de la contaminación atmosférica, la acústica es la segunda causa de origen ambiental que provoca más alteraciones en la salud. Sin embargo, a pesar de que la OMS insiste en considerar la contaminación acústica como un importante factor de estrés ambiental con impacto sobre la salud pública, parece que este problema, y sus riesgos asociados, no han llegado a tener tanta visibilidad entre los ciudadanos como otros tipos de contaminación, como la atmosférica o la del agua.

Nos rodea el ruido y esto afecta a cada uno de los entornos sonoros en los que nos movemos al cabo del día: casa, calle, centros o espacios comerciales, espacios deportivos... y, como no, en nuestros centros escolares.

Este trabajo es una propuesta educativa cuyo objetivo principal es que nuestro alumnado tome conciencia sobre la existencia de uno de los problemas medioambientales que padecemos actualmente, y al que habitualmente no damos mucha importancia: la contaminación acústica.

Este problema cobra especial importancia en nuestro centro puesto que contamos con un Aula Específica de Trastorno del Espectro Autista de secundaria creada en el curso 2015/16, cuyo objetivo es servir de puente entre las particularidades de nuestros alumnos con TEA y el entorno normalizado. Un recurso que permite entrenar a nuestros alumnos y resolver problemas de conducta para participar el máximo posible en la vida del centro.

Dada la hipersensibilidad sensorial de este colectivo, para nuestros alumnos con TEA ciertos ruidos son insoportables:

- Ruidos inesperados como el teléfono, el timbre del colegio, los fuegos artificiales...
- Ruidos de tono alto como los de los electrodomésticos, el secador del pelo, la batidora, la segadora del jardín...
- Ruidos simultáneos, lugares ruidosos como una fiesta infantil, un centro comercial...

Frente a estos ruidos molestos, el niño con autismo reacciona con irritabilidad, con miedo excesivo, aislándose, balanceándose... Debemos tomar conciencia sobre la existencia de la contaminación acústica en nuestro centro y la importancia de no contribuir a ella. Se hace necesario, pues, sensibilizar a las familias, profesionales y población en general sobre los TEA y comprender sus peculiaridades y la forma especial de percibir los estímulos sonoros de su entorno.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Nos propusimos valorar cómo percibimos los sonidos que nos rodean tomando como muestra seis alumnos del aula TEA y seis alumnos sin TEA. Para ello, completaron una ficha (Fig. 2) adaptada a los hábitos diarios, desde que se levantaban hasta que se acostaban. Utilizaron una escala de sonidos (Fig. 2) y unos rotuladores marcados con la intensidad correspondiente a su color. No se trataba de medir con un sonómetro el ruido sino de rellenar la ficha a partir de su apreciación personal, es decir, si el ruido les resultaba débil, moderado, fuerte, etc. De una manera totalmente subjetiva.



Fig. 2.- Escala de sonidos.

Actividad	Tiempo de exposición	Fuente de emisión	Frecuencia (grave o agudo)	Intensidad (dB)	Color	Lo generamos o lo soportamos
Desayuno						
Ducha						
Secando el pelo						
Camino escolar						
Entrada al centro						
Aula (antes de clase)						
Aula (durante la clase)						
Gimnasio						
Patio						
Biblioteca						
Salida del centro						
Comida						
Antes de quedarte dormido						

Fig. 1.- Ficha adaptada a los hábitos diarios.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos obtenidos se representan gráficamente en las figuras 3 a 15, que comparan los resultados del grupo no TEA (primer grupo), del grupo TEA (segundo grupo) y los valores observados con un sonómetro (S) que es el único valor objetivo.

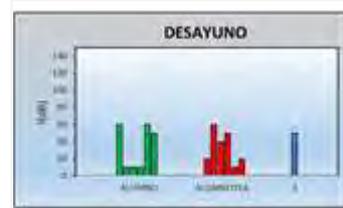


Fig. 3.-Desayuno.

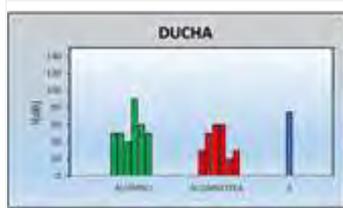


Fig. 4.-Ducha.



Fig. 5.-Secando el pelo.

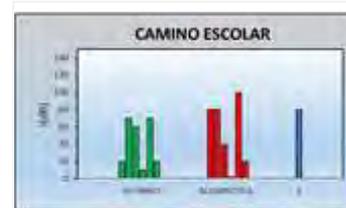


Fig. 6.-Camino escolar.



Fig. 7.-Entrada al centro.

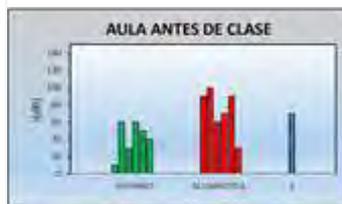


Fig. 8.-Aula antes de clase.

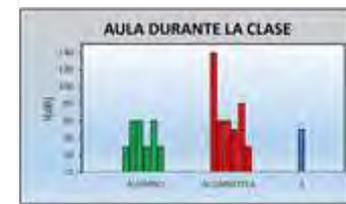


Fig. 9.-Aula durante la clase.

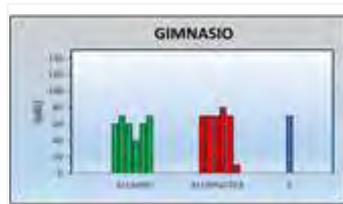


Fig. 10.-Gimnasio.

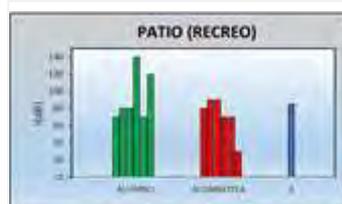


Fig. 11.-Patio en el recreo.

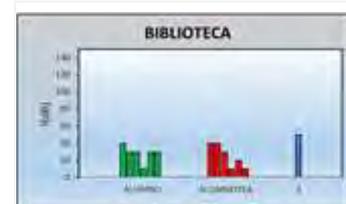


Fig. 12.-Biblioteca.



Fig. 13.-Salida del centro.

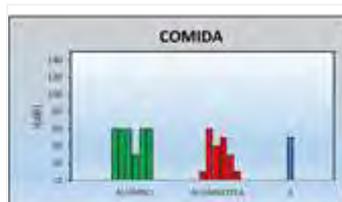


Fig. 14.-Comida.

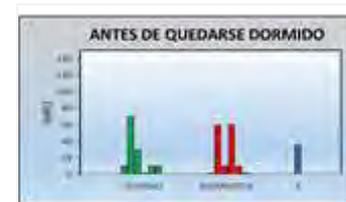


Fig. 15.-Antes de dormir.

Llama mucho la atención que en situaciones donde objetivamente hay un nivel alto de ruido los alumnos TEA perciben menos ruido siempre y cuando están solos (ducha o secando el pelo) que el resto de alumnos. Parece ser que son más sensibles más que al ruido en sí, a las situaciones donde hay aglomeraciones, desorden, mayor número de personas (entrada al centro, aula, antes de entrar en el aula, salida del centro, camino escolar y gimnasio) (Fig. 16).

En el patio, parecen resultados contradictorios, pero la realidad es que aunque allí hay bullicio, es en el recreo cuando se evaden y están realmente inmersos en su mundo, puesto que aprovechan para aislarse y no relacionarse con los demás.

Parece curioso también que en el desayuno y la comida el sonómetro marca lo mismo (valor objetivo), los alumnos TEA así lo perciben, pero no el otro grupo de alumnos. Esto se puede

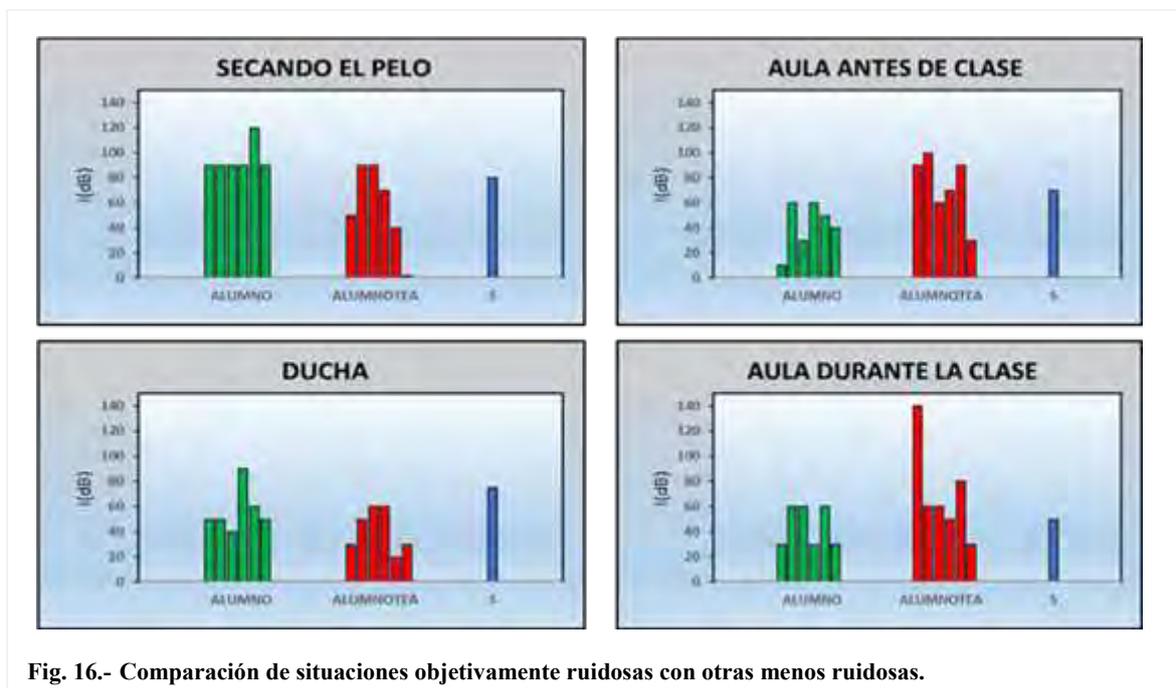


Fig. 16.- Comparación de situaciones objetivamente ruidosas con otras menos ruidosas.

explicar porque el desayuno suelen hacerlo solos mientras que la comida la hacen en familia.

## REFERENCIAS (CONSULTAS A TRAVÉS DE INTERNET –NO CITADAS–)

- Anónimo (2011). Hipersensibilidad auditiva en las personas con autismo. *ASPAU*. [Consulta nov. 2018] <https://www.facebook.com/notes/aspau/hipersensibilidad-auditiva-en-las-personas-con-autismo/10150313536887356/>
- Areli, G. (2015) Proyecto Aulas Sin Ruido. *Scrib*. [Consulta nov. 2018] <https://es.scribd.com/document/265350095/Proyecto-Aulas-Sin-Ruido>
- García Cobo, J. (2018). Crea un medidor de ruido con una simple placa de Arduino. *Harwarelibre*. [Consulta nov. 2018] <https://www.hwlibre.com/crea-medidor-de-ruido-una-simple-placa-arduino/>
- IES Vicente Aleixandre (2018). Blog dedicado a los proyectos de robótica para la XII Feria de las Ciencias. [Consulta nov. 2018] <https://programacionyroboticasecundaria.wordpress.com/semaforo-vu-meter/>
- Martín, L. (2017). Contaminación acústica: la amenaza invisible. (2017). [Consulta nov. 2018] <https://www.compromisoempresarial.com/rsc/2017/08/contaminacion-acustica-la-amenaza-invisible/>
- New, M.J. (2012). Autismo. *About KidsHealth* [Consulta nov. 2018] <https://kidshealth.org/es/kids/autism-esp.html>
- Soinu-Zarata (2018). Secuencia didáctica sobre Calidad Sonora, por un entorno sonoro saludable y de calidad. Facebook. [Consulta nov. 2018] <http://www.bizkaia21.eus/interior.asp?idpagina=242&idioma=ca>.

## ESTUDIO DEL PERIFITON Y OTROS ORGANISMOS EPIBIONTES DE LA ASCIDIA *Phallusia mammillata* Y SU INFLUENCIA EN POSIBLES EPIZOOTIAS

*Study of the periphyton and other epibionary organisms of ascidia *Phallusia mammillata* and its influence in possible epizootic diseases*

Inés Aguin Ares<sup>1</sup>, Alba Rodríguez Santalices<sup>2</sup>, Alberto García Mallo \*  
Colexio Plurilingüe Alborada. Avda. Aeroporto, 392. Vigo CP.: 36317

<sup>1</sup>iaquin@albotic.com <sup>2</sup>arodriguez@albotic.com

\*Profesor coordinador

**RESUMEN:** Estudiamos los organismos que viven sobre la ascidia *Phallusia mamillata* como asociaciones interespecíficas, analizando los organismos fijados en su túnica, formando el velo "perifiton" (conjunto de organismos que viven sobre un sustrato), los organismos que hay en el manto y los que viven como parásitos o como inquilinos en el saco visceral. Inventariamos los organismos dependientes de esta especie de ascidia de la que apenas hay bibliografía, haciendo un estudio de las especies para diagnóstico. Las epizootias comienzan cuando las células tóxicas son consumidas por organismos filtradores y éstos son consumidos por sus depredadores. Destacamos como resultados la importancia de las ascidias como filtradores y con su perifiton potencia la actividad depuradora de aguas.

**Palabras clave:** Filtradores, manto, túnica, depredadores.

**ABSTRACT:** We are studying the interspecies associations between animals who live on the sea squirt *Phallusia mammillata*. We analyzed the organisms which are stuck to the body, forming the periphyton (the combination of organisms that live on another), the organisms on the mantle, and those who live as parasites, or renters, in the visceral sac. We did an inventory of the organisms dependent on this species of sea squirt, performing the study for diagnostic purposes. Epizootic diseases begin when toxic cells are consumed by filter-feeders, who are then consumed by their predators. As a result, we have found the importances of these filter-feeders and their periphyton in the context of their environment.

**Key words:** Filterfeeders, mantle, tunic, predatory.

---

**MERIDIES, 23 (2020): 39-46**

ISSN (versión impresa): 1137-8794

---

### INTRODUCCIÓN

Las ascidias son miembros del Phylum *Chordata*, Clase *Ascidiacea*. Se pueden considerar como depósitos de microorganismos que pueden dar lugar a episodios de epizootias. Además en su túnica pueden fijarse organismos del perifiton y colaborar así a la depuración de las aguas. Las ascidias son filtradores potentes de metales y se desarrollan muy bien en zonas contaminadas como puertos marítimos. Son por consiguiente bioindicadores.

Debido a la competencia interespecífica con otros grupos de animales y a su larga vida geológica, las ascidias han generado una amplia gama de defensas químicas, que se han estudiado para el control de tumores – como antifouling (incrustaciones biológicas) contra ciertos tipos de cáncer – y para aprovechar sus propiedades insecticidas

Cada vez es más importante el estudio de la salubridad del agua y las ascidias contribuyen a ello de varias formas: con su perifiton y con su poder de filtración y conocer la actividad de las ascidias y su papel en el desarrollo de una epizootia.

Las epizootias comienzan cuando las células tóxicas son consumidas por organismos filtradores: moluscos bivalvos, ascidias, esponjas y peces pequeños y éstos son consumidos por sus depredadores. Identificar las especies que actúan con las ascidias creemos que es muy importante.

Hemos inventariado los organismos dependientes de esta especie de ascidia de la que apenas hay bibliografía, especialmente sobre los organismos asociados a las ascidias en la Ría de Vigo.



Fig.1: Ascidias en el muelle de Bouzas- Ría de Vigo

Estudiamos los organismos que viven sobre la ascidia “*Phallusia mammillata*” como asociaciones interespecíficas de mucha importancia, analizando los organismos fijados en su túnica, formando el velo “perifiton”, los organismos que hay en el manto y los que viven como parásitos o como inquilinos en el saco visceral.

Por último hemos realizado un estudio histológico para identificar órganos internos en búsqueda de parásitos internos.

**Objetivo:** Identificar las distintas especies de organismos que viven asociados a la ascidia *Phasullia mammillata* y relacionarlas con su actividad como perifiton, desencadenantes de epizootias y/o reservorios de microorganismos.

**Fundamentos teóricos y antecedentes:**

Las ascidias son miembros de la Clase *Ascidacea* (Urocordados), especialmente abundantes en zonas portuarias debido a la contaminación del agua.

La sistemática de *Phallusia mammillata*:

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Subfilo: Tunicata

Clase: Ascidiacea

Orden: Enterogona

Familia: *Ascidiidae*

Género: *Phallusia*

Especie: *Phallusia mammillata* (Cuvier, 1815)

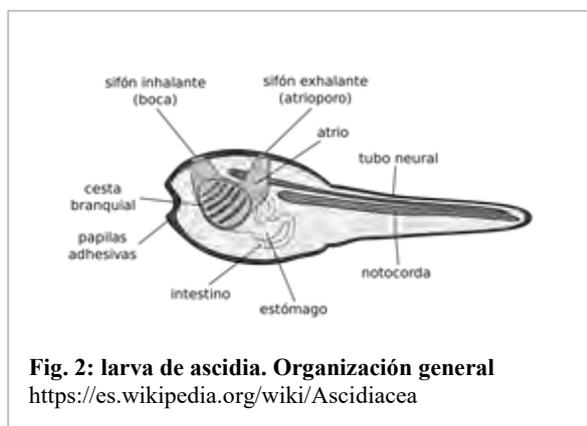


Fig. 2: larva de ascidia. Organización general  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Ascidacea>

Esta especie es muy abundante en la Ría de Vigo y comparte las características generales de esta clase de animales:

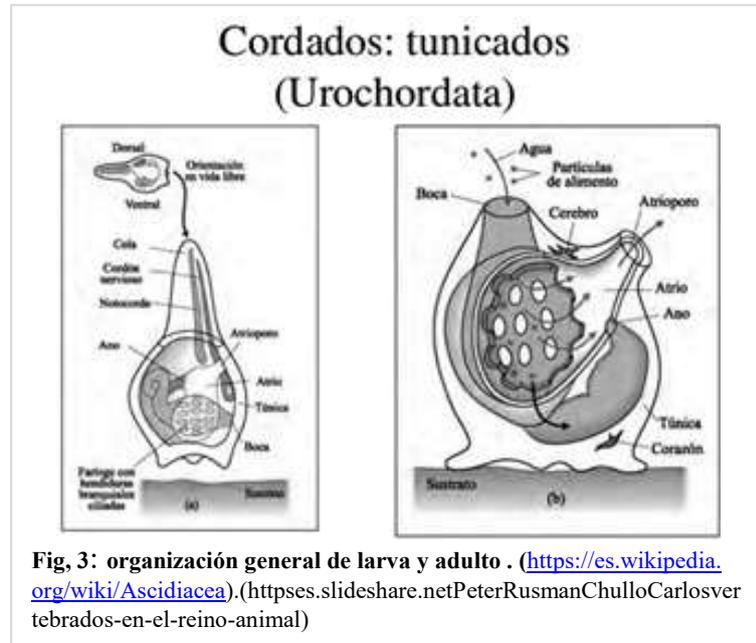
Las ascidias son miembros de la Clase *Ascidacea*. A pesar de su apariencia física simple, las ascidias son taxonómicamente unos de los invertebrados más cercanos al ser humano.

Esto se debe a que en su estado larval, la ascidia posee todas las características de los cordados: una cola postanal, una notocorda, un cordón nervioso dorsal hueco y hendiduras faríngeas. Sin embargo, cuando la larva planctónica se asienta en un sustrato y sufre metamorfosis para convertirse en un adulto sésil, pierde las características distintivas de los cordados, reabsorbiendo la cola postanal junto con la notocorda y el cordón nervioso dorsal (Millar, 1971).

El animal adulto sólo retiene las hendiduras faríngeas y su apariencia, en casi nada, se asemeja a los vertebrados.

Al igual que los demás miembros del subfilo Urocordados, las ascidias se caracterizan por poseer una cubierta externa protectora llamada túnica, la cual crece con el animal y funciona como un exoesqueleto flexible, además de servir de anclaje para adherir el animal al sustrato. La túnica está constituida principalmente por un tipo de celulosa llamada tunicina (Millar, 1971; Ruppert y Barnes, 1996), y en las ascidias puede variar en consistencia de suave y delicada, a áspera y fuerte, y presentar una diversa gama de patrones de coloración. Esta estructura le vale el nombre de tunicados a los miembros del subfilo Urocordados.

Las **ascidias** tienen importancia porque se pueden considerar como depósitos de microorganismos que pueden dar lugar a episodios de epizootias. Además en su túnica pueden fijarse organismos del perifiton y colaborar así a la depuración de las aguas. Las ascidias son filtradores potentes de metales y se desarrollan muy bien en zonas contaminadas como puertos marítimos, por lo que son consideradas como bioindicadores



El término **perifiton** se aplica a la microbiota que coloniza cualquier tipo de sustrato que se encuentre sumergido en el agua (Wetzel, 2001). Es enorme la variedad de organismos que se pueden encontrar en el perifiton como las bacterias, hongos, protozoos, algas, zooplancton, organismos bentónicos etc. (Huchette *et al.*, 2000). El perifiton cumple un papel fundamental en los sistemas acuáticos ya que proporciona metabolitos orgánicos para diversos organismos.

Las **epizootias** son procesos de “contagio” de alguna enfermedad causada por parásitos o sustancias nocivas producidas por organismos consumidos en la alimentación de un ser vivo (Mato López *et al.* 2016). “Algunas epizootias comienzan cuando las células tóxicas son consumidas por organismos filtradores: moluscos bivalvos, ascidias, esponjas y peces pequeños como sardinas, macarelas y anchovetas” (Almazán, *et al.*, 2016).

En nuestro estudio el mejor ejemplo sería la marea roja, producida por dinoflagelados (*Gymnodinium*, *Gonyalulax*...) u otras especies que son filtrados por los organismos filtradores y transmitidos a sus depredadores. En este proceso de filtración es cuando comienza la posible epizootia.

Los organismos **epibiontes** son aquellos que viven fijos (sésiles) sobre otros seres vivos como puede ser un alga o un gusano tubícola sobre un mejillón. Sobre las ascidias observamos varios organismos que viven asociados a ésta.

## MATERIAL Y MÉTODOS

1.- Gestión de permisos de muestreo en la AMM-Bouzas y Servicio Provincial de Costas de Pontevedra.

2.- Recogida de ejemplares de las especies a estudiar en los pantalanes del muelle de Bouzas y conservación de algunos ejemplares en líquido de Davison.

3.- Análisis de las tres partes de la ascidia: túnica, manto y vísceras en el laboratorio del Colegio y en la ECIMAT (Estación de Ciencias Marítimas de Toralla), donde hacemos la histología.

4.- Análisis de las muestras y clasificación de los organismos encontrados y relacionarlos con el perifiton, parásitos, epibiontes y epizootias.



Fig.4: Trabajo en laboratorio

Hemos utilizado los siguientes **materiales**: instrumentos propios de preparaciones microscópicas, líquidos para tinciones, aceite de inmersión, líquido Davison, lupa binocular de 10x, microscopios (fig. 4). Realizamos un experimento a partir del agua de mar en punto cero para analizar el perifiton que produce esta especie. Los datos obtenidos son referentes a los meses de septiembre-diciembre (año 2018).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Epibiontes:** Cirrípedos (*Balanus* spp), poliquetos tubícolas, colonias de hidrozooos, briozooos, macroalgas, otras ascidias y moluscos (mejillón y otros bivalvos) (fig. 5).

**Perifiton**, citamos registros de especies de diatomeas como *Navícula*, *Melosira*, *Diploneis*, *Pseudotaurosiva*, *Cocconeis*, *Cymbela*, *Tabellaria (flocculosa)*, *Fragilaria*, *Pinnularia*, *Nitzschia*, *Cyclotella*, *Encyonopsis*. Protozoarios y nematodos. Larvas de moluscos, rotíferos, copépodos (Figs. 6 y 7).

**Parásitos:** principalmente varias especies de nematodos y protozoos en la túnica y en las vísceras.



Fig. 5: Resultados de especies de epibiontes



Fig. 6: Resultados de especies de perifiton

**Organismos asociados a epizootias:** En el periodo analizado hemos identificado protozoarios favorecedores de episodios de epizootias que actuarían sobre otras especies consumidoras de las ascidias, pero ninguna especie fitoplanctónica causante de marea roja (*Gynodinium*, *Gonyaulax*).

**CONCLUSIONES**

Elaboramos el registro de especies oportunistas que viven como epibiontes, un registro de especies del perifiton y registro de parásitos internos y externos.

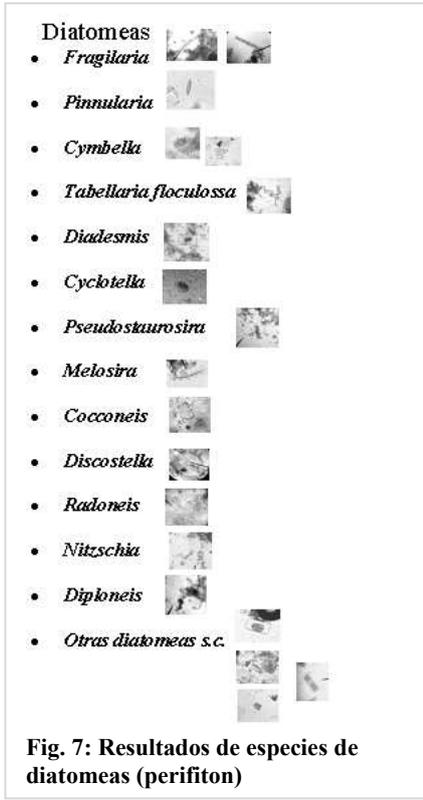
Con un análisis de su perifiton tendríamos un registro excepcional de especies bioindicadoras.

Por ejemplo la especie *Diploneis*, no es tolerante con la contaminación, por este motivo es indicadora de aguas limpias, apareciendo en nuestros registros.

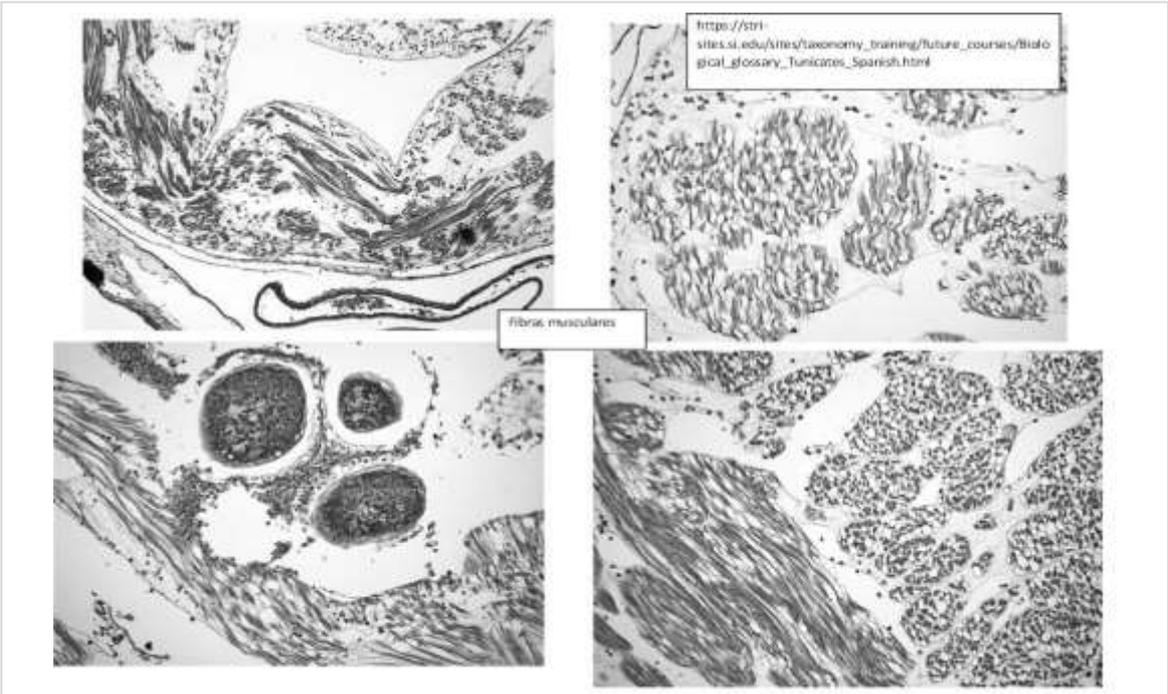
Registramos por vez primera organismos que viven sobre las ascidias que pueden actuar como reservorios, como es el caso de los nematodos que aparecen de forma constante en todos los individuos estudiados.

Los resultados indican que las ascidias son un importante reservorio de organismos ya que en el medio aparecen organismos de este estudio

A continuación, en las figuras 8, 9, 10 y 11, exponemos los datos de **histología** pertenecientes a la especie *Phallusia mammillata* en la Ría de Vigo, por considerar importantes por ser la primera vez que se hace este estudio.



**Fig. 7: Resultados de especies de diatomeas (perifiton)**



**Fig. 8: Detalle de fibras musculares**

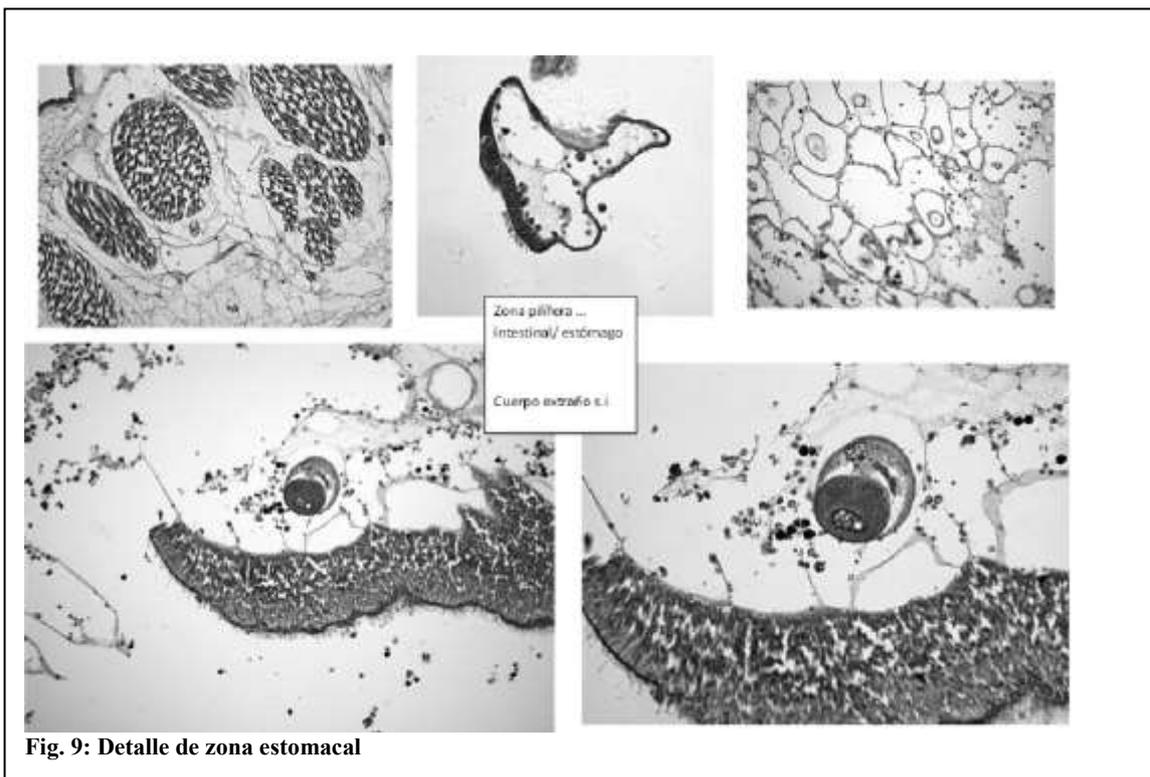


Fig. 9: Detalle de zona estomacal

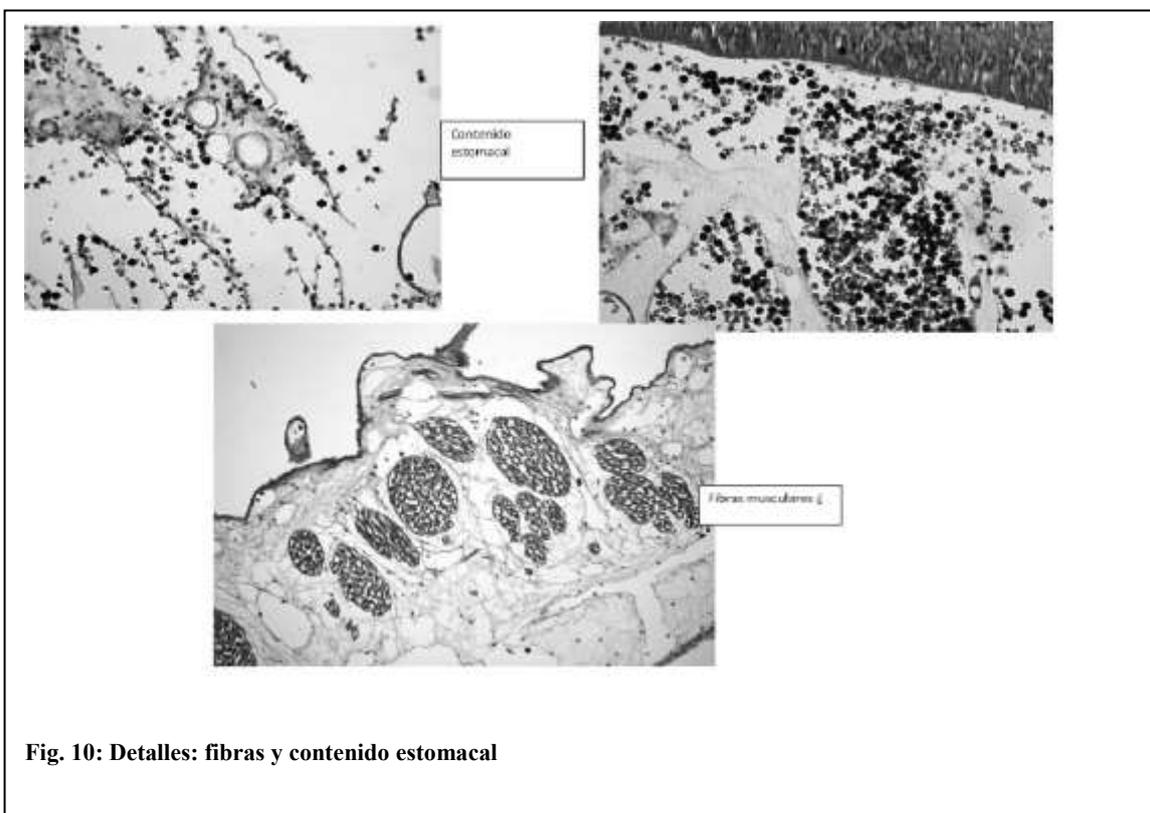
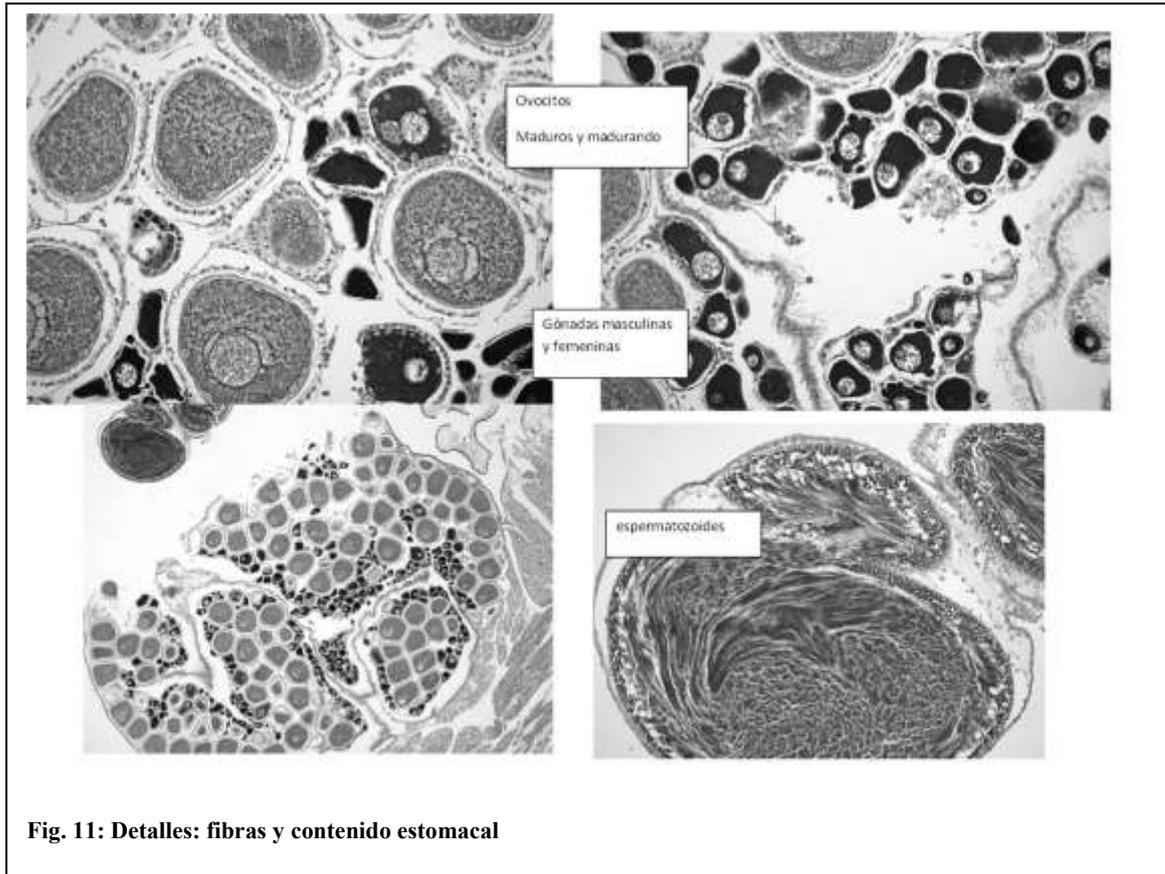


Fig. 10: Detalles: fibras y contenido estomacal



**Fig. 11: Detalles: fibras y contenido estomacal**

## AGRADECIMIENTOS

A la AMM-Bouzas por facilitarnos cuantas veces lo hemos necesitado el acceso a los pantalanes para recogida de muestras.

A ECIMAT-UVIGO por prestarnos su laboratorio de análisis de histología y por proveernos del líquido Davison y ayuda en la clasificación de especies

A Alba Hernández (ECIMAT-Histología y Rosana Rodríguez / ECIMAT\_UVIGO por enseñarnos a hacer una preparación de histología.

A Cristina Delgado de la UVIGO (Sistemática) por la ayuda en la clasificación de Diatomeas y a Liliana García (UVIGO) por echarnos una mano en este trabajo de clasificación.

A Enrique Martínez (Marinero-patrón barco).

## REFERENCIAS

- Almazán, A., García, E. y Aké-Castillo, J. A. (2016). “Daños al ambiente provocados por los florecimientos algales nocivos” [En línea] *La Jornada Ecológica*, 207. Disponible en: <http://www.jornada.com.mx/2016/07/25/eco-h.html> [Consulta: 10/10/18].
- Huchette, S. M., Day, R. W., y Shepherd, S. A. (2000). A review of abalone stock enhancement. In *Enhancement of Marine and Freshwater Fisheries. (Edited by A. Moore, R. Hughes.) Australian Society for Fish Biology Workshop Proceedings* (pp. 58-69).

- Mato López, L., Iglesias Blanco, R., Arias Fernández, C. y Novoa López, N. (2016). Estudios de epizootias y zoonosis en explotaciones de bovinos. *Investigación: cultura, ciencia y tecnología*, (16), 27-31.
- Millar, R. H. (1971). The biology of ascidians. In *Advances in marine biology* (Vol. 9, pp. 1-100). Academic Press.
- Ruppert, E. E., y Barnes, R. D. (1996). Zoología de los invertebrados (6ª Ed.). México.
- Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: lake and river ecosystems*. Gulf professional publishing.

## NEMATODOS EN GANADO OVINO

### *Nematode parasites in sheep livestock*

**Carmen Gutiérrez, María Boza, Sabina Pache, María Rollano, Maribel Brígido y Miguel Cabezas\***

IES Castillo de Luna. Crta. de Herrerueta s/n. 06510 Albuquerque (Badajoz).

<sup>1</sup>: mcabezast01@gmail.com.

\* Profesor coordinador.

**RESUMEN:** Se realiza el análisis parasitológico de heces a ovejas de una finca cercana a Albuquerque (Badajoz). Con la técnica de "flotación" en solución sobresaturada de sal, se pueden ver los huevos de estos vermes (=gusanos) parásitos intestinales. Posteriormente, mediante técnica de Baermann, se consigue que los huevos germinen y observar los pequeños "gusanos" moviéndose. Estos pequeños "gusanos" son parásitos intestinales, frecuentes si no se desparasita el ganado. Provocan daños en el tubo digestivo, pequeñas hemorragias y, en general, pérdida de peso con menor crecimiento del ganado. Si la infestación es baja no da mucho problema, pero si es alta puede parecer que ese ganado es poco productivo.

**Palabras clave:** Nematodos, parásitos, ovejas, flotación, Baermann.

**ABSTRACT:** We did parasitological analysis of faeces from sheep, from a farm next to Albuquerque (Badajoz). The technique used was "flotation" in a salt+water solution. The salt used was ClNa, and the concentration was completely saturated. We could see eggs of little worms that are gastrointestinal parasites. Afterwards we used Baermann technique to develop the embryos inside those eggs, and we could even observe the motion. These small "worms" are intestinal parasites, frequent if the cattle are not removed. They cause damage to the digestive tract, small haemorrhages and, in general, weight loss with less livestock growth. If the infestation is low it does not give much problem, but if it is high it can seem that these cattle are not very productive.

**Keywords:** Nematodes, parasites, sheep, flotation, Baermann

---

**MERIDIES, 23 (2020): 47-52**

ISSN (versión impresa): 1137-8794

---

### INTRODUCCIÓN

La comarca donde vivimos tiene mucha actividad ganadera. A la hora de cuidar bien a estos animales, una de las prácticas frecuentes es desparasitarlos dos veces al año, tras las lluvias de otoño y de primavera. A veces no se hace y se duda de la incidencia de ciertas patologías (parasitosis intestinales).

En la experiencia que relatamos, se hace el seguimiento del rebaño de ovejas de una de las autoras y se buscan, en las heces de estas ovejas, huevos de parásitos intestinales. Posteriormente se cogen estas muestras positivas y se ponen en condiciones para que germinen, dando los pequeños vermes (=gusanos) que se observan en movimiento (*Phillum Nematoda*).

El trabajo no pretende valorar la incidencia de la enfermedad parasitaria en la comarca, o en ese rebaño no desparasitado, sino ver los huevos y después las larvas de estos animales. Así "descubrimos" esta parte de la vida que tiene una fase en el suelo y otra en los animales. Los nematodos son vermes (o usando un término vulgar "gusanos") muchas veces muy pequeños, que viven en el suelo. Los hay de vida libre, descomponedores de materia orgánica, otros causan enfermedades en animales o plantas. Hay muchas especies y hemos pretendido evidenciar concretamente las que afectan a ganado ovino, además de tamaño microscópico. La hemos foto-

grafiado y grabado con 100 aumentos (fig. 1) y hasta 400. Los 100 aumentos son los que tienen y funcionan, en un microscopio de instituto normal (ocular de 10x y objetivo de 10x). En otros trabajos se podría plantear coger muestras de suelo y buscar nematodos de vida libre o que produzcan patologías en plantas. Descubrir ahí estos seres vivos nos hace ser conscientes de la enorme variedad de la vida que está alrededor de nosotros y no percibimos porque es muy muy pequeña.



**Fig. 1.- Nematodos de heces de oveja observados a 100 aumentos. Vemos alguno menos detallado porque está en movimiento. Quizá hay dos especies distintas.**

## MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo tiene una finalidad exploratoria y de divulgación de técnicas de laboratorio básicas para ver nematodos, por tanto, este apartado que lees es quizá el más importante del artículo.

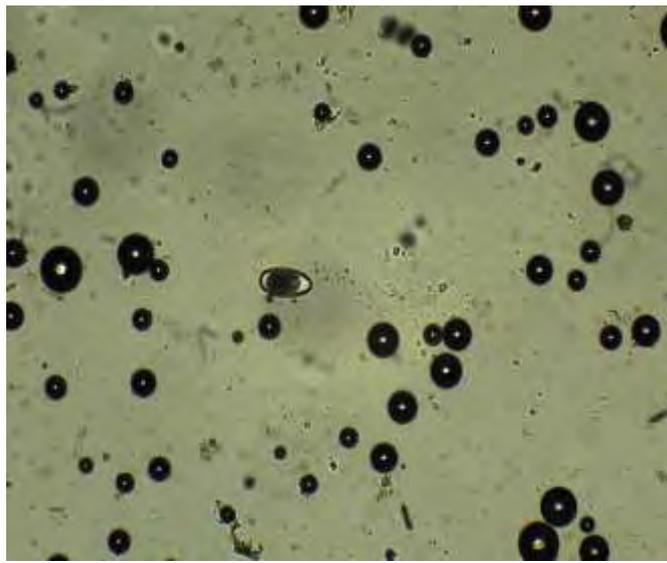
### Toma de muestras:

Si queremos hacer un análisis parasitológico hay que ser cuidadosos con recoger heces del animal no contaminadas. Es decir, no se deberían coger del suelo, porque ya podemos encontrar algo contaminado. Se cogerán directamente del ano, con la mano protegida por un guante de plástico al que damos la vuelta y en él va la muestra. Para ello podemos aprovechar un momento de despiste y relajación del animal, por ejemplo, si lo pasamos del campo a un cobertizo en el que le hemos puesto pienso, agua...y las ovejas van directas a comer. Si las cogiéramos del suelo, deben ser frescas, recién caídas, y las podemos limpiar por fuera con agua o un paño. O cuidar de coger la muestra para análisis de dentro de la “bolita de caca”. Una vez tomada la muestra debemos conservarla en frío, y analizarla en 24h o el mínimo tiempo posible. Nunca se deben analizar heces secas.

### Flotación:

Para buscar los pequeños huevos de nematodos parásitos intestinales, la flotación es un método muy limpio y eficaz. Se suele hacer con solución sobresaturada de sal (CINa). Hay otros parásitos de huevos más pesados que no se encontrarán así (por ejemplo, huevos de Ph Platelminetos, Cl Trematodos) y se deberán usar soluciones más densas (ClZn). La flotación se consideraría un método de concentración o enriquecimiento, porque analizo poca muestra, pero concentro los elementos de busco.

Material: Tubos de ensayo, vasos de vidrio pequeños (100 cm<sup>3</sup>), portaobjetos y cubreobjetos, gasa fina (0.1 mm aprox) para filtrar, varillas, pinzas, solución sobresaturada de sal CINa (densidad aprox. 1.20 g/cm<sup>3</sup>). Empezamos diluyendo 2g de heces de oveja en vasito pequeño (100 cm<sup>3</sup>) de agua con solución sobresaturada de sal hasta obtener una mezcla homogénea. Posteriormente la vaciamos en un tubo de ensayo mediante un embudo y tamizado por la gasa, evitando así la introducción de grandes partículas de heces y hierbas. Se termina de rellenar



**Fig. 2.-** Con 100 aumentos vemos huevo de nematodo cuya forma ovoide contrasta con las burbujas esféricas. No es demasiado buena esta preparación por exceso de burbujas.

hasta el borde con una pipeta dejando la parte superior de la solución convexa, levemente saliente y se coloca un cubreobjetos encima. A él se adherirán los huevos de nematodos, que tienen una densidad menor que el agua con sal. Al pasar 10 minutos, colocamos el cubre sobre un porta-objetos y lo observamos en el microscopio a 40 y luego 100 aumentos. Hay que cuidar que no se formen burbujas ni queden demasiados fragmentos de hierba. (Figs. 2 y 3). (Serra *et al.*, 2010; Thienpont, Rochette y Vanparijs, 1986; RVC/ FAO, 2019).

#### **Germinación de huevos, técnica Baermann:**

Ya con una flotación tendríamos el diagnóstico positivo de que hay nematodos viviendo en el intestino de la oveja. Nos planteamos el siguiente paso que sería sacar las pequeñas larvas vivas de ahí, ver cómo evolucionan hacia adultos. Si consultamos en la bibliografía, nos dicen que es una “larva 3”, es decir, aunque el adulto sea parecido no será eso lo que veamos. Para analizar cogemos varias bolitas de heces de oveja, las abrimos un poco o manipulamos para exponer su contenido y las envolvemos en una gasa. Las colocamos en el embudo de vidrio, suspendidas y atadas por arriba. Al final del embudo ponemos un tubito transparente cerrado por una pinza, puede ser de goma o alguna silicona floja. Verteremos por arriba agua templada (que no nos queme) y dejamos reposar 24h. Pasado este tiempo abrimos con cuidado vertiendo en una placa de Petri las primeras gotillas, menos de 1ml. Es en ese líquido donde vamos a buscar larvas. Con una pipeta Pasteur cogemos un poco, depositamos en un portaobjetos,



**Fig. 3.-** Con 400 aumentos vemos embrión de nematodo dentro del huevo. Alguna vez incluso lo vimos moverse.

tapamos con cubre y miramos a 100 aumentos. Si la muestra es positiva se pueden ver las larvas en movimiento y así destacan bastante. Esta técnica tiene variaciones según laboratorios, pero lo básico es que la larva germina y sale del huevo en un medio templado y húmedo. Tiene además tendencia a migrar hacia abajo, escondiéndose en el suelo. Por eso sacamos el final de la solución. Si tardamos más de 24h en hacer la observación, pueden estar las larvas muertas. (Figs. 2 y 3). (RVC/ FAO, 2019a).



Fig. 4- Ejemplo de cómo colocar las muestras para la técnica Baermann. Con el agua templada, en 24h tendremos las pequeñas larvas si la muestra es positiva.

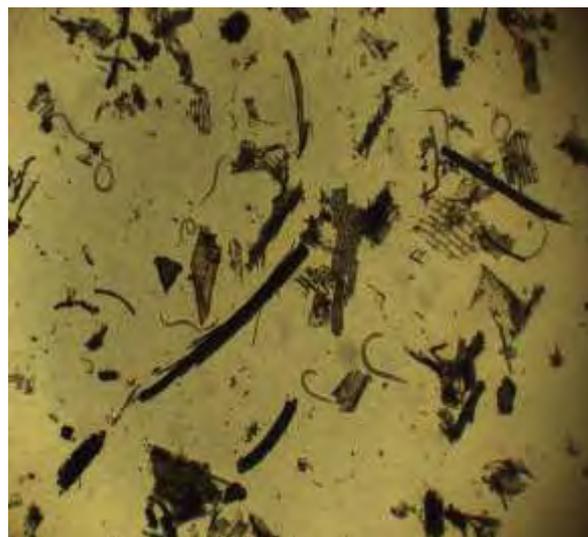


Fig. 5.- Cuando realizamos esta técnica nos pueden dificultar un poco la visión de las larvas los restos vegetales. Se aprecian las geometrías propias de estos tejidos. Si filtramos mejor con las gasas, más limpios quedarán. Observado a 100x.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Conseguimos con estas técnicas evidenciar y diagnosticar las parasitosis. No sólo hay que considerar que tenemos parásitos dentro de un animal, sino que en el animal desarrollan estos vermes (nematodos) parte de su vida. Realmente si consideramos el campo en el que habitan, podemos ser conscientes de que el reservorio de los parásitos es el campo donde pastan. Allí, aunque tratemos al animal, seguirán existiendo esos pequeños seres vivos, esperando víctimas susceptibles de ser habitadas cuando los ingieran. En ellas completarán su ciclo vital, la

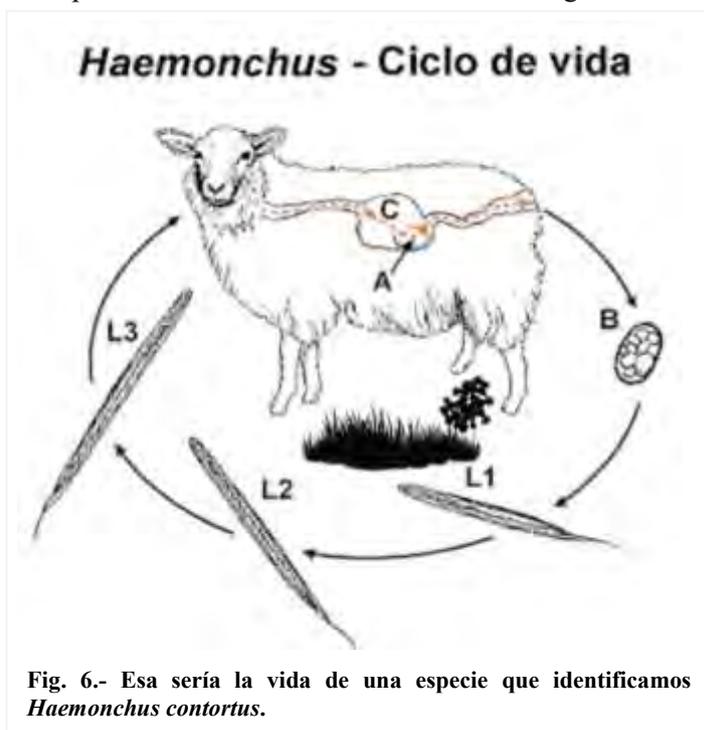


Fig. 6.- Esa sería la vida de una especie que identificamos *Haemonchus contortus*.

reproducción. (Fig. 6).

Las fases de vida libre son desde el huevo a la larva 3, y dentro de la oveja es donde hace las mudas necesarias para ser adulto reproductor. Vivirá en el estómago del rumiante (abomaso), y allí chupará sangre debilitando al animal. Si la parasitosis es alta se notarán débiles y en sangre se apreciaría anemia. Si es baja, a la larga pueden hacerse resistentes y que no se note demasiado. Sería interesante observar en matadero las lesiones. (Haemonchus contortus, 2019; Soulsby, 1988; Serrano et al., 2010). El diagnóstico de la

especie de parásito lo realizamos viendo las láminas del libro Soulsby (1988) y las larvas encontradas (RVC/ FAO, 2019b). En algunas muestras vimos alguna especie más, que no logramos identificar.

Una ampliación posible de este trabajo sería buscarlos en la tierra, para ver que existen ahí, esperando a las ovejas que suelen habitar estos espacios. (Fig.7). Pensando en ello hicimos búsquedas bibliográficas que nos ilustraran para ver esas técnicas, algo diferentes (Beltrao Molento *et al.*, 2016; Escribano *et al.*, 2017; Pozo de la Hoz, 2014).



**Fig. 7.-** Esta es la zona donde pastan las ovejas analizadas, un típico bosque mediterráneo de las cercanías de Alburquerque. Suelos con pizarra como roca madre, y una precipitación alrededor de 500 mm anuales. Son arcillosos al tacto, no drenan demasiado bien.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de D. David Reina Esojo, catedrático de Parasitología de la Facultad de Veterinaria de Cáceres (Universidad de Extremadura), para alguna consulta y referencia que nos mandó.

## REFERENCIAS

- Beltrao Molento, M., Buzatti, A. y Sprenger, L K. (2016). Pasture larval count as supporting method for parasite epidemiology, population dynamic and control in ruminants. *Revista Livestock Science*, 192: 48-54.
- Escribano, V., Ruiz, P., Lluch, J y Navarro, P. (2017). Primeros datos de la nematofauna edáfica del Campus Universitario de Burjassot (Valencia). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Secc Biol.* 111: 75-83.
- Pozo de la Hoz, J (2014). *Evaluación de dos técnicas analíticas para la detección y cuantificación de Nematodos del género Meloidogyne en muestras de suelo*. Trabajo fin de Máster, Universidad de Almería.
- RVC/ FAO (2019a). *Guía RVC/ FAO para el diagnóstico parasitológico veterinario*. Técnica de flotación. [consulta 25/08/2019]. [https://www.rvc.ac.uk/review/parasitology\\_spanish/Flotation/General.htm](https://www.rvc.ac.uk/review/parasitology_spanish/Flotation/General.htm).
- RVC/ FAO (2019b). *Guía RVC/ FAO para el diagnóstico parasitológico veterinario*. Técnica Bearman [consulta 25/08/2019]. [Baermann/Purpose.htm](https://www.rvc.ac.uk/review/parasitology_spanish/Bearman/Purpose.htm).

Serrano, F.J; Frontera, E; Gómez, C; Habela, M.A; Pérez, J.E; y Reina, D. (2010). *Manual práctico de parasitología veterinaria*” Colección: Manuales UEX.

Soulsby, E. (1988) *Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos*, 7ªEd). Ed Interamericana. ISBN: 968-25-7371-5

Thienpont, D.; Rochette,F. y Vanparijs, O “*DIAGNÓSTICO DE LAS HELMINTIASIS POR MEDIO DEL ANÁLISIS COPROLÓGICO*” (1986, 2ªEd). Edita: Jansen Research Foundation (Bélgica). En España distribuido por Laboratorios Esteve.

*Haemonchus contortus*. (2019). Wikipedia, La enciclopedia libre. [Consulta 28/08/2019] [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Haemonchus\\_contortus&oldid=119549012](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Haemonchus_contortus&oldid=119549012).

## ELABORACIÓN DE PINTURAS GRAMP

### GRAMP preparation of paints

**Lorena Rodríguez Duarte, Yoleidis Moscote Julio, Rosireth Amaya Mora y  
Lucy Divina Ramos Gutiérrez<sup>1\*</sup>**

Institución Educativa San Joaquín. Calle 9ª No. 13- 48 Valledupar (200001), Cesar, Colombia.

<sup>1</sup> luciramosgu@hotmail.com

\*Profesores coordinadores.

**RESUMEN:** Este proyecto de Elaboración de pinturas GRAMP se presenta como un proyecto de emprendimiento. Este proyecto consiste en un proceso de fabricación de pinturas tipo I, ecológicas y artesanales utilizando materiales de origen natural, que poseen propiedades similares a las convencionales pero con la ventaja de no ser tóxicas para los humanos ni agresoras para el medio ambiente.

**Palabras clave:** Pinturas tipo I, ecológicas, materiales de origen natural, artesanales.

**ABSTRACT:** This GRAMP Painting elaboration project is presented as an entrepreneurial project. It consists of a manufacturing process of type I paints, ecological and handcrafted using materials of natural origin, which have properties similar to conventional but with the advantage of not being toxic to humans or aggressive to the environment.

**Keywords:** Paintings type I, ecological, materials of natural origin, handcrafted.

**MERIDIES, 23 (2020): 53-56**

ISSN (versión impresa): 1137-8794

### INTRODUCCIÓN

Atendiendo a las preocupaciones actuales de los diferentes países para disminuir la cantidad de emisiones contaminantes del medio ambiente, y la creciente toma de conciencia de la población para protegerlo, se presenta el siguiente proyecto de emprendimiento “Elaboración de pinturas Gramp” como una propuesta de fabricación eco-amigable, que por medio de un proceso artesanalmente eficiente, cumple con las características necesarias para su uso comercial (Fig.1). Se trata de pinturas hechas con materiales de origen natural que poseen propiedades equivalentes a las convencionales, con la ventaja de no ser perjudiciales para la salud humana, ni para el medio ambiente, Vale la pena resaltar que a pesar de ser un producto de bajo costo, la calidad del producto se mantiene dentro de los estándares de la demanda actual. Pinturas tipo I de bajo impacto ambiental y con una tasa de retorno aproximadamente del 40 %, lo cual resulta muy atractivo para la generación de ingresos adicionales, a través de la creación de una microempresa que se encargue de la producción y comercialización de pinturas artesanales ecológicas.



**Fig. 1.- Elaboración artesanal de pinturas ecológicas.**

### MATERIAL Y MÉTODOS

Para la fabricación de las pinturas Gramp utilizamos materiales de origen natural como el talco industrial, acronal, óxido de titanio u otros pigmentos naturales, latecol, silicato de sodio según la información de la tabla I (página siguiente).

**Talco industrial:** es un mineral con una coloración que puede ir de blanco a gris, dentro de todos los minerales, es el más blando, tiene consistencia jabonosa, una de sus principales características es que resiste muy bien la temperatura alta, no se puede fundir y es insoluble.

**Acronal:** sirve como imprimante para exteriores facilitando la aplicación de pintura tipo 1.

**Oxido de titanio:** este es capaz de mantener su color a pesar de estar en exposición a la radiación solar. Para la gama de colores se utilizarán pigmentos de origen natural libres de plomo y cadmio, ya que por su acción contaminante no deberían usarse en estos procesos de fabricación.

**Latecol:** es un espesante usado en las industrias de pinturas, adhesivos y tintas de impresión.

**Silicato de sodio:** este permite que la pintura seque a temperatura ambiente con un acabado mate, no tiene dificultad en su aplicación, no son tóxicos y no desprende olores

**Agua:** funciona como disolvente.

El proceso de fabricación de las pinturas es totalmente físico y se efectúa en 4 fases perfectamente diferenciadas, (Calvo Carbonell, 2009):

1. **Dispersión:** en esta fase se homogenizan disolventes, resinas y los aditivos que ayudan a dispersar y estabilizar la pintura, se le añade los pigmentos y carga en agitación logrando una dispersión con el fin de romper los agregados (Fig.1).
2. **Molido:** en esta fase se procede a una molturación en molinos, generalmente de perlas, para darle una mayor homogenización a la dispersión obtenida en la primera fase.
3. **Dilución:** la pasta molida se completa, siempre en agitación, con el resto de los componentes de la fórmula (Fig.2). Los productos se deben añadir uno a uno para evitar posibles reacciones entre ellos.
4. **Ajuste de viscosidad:** consiste en proporcionar a la pintura fabricada un aspecto de fluidez homogéneo (Fig.5) y que se ajuste a las necesidades de aplicación de la misma.

Tabla I. Composición química y costos para la elaboración de pinturas.

Materiales	Peso o Volumen	Valor (%)
Talco Industrial	1 kg	17,24
Acronal	1 kg	20.69
Oxido de titanio	1 kg	27,59
Latecol	1 L	12,07
Silicato de sodio	1 L	2,41



Fig. 2.- Elaboración artesanal de pinturas ecológicas.

Este proyecto de emprendimiento se realizó en la ciudad de Valledupar, en la Institución Educativa San Joaquín grado 11. Teniendo en cuenta que cada año escolar nuestra Institución celebra la Feria de la Ciencia y Tecnología, este año nuestro grupo escogió el tema de las

pinturas, y tuvimos como objetivo principal la elaboración de este proyecto de emprendimiento, el cual fue desarrollado en las siguientes etapas, de acuerdo a la tabla II.

**Tabla II. Fases del proyecto de emprendimiento “Elaboración de pinturas Gramp”**

<p><b>FASE DE PREPARACIÓN</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Consulta y elección de la información pertinente.</li> <li>➤ Observación e identificación de métodos y técnicas de elaboración de pinturas.</li> <li>➤ Diálogo de la propuesta del proyecto con el profesor.</li> <li>➤ Elaboración y presentación de evidencias fotográficas, videos, póster y exposición del proyecto de emprendimiento a la docente (Fig.1, Fig.2, Fig.4, Fig.5)</li> <li>➤ Redacción de la información.</li> </ul>
<p><b>FASE EJECUCIÓN</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Presentación del proyecto a los estudiantes. Explicación de la metodología.</li> <li>➤ Participación en la Feria de la Ciencia y Tecnología IESan Joaquín 2018</li> <li>➤ Inscripción del proyecto en la modalidad de stand en el primer encuentro de cultura científica y ciudadana desde la escuela oficial, CIENCE 2018 I E La Esperanza.</li> </ul>
<p><b>FASE SISTEMATIZACIÓN</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Presentación de avances del proyecto a la docente de química y estudiantes grado 11.</li> </ul>
<p><b>FASE EVALUACIÓN</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Participación en la Feria Científica y Tecnológica 2018 I.E.San Joaquín (Fig.3).</li> <li>➤ Participación en la modalidad de stand en el primer encuentro de cultura científica y ciudadana desde la escuela oficial, CIENCE 2018 I E La Esperanza (Fig.6).</li> </ul>



**Fig. 3.- Participación en la Feria de la Ciencia y Tecnología I.E.San Joaquín 2018.**



**Fig. 4.- Etapa final del proceso de elaboración de pinturas.**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado obtuvimos pintura tipo 1 de bajo costo, con un porcentaje de ganancia del 40%, por lo tanto el beneficio ha sido para consumo personal, pero también como idea comercial, razón por la cual hemos impulsado este proyecto con el objetivo de crear una microempresa que se encargue de la fabricación y comercialización total de Pinturas Gramp (Fig. 5).



Fig.6.- Exposición en stand primer encuentro de cultura científica y ciudadana desde la escuela oficial, CIENCE 2018 IE La Esperanza.



Fig. 5.- Presentación del logotipo Pinturas GRAMP.

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente, le agradecemos a Dios por todas las oportunidades que hemos tenido, a Yulieth Mos-cote Julio, estudiante de Ingeniería Industrial, también a los profesores Edgar Fabián Gómez Sánchez y Lucy Divina Ramos Gutiérrez, quiénes activamente nos impulsaron a sacar este proyecto adelante con mucha dedicación

## REFERENCIAS

- Calvo Carbonell, J. (2009). *Pinturas y recubrimientos introducción a su tecnología*. Madrid, Ed. Díaz de Santos.
- Dióxido de titanio. (2018). Chemicalsafetyfacts.org. [Consulta28/08/2018] <https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/dioxido-de-titanio/>
- Pigmentos y Pinturas. (2018). Diatom. [Consulta 28/08/2018] <http://www.diatom.com.br/es-ES/aplicaciones/pigmentos-e-tintas>].
- Talco industrial para hacer pinturas. (2018). QimiNet.com [Consulta28/08/2018] <https://www.quiminet.com/productos/talco-industrial-para-hacer-pintura-77448202561/articulos.htm>

## ¿QUÉ LE OCURRE A LA FRECUENCIA CARDÍACA MIENTRAS HACEMOS UN EXAMEN?

*In what ways does our heart rate change while doing an exam?*

**Alumnos 1º Bach. Ciencias curso 2018/2019 y Juan Ignacio Gutiérrez Piñero\*<sup>1</sup>**  
IES Extremadura. Avda del Progreso s/n. 06480 Montijo (Badajoz)

<sup>1</sup> treslunas15@yahoo.es.

\*Profesor coordinador

*RESUMEN:* Cuando los alumnos realizan una prueba escrita, aumenta su nivel de concentración mental respecto a la que presentan en una clase ordinaria, y pensamos que, como consecuencia, su frecuencia cardíaca también lo hace. Lo hemos demostrado midiendo la frecuencia cardíaca de los alumnos con pulseras de actividad mientras realizan una prueba escrita.

**Palabras clave:** Frecuencia, cardíaca, alumnos, concentración, mental.

*ABSTRACT:* When students take a written test, their level of mental focus increases, surpassing their average attention span during daily lessons. We thought that, as a consequence, their heart rate should also change in that situation. We have successfully proved our point by measuring. Our students' heart rate with activity tracker bracelets while they took their exams

**Key-words:** Rate, heart, students, focus, mental.

---

**MERIDIES, 22 (2019): 57-62**

ISSN (versión impresa): 1137-8794

---

### INTRODUCCIÓN

*La frecuencia cardíaca es el número de veces que se contrae el corazón durante un minuto (latidos por minuto). Por regla general, la frecuencia normal en reposo oscila entre 50 y 100 latidos por minuto. Sin embargo hay que detallar algunos aspectos que alteran su estado:*

- *Cuando nacemos tenemos una frecuencia cardíaca elevada porque la actividad del organismo es muy intensa. A partir del primer mes de vida, va disminuyendo hasta llegar a la edad adulta, manteniéndose estable después de los 20 años.*
- *Varía a lo largo del día y la noche y en respuesta a diversos estímulos, por lo que su medición tiene gran variabilidad.” (Valle Muñoz, 2019).*

Sabemos que la frecuencia cardíaca aumenta con la actividad física, pero también lo hace con el estrés y la actividad intelectual. Cuando un alumno/a realiza un examen o prueba escrita, normalmente siente en primer lugar un cierto nivel de ansiedad, y posteriormente se concentra en el examen y realiza un importante trabajo intelectual.

Los exámenes para ciertos alumnos suponen una actividad muy estresante, por esa razón pensamos que puede ser interesante este estudio a la vez que justificado.

No es sencillo encontrar estudios que demuestren la relación entre la concentración mental y la variación de la frecuencia cardíaca. En la revista on line “Neurología.com” se ha publicado un resumen de un estudio publicado en la revista PNAS en el que sometieron a pacientes con problemas de corazón a un estrés emocional. Según esta revista:

*“Estudios anteriores sugieren que el córtex, el lugar donde se localiza la función cerebral superior, también recibe información del corazón pudiendo participar en el bucle de retroalimentación que amplifica los problemas cardíacos relacionados con el estrés” (Gray et al., 2007).*

Según este estudio: “El estrés mental inducido experimentalmente aumentaba la actividad cardiovascular (presión sistólica de la sangre, frecuencia cardíaca...) en todos los pacientes (Gray et al., 2007).

Según la IMF Business School, en su Blog de Prevención de Riesgos Laborales:

“Se ha comprobado que ante una situación que produzca fatiga mental el cuerpo produce reacciones fisiológicas, y una de ellas es una variación de la frecuencia cardíaca. Sin embargo, al utilizar este indicador hay que tener en cuenta que puede estar influido por un número elevado de factores como el ruido, el calor, las emociones, etc., que podrían enmascarar los resultados” (Del Prado, 2019).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de esta experiencia, la AMPA del IES Extremadura de Montijo donó al centro la cantidad de dinero suficiente para comprar dos pulseras de actividad “FITBIT” Modelo CHARGE 2, cuyas funciones más importantes son:

- Mide la frecuencia cardíaca.
- Monitoriza la actividad física.
- Monitoriza el sueño y sus fases.

En esta experiencia hemos estudiado la variación de la frecuencia cardíaca de los alumnos de 1º de Bachillerato, de la modalidad de Ciencias, cuando se enfrentan a la realización de un examen escrito. Para ello hemos medido la frecuencia cardíaca de un alumno/a durante una mañana recibiendo clases normales, sin realización de pruebas escritas.

Posteriormente medimos la frecuencia cardíaca de ese alumno/a durante otras mañanas del mismo día de la semana, para asegurarnos que recibe clases de las mismas materias y en el mismo orden, pero en cambio, en algunas de las clases realizará un examen escrito. Así podremos calcular la variación de la frecuencia cardíaca de ese alumno durante la realización del examen.

Ya sabemos que las mediciones obtenidas pueden estar influidas por la temperatura, el cansancio del alumno/a, o su estado de salud durante los días de las mediciones. Pero como se hará con 34 alumnos, obtendremos unas medias que sí indicarán una tendencia de la que se pueden sacar conclusiones

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los alumnos de 1º de Bach. se pusieron las pulseras de actividad en los días que indica la tabla I, y los resultados de las mediciones de las frecuencias cardíacas se muestran en la tabla II.

**Tabla I. Calendario de fechas en las que el alumnado se puso las pulseras de actividad.**

Alumno/a	Fecha. Día sin examen	Pulsera	Fecha de examen	Materia	Fecha de examen	Materia	Fecha de examen	Materia
1	Martes 25/09/18	1	Martes 11/12/18	Fca. y Qca. 3ª hora	Martes 19/03/19	Inglés 6ª hora	Martes 30/04/19	Fca. Qca. 3ª. Se la puso 2ª.
1	Martes 25/09/18	2	Martes 14/05/19	Bio. y Geo. 1ª hora	Martes 28/05/19	Recuperación de FQ a 6ª		
3	Jueves 27/09/18	2	Jueves 04/10/18	Fca. y Qca. 1ª hora	Jueves 08/11/18	Filosofía 4ª hora	Jueves 28/02/19	Filosofía 4ª hora
4	Jueves 27/09/18	1	Jueves 04/10/18	Fca. y Qca. 1ª hora	Jueves 08/11/18	Filosofía 4ª hora	Jueves 28/02/19	Filosofía 4ª hora

5	Viernes 28/09/18	2	Viernes 05/10/18	Fca. y Qca. 2ª hora	Viernes 16/11/18	TIC 4ª hora a 6ª inglés	Viernes 08/02/19	Fca. y Qca. 2ª hora	Viernes 15/02/19	Fca. y Qca. 2ª examen recreo
6	Viernes 28/09/18re	1	Viernes 05/10/18	Fca. y Qca. 2ª hora	Viernes 08/02/19	Fca. y Qca. 2ª hora	Viernes 15/02/19	Fca. y Qca. 2ª hora	Viernes 15/02/19	Inglés oral 6ª libro lengua 1ª
7	Miércoles 03/10/18	1	Miércoles 17/10/18	Lengua y Literatura 1ª	Miércoles 27/02/19	Lengua 1ª	Miércoles 06/03/19	Lengua 1ª	Miércoles 06/03/19	Recuperación Filosofía a 6ª
8	Miércoles 03/10/18	2	Miércoles 17/10/18	Lengua y Literatura 1ª	Miércoles 16/01/19o	Fca. y Qca. 3ª hora	Miércoles 27/03/19	Fca. y Qca. 3ª hora	Miércoles 27/03/19	Lengua y Literatura 1ª
9	Miércoles 10/10/18	1	Miércoles 20/02/19	Fca. y Qca. 3ª hora	Miércoles 29/05/19	Dibujo a 2ª. La puso a 2ª				
10	Martes 23/10/19	1	Martes 05/02/19	Bio. y Geo. 1ª hora	Martes 07/05/19	Fica. Qca. 6ª	Martes 14 de mayo			BG (1ª hora)
11	Martes 23/10/18	2	Martes 5 de febrero	Bio. y Geo. 1ª hora	Martes 12/03/19	Portugués a 4ª hora				
12	Miércoles 24/10/18	1	Miércoles 05/10/18	Filosofía 1ª hora	Miércoles 12/10/18	Fca. Qca. 6ª hora	Miércoles 16/01/19	Fca. Qca. 6ª hora	Miércoles 16/01/19	FQ 6ª hora
13	Lunes 15 de Octubre	2	Lunes 19/11/18	Matemáticas 3ª + recreo	Lunes 21/01/19	Matemáticas 3ª hora	Lunes 18 de febrero	Matemáticas 3ª hora	Lunes 18 de febrero	Recuperación Mat. 3ª hora
14	Viernes 19/10/18	1	Viernes 16/11/18	TIC 4ª Inglés 6ª	Viernes 22/02/19	Tecnología 3ª hora	Viernes 15/03/19	Tecnología 3ª hora	Viernes 15/03/19	FQ 2ª hora
15	Jueves 07/02/19	1	Jueves 21/03/19	Inglés 4ª						
16	Jueves 25/10/18	1	Jueves 29/11/18	Anatomía Aplicada 3ª	Jueves 07/03/19o	Anatomía Aplicada 3ª	Jueves 14/04/19	Anatomía Aplicada 3ª	Jueves 14/04/19	FQ 1ª hora
17	Viernes 26/10/18	1	Viernes 09/11/18	Libro de lectura 5ª	Viernes 23/11/18	Bio. y Geo. 1ª hora	Viernes 30/11/18	Bio. y Geo. 1ª hora	Viernes 30/11/18	Inglés (6ª hora)
18	Jueves 11/10/18	2	Jueves 18/10/18	Lengua y Literatura 2ª	Jueves 29/11/18	Lengua y Literatura 2ª	Jueves 07/03/19	Lengua y Literatura 2ª	Jueves 07/03/19	Lengua y Literatura 2ª
19	Jueves 11/10/18	1	Jueves 18/10/18	Lengua y Literatura 2ª	Jueves 29/11/18	Lengua y Literatura 2ª		Lengua y Literatura 2ª		
20	Lunes 15/10/18	1	Lunes 19/11/18	Matemáticas 3ª + recreo	Lunes 21/01/19	Matemáticas 3ª hora	Lunes 18/02/19	Matemáticas 3ª hora	Lunes 18/02/19	Recuperación Mat. 3ª hora
21	Viernes 26/10/18	2	Viernes 09/11/18	Libro de lectura 5ª	Viernes 23/11/18	Bio. Geo. 1ª hora	Viernes 30/11/18	Bio. Geo. 1ª hora	Viernes 30/11/18	Inglés (6ª hora)
22	Martes 30/10/18	1	Martes 27/11/18	Formulación FQ 3ª hora	Martes 21/05/19	Libro de Lectura 1ª		Libro de Lectura 1ª		
23	Miércoles 24/10/18	2	Miércoles 05/12/18	Filosofía 1ª hora	Miércoles 12/12/18	FQ 6ª hora	Miércoles 13/03/189	FQ 6ª hora	Miércoles 13/03/189	Lengua a 3ª hora
24	Viernes 18/10/18	2	Miércoles 15/02/19	Inglés 6ª y Libro 1ª	Viernes 15/03/19	FQ 2ª hora	Viernes 22/03/19	FQ 2ª hora	Viernes 22/03/19	Inglés a 6ª hora
25	Martes 30/10/18	2	Martes 27/11/18	Formulación FQ 3ª hora	Martes 11/12/18	FQ 3ª hora	Martes 19 de Marzo	FQ 3ª hora	Martes 19 de Marzo	Inglés 6ª hora
26	Miércoles 07/11/18	2	Miércoles 20/02/19	FQ 3ª hora	Miércoles 6 de marzo	Recuperación Filosofía 6ª	Miércoles 20/03/19	Recuperación Filosofía 6ª	Miércoles 20/03/19	Recuperación de Dibujo 2ª
27	Miércoles 31/10/18	2	Miércoles 28/11/18	Formulación FQ (6ª hora)	Miércoles 13/02/19	FQ 6ª hora		FQ 6ª hora		
28	Jueves 25/10/18	2	Jueves 14/03/19	FQ 1ª hora	Jueves 21 de Marzo	Inglés a 6ª hora	Jueves 11 de abril	Inglés a 6ª hora	Jueves 11 de abril	Anatomía a 3ª
29	Lunes 29/10/18	1	Lunes 25 de marzo	FQ 2ª hora	Lunes 25 de marzo	Lengua a 4ª hora	Lunes 29 de Abril	Lengua a 4ª hora	Lunes 29 de Abril	Matemáticas a 3ª hora
30	Miércoles 31/10/18	1	Miércoles 28/11/18	Formulación FQ (6ª hora)	Miércoles 13/02/19	FQ 6ª hora		FQ 6ª hora		
31	Miércoles 07/11/18	1	Miércoles 13/03/19	Lengua 3ª hora						
32	Lunes 13/05/19	2	Lunes 18/03/19	Matemáticas a 3ª	Lunes 25/03/19	FQ a 2ª hora. Solo 2ª hora	Lunes 01/04/19	FQ a 2ª hora. Solo 2ª hora	Lunes 01/04/19	Rec. FQ 2ª hora
33	Martes 16/10/18	2	Martes 30/04/19	FQ a 3ª hora.	Martes 21/05/19	Libro de Lectura 1ª. a 4ª		Libro de Lectura 1ª. a 4ª		
34	Lunes 28/01/19	1	Lunes 22/10/19	Matemáticas 3ª y recreo	Lunes 18/03/19	Matemáticas 3ª. Hasta 5ª	Lunes 08/04/19	Matemáticas 3ª. Hasta 5ª	Lunes 08/04/19	Rec. Mat. 3ª hora y recreo

Tabla II. Resultados Obtenidos.

Alumno/a	Calificación media	Examen 1/ FC media aproximada en la clase sin examen/ FC media aproximada durante el examen /Variación en %	Examen 2/ FC media aproximada en la clase sin examen/ FC media aproximada durante el examen /Variación en %	Examen 3/ FC media aproximada en la clase sin examen/ FC media aproximada durante el examen /Variación en %
17	Suficiente	BG / 94 / 96 / +2 %	Libro de lectura LENG / 86 / 92 / +7%	ING / 86 / 94 / 9%
21	Insuficiente	BG / 87 / 81 / -7%	Libro de lectura LENG / 93 / 99 / +6%	ING / 88 / 87 / 0%
12	Sobresaliente	FIL / 81 / 103 / +27%	FQ / 84 / 93 / +11%	FQ / 84 / 88 / +5%
5	Sobresaliente	FQ / 82 / 102 / +24%	TIC / 63 / 71 / +12%	FQ / 82 / 99 / +21%
6	Sobresaliente	FQ / 66 / 71 / +8%	FQ / 66 / 70 / +6%	LENG / 70 / 81 / +6%
13	Notable	MAT / 72 / 80 / +11%	MAT / 72 / 88 / +22%	MAT / 72 / 80 / +11%
20	Suficiente	MAT / 87 / 90 / +3%	MAT / 87 / 92 / +6%	MAT / 87 / 89 / +2%
3	Sobresaliente	FQ / 73 / 80 / +10%	FIL / 71 / 79 / +11%	FIL / 71 / 77 / +8%
4	Notable	FQ / 86 / 88 / +2%	FIL / 74 / 102 / +38%	FIL / 74 / 93 / +26%
7	Bien	LENG / 78 / 90 / +15%	LENG / 78 / 84 / +8%	FIL / 84 / 102 / +21%
8	Notable	LENG / 73 / 79 / +8%	FQ / 73 / 90 / +23%	LENG / 73 / 86 / +17%
14	Notable	TIC / 69 / 82 / +19%	TIN / 74 / 74 / 0%	FQ / 77 / 81 / +5%
16	Notable	AA / 76 / 70 / -8%	AA / 76 / 74 / -3%	FQ / 91 / 82 / -10%
18	Insuficiente	LENG / 78 / 80 / +3%	AA / 80 / 73 / -8%	AA / 80 / 76 / -5%
23	Bien	FIL / 101 / 111 / +10%	FQ / 102 / 103 / +1%	LENG / 91 / 84 / -8%
11	Insuficiente	BG / 85 / 67 / -21%	POR / 68 / 69 / +1%	
24	Bien	Libro de Lectura LENG / 79 / 89 / +13%	FQ / 79 / 76 / -4%	ING / 88 / 88 / +0%
28	Sobresaliente	FQ / 89 / 92 / +3%	ING / 91 / 79 / -13%	AA / 78 / 79 / +1%
26	Insuficiente	FQ / 73 / 63 / -14 %	No se obtuvieron medidas en la hora del examen	DT / 75 / 86 / +15%
25	Sobresaliente	FQ / 64 / 63 / -2%	FQ / 64 / 63 / -2%	ING / 72 / 67 / -7%
1	Sobresaliente	FQ / 72 / 77 / +7%	ING / 92 / 86 / -7%	FQ / 72 / 75 / +4%
29	Sobresaliente	FQ / 65 / 86 / +32%	LENG / 64 / 80 / +25%	MAT / 62 / 101 / +63%
34	Bien	MAT / 72 / 74 / +3%	MAT / 72 / 79 / +10%	MAT / 72 / 82 / +14%
10	Bien	BG / 84 / 76 / -9%	FQ / 92 / 86 / -7%	BG / 84 / 81 / -4%
32	Suficiente	MAT / 79 / 84 / +6%	FQ / 79 / 84 / +6%	FQ / 79 / 87 / +10%
30	Sobresaliente	FQ / 76 / 79 / +4%	FQ / 77 / 76 / +1%	
15	Suficiente	ING / 93 / 104 / +12%		
9	Sobresaliente	FQ / 73 / 76 / +4%		
31	Sobresaliente	LENG / 77 / 73 / -5%		
2	Insuficiente	BG / 84 / 85 / +1%	FQ / 80 / 110 / +37 %	
19	Notable	LENG / 87 / 91 / +5%	LENG / 87 / 95 / +9%	
22	Notable	FQ / 88 / 92 / +5%	Libro de Lectura LENG / 94 / 89 / -5%	
27	Notable	FQ / 77 / 78 / +1%	FQ / 77 / 81 / +5%	
33	Bien	FQ / 81 / 75 / -7%	Libro de Lectura LENG / 84 / 89 / +6%	

\* La frecuencia Cardíaca (FC) está medida en pulsaciones por minuto

Cuando empezamos a medir la FC, las gráficas que se obtenían presentaban una forma característica (ver Fig 1). Como se observa, la frecuencia cardíaca aumenta bruscamente cuando toca el timbre que indica la finalización de una clase. Rápidamente los alumnos se ponen de pie y salen al pasillo, aumentando su actividad física y por lo tanto su FC. También podemos observar el incremento importante de FC en la hora central correspondiente al recreo, debido también a un incremento importante de la actividad física del alumnado.

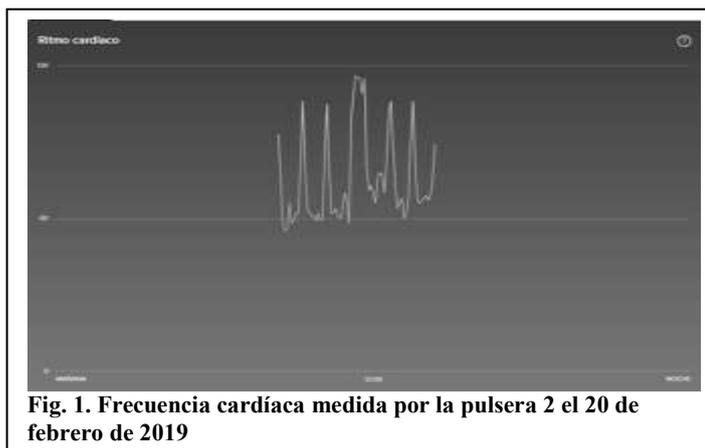


Fig. 1. Frecuencia cardíaca medida por la pulsera 2 el 20 de febrero de 2019

La variación media de FC por alumno se puede observar en la Tabla III.

Tabla III. Medias de las variaciones de FC por alumno

Alumno/a	Variación media FC						
1	+4%	10	-7%	19	+7%	28	-3%
2	+19%	11	-7%	20	+4%	29	+40%
3	+10%	12	+14%	21	0%	30	+2%
4	+22%	13	+15%	22	0%	31	-5%
5	+19%	14	+8%	23	+1%	32	+7%
6	+7%	15	+12%	24	+3%	33	0%
7	+15%	16	-7%	25	-4%	34	+9%
8	+16%	17	+6%	26	0%		
9	+4%	18	-3%	27	+3%		

Los resultados obtenidos por cada uno de los alumnos (Tabla II y III) se obtuvieron tras el estudio de gráficas como las de la fig. 2.

Se puede deducir de los resultados mostrados en la Tabla III, que la frecuencia cardíaca que presenta un alumno cuando se enfrenta a un examen escrito, respecto a la que presenta en

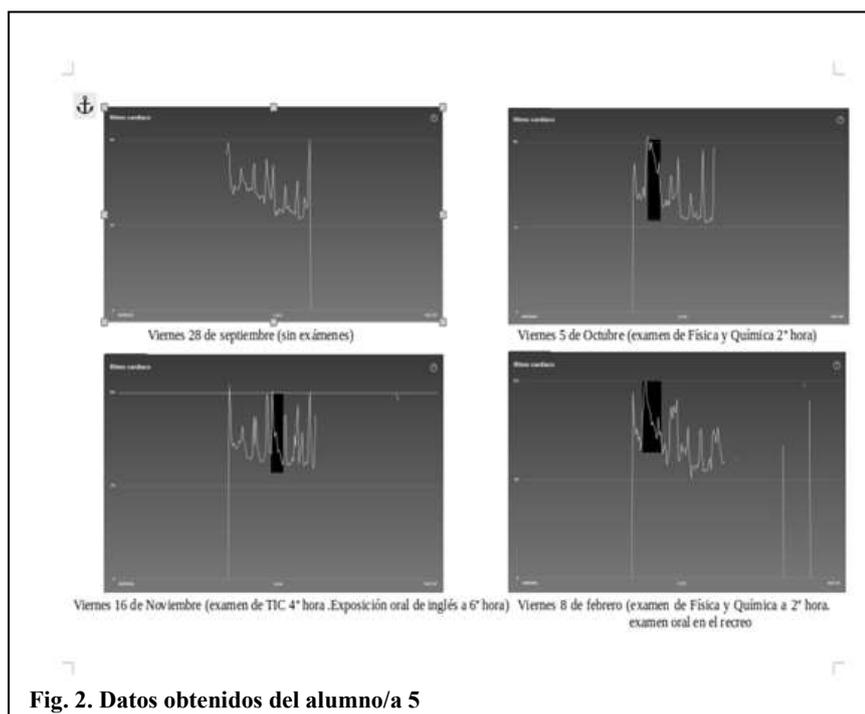


Fig. 2. Datos obtenidos del alumno/a 5

una clase de la misma materia impartida en la misma hora del día, es un 6% mayor.

Durante una clase ordinaria, el alumno/a realiza una actividad intelectual. Sin embargo cuando se enfrenta a un examen o prueba escrita, esta actividad se intensifica y como consecuencia, aumenta la frecuencia cardíaca del alumno/a. Es decir, un aumento de la actividad intelectual supone un incremento de la frecuencia cardíaca.

Se podrían obtener resultados por materia (tabla IV). Pero no tenemos suficientes medidas de todas las materias como para que éstos sean relevantes en todas ellas. Sólo en las materias de Física y Química, Matemáticas y Lengua Castellana hay un suficiente número de medidas como para considerar sus resultados.

**Tabla IV. Variación de la frecuencia cardíaca por materias**

Materia	Variación de la FC
Física y Química (FQ)	+6%
Matemáticas (MAT)	+14%
Lengua Castellana (LENG)	+6%

Y por último, podríamos valorar cómo varía la frecuencia cardíaca de un alumno/a mientras realiza un examen escrito de una materia, respecto a la frecuencia cardíaca en una clase ordinaria de esa misma materia, y el rendimiento académico del alumno (tabla V).

**Tabla V. Variación de la frecuencia cardíaca respecto al rendimiento académico del alumnado**

Calificación media del alumno/a en su evaluación ordinaria	Variación de FC
Sobresaliente	+8%
Notable	+8%
Bien	+3,5 %
Suficiente	+7,25%
Insuficiente	+1,8%

Se puede deducir de estos resultados que los alumnos con una calificación media de insuficiente en la convocatoria ordinaria presentan una variación de la FC menor, lo cual sustenta la idea de que la FC aumenta con la actividad intelectual.

Los alumnos que no consiguen buenos resultados suelen comportarse peor en clase, removerse más en sus asientos, hablar más..., es decir presentan una mayor actividad física en las clases que sus compañeros que presentan calificaciones mayores, y además, algunos ni siquiera se esfuerzan en hacer un buen examen. Por ello, la variación de FC que experimentan los días de exámenes es menor.

## AGRACEDIMIENTOS

A Lucía Gutiérrez Mendoza por la traducción a inglés del resumen de este artículo.

## REFERENCIAS

- Valle Muñoz, A. (Rev.) (2019). “Frecuencia cardiaca” [En línea]. *Fundación Española del Corazón*. Disponible en: <<https://fundaciondelcorazon.com/prevencion/riesgo-cardiovascular/frecuencia-cardiaca.html> [Consulta 28/02/2017].
- Gray, M. A., Taggart, P., Sutton, *et al.* (2007). “A cortical potential reflecting cardiac function”. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(16): 6818-6823. Reseña en <<https://www.neurologia.com/noticia/53/noticia>> [Consulta 10.06.2019].
- Del Prado, J. (2019). “Evaluación de las alteraciones fisiológicas y psicológicas derivadas de la carga mental”. [En línea]. *IMF Business Schol* < <https://blogs.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/actualidad-laboral/evaluacion-de-las-alteraciones-fisio-logicas-y-psicologicas-derivadas-de-la-carga-mental/>> [Consulta 10.06.2019].

# ESTUDIO SOBRE LA UTILIZACIÓN DEL ALGA DE ARRIBAZÓN EN LA COSTA (*Codium* sp.) EN ALIMENTACIÓN

*Study on the use of seaweed collected on the beach (Codium sp.) for human food*

Fernando Blanco Alonso<sup>1</sup>, Valentín Conde Rodríguez<sup>2</sup> y Alberto García Mallo\*  
CPR Colexio Plurilingüe Alborada. Avda. Aeroporto, 392. Vigo. CP. 36217

<sup>1</sup>fblanco@albotic.com, <sup>2</sup>vconde@albotic.com

\*Profesor coordinador

**RESUMEN:** *Codium tomentosum* es un alga verde que suele estar en charcas muy cercanas a la zona infralitoral. Muchos tipos de algas ya desempeñan un papel vital en la acuicultura y hay muchos trabajos sobre este aspecto. El *Codium* no está investigado todavía. Tienen un alto contenido en vitamina A, en Omega 3 y en moléculas bioactivas. Nuestro trabajo trata de un estudio sobre la conservación o cultivo a partir de la recogida de individuos varados en playa, (arribazón) para alimentación humana o acuicultura. Experimentamos en acuarios de circulación abierta con individuos recogidos en la playa y otros extraídos de las charcas obteniendo resultados de conservación de entre 30 y 40 días y siendo viable la utilización de estas algas.

**Palabras clave:** Infralitoral, vitamina A, acuicultura, acuarios.

**ABSTRACT:** *Codium tomentosum* is a green algae that is usually found in ponds very close to the infralitoral zone. Many types of seaweeds play a vital role in aquaculture, and there have been many works about them. However, the *Codium* has not yet been researched. It has a high content of vitamin C, Omega-3s, and bioactive molecules. Our work deals with a study on the conservation or cultivation from the collection of individuals stranded on the beach, (arrival) for human food or aquaculture. We experimented in open-circulation aquariums with individuals taken from beach areas, as well as others extracted from the ponds, obtaining results on their conservation between 30 and 40 days and being viable the use of these algae.

**Key words:** Infralitoral, vitamin A,

MERIDIES, 23 (2020): 63-68

ISSN (versión impresa): 1137-8794

## 1. INTRODUCCIÓN

La vida se desarrolló y evolucionó en medio marino y el hombre tiene por lo tanto ese origen. Prueba de ello es el medio interno que poseen los organismos, medio interno formado por agua y sales minerales con tantas funciones vitales. Las algas marinas viven en ese medio y por lo tanto tendrán sustancias que les permitan realizar sus funciones vitales y por lo tanto encontraremos en ellas productos necesarios en la nutrición del hombre. Ejemplos de contenidos en importantes sustancias y las funciones que realizan en el ser humano. Su ciclo vital se ilustra en la figura 1.

*Codium tomentosum* es un alga verde que suele estar en charcas muy cercanas a la zona infralitoral von poco tiempo de exposición a la renovación de agua o en inmersión constante. Es un alga que empieza a estar bastante comercializada ya que se usa en cocina como un alimento de sabor especial (sabor a percebe) y se utiliza de muchas formas. El precio de comercialización suele estar entre 8 y 9 euros los 30 gramos de alga “*Codium*” deshidratada. Muchos tipos de algas ya desempeñan un papel vital en la acuicultura y hay muchos trabajos sobre este aspecto.

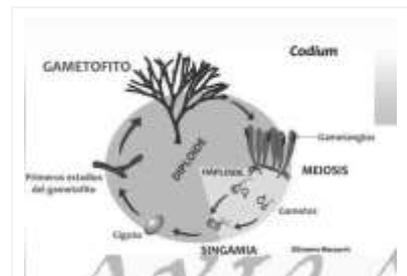


Fig. 1.- Ciclo de vida anual monogenético diplofásico, esto quiere decir que la forma del individuo es siempre la misma y cualquier parte presentaría células diploides. Se produce la meiosis (reducción cromosómica) en los gametangios en el proceso de formación de los gametos (gametogénesis).

El *Codium* no está investigado todavía. Tienen un alto contenido en vitamina A, en Omega 3 y en moléculas bioactivas. En todos los muestreos realizados en la costa de la Ría de Vigo en esos meses nos encontramos con una gran cantidad de *Codium* depositado en los arenales y muy poco en las charcas intermareales donde aparece más abundante en otras fechas. De esta forma si conseguimos recuperar estas algas arrojadas a la playa y mantenerlas en acuarios se podría seguir consumiendo frescas durante algún tiempo más. Sería una alternativa a la explotación comercial por extracción directa del mar.

### 1.1. “El *Codium*”: Características generales

La sistemática de esta alga es la siguiente: Reino: *Plantae*, División: *Chlorophyta*, Clase: *Bryopsidophyceae*, Orden: *Bryopsidales*, Familia: *Codiaceae*, Género: *Codium*, Especie: *Codium tomentosum*.

La figura 2 son fotografías obtenidas en nuestro laboratorio.

### 1.2 Importancia en la alimentación

Valor nutricional de algas: Las algas en general han sido clasificadas como una fuente de biomasa de alta calidad; en especial de proteínas, fibra dietética, ficocoloides, minerales, vitaminas y compuestos con actividad antioxidante; además, son consideradas bajas en calorías (Ortiz, 2011).

Las proteínas de algas son ricas en glicina, arginina, alanina y ácido glutámico; contienen aminoácidos esenciales en niveles comparables a los que indica FAO/OMS como requerimientos, sus aminoácidos limitantes son lisina y cisteína (Rajapakse y Kim, 2011).

La proporción de ácidos grasos esenciales en algas es mayor que en plantas terrestres, además sintetizan gran cantidad de ácidos grasos poli-insaturados de cadena larga, en los que destaca el ácido eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA) que pertenecen a la familia de ácidos grasos  $\omega$ -3. El consumo de estos ácidos grasos se relaciona con disminución del riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. Por ejemplo se señala que el alga nori presenta un contenido en vitamina C mayor que el de los cítricos; también las algas son pobres en grasa y constituyen una fuente importante de minerales (especialmente calcio y yodo) y también de vitaminas e, igualmente, los ácidos grasos que contienen las algas son ricos en omega 3 del que ya conocemos sus cualidades.

### 1.3 *Codium* en la Ría de Vigo

De todas las algas que se consumen habitualmente, nuestro trabajo se centra en el *Codium* por ser una alga poco conocida, su uso todavía está muy poco conocido, es un alga muy abundante en nuestra Ría de Vigo, tiene sabor fuerte a mar y ligero sabor a percebe y por último el alga *Codium* es arrojada a las costas en ciertos periodos y condiciones del mar arrancadas de las zonas de crecimiento por lo que se trata de una biomasa desperdiciada que podría ser utilizada como consumo.

Realmente en la Ría de Vigo existen dos especies de *Codium*: *Codium tomentosum* y *Codium fragile* (González *et al*, 1998; Castiñeira, 2011). Especies muy difíciles de distinguir a simple vista. No analizamos cada especie sino que las tratamos como simplemente *Codium* por tener propiedades parecidas. El *C. fragile* parece que es una especie invasora originaria de Japón. Oportunista, como todas las invasoras que se asientan perfectamente en otro lugar y que parece que puede desplazar al *C. tomentosum* aunque no hay estudios profundos al respecto.

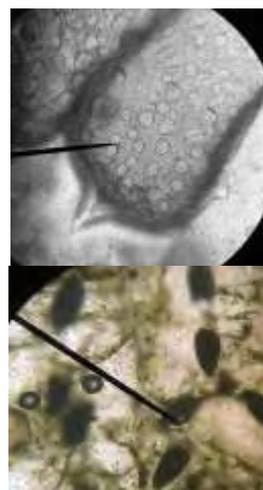


Fig. 2a y 2 b.- Fotografías obtenidas en nuestro laboratorio de un utrículo y de un gametangio.

#### 1.4. Justificación

Si queremos tener alternativas para una dieta sana y equilibrada introducir el consumo de algas parece importante o cuando menos interesante desde el punto de vista de sabores, textura y complementos alimenticios. Ortiz (2011) analiza las cualidades del *Codium* en alimentación y podemos resumirlas así:

- El alga *Codium* sería un producto totalmente ecológico y no modificado genéticamente.
- Tienen un alto contenido en Vitamina A, en Omega 3 y en moléculas bioactivas. (Moléculas bioactivas, principalmente fármacos analgésicos y anti-inflamatorios). Son ricas en ácido oxálico.
- En el caso del *C. fragile* la cantidad de proteínas es similar al observado en las algas pardas, cuyos aportes se asemejan a los de algunos cereales y semillas.
- El ácido graso omega-3. Los estudios llevados a cabo en animales indican que el DHA es necesario para el desarrollo normal y el funcionamiento de la retina y, por lo tanto, para la vista.
- Son potentes mensajeros químicos sumamente importantes en las respuestas inmunitarias e inflamatorias.

En Bayona (Pontevedra), las cofradías empiezan a recolectar alga de *Codium* para comercializar en Lonja. Aunque nuestro trabajo comenzó sin tener conocimiento de esto último se trataría de un estudio complementario ya que nuestra propuesta es la conservación o cultivo a partir de la recogida de individuos varados en playa. Por otra parte no se encuentran en la bibliografía trabajos específicos sobre el cultivo del *Codium* en la Ría de Vigo, por lo que nuestro trabajo es original.

#### 1.5. Objetivos / Hipótesis

Nuestro trabajo trata de un estudio sobre la conservación o cultivo a partir de la recogida de individuos varados en playa, (arribazón) para alimentación humana o acuicultura.

No se comercializaría directamente sino que se guardaría en tanques/cubetas, en crecimiento o en espera de ser utilizados y dejando algunos individuos para reproducción y otros para comercializar una vez estén depurados. No desarrollamos todavía el estudio de respuestas en acuicultura piscícola.

Hipótesis inicial: ¿Podemos utilizar el alga *Codium* spp. que llega por arribazón a las costas de nuestra Ría de Vigo para consumo en alimentación humana y/o posible utilización en acuicultura? Creemos que sí, aunque no conocemos si hay que recogerlas inmediatamente, si las podemos depositar en acuarios para conservación o crecimiento y las condiciones de temperatura, circulación del agua, etc.

#### 1.6. Lugares de recolección / zonas elegidas

Las zonas más idóneas son las de la playa de Canido y la playa de la Sirenita en Coruxo (fig. 3) porque además de tener abundante *Codium* de arribazón estamos cerca de la ECMAT (Estación de Ciencias Mariñas de Toralla-UVIGO) y los individuos recolectados para estudio no se deterioran.



Fig. 3.- Situación de las dos playas seleccionadas en la Ría de Vigo

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1 Planificación: líneas de trabajo, calendario

1°. Recogida de individuos varados y de charca con el material necesario para esto: bolsas, etiquetas, libreta de campo, frascos, cámara de fotos.

2°. Estimación de mediciones en laboratorio del centro escolar: cada semana. En las charcas sería cada 20/30 días y en la ECIMAT sería cada semana a ser posible (mínimo cada 15 días) (fig. 4).

3°. Necesitamos cubetas de circulación de agua cerrada en el colegio. Para solucionar problema de salinidad renovamos el agua cada 10/ 15 días y fertilizamos. En acuarios de circulación abierta disponemos de 4 cubetas con distintas temperaturas según se explica en el esquema adjunto.

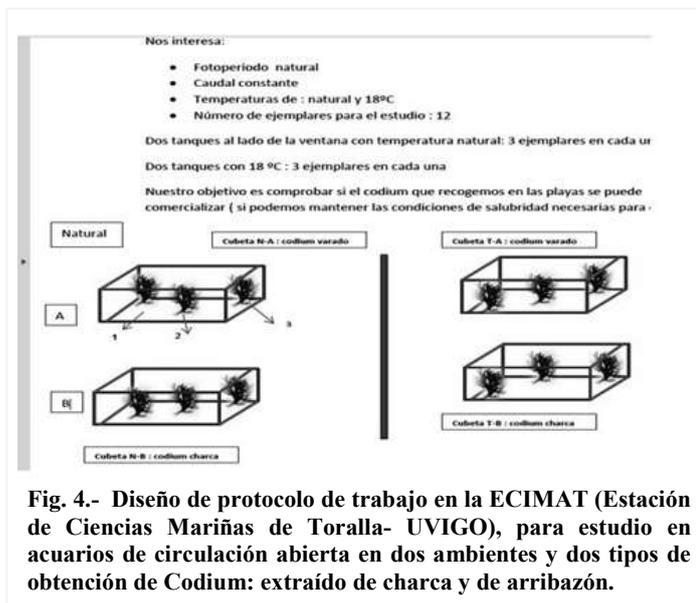


Fig. 4.- Diseño de protocolo de trabajo en la ECIMAT (Estación de Ciencias Mariñas de Toralla- UVIGO), para estudio en acuarios de circulación abierta en dos ambientes y dos tipos de obtención de Codium: extraído de charca y de arribazón.

4°. Este trabajo comienza en el mes de septiembre y se continúa en febrero. Es posible que se alargue en el tiempo por la dificultad del trabajo en charcas, debido al mal tiempo, mareas etc.

2.2 **Protocolo de muestreo:** Salidas a las playas de Canido y la Sirenita. Recogemos los individuos que presenten mejores propiedades organolépticas (sin el sabor), pero si la textura. En el laboratorio se secan los ejemplares con cuidado y se pesan en la balanza digital aproximando hasta los cg. y se identifican los individuos según situación en el acuario. Los datos se recogen en tablas de masa y de incremento de ésta y se expresan mediante gráficas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1 (fig. 5). Preensayo en cubetas circulación cerrada colegio:

Objetivo: Valorar la viabilidad del estudio.- Algas de arribazón.

El individuo 1 recupera masa en la segunda semana.

El individuo 2 siempre pierde masa. Ambos al cabo de los 21 días se descomponen.

Observaciones: Las condiciones son las expuestas y al no haber renovación de agua era previsible. Sin embargo el experimento nos demuestra que sí, es posible mantener en acuarios el codium. Hay que poner las condiciones adecuadas.

Experimento 2 (fig. 6). Cubeta circulación cerrada colegio: ensayo con 7 individuos de *Codium tomentosum* (de arribazón). Al cabo de 7 días echamos nutrientes en cantidad de dosificación según instrucciones de uso para plantas de tierra.

Objetivo: cubeta colegio circulación cerrada con codium de arribazón

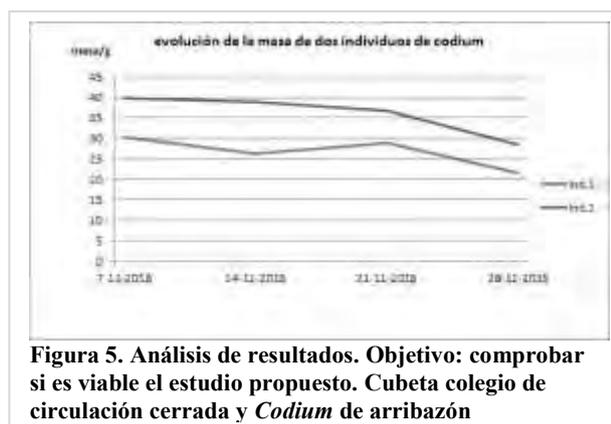


Figura 5. Análisis de resultados. Objetivo: comprobar si es viable el estudio propuesto. Cubeta colegio de circulación cerrada y *Codium* de arribazón

Todos los individuos pierden masa, excepto el 6 que gana un poco en la primera medición. Después todos se comportan con pérdidas. A la cuarta medición todos los individuos presentan aumento de masa. Debemos de tener en cuenta que se han visto desarrollar algas epifitas y eso es lo que hace, posiblemente que ganen peso. De todas formas debido a este comportamiento y sea cual sea la causa podemos observar que están en buen estado. Debemos tener en cuenta en todas las experimentaciones que lo estamos haciendo con individuos de bastante edad ya que son bastante largos y quizás estén al final de su crecimiento.

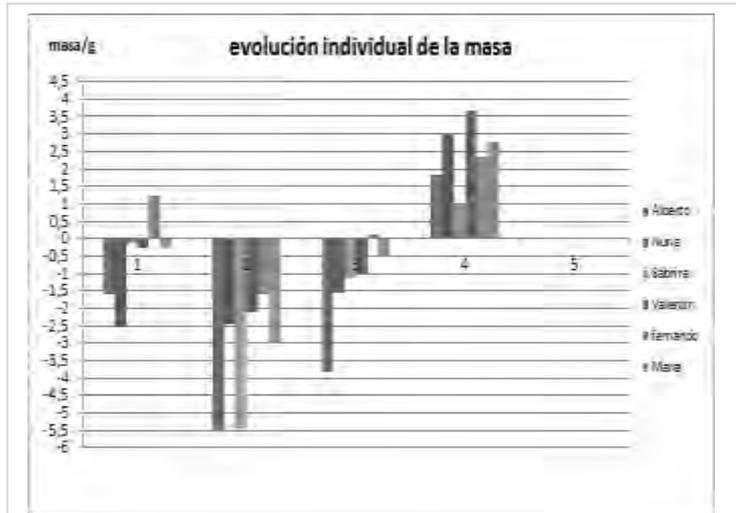


Figura 6. Análisis de datos. Objetivo: cubeta colegio circulación cerrada con *Codium* de arribazón.

Objetivo cumplido pero debemos trabajar en otras condiciones ya que el aporte de nuevos nutrientes es lo que seguramente aumentó el peso de algas epibiontes, por lo que debemos vigilar este procedimiento.

Haremos la experimentación en acuarios de ECIMAT y con dos tipos de algas *Codium*: recogidas en la playa y extraídas de cubetas intermareales. En este caso, al ser de circulación abierta no es necesario aporte de nutrientes.

Experimento 3 (fig. 7). Cubetas de circulación abierta en ECIMAT. Cubetas a temperatura natural y a 18°C constante. *Codium* de arribazón y *Codium* extraído de charca.

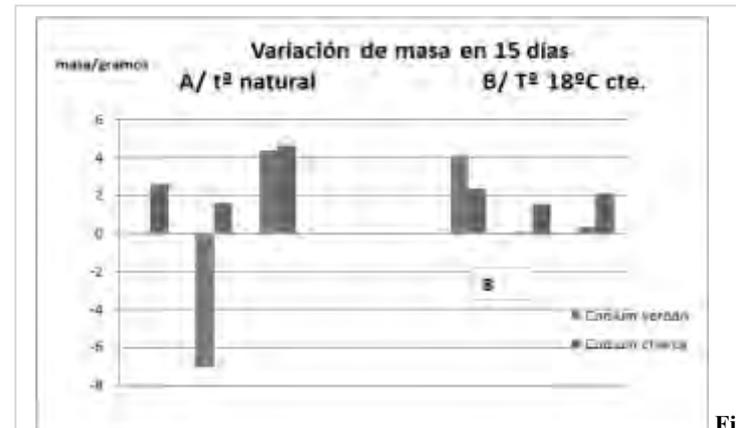


Figura 7. Análisis de datos. Objetivo: cubeta ECIMAT circulación cerrada con dos ambientes A) Tª del agua de mar B) Tª cte. de 18°.

Parece ser que funciona mejor la temperatura natural, que tiene de media unos 15 °C, medidos de día. También se observa que el *Codium* de charca tiene mejor rendimiento que el de arribazón.

Algunos individuos se descomponen, por eso trabajamos con tres réplicas. No se ponen más individuos para que el espacio no sea problema. Para los siguientes ensayos y dado que las algas de arribazón superan con dificultad más de 30 días (no engordan y hay mucha descomposición en algunos individuos), experimentaremos con alga de charca.

Hacemos una prueba sobre la productividad en las cubetas a distintas temperaturas como siempre, a temperatura ambiente o natural y a temperatura constante de 18°C (Figs. 8 y 9).



Figura 8. Objetivo: Solamente con individuos de charca. Comprobación de la productividad según los días de permanencia. Condiciones: ECIMAT circulación abierta con dos ambientes A) Tª del agua de mar B) Tª constante. de 18°C.

En los datos que obtenemos en este experimento observamos que la productividad es mayor en las cubetas de temperatura de ambiente natural. No en todos los individuos pero sí en productividad en general.

Para tener unos datos sobre los errores que pudiésemos cometer, decidimos hacer una repetición de los ensayos utilizando individuos más cortos y por consiguiente, de suponer, más jóvenes. Es posible que en anteriores prueba los individuos utilizados estuviesen en fase muy madura y no ganarían masa muy bien. Tenemos en cuenta que el *Codium* de la Ría de Vigo mide, en general, sobre 25 cm y nosotros estamos trabajando con ejemplares más o menos entre 15 y 25 cm.

Para este experimento repetimos en la ECIMAT los mismos experimentos pero con individuos más cortos dejando un tiempo de muestreo de 15 días. Observamos que en las cubetas de Tª natural el *Codium* de charca es más productivo. Pero en contra de lo que cabía esperar, en estos 15 días, es el de arribazón el que tiene mejor rendimiento en las cubetas de 18° C.

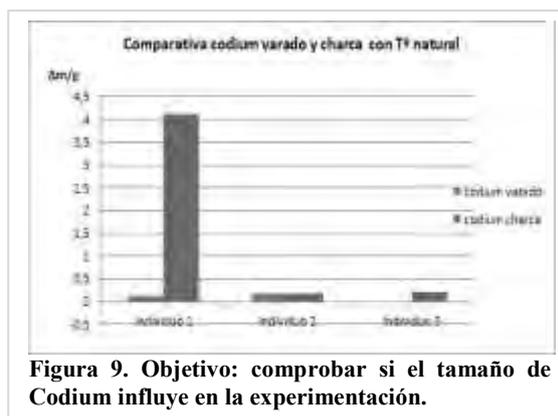


Figura 9. Objetivo: comprobar si el tamaño de *Codium* influye en la experimentación.

## CONCLUSIONES

El *Codium* extraído de charcas tiene mejor rendimiento que el varado. Aunque no es definitivo ya que encontramos muchos casos de comportamiento mejor el de arribazón.

Aun así se demuestra que el *Codium* de la playa puede seguir siendo engordado en acuarios o al menos conservado durante 15/ 30 días sin problema.

Con toda seguridad se pueden conservar hasta 21 días. La salubridad es buena

Aprovecharíamos así la salubridad del producto para cosechar a conveniencia y debería mantenerse a temperatura natural del agua.

Para ampliación de estudios posteriores: concluir el estudio de productividad en charcas y aplicación en Acuicultura

## AGRADECIMIENTOS

Gracias a la Estación de Ciencias Mariñas de Toralla (ECIMAT), por dejarnos las cubetas de experimentación y especialmente Damián Costas.

## REFERENCIAS

- Castiñeira, R. (2011). *Guía Visual de las Algas Marinas del Parque Nacional Marítimo Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia*. Vigo. AGSM.
- Rajapakse, N. y Kim, S. K. (2011). Nutritional and digestive health benefits of seaweed. In *Advances in food and nutrition research* (Vol. 64, pp. 17-28). Academic Press.
- González, C., Álvarez, O. y Míguez, L. (1998). *Algas mariñas de Galicia. Biología, gastronomía, industria*. Pinto-Madrid. Edicións Xerais de Galicia, S.A.
- Ortiz, J. (2011). Composición Nutricional y Funcional de las Algas Clorofíceas Chilenas: *Codium fragile* y *Ulva lactuca*. *Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas de la Universidad de Chile*. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/121457/Monografia%20I%20-%20Algas%20Verdes.pdf;sequence=1> [Consulta 2/10/2018]. (Página siguiente)”.

# EVOLUCIÓN DE LAS PEDRERAS EN LA SIERRA DE LAS VILLUERCAS

*A evolution of the screes in the mountain range Las Villuercas*

D. Martín, M. Gil y P. Mateos-Quesada <sup>1\*</sup>

IES Francisco de Orellana. Avd María Cristina s/n. 10.200 Trujillo (Cáceres)

<sup>1</sup>. pmquesada@gmail.com

\* Profesor coordinador

**RESUMEN:** La sierra de Las Villuercas se caracteriza geológicamente porque lo que hoy constituyen sus valles, antes fueron las cuerdas de sus sierras, siendo un proceso erosivo de millones de años el encargado de llevar a cabo esta particular formación. Algo característico de estas formaciones son las pedreras que caen a lo largo de sus laderas. En el presente trabajo se datan tres tipos de pedreras desarrolladas en tiempos diferentes; la superficie de cada uno de los tres tipos en las diferentes cuerdas, no muestra que la formación de las pedreras se diera en un momento concreto del tiempo geológico, sino a lo largo de todo el proceso erosivo de estas sierras desde su salida del mar y posterior elevación hace 400 millones de años.

**Palabras clave:** Anticlinal y sinclinal, Las Villuercas, pedrera.

**ABSTRACT:** The mountain range of Las Villuercas is geologically characterized by the fact that what today constitute its valleys were once the ridges of its mountain ranges, being an erosive process of millions of years the one in charge of carrying out this particular formation. Something characteristic of these formations are the stones that fall along its slopes. In this work we date three types of stones developed at different times; the surface of each of the three types in the different ropes does not show that the formation of the stones occurred at a specific moment in geological time, but throughout the whole erosive process of these mountains from their exit from the sea and subsequent elevation 400 million years ago.

**Keywords:** Anticline and syncline, Las Villuercas, screes.

---

MERIDIES, 23 (2020): 69-72

ISSN (versión impresa): 1137-8794

---

## INTRODUCCIÓN

El relieve apalachense (ver Espejo, 1988 y RHD, 1988) consiste en una degradación del centro del sinclinal mayor que la sus laterales, de forma que, con el tiempo, el centro de la cuerda original se convierte en un valle rodeado de sus propias laderas (Walls, 1978; Weidensaul, 1994). En Las Villuercas, además, se producen grandes derrubios que, en forma de piedras de similar tamaño, cubren extensas áreas de estas laderas en lo que constituyen las pedreras, siendo este parte de los elementos asociados a la degradación de las antiguas alturas que pudieran tener Las Villuercas (Sánchez *et al*, 2020).

La explicación no escrita que se ha dado por parte de especialistas, es que esas pedreras proceden de la gelifracción de la roca de la última glaciación, lo que ha cuarteado, roto y desgajado los grandes bloques originales en las formaciones que vemos hoy día, principalmente en la última glaciación del cuaternario (Riba 1956, García-Sáinz 1962, Peña y Jiménez, 1993).

Esto, coincide con la formación de algunos elementos morfogeológicos que han podido ocurrir en el pasado para explicar determinadas estructuras geológicas, aún de carácter erosivo (ver Gutiérrez y Peña, 1991; Lozano y Peña, 2010).

Aquí se busca conocer si, efectivamente, todas las pedreras tienen su origen en la última glaciación o, por el contrario, la formación de las mismas nada tiene que ver con ellas y ha sido un proceso llevado a cabo a lo largo del transcurrir del proceso erosivo villuerquino.

### Área de estudio

Las Villuercas se encuentran en la esquina suroriental de la provincia de Cáceres. Sus profundos bosques aún mantienen la esencia de los bosques originales, mientras que en ellos se desarrolla toda la fauna presente en Extremadura en este tipo de formaciones. Además de ello, un valor digno de mencionar en esta comarca son los numerosos elementos geológicos que hacen de estas sierras un excepcional entorno en el que apreciar y disfrutar de esta ciencia: elementos menores, fallas, pliegues, numerosas especies de fósiles o macroestructuras, se reparten por toda la superficie de esta singular sierra. En este sentido, la comarca pertenece a la Red de Geoparques de la UNESCO desde 2011.

## MATERIAL Y MÉTODOS

En este trabajo se propone considerar la evolución de una pedrera en tres fases:

Fase 1, **de juventud**. La pedrera se ha formado por derrumbe de una roca consolidada, esparciéndose su fragmentos por la ladera y estando formada únicamente de rocas, sin suelo donde asentarse la vegetación y con un tamaño proporcional a la roca de origen.

Fase 2, **de madurez**. La pedrera va siendo invadida poco a poco por el arbolado circundante, quien contribuye de manera importante a depositar material en la misma y a ir formando suelo poco a poco. En la fase tardía de madurez, nos encontramos las pedreras cubiertas totalmente de arbolado, pero con escasa o nula vegetación herbácea al no haber suelo sobre las mismas y siendo colonizada únicamente por aquellas especies de más vigor.

Fase 3 **de desaparición**. El arbolado asentado sigue aportando material y sujetando el mismo sobre las pedreras, de modo que se forma un suelo fértil y las plantas herbáceas u otras especies de menor entidad, pueden ahora desarrollarse en esta superficie, quedando las piedras ocultas bajo el suelo y dando fin a lo que fuera el desarrollo de la pedrera al ser asumido por el bosque en su plenitud.

Aunque sí podemos conjeturar con la evolución temporal de las pedreras, no podemos saber la edad exacta de cada una de las fases de las pedreras, sobre todo porque la evolución de formación y desaparición de las mismas, estaría en consonancia con las condiciones reinantes en cada era de la tierra. A pesar de ello, hemos querido medir la superficie de las pedreras mediante las herramientas del sig-pac del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (<http://sigpac.mapa.es/feqa/visor/>). En esta medición hemos calculado la superficie de las pedreras en las tres fases en tres valles de Las Villuercas: un anticlinal (Almonte) y dos sinclinales (Santa Lucía y Viejas) a lo largo de 10km. Pensando que pudiera haber alguna diferencia en la orientación de las laderas, sobre todo en lo que se refiere a los sinclinales, se han diferenciado la medida en cada uno de los valles en umbría y solana.

Las pedreras en fase 1 son fácilmente diferenciables del resto pues la piedra está desnuda. Para diferenciar la fase 2 de la 3, se considera el diferente uso del terreno por parte del hombre: en suelos de fase 2, el bosque crece sobre pedregales y es completamente inaprovechable para cultivos por su escaso o nulo suelo, por lo que el bosque permanece. En pedreras de fase 3, con suelo, se han talado los bosques para el aprovechamiento agrícola pero, como estos cultivos

fueron abandonados en su mayoría en torno a los años 60 del pasado siglo, hoy se presentan como extensos jarales uniformes, bien diferenciados del resto.

Así las fases 1, 2 y 3, realmente son áreas de pedrera, de bosque o de jaral. Bien es cierto, insistimos, que ha sido imposible localizar parámetros que permitan temporizar cada uno de estos sectores.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se han calculado las superficies de 104 pedreras en las tres fases descritas. En la tabla I se presentan los resultados conforme se han localizado por valles, por orientación y por las tres fases de evolución.

**Tabla I. Superficie máxima hallada para una pedrera, relación en % de la superficie de pedreras en fase 1 y 2 y superficie máxima en pedreras de fase 3.**

	Superficie máxima (ha)	Fase 1 Pedrera	Fase 2 Bosque	Fase 3 Jaral (ha)
Valle de Santa Lucía. Umbría.	38,84	23,93 %	76,06 %	24,76
Valle de Santa Lucía. Solana.	68,22	0,6 %	99,38 %	108,42
Valle del Almonte. Umbría.	146	6,25 %	93,74 %	234
Valle del Almonte. Solana.	24,68	22,63 %	77,36 %	23,05
Valle de las Viejas. Umbría.	157	28,81%	71,18	104
Valle de Las Viejas. Solana.	207	35,79	64,2	120

No se encuentra una relación entre los diferentes valles, entre umbría y solana o entre la umbría y solana del mismo valle. Dicho de otro modo, las pedreras en los diferentes valles de Las Villuercas parecen disponerse al azar, así como la evolución de las mismas, por lo que no existe una coincidencia con la formación de estas en el tiempo.

La literatura científica no recoge en ningún momento las tres clases de edad de las pedreras que aquí se proponen (ver Peña, Sánchez y Lozano, 2010) A pesar de los recientes estudios de geología de Las Villuercas (Muñoz y Martínez, 2005; Cortijo, 2015) y ser un elemento abundante en este tipo de relieve (Blakey, 2008).

Si su origen se encuentra en las formaciones glaciares del cuaternario, tendría sentido que hubiese algún tipo de relación entre las pedreras de diferente edad o, incluso, que las mismas pertenecieran a la misma clase de edad. Los resultados muestran que esto no sólo no es así, sino que no parece que exista ningún tipo de relación entre umbría y solana, sinclinal o anticlinal o uno de los tres tipos de edad; de esto podemos deducir que las laderas se han producido de manera azarosa y no guardan relación con ningún mecanismo geomorfológico concreto en el tiempo. Podríamos aplicar aquí el principio de Hutton y Lyell (Tarbuck y Lutgens, 2005) por el que los procesos que dan lugar a las pedreras se han dado siempre y se siguen dando en la actualidad. No en vano, existen derrubios de ladera recientes que incrementan las superficies de algunas laderas, fuera de lo que son los procesos glaciares.

De ser cierta la teoría de la formación de las laderas en las épocas de glaciación, las alturas de las laderas que sobrepasaron los 3.000 msnm (Sánchez *et al.* 2020), se habrían desplomado únicamente en periodos concretos de la historia de estas sierras, contraviniendo la teoría del uniformismo-actualismo.

Nosotros proponemos que las pedreras se han formado por desplomes de ladera verticales causados por derrubios gravitacionales y pérdida de estabilidad, terremotos, rayos y, por supuesto, la acción de los hielos, pero de forma continuada en el tiempo y no en periodos concretos de tiempo.

## REFERENCIAS

- Blakey, R. (2008). *Paleogeography and Geologic Evolution of North America*". Global Plate Tectonics and Paleogeography. Northern Arizona University. Archived from the original on June 21, 2008.
- Cortijo, I. 2015. *Estudio de los primeros metazoos mineralizados del registro geológico*. UEX. Tesis doctoral
- García-Sáinz, L. (1962). "Frostbodenformen im Idubeda-gerbirge (Spain)". *Z. Fur Geomorphologie*, N.F. 5: 33-50
- Peña, J. L., y Jiménez, A. (1993). "El modelado de laderas del curso medio del río Guadalaviar". *El cuaternario en España y Portugal, I*: 129-134. Madrid.
- Gutiérrez, M. y Peña J.L., (1991). *Geología y depósitos cuaternarios en Introducción a la geología de la provincia de Teruel*. Instituto de Estudios Turoleses.
- Espejo R., (1988). "Evolución geomorfológica y procesos erosivos en las formaciones de raña relacionadas con la sierra de Las Villuercas y Altamira". *Ecología*, 2:39-51
- IGME, Mapas Geológicos de Extremadura, escala 1:50.000 y 1:25.000. Serie MAGNA
- Lozano, MV. y Peña J. L. (2010). "Las superficies de la sierra de Albarracín en el contexto general de la cordillera Ibérica centrooriental". En *Las formas de relieve de la sierra de Albarracín*. (Peña, Sánchez y Lozano Coords.). Centro de estudios de la comunidad de Albarracín.
- Muñoz P. y Martínez E., (2005). *Patrimonio geológico de Extremadura*. Junta de Extremadura.
- Random House Dictionary, (2011). Online at Dictionary.com.
- Riba, O., (1959). *Estudio geológico de la sierra de Albarracín*. Inst. Lucas Mallada CSIC. Monografía nº 16. Madrid
- Sánchez, P., Torrez, A. y Mateos-Quesada, P. (2020). La altura original de la sierra de Las Villuercas. *Meridies*, 23, 73-76.
- Tarbuck, E.J. y Lutgens, F.K. (2005). *Ciencias de la Tierra. Una introducción la Geología Física* (8ª edición). Ed. Pearson-Prentice Hall, Madrid.710pp
- Walls, D. (1978), "On the Naming of Appalachia" In *An Appalachian Symposium*, pp. 56–76.
- Weidensaul, S. (1994). *Mountains of the Heart: A Natural History of the Appalachians*. Fulcrum Publishing.

# LA ALTURA ORIGINAL DE LA SIERRA DE LAS VILLUERCAS

*The original height of the mountain range Las Villuercas*

**Pedro Sánchez, Alexa Gabriela Torrez y Patricio Mateos-Quesada<sup>1\*</sup>**  
 IES Francisco de Orellana. Avd María Cristina s/n. 10.200 Trujillo (Cáceres)

<sup>1</sup>. pmquesada@gmail.com

\* Profesor coordinador

**RESUMEN:** La sierra de Las Villuercas se caracteriza geológicamente por que, lo que hoy constituyen sus valles, antes fueron las cuerdas de sus sierras, siendo un proceso erosivo de millones de años el encargado de llevar a cabo esta particular formación. Mediante el teorema de Tales, hemos estimado lo que fueran las alturas de las cuerdas hoy desaparecidas, obteniendo resultados estimados de 3.315msnm, muy por encima de la cota actual máxima de 1601msnm.

**Palabras clave:** Anticlinal y sinclinal, Las Villuercas, Tales, cota máxima.

**ABSTRACT:** The mountain range Las Villuercas is geologically characterized by what are its current valleys were previously the ridges of its mountain ranges, due to an erosive process of millions of years. Through Thales' theorem, we have worked out the heights of the ridges, missing today, obtaining estimated results of 3,315msnm, well above the current maximum level of 1,601m.

**Key-words:** Anticline and syncline, Las Villuercas, Tales, maximum level.

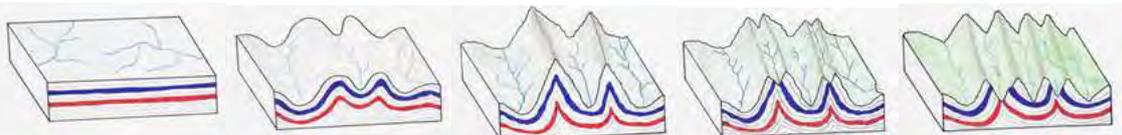
**MERIDIES, 23 (2020): 73-76**

ISSN (versión impresa): 1137-8794

## INTRODUCCIÓN

La sierra de Las Villuercas, situadas en el rincón suroriental de la provincia de Cáceres es un enclave excepcional para la presencia de elementos geológicos y, junto a los valores botánicos y zoológicos, podría considerarse el espacio de mayor valor natural de nuestra región.

La comarca, emergida del mar hace %%% millones de años, sufrió un plegamiento con la formación de pangea, plegamiento caracterizado por la formación de cuerdas paralelas entre sí. Tras la rotura del supercontinente, sufre un proceso de erosión continuado hasta nuestros días; en este proceso, las cuerdas de las alturas sufrieron roturas que permitieron el desgaste de las mismas en un plano completamente vertical a las mismas, vaciándose las sierras de sedimentos y bajando sus cumbres más allá de lo que fueran sus propias laderas (Fig. 1). Con el tiempo, lo que fueron cuerdas se convirtieron en valles y a día de hoy conviven, a uno y otro lado, con lo que fueran los valles originales (ver Espejo, 1988). Este relieve recibe el nombre de apalachense, ya que fue aquí, en los montes Apalaches, donde fue descrito por primera vez (RHD, 2011).



**Fig. 1.-** Representación del relieve apalachense en el que se aprecia el sustrato horizontal que es elevado y plegado, para posteriormente sufrir un proceso de erosión desde la misma cumbre, quedando la línea de estas cuerdas como valles

En el presente trabajo trataremos de estimar la altura de estas sierras en las cotas originales cuando estas sierras se erguían jóvenes, hace millones de años.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Para la estima de las alturas originales, hemos utilizado el teorema de Tales, en el que en dos triángulos con sus lados paralelos y con los mismos ángulos, se puede calcular una de sus hipotenusas conociendo la equivalente paralela. Así, tal y como mostramos en la fig. 2, conocemos todos los datos propuestos por tal ecuación matemática, salvo la altura  $h$ , que correspondería con la altura original antes de la erosión y objeto de nuestra investigación.

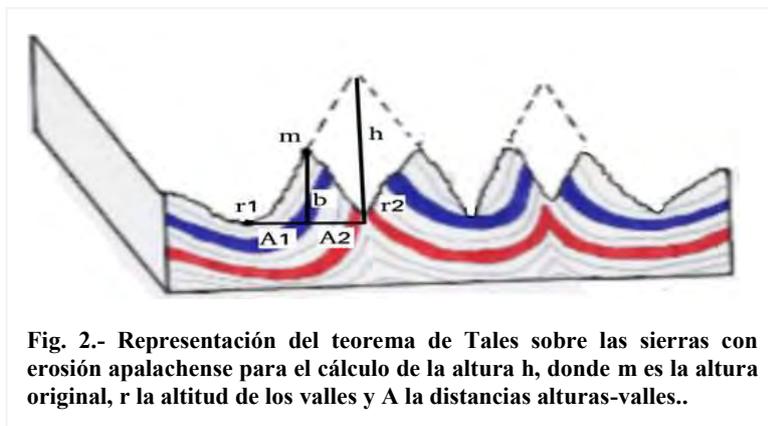


Fig. 2.- Representación del teorema de Tales sobre las sierras con erosión apalachense para el cálculo de la altura  $h$ , donde  $m$  es la altura original,  $r$  la altitud de los valles y  $A$  la distancias alturas-valles..

Para obtener el resto de datos, hemos trabajado con la aplicación sig-pac (<http://sigpac.mapa.es/feqa/visor/>) del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimen-tación, cuyas herramientas dinámicas permiten la obtención de las distancias requeridas, así como los mapas en formato papel escala 1:50.000 (IGME, s/d).

El cálculo de las diferen-tes alturas, no se llevó a cabo de manera puntual, sino que se ha obtenido una representación a lo largo de tres valles representativos: el valle del Ibor, el Almonte y Berzocana, haciendo el cálculo cada 5km desde la cumbre de los mismos descendiendo hasta la parte más baja (Fig. 3).

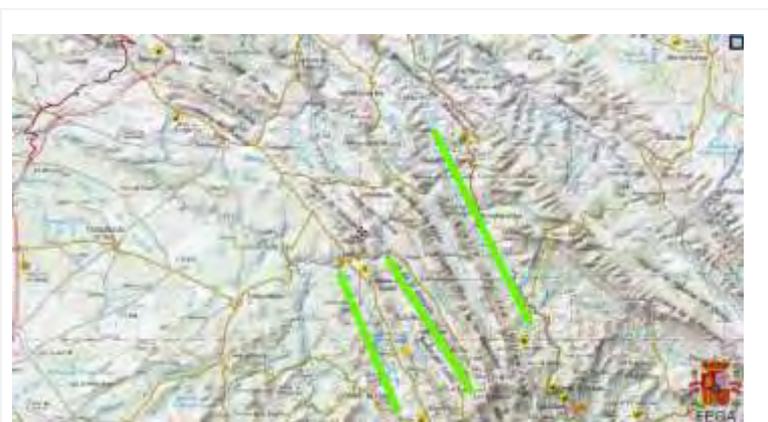


Fig. 3.- Representación de Las Villuercas desde una secuencia del sig-pac con los tres valles escogidos para la realización del estudio

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1, se muestran los valores máximos estimados, enfrentados a las alturas máximas actuales de los tres valles.

Tabla I. se muestran los valores máximos, enfrentados a las alturas máximas actuales de los tres valles.

Valle	Altura original máxima (m)	Altura estimada (m)
<b>Ibor</b>	1.379	3.315
<b>Almonte</b>	829	1.671
<b>Berzocana</b>	925	1.263

En los datos de los distintos valles se aprecia una diferencia mayor en la proporción de alturas original/estimada en aquellos situados en el centro de la comarca y, en principio, con mayores alturas. No se ha podido calcular la altura estimada que debió tener la cota máxima de estas sierras (pico Villuercas, 1.601 msnm) debido a la falta de correspondencia triangular conforme anuncia el teorema de Tales.

La altura estimada máxima obtenida (3.325 msnm), aún sin haber sido obtenida en la parte más alta de la comarca, supera con creces la altura máxima actual.

No hemos encontrado referencias en la literatura científica de cálculo de alturas estimadas de sierras mediante este método, ni en el resto de formaciones apalachenses (Blakey, 2008), ni aún en Las Villuercas, a pesar de que han sido objeto de trabajos detallados en los años recientes por parte de investigadores (Muñoz y Martínez, 2005; Cortijo, 2015).

Los resultados muestran una clara relación entre las cotas actuales y las alturas estimadas, hecho que evidencia lo acertado del método. Así, podemos considerar que el teorema de Tales es adecuado para la estima de las cotas estimadas en formaciones de este tipo. Sin embargo, no podemos conocer la altura estimada correspondiente a la altura del pico Villuercas debido a que no existe la correspondencia triangular necesaria para la aplicación del teorema de Tales; siendo esto así, nos quedamos sin aplicar el mismo para la obtención de la cota máxima estimada, cuyo valor sería el más cercano a la altura máxima que tuvieron Las Villuercas. A pesar de ello, al menos podemos conocer que la altura antaño en Las Villuercas, fue al menos de 3.315m, como corresponden los cálculos máximos para el valle del Ibor. Esta cota es aún mayor que la actual altura de esta formación proyectada más allá del atlántico, encontrándose en el monte Mitchel con 2.037msnm (Wals, 1978; Weidensaul, 1994).

Por otra parte, al usar la cota máxima de las cumbres y saber que antes fueron parte de las laderas erosionadas en su interior (ver Martín, 2020), es razonable pensar que esta erosión existiera en las mismas laderas en sentido horizontal hacia el plano de desgaste de la cuerda, por lo que los cálculos realizados y por tanto las cotas estimadas, aún serían mayores que las obtenidas por nosotros.

A tenor de estos resultados, podríamos remontarnos a unas formaciones montañosas que, en su etapa de juventud, debieron tener una longitud cercana a los 3.000 km (los Andes recorren todo el cono sur de América con 6.000 km) y numerosas cumbres por encima de los 3.500-4.000 msnm.

## REFERENCIAS

- Blakey, R. (2008). *Paleogeography and Geologic Evolution of North America*". Global Plate Tectonics and Paleogeography. Northern Arizona University. Archived from the original on June 21, 2008.
- Cortijo, I. (2015). *Estudio de los primeros metazoos mineralizados del registro geológico*. UEX. Tesis doctoral
- Espejo R., (1988). Evolución geomorfológica y procesos erosivos en las formaciones de raña relacionadas con la sierra de Las Villuercas y Altamira. *Ecología*, 2:39-51

IGME, Mapas Geológicos de Extremadura, escala 1:50.000 y 1:25.000. Serie MAGNA

Martín, D., Gil, M., y Mateos-Quesada, P. (2010). Evolución de las pedreras en la sierra de Las Villuercas. *Meridies*, 23, 69-72.

Muñoz P. y Martínez E., (2005). *Patrimonio geológico de Extremadura*. Junta de Extremadura.

Random House Dictionary, (2011). Online at Dictionary.com.

Walls, D. (1978), "On the Naming of Appalachia" In *An Appalachian Symposium*, pp. 56–76.

Weidensaul, S. (1994). *Mountains of the Heart: A Natural History of the Appalachians*. Fulcrum Publishing.

# VARIACIÓN DE LA ACIDEZ Y EL pH DE LA LECHE AL FABRICAR YOGUR

*Variation of milk's acidity and pH manufacturing yogurt*

Sergio Aizcorbe Díez, Iván Calderón Mayo, Estela Gonzalo Benito, Elena Paramás Alonso, Adrián Rodríguez Hernández, Carlos Salamanca Núñez\* y Piedad Gallego Nogueras<sup>1\*</sup>

IES Francisco Salinas. C/ Julita Ramos s/n. 37004 Salamanca.

<sup>1</sup> pigalno@gmail.com

\*Profesores coordinadores.

**RESUMEN:** La leche es considerada como uno de los alimentos más completos e indispensables en la nutrición humana por contener todos los nutrientes. Se entiende por acidez a la cantidad de ácido láctico en 100 ml de leche. La acidez permitida en la legislación es de 0.2 % en ácido láctico. Esta acidez varía al añadir un cultivo bacteriano de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* para fabricar yogur. En el presente trabajo se ha valorado el pH y la acidez de la leche, con el fin de estimar la acidez desarrollada debida a la proliferación bacteriana que la transforma en yogur y si esta se ha visto influenciada por el tipo de leche de partida (fresca, entera, sin lactosa y leche tratada con lactasa).

**Palabras clave:** Leche, yogur, lactosa, acidez.

**ABSTRACT:** Milk is considered one of the most complete and indispensable food in human nutrition because it contains every nutrient. Acidity is defined as the quantity of lactic acid in a volume of 100 mL of milk. The acidity permitted in the Spanish legislation is 0.2% of lactic acid. This acidity varies when adding a bacterial culture made with *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* to produce yoghurt. In this work, pH and milk acidity have been analyzed to estimate the acidity developed due to the bacterial proliferation that transforms it into yoghurt, and if this has been affected by the type of milk used (fresh milk, whole milk, lactose-free milk and milk treated with lactase)

**Key-words:** Milk, yoghurt, lactose, acidity.

---

**MERIDIES, 23 (2020): 77-80**

ISSN (versión impresa): 1137-8794

---

## INTRODUCCIÓN

La leche es uno de los alimentos más completos ya que es una mezcla homogénea de todos los nutrientes. La leche que se utiliza principalmente en la elaboración de productos lácteos es la leche de vaca, compuesta en un 87% de agua, siendo el resto lípidos, proteínas, glúcidos (fundamentalmente lactosa), sales minerales, vitaminas, etc.

La leche presenta, normalmente, un pH comprendido entre 6,5 y 6,8, siendo la acidez total debida a una suma de tres fuentes fundamentales y a una cuarta de carácter eventual (Negri, 2005) que son:

-Acidez proveniente de la caseína.

-Acidez debida a las sustancias minerales y a la presencia de ácidos orgánicos.

-Acidez proveniente de reacciones secundarias debidas a los fosfatos.

-Acidez desarrollada debida, principalmente, al ácido láctico y a otros ácidos procedentes de la degradación microbiana de la lactosa en las leches en proceso de alteración.

Las tres primeras representan la acidez natural de la leche. La cuarta puede existir debido a condiciones sanitarias no adecuadas o si han actuado bacterias lácticas que convierten la lactosa en ácido láctico. La acidez permitida en la leche es de 0.2 % en ácido láctico.

La escala más común para cuantificar la acidez o la basicidad es el pH. La leche presenta, normalmente, un pH comprendido entre 6,5 y 6,8.

En los alimentos, el grado de acidez indica el contenido en ácidos libres. Se determina mediante una valoración, volumetría o titulación, con un reactivo básico.

El yogur es un alimento producido por la acidificación bacteriana de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* que se desarrollan en simbiosis (Fig.1). Es el *S. thermophilus* el que inicia la fermentación láctica, se desarrolla muy intensamente hasta un pH de 5,5 y crea las condiciones ideales para que se desarrolle *L. bulgaricus*.

Los objetivos de este trabajo son:

- Estudiar la variación de la acidez y el pH de la leche al añadir un cultivo bacteriano en leches con lactosa y deslactosadas.
- Comparar la acidificación que produce un cultivo bacteriano comercial y un yogur comercial.

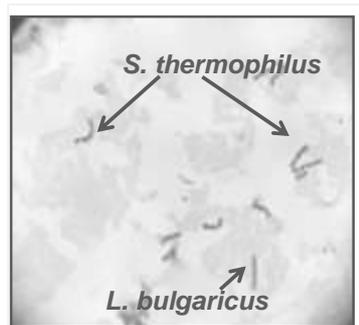


Fig. 1.- Observación con microscopia óptica de las bacterias del yogur.

## MATERIAL Y MÉTODOS

- |                                      |                        |
|--------------------------------------|------------------------|
| Leche pasteurizada                   | Leche sin lactosa      |
| Leche fresca                         | Nutira forte (lactasa) |
| Cultivo bacteriano comercial Danisco | Yogur                  |
| Yogurtera                            | pH-metro digital       |
| Agitador magnético                   | Hidróxido sódico 0,1N  |
| Solución de fenolftaleína al 2%      |                        |

Calentamos la leche a 45°C y añadimos el cultivo bacteriano en polvo. Se pasa a recipientes de vidrio que se colocan en una yogurtera.

Se extraen muestras antes de añadir el cultivo, inmediatamente después y cada dos horas a las cuales se les realizaron las pruebas de:

-Acidez: mediante volumetría o titulación según se muestra en la figura 2. Lo que se pretende es la saturación de las funciones ácidas de la leche mediante un producto alcalino que, en presencia de un reactivo indicador (solución alcohólica al 1 % de fenolftaleína).

Cuando un ácido y una base reaccionan, la reacción se puede observar con un colorante. Un ejemplo de colorante, y el más común, es la fenolftaleína (C<sub>20</sub> H<sub>14</sub> O<sub>4</sub>), que cambia de color a rosa cuando se encuentra presente una reacción ácido-base (Singh *et al.*, 1997).

La solución alcalina más empleada en la valoración de la acidez de la leche es el hidróxido sódico (NaOH) 0,1 N.

El volumen gastado en ml (V) se reemplaza en la fórmula para calcular el porcentaje de ácido láctico formado durante la fermentación. Calculamos la acidez en g de ácido láctico/100g de leche.

$$A = \frac{V \times N \times 0,09}{Q} \times 100$$

- V=volumen gastado de NaOH (ml)
- N=normalidad de la solución de NaOH (0,1)
- 0,09=factor de correlación del ácido láctico
- Q=cantidad de muestra en peso (g). Densidad de leche 1,032g/ml

-pH: con pH-metro digital.

El mismo procedimiento se utilizó añadiendo a la leche una porción de yogur comercial en lugar del cultivo bacteriano comercial.

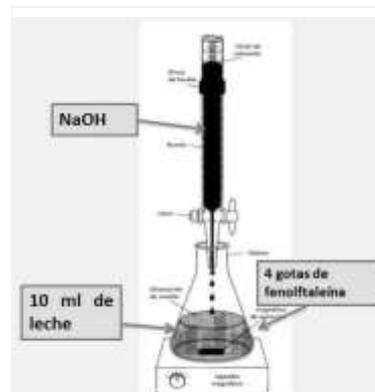


Fig. 2.- Procedimiento de valoración de la acidez de la leche por volumetría o titulación

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se valoró tanto la acidez inicial de la leche como su pH (denominado previo en las gráficas) e inmediatamente después de añadir el inóculo bacteriano (0 h) para comprobar que éste no modificaba tan rápidamente estos parámetros.

**Acidez**

En todos los casos la acidez inicial de la leche es inferior al 0,2%, límite máximo marcado por la ley según Real Decreto 1728/2007 en el que se establece la normativa básica de control que deben cumplir los operadores del sector lácteo.

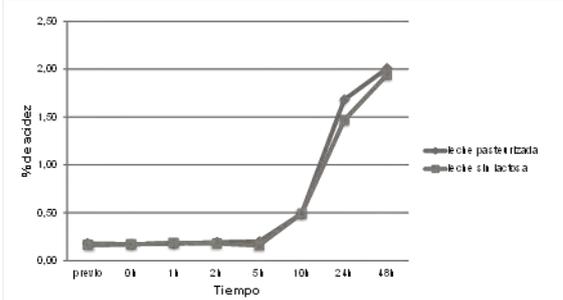


Fig. 3.- Comparación de la variación de la acidez con el tiempo en leche pasteurizada y leche sin lactosa.

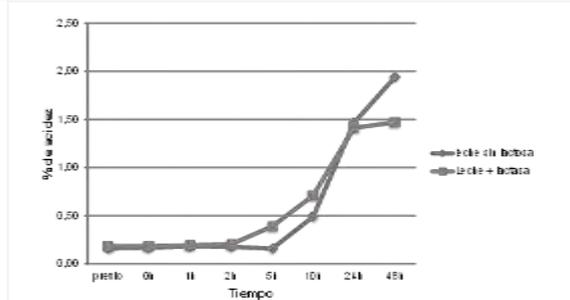


Fig. 4.- Comparación de la variación de la acidez con el tiempo en leche sin lactosa y leche con lactasa

No se observan grandes diferencias en la variación de la acidez con el tiempo en los distintos tipos de leche. En las gráficas se compara leche pasteurizada con leche pasteurizada sin lactosa (Fig. 3), leche sin lactosa con leche a la que se le ha añadido lactasa (Nutira forte) un día antes (Fig. 4) y leche pasteurizada con leche fresca (Fig. 5). En los tres casos se observa un período en el que la acidez no varía, aumentando a partir de las 5 h. esto puede ser debido a que las bacterias necesitan una fase de adaptación al medio antes de comenzar su actividad.

**pH**

El comportamiento del pH es similar al de la acidez. Partimos de valores comprendidos entre 6,7 y 6,8, disminuyendo considerablemente a partir de las 5 h (Fig. 6, 7 y 8). Según el Real Decreto 271/2014, de 11 de abril, “Todos los yogures deberán tener un pH igual o inferior a 4,6”, valores que se consiguen a partir de todos los tipos de leche.

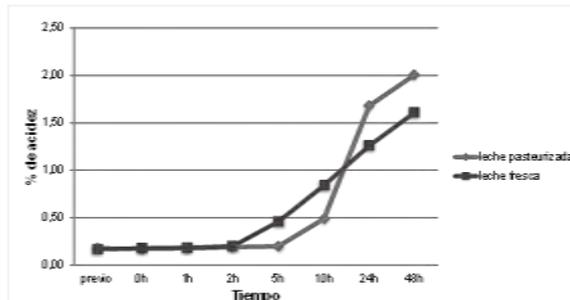


Fig. 5.- Comparación de la variación de la acidez con el tiempo en leche pasteurizada y leche fresca.

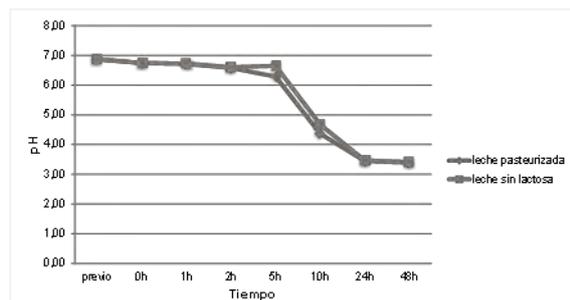


Fig. 6.- Comparación de la variación del pH con el tiempo en leche pasteurizada y leche sin lactosa

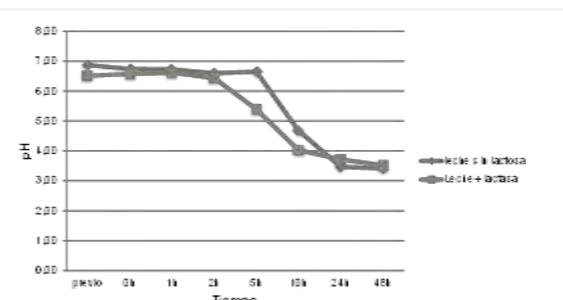


Fig. 7.- Comparación de la variación del pH con el tiempo en leche sin lactosa y leche con lactasa.

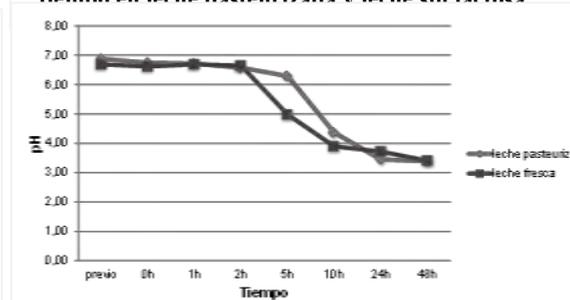
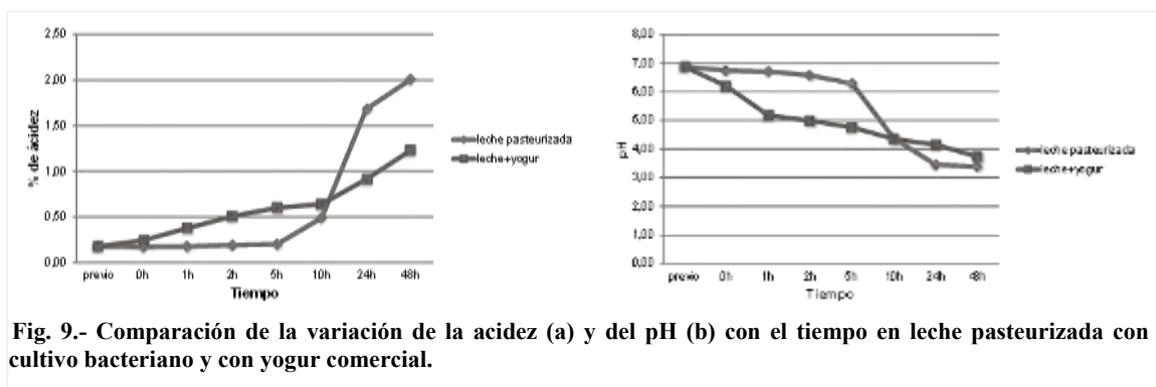


Fig. 8.- Comparación de la variación del pH con el tiempo en leche pasteurizada y leche fresca.

Sin embargo, si se observan diferencias cuando se compara la variación de la acidez (Fig. 9a) y el pH (Fig. 9b) de la leche pasteurizada al añadirle el inóculo bacteriano y el yogur comercial. Al añadir yogur no existe ese período de adaptación comentado anteriormente, sino que inmediatamente aumenta progresivamente la acidez y disminuye el pH. Esto puede deberse a que las bacterias no necesitan ese período de adaptación al estar en el mismo medio.



## CONCLUSIONES

-Todos los tipos de leche de partida tienen valores de acidez y de pH acordes con la normativa.

-No se observan variaciones en la acidez y pH de los diferentes tipos de leche al añadir el inóculo bacteriano.

-Las bacterias necesitan un tiempo de adaptación al medio para activarse.

-Al añadir yogur las bacterias ya están en el medio y no necesitan adaptación.

## REFERENCIAS

- García, M.P. (2007). “Prácticas de laboratorio: control de calidad de leche de vaca”. *Innovación y experiencias educativas*, 12.
- Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (2015). “Determinación analítica en leche”. <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/-/action/90004fc0-93fe-11df-8d8b-f26108bf46ad/e5747030-1bb8-11df-b7e2-35c8dbbe5a83/es/02f9e190-faff-11e0-929f-f77205134944/alfrescoDocumento?i3pn=contenidoAlf&i3pt=S&i3l=es&i3d=e5747030-1bb8-11df-b7e2-35c8dbbe5a83&i3sc&contentId=89e4c92e-c541-47ee-a740-62bc310a5bef> [Consulta 21/01/2019].
- Negri, L.V. (2005). El pH y la acidez de la leche. *Manual de Referencias técnicas para el logro de leche de calidad*. 2º ed., INTA.
- Real Decreto 1728/2007, de 21 de diciembre, por el que se establece la normativa básica de control que deben cumplir los operadores del sector lácteo. BOE 15, 17 de enero de 2008.
- Real Decreto 271/2014, de 11 de abril, por el que se aprueba la Norma de Calidad para el yogur o yoghurt. BOE 102, 28 de abril de 2014.
- Singh H., McCarthy O.J. y Lucey J.A. (1997). Physico-chemical properties of milk. *Advanced dairy chemistry. 3. Lactose, water, salts and vitamins*. Fox P.F., ed. Chapman & Hall, Londres, pp 470-518.
- Vásquez-Villalobos, V., Aredo, V., Velásquez, L., Lázaro, M. (2015). “Propiedades fisicoquímicas y aceptabilidad sensorial de yogur de leche descremada de cabra frutado con mango y plátano en pruebas aceleradas”. *Scientia Agropecuaria* 6 (3): 177 – 189.

# MONTAJE DE SONÓMETROS PARA ELABORAR UN MAPA SONORO DE UN CENTRO ESCOLAR

*Assembly of sonometers to develop a sound map of the High School*

**Ainhoa Cruz, Daniel Mocinha, Manuel Sevillano, Fernando Cruces\* y Josefa Jaramillo<sup>1\*</sup>**  
IES San Roque. Calle de Lino Duarte Insúa, s/n, 06009 Badajoz.

<sup>1</sup>pepijara@gmail.com.

\* “Profesores coordinadores”

**RESUMEN:** A partir de la formulación de la hipótesis “el IES San Roque es un espacio ruidoso” nos planteamos medir el sonido en varias estancias del instituto elaborando un mapa sonoro del mismo. Para ello montamos unos sensores de sonido, conectados a una placa tipo Arduino Uno, y a un reloj interno. Mediante un programa informático se grabaron en una tarjeta SD los niveles (en decibelios) de sonido de las áreas objeto de estudio. Posteriormente, los datos recogidos se procesaron en una hoja de cálculo, para analizar los resultados, obtener gráficas y comprobar si nuestra hipótesis era correcta.

**Palabras clave:** Arduino, sensores, ruido, sonido, decibelios.

**ABSTRACT:** From the formulation of the hypothesis "San Roque High School is a noisy space" we plan to measure the sound in several rooms of the school elaborating a sonorous map of the same one. To do this we assemble sound sensors, connected to a plate type Arduino Uno, and an internal clock. By means of a computer program, the sound levels (in decibels) of the areas under study were recorded on an SD card. Later, the collected data were processed in a spreadsheet, to analyze the results, obtain graphs and check if our hypothesis was correct.

**Key-words:** Arduino, sensors, noise, sound, decibels.

---

**MERIDIES, 23 (2020): 81-86**

ISSN (versión impresa): 1137-8794

---

## INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas medioambientales que padecemos actualmente, y al que habitualmente no damos mucha importancia, es el de la contaminación acústica. Vivimos en una sociedad ruidosa. Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el ruido es uno de los factores ambientales que mayor cantidad de enfermedades provoca. El problema es que parece que la sociedad en general se ha acostumbrado a soportarlo y lo que es más grave, también a generarlo, por lo que se trata de un aspecto al que continúa sin atribuírsele las nocivas consecuencias que en realidad supone en relación a la calidad de vida y a la contaminación del entorno.

Un mapa sonoro es una representación gráfica de un determinado lugar en la que se reflejan las valoraciones sonoras en cada uno de los puntos fijados previamente. Para elaborar el nuestro, lo primero que hicimos fue definir los lugares críticos del centro donde el ruido podría ser más significativo tanto por su relevancia como por su baja presencia.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se han construido cuatro sensores de sonido, utilizando como soporte cajas técnicas, pero también "tappers" que son muy estancos. Dentro de ellas encontraremos una placa Arduino UNO, al que previamente se le ha cargado el programa con el algoritmo de cálculo, un módulo

RTC (Real Time Clock) para que nos proporcione la hora exacta a la que se toma la medición, un micrófono MAX9814 y un módulo, donde almacenaremos los datos obtenidos en una tarjeta SD (Fig.1).

El programa de cálculo ordena al micrófono que se abra, y que recoja el nivel más alto de presión sonora que encuentre cada 250ms. El resultado es convertido en decibelios y almacenado en la placa Arduino junto con la hora. Cada 20 mediciones se hallará la media aritmética que es guardada en la tarjeta SD, para ser analizado y procesado en forma de gráfica Excel.



Fig. 1.- Sensor de sonido utilizado para elaborar el mapa sonoro.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los sonómetros fueron colocados en distintas estancias del centro. La recogida de datos se llevó a cabo en los seis puntos donde colocamos los sonómetros (Fig.2):

1. Pasillo
2. Sala de profesores
3. Gimnasio
4. Biblioteca
5. Aula 4° ESO A
6. Aula TEA

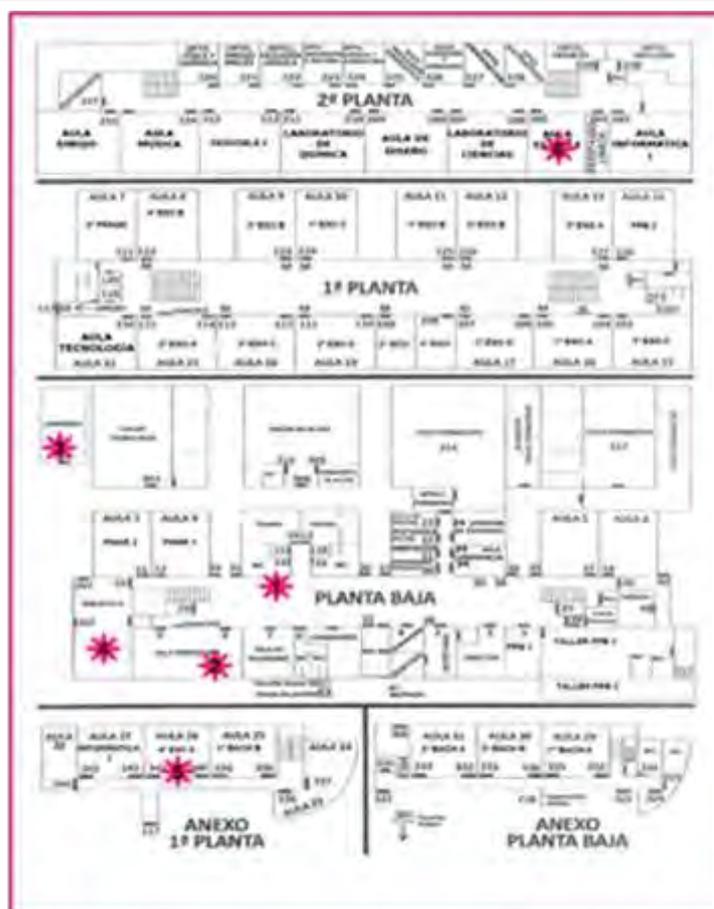


Fig. 2.- Distribución de los sonómetros en el centro escolar.

En la biblioteca puede apreciarse que la intensidad es baja incluso durante el recreo. A la gráfica correspondiente (Fig.3) le acompaña una foto de la estancia en el momento de tomar la medida (Fig.4).

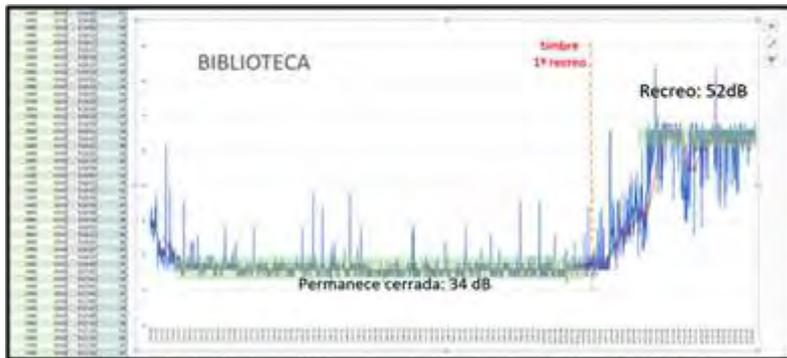


Fig. 3.- Intensidad del sonido en la biblioteca.



Fig. 4.- Biblioteca escolar.

En la gráfica del aula TEA (Fig. 5) se mantiene un nivel de ruido muy bajo, tanto durante las clases (Fig.6) como en los cambios e incluso en el recreo.

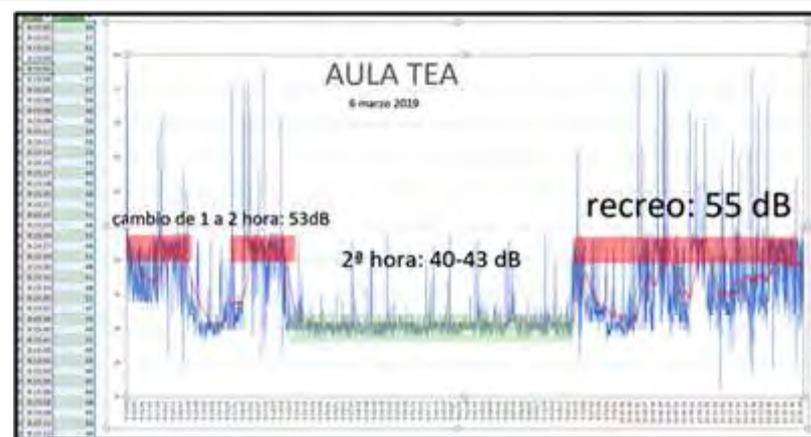


Fig. 5.- Intensidad del sonido en el aula TEA.



Fig. 6.- Aula TEA durante una clase.

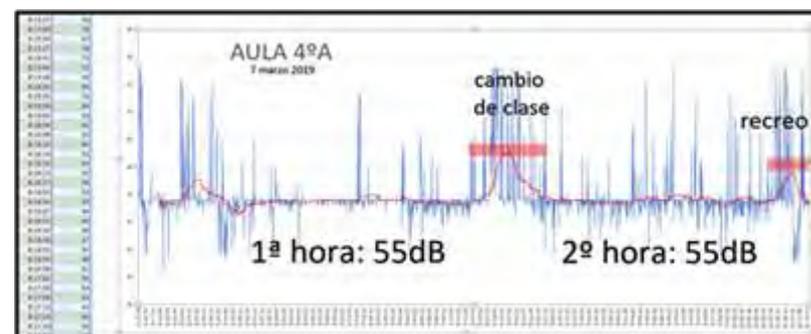


Fig. 7.- Intensidad del sonido en el aula de 4º ESO A.



Fig. 8.- Aula 4º ESO A durante una clase.

Se pueden apreciar niveles muchos más bajos que si los comparamos con una clase convencional (véase la gráfica de 4º A (Fig. 7)).

En la clase de 4° ESO A (Fig.7 y Fig.8) el nivel de ruido es moderado durante la clase aumentando en los periodos entre clase y clase como cabría esperar.

En la sala de profesores, los niveles más altos de ruido se alcanzan entre clase y clase y durante los recreos, como se aprecia tanto en la gráfica (Fig. 9) como en las fotografías (Fig. 10).

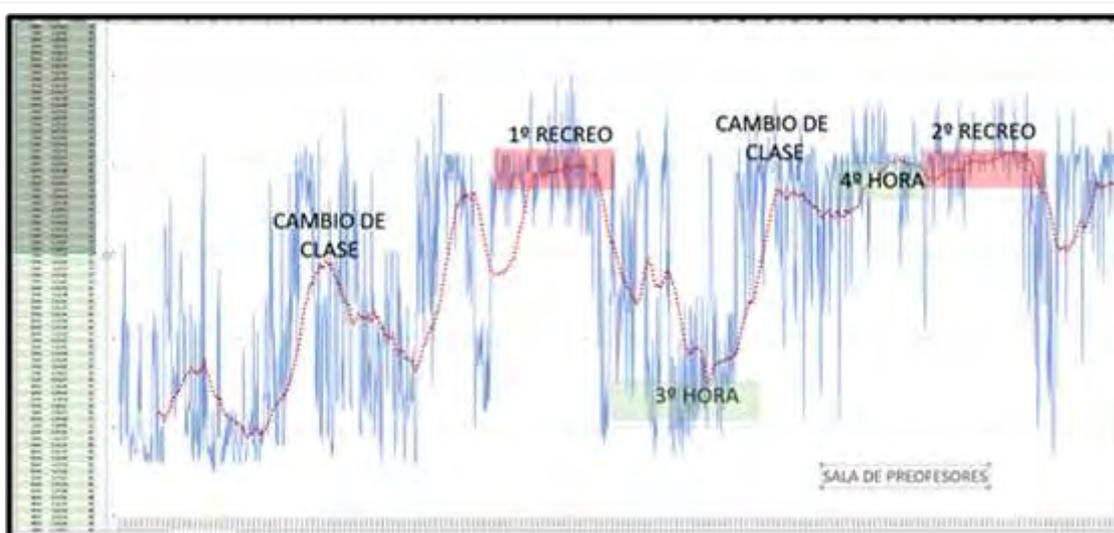


Fig. 9.- Intensidad del sonido en la sala de profesores.



Fig. 10.- Sala de profesores durante el recreo y durante una clase.

En los pasillos se puede observar que durante el periodo de clase el nivel de ruido es bajo (puede apreciarse en una de las fotografías (Fig. 11) que no hay alumnos en los mismos). Sin embargo, cuando toca el timbre y durante el recreo el nivel es muy alto (se aprecia también en las fotografías (Fig. 11) el movimiento de los alumnos por los pasillos y escaleras). Observamos también que cuando toca el timbre y hay que volver a clase, cuesta recuperar la normalidad, como se aprecia en la gráfica (Fig. 12).



Fig. 11.- Pasillos durante el recreo, en cambio de clase y durante una clase.

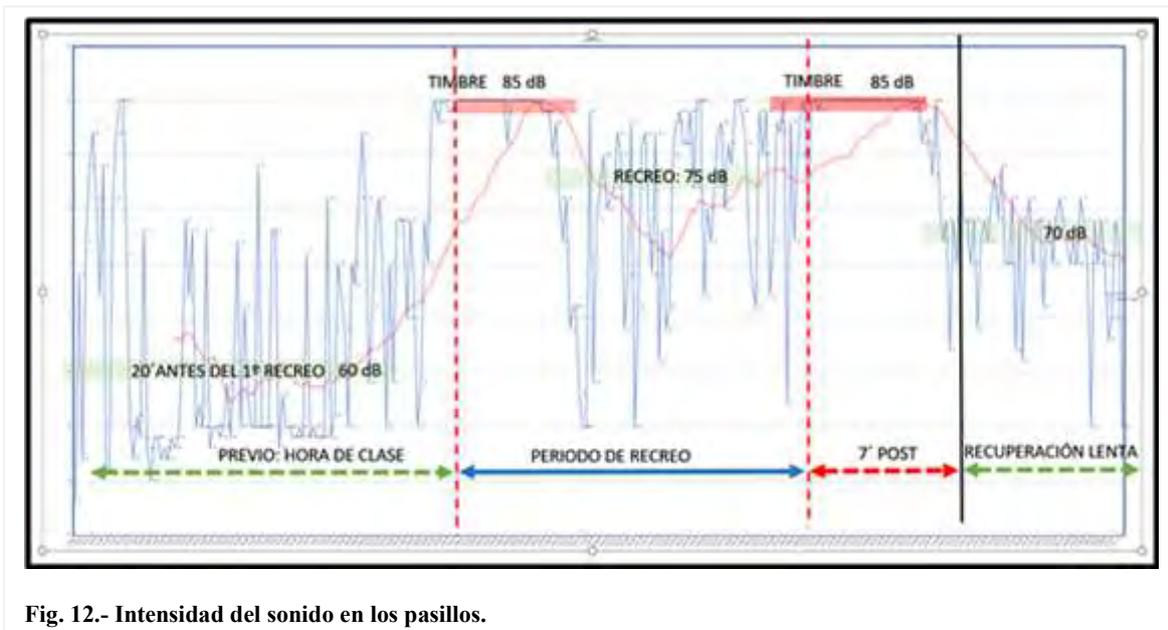


Fig. 12.- Intensidad del sonido en los pasillos.

El gimnasio (Fig. 13) tiene una gran actividad que podemos apreciar en la gráfica (Fig. 14) ya que a cualquier hora de la mañana hay muchos picos de alta intensidad. De hecho, durante toda la tercera hora el nivel alcanzado medio es de 85 dB, el mismo nivel que alcanza el timbre. Nos extrañó el hecho de que durante el recreo hubiera una intensidad tan alta si estaba cerrado, y al preguntar al profesor de Educación Física comprendimos el motivo: ese día los alumnos habían estado ensayando unas coreografías.



Fig. 13.- Gimnasio durante una clase de Educación Física.

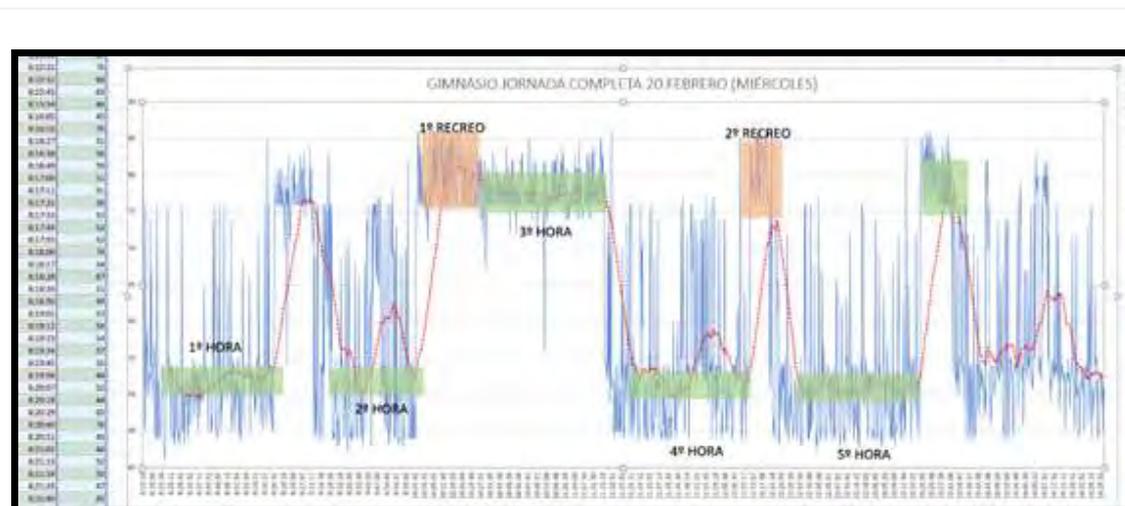


Fig. 14.- Intensidad del sonido en el gimnasio.

Se puede concluir a la vista de los resultados que el gimnasio puede considerarse uno de los lugares más ruidosos del centro junto con los pasillos y que la biblioteca junto al aula TEA podrían ser unas pequeñas islas de silencio dentro del IES San Roque.

#### REFERENCIAS (EN ESTE CASO, CONSULTAS A TRAVÉS DE INTERNET –NO CITADAS–)

- Anónimo (2011). Hipersensibilidad auditiva en las personas con autismo. *ASPAU*. [Consulta nov. 2018] <https://www.facebook.com/notes/aspau/hipersensibilidad-auditiva-en-las-personas-con-autismo/10150313536887356/>
- Areli, G. (2015) Proyecto Aulas Sin Ruido. *Scrib*. [Consulta nov. 2018] <https://es.scribd.com/document/265350095/Proyecto-Aulas-Sin-Ruido>
- García Cobo, J. (2018). Crea un medidor de ruido con una simple placa de Arduino. *Hardwarelibre*. [Consulta nov. 2018] <https://www.hwlibre.com/crea-medidor-de-ruido-una-simple-placa-arduino/>
- IES Vicente Aleixandre (2018). Blog dedicado a los proyectos de robótica para la XII Feria de las Ciencias. [Consulta nov. 2018] <https://programacionyroboticasecundaria.wordpress.com/semaforo-vu-meter/>
- Martín, L. (2017). Contaminación acústica: la amenaza invisible. (2017). [Consulta nov. 2018] <https://www.compromisoempresarial.com/rsc/2017/08/contaminacion-acustica-la-amenaza-invisible/>
- New, M.J. (2012). Autismo. *About KidsHealth* [Consulta nov. 2018] <https://kidshealth.org/es/kids/autism-esp.html>
- Soinu-Zarata (2018). Secuencia didáctica sobre Calidad Sonora, por un entorno sonoro saludable y de calidad. Facebook. [Consulta nov. 2018] <http://www.bizkaia21.eus/interior.asp?idpagina=242&idioma=ca>

## SOLUCIONES ANTE EL PROBLEMA DEL RUIDO EN EL IES SAN ROQUE –BADAJOZ-

*Solutions to the noise problem in San Roque High School –Badajoz (Spain)-*

Lucía Amado, Darío Bartolomé, Laura Carrasco, José Joaquín Ramos, Fernando Cruces\*  
y Josefa Jaramillo<sup>1\*</sup>

IES San Roque. Calle de Lino Duarte Insúa, s/n, 06009 Badajoz.

<sup>1</sup>pepijara@gmail.com.

\* “Profesores coordinadores”

*RESUMEN: Bajo el concepto de "higiene sonora" se reúnen una serie de medidas individuales y sociales para la protección contra el ruido. Entre ellas están: saber conocer e identificar los ruidos peligrosos, saber protegerse frente a esos ruidos, evitar producir ruidos innecesarios y respetar el derecho a un ambiente sonoro agradable. Para mejorar la contaminación acústica del IES San Roque, con el presente proyecto se proponen soluciones al problema. Se ha diseñado un semáforo sonoro mediante el software de Arduino que programamos haciendo que el micrófono, que recoge el sonido, haga que cada grupo de LEDs se enciendan dependiendo de los decibelios que haya en el lugar.*

**Palabras clave:** Semáforo sonoro, Arduino, leds, software.

*ABSTRACT: Under the concept of "sound hygiene" a series of individual and social measures for noise protection are brought together. Among them are: knowing how to know and identify dangerous noises, knowing how to protect oneself against those noises, avoiding producing unnecessary noises and respecting the right to a pleasant sound environment. In order to improve the noise pollution of IES San Roque, this project proposes solutions to the problem. A sound traffic light has been designed using Arduino's software, which we program so that the microphone, which picks up the sound, makes each group of LEDs turn on depending on the decibels in the place.*

**Keywords:** Sound semaphore, Arduino, leds, software.

---

**MERIDIES, 23 (2020): 87-88**

ISSN (versión impresa): 1137-8794

---

### INTRODUCCIÓN

Convivir con el ruido resulta una molestia para muchos y pasa desapercibido para otros que no llegan ser conscientes de los niveles sonoros a los que están expuestos en ciertos momentos del día. Pero no cabe duda que el ruido tiene efectos sobre la salud de las personas.

El sonido está siempre presente en nuestras vidas y cada vez se pone más de manifiesto que vivir en un entorno con calidad sonora nos aporta beneficios sociales y ambientales. Así, en nuestra sociedad, los niveles sonoros son indicadores de calidad de vida y gestión sostenible.

La solución al problema de la contaminación acústica de nuestras aulas es responsabilidad de todos. Por este motivo, este proyecto es importante para conseguir una conciencia general que valore la importancia de una buena calidad sonora en nuestro centro. Es importante sensibilizar de forma específica a toda la Comunidad Educativa sobre la contaminación acústica y las buenas prácticas para minimizar su impacto.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Los materiales utilizados para el diseño del semáforo sonoro fueron:

Placa Arduino UNO, micrófono MAX9814, tira de LEDs direccionables WS2812B, fuente de alimentación (de 5V y 2A) y cableado diverso. El micrófono recibe información de la presión sonora del ambiente. Esta información es enviada a la placa Arduino, que la convierte en un nivel de tensión (de entre 0-5V) y posteriormente mediante un algoritmo que se le ha programado, es cambiada a decibelios (dB). Después se “clasifica” en niveles de sonido: zona

de confort, zona medio y zona molesta. El resultado obtenido se lleva a la tira de LED direccionables, y éstos se encienden de un color u otro (Fig. 1).

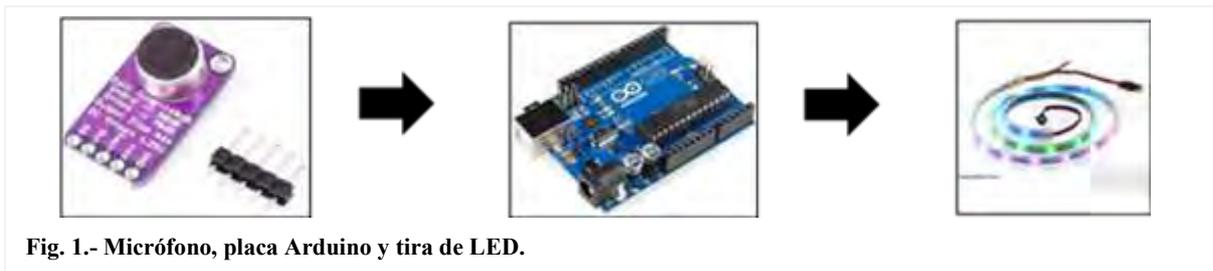


Fig. 1.- Micrófono, placa Arduino y tira de LED.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras el proceso de diseño y montaje del **semáforo sonoro** (Fig. 2) se muestra en la figura 3 el

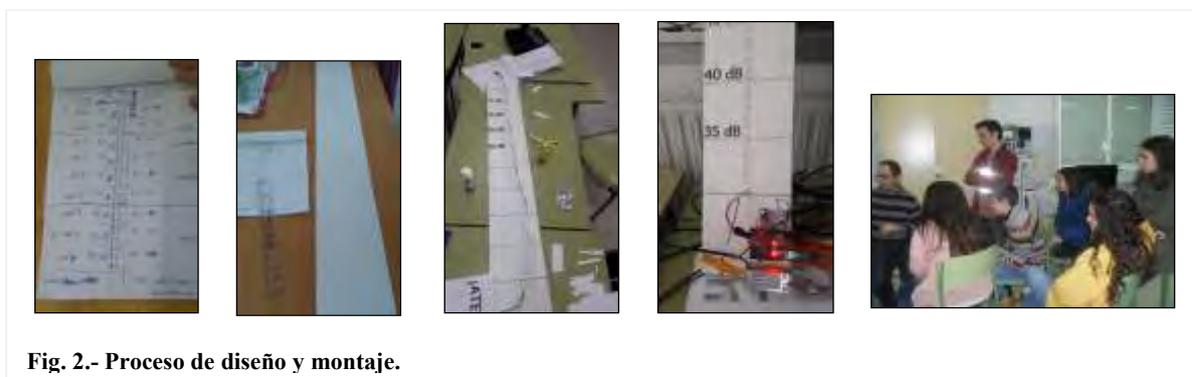


Fig. 2.- Proceso de diseño y montaje.

resultado final del proceso.

Se ha decidido colocar el semáforo en el gimnasio que es una de las zonas más ruidosas del centro y además puede ser controlado por un profesor.

Otras soluciones y propuestas de mejoras son:

- La intervención más importante para la prevención es la concienciación del alumnado. Se puede trabajar desde las tutorías donde se explicarían los resultados obtenidos en los trabajos sobre el ruido.

- Concienciar a todos los alumnos de no arrastrar mesas y sillas para evitar ese ruido, colocar protectores adhesivos que se compran, pero también podemos optar por crear nuestros propios protectores hechos con fieltro o materiales reutilizables como el corcho o el plástico, viejas pelotas de tenis...

- Cree patrullas contra el ruido, con turnos de vigilancia sonora.

- Carteles informativos, recomendaciones, videos divulgativos, spots... Una buena campaña contra el ruido puede sensibilizar a gran parte de la comunidad escolar.

- Celebración del Día Internacional de Concienciación sobre el Ruido, con el propósito de promover el cuidado del ambiente acústico.

- Los profesores velarán por el mantenimiento de un nivel adecuado de sonido, tanto en las clases como en los desplazamientos.

## REFERENCIAS

Mismas referencias que en el artículo anterior.



Fig. 3.- Semáforo sonoro

## FUNCIONAMIENTO DEL OJO: ESTUDIO DE LA FRECUENCIA DE TRASTORNOS EN LA PERCEPCIÓN DE LOS COLORES

*Eye operation: study of the frequency of disorders in the perception of colours*

Álvaro Mellado Cuesta, Sara Morocho Cidoncha, Nuria Sánchez Martín,  
Laura Sánchez Rivas y María Vega Garrido Hernández<sup>1\*</sup>  
(IES Fray Luis de León. Avenida de los Maristas s/n. 37007 Salamanca.

1. vega-garrido@hotmail.com  
\* Profesora coordinadora

**RESUMEN:** El daltonismo es un defecto genético que ocasiona dificultad para distinguir los colores. Existen varios tipos dependiendo de los colores o tonos que se perciben con dificultad o no se perciben en absoluto. Al ser un trastorno recesivo ligado al cromosoma X los varones se ven afectados con mucha más frecuencia que las mujeres. Nuestro objetivo es investigar si entre nuestros alumnos y sus familias la frecuencia de este trastorno se corresponde con las frecuencias esperadas en nuestra zona geográfica. Nuestros datos confirman que los trastornos de visión de los colores afectan más a los hombres que a las mujeres y las proporciones que encontramos son las esperadas y predominan los trastornos del rojo y el verde.

**Palabras clave:** Daltonismo, test de Ishihara, frecuencia.

**ABSTRACT:** Colour blindness is a genetic defect that causes difficulty in distinguishing colours. There are several types depending on the colours or tones that are perceived with difficulty or are not perceived at all. Being a recessive disorder linked to the X chromosome, males are affected much more frequently than females. Our goal is to investigate whether among our students and their families the frequency of this disorder corresponds with the expected frequencies in our geographical area. Our data confirm that colour vision disorders affect men more than women and the proportions we find are as expected and red and green disorders predominate.

**Keywords:** Colour blindness, Ishihara test, frequency.

MERIDIES, 22 (2019):89-92

ISSN (versión impresa): 1137-8794

### INTRODUCCIÓN

El daltonismo es un problema genético que dificulta que la persona que lo sufre distinga ciertos colores. Se debe a la falta o al mal funcionamiento de uno o más de un tipo de cono. Los conos son las únicas células capaces de captar el color y la luz y se encuentran en la retina (Fig. 1). Existen tres tipos de conos, cada uno de los cuales puede captar las longitudes de onda equivalentes al color rojo, al azul y al verde, gracias a su contenido en pigmentos (moléculas que captan la luz a diferentes longitudes de onda). Mediante las diferentes intensidades captadas por los tres tipos de conos, es posible distinguir todos los colores que forman parte del espectro de luz visible.

El daltonismo tiene lugar cuando las células de la retina sensibles a la luz no responden adecuadamente a las variaciones de las longitudes de onda de la luz que permiten que las personas vean una variedad de colores. Los 6 o 7 millones de conos que se encuentran en la retina humana son responsables de la visión de los colores, y estos fotorreceptores se concentran en la zona

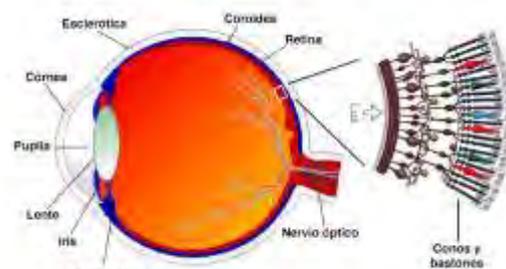


Fig. 1.- Situación de conos y bastones en la retina del ojo.

central de la retina llamada mácula. El centro de la mácula se llama fovea, y esta minúscula área (de 0.3 mm de diámetro) contiene la mayor concentración de conos de la retina y es responsable de nuestra visión más precisa de los colores. Las formas heredadas del daltonismo habitualmente se relacionan con deficiencias en determinados tipos de conos o por la absoluta ausencia de estos.

### **Tipos de daltonismo:**

Un daltónico podría serlo sin darse cuenta ya que existen múltiples variables de este trastorno y diferentes intensidades, siendo un problema leve en algunos casos.

- **Acromático:** No hay percepción de ningún color, la visión es en blanco y negro con matices de gris. Es poco frecuente (1/100.000).
- **Monocromático:** Solo se ve un color, en distintas tonalidades.
- **Dicromático:** El dicromatismo es un defecto moderadamente grave en el cual existe una disfunción de uno de los tres mecanismos básicos del color. Es hereditaria y puede ser de tres tipos diferentes:
  - **Protanopia**, ausencia de fotorreceptores del rojo. La parte del espectro de colores que normalmente se ve rojo, se ve gris.
  - **Deuteranopia**, ausencia de fotorreceptores del verde. La parte del espectro de colores que normalmente se ve verde, se ve gris.
  - **Tritanopia**, ausencia de fotorreceptores del azul, esta es una condición muy rara.
- **Tricromático anómalo:** El portador confunde los colores, y es la alteración que se presenta con más frecuencia. En la mácula existen los tres tipos de fotorreceptores (para rojo, verde y azul) pero la captación de colores es irregular. Estos pacientes tienen percepción de los colores anormal, semejante a los dicromáticos pero menos acentuadas, dentro de este grupo se incluyen:
  - **Protanomalia** (1% en hombres- 0.01 % en mujeres).
  - **Deuteranomalia** es la más frecuente, (6% en hombres- 0.4% en mujeres).
  - **Tritanomalia** la menos frecuente (0.01 en hombres- 0.01 % en mujeres).

La mayoría de las personas daltónicas pueden ver los colores, pero su percepción es limitada e imprecisa. La forma más común de deficiencia en la visión de los colores ocasiona una percepción imprecisa de los colores rojo y verde, por lo que la persona daltónica los confunde con facilidad.

### **Herencia del daltonismo**

El daltonismo es un carácter recesivo ligado al sexo. El daltonismo es [hereditario](#) y se transmite por un [alelo recesivo](#) ligado al [cromosoma X](#). Si un varón hereda un cromosoma X con el alelo alterado será daltónico. En cambio en el caso de las mujeres, que poseen dos cromosomas X, solo serán daltónicas si sus dos cromosomas X tienen el alelo alterado.

El gen responsable se encuentra en el cromosoma X y se transmite siempre con él y nunca en el cromosoma Y, ya que está en la parte no recombinable del cromosoma X. Debido a esto es mucho más frecuente en los hombres que en las mujeres, al ser recesivo, las mujeres sólo lo padecen si heredan este rasgo tanto de su padre como de su madre, ya que sólo se manifiesta cuando está en homocigosis. Los hombres, en cambio, lo padecen cuando lo heredan de su madre, ya que no hay otra copia de este gen en el cromosoma Y que pudiera ser dominante y, por tanto, normal.

Nos proponemos investigar si entre nuestros alumnos y sus familias la frecuencia de este trastorno se corresponde con las frecuencias esperadas en nuestra zona geográfica.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La prueba de daltonismo más utilizada se basa en las Cartas de Ishihara, una serie de tarjetas donde aparecen círculos rellenos de múltiples puntos de diferentes colores. Cada tarjeta está especialmente diseñada para que una persona sin daltonismo sea capaz de identificar el texto dibujado en su interior, normalmente un número. Sin embargo una persona que sufra daltonismo no conseguirá distinguir nada. El test completo consta de 38 láminas que permiten detectar con mucha precisión los diferentes tipos de trastornos. Nosotros hemos utilizado solamente 8 tarjetas, ya que muchas de ellas son repetitivas, que nos han permitido detectar los trastornos más frecuentes. La mayoría contienen círculos de colores que dibujan números, en combinaciones que perciben de distinta manera las personas con visión normal que aquellas con algún tipo de alteración, y permiten seleccionar el tipo de trastorno que padece cada una. Por ejemplo en la lámina número 2 (Fig. 2) las personas con visión normal ven un número 8, con deficiencias daltónicas se lee 3, los casos de ceguera total cromática no ven ningún número. Otras cartas contienen combinaciones de colores donde las personas con visión normal no ven ningún número y las personas con visión defectuosa para los colores sí.

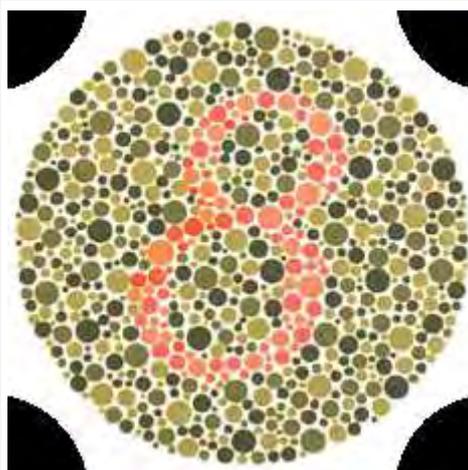


Fig. 2.- Ejemplo de carta de Ishihara (el original, evidentemente, es en colores).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como podemos ver en la Tabla I parece claro que los trastornos de visión de los colores afectan más a los hombres que a las mujeres y que los trastornos más comunes afectan a la percepción de los colores rojo y verde.

Tabla I.- Datos de incidencia de las distintas formas de daltonismo en la población muestreada

	TOTAL PERSONAS	% sobre el total	Nº DE MUJERES	% en mujeres	Nº DE HOMBRES	% en hombres
<b>Visión normal</b>	299	96,45%	161	98,17%	138	94,52%
<b>Deuteranopia</b>	5	1,61%	2	1,22%	3	2,05%
<b>Protanopia</b>	3	0,97%	0	0%	3	2,05%
<b>Tritanopia (muy poco frecuente)</b>	0	0%	0	0%	0	0%
<b>Ceguera y debilidad cromática</b>	3	0,97%	1	0,61%	2	1,37%
<b>TOTAL MUESTREO</b>	310	3,55 %	164	2,83 %	146	5,47 %

Los datos de incidencia del daltonismo encontrados en la bibliografía varían, según la procedencia geográfica de las personas muestreadas. Según Prevent Blindness America (2017), se estima que en Estados Unidos el 8 % de los hombres y menos del 1 % de las mujeres tienen problemas de visión de los colores. Von Rebeur (2010) afirma que el daltonismo afecta aproximadamente al 8 % de los hombres y solo al 0,5 % de las mujeres.

La alteración funcional de los conos verdes o deuteranomalía es la más frecuente con una prevalencia de un 6% en varones y un 0,4% en las mujeres.

El siguiente en frecuencia es la alteración del cono rojo o protanomalía (1% de los varones y 0,1% de las mujeres) y mucho menos frecuente la tritanomalía o alteración de los conos azules (0,01% tanto hombres como mujeres porque este tipo no se asocia al cromosoma X) (3)

Según un importante estudio en preescolares publicado por Bailey (2017) el daltonismo es más frecuente en niños varones caucásicos (principales pueblos de Europa, norte de África y sudoeste de Asia), donde el porcentaje alcanza el 5,6% (1 de cada 20) frente al 0,5% en mujeres. Los niños afroamericanos, asiáticos e hispanicos presentan índices menores, siendo el 2,6% para los hispanos.

Nuestros datos para varones (5,47%) se acercan al porcentaje esperado para varones caucásicos (5,6%) pero es más alto de lo esperado en mujeres (2,83% frente a 0,5%).

Como en otros estudios, la deuteranomalía es más frecuente que la protanomalía. Así en la deuteranomalía encontramos valores superiores a los esperados en mujeres e inferiores en los hombres, en mujeres obtenemos 1,22 % (0,4% esperados) y en hombres 2,05% (6% esperados). En la protanomalía no hemos encontrado ningún caso en mujeres, en la bibliografía también es muy escaso el número (0,1%). En los hombres el valor encontrado (2,05%) es mayor del esperado (1%)

## REFERENCIAS

- Bailey, G. (2017). *Características del daltonismo*. Disponible en: <https://www.allaboutvision.com/es/condiciones/daltonismo.htm>
- Martínez, P. R. M. (2014) *¿Qué es el daltonismo?* Contenidos audiovisuales UNED Disponible en: [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=daltonismo&btnG=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=daltonismo&btnG=)
- Prevent Blindness America (2017) *A Lifetime of Healthy Vision*. Disponible en: <https://www.preventblindness.org/>
- Tscherning, M., Kayser, B. y Menacho, M. (1904). El daltonismo. *Archivos de Oftalmología Hispano-Americanos*, 4, 48: 821. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5862422>
- Von Rebeur, Ana (2010). *La ciencia del color*. Siglo XXI editores.

# LA FORMA DEL CORAZÓN DEL EMBRIÓN DE POLLO

## *The shape of the chick embryo heart*

Marta Núñez Hernández<sup>1</sup>, Mónica Labrador Romero, Carla Lajas García y  
 Jesús Manjón Sánchez<sup>1\*</sup>

IES Maestro Gonzalo Korreas. Avda Torremenga s/n 10400 Jaraíz (Cáceres)

<sup>1</sup>martahn47@gmail.com; <sup>2</sup>jesusmanjon60@gmail.com

\* Profesor coordinador

**RESUMEN:** *Analizamos videos Full HD, registrando la actividad cardíaca mediante técnicas digitales de análisis morfométrico los cambios de forma cardíaca a lo largo de un latido en embriones de pollo en estadio HH18. Queremos averiguar, empleando este animal de laboratorio, cómo se modifica la forma del ventrículo, y del tronco arterioso del embrión en relación con instantes críticos de la mecánica cardíaca y de su estado de desarrollo. En concreto, y de manera novedosa, aplicamos la moderna Morfometría Geométrica para analizar con detalle los cambios de forma que las cámaras del corazón de un embrión de pollo de entre 60 y 72 horas experimenta, con la intención de esclarecer su relación con el instante concreto a lo largo de un latido cardíaco normal.*

**Palabras clave:** *Corazón, morfométrica, forma, latido, embrión.*

**ABSTRACT:** *We analyze Full HD videos, recording the cardiac activity through digital techniques of morphometric analysis of changes in cardiac shape along a heartbeat in chicken embryos in stage HH18. We want to find out, using this laboratory animal, how the shape of the ventricle and the arteriosus trunk of the embryo is modified in relation to critical moments of cardiac mechanics and its state of development. Specifically, and in a novel way, we apply modern Geometric Morphometry to analyze in detail the changes in shape that the heart chambers of an embryo of chicken between 60 and 72 hours experiments, with the intention of clarifying its relationship with the specific instant along a normal heartbeat.*

**Key-words:** *Heart, morphometrics, shape, heartbeat, embryo.*

---

**MERIDIES, 22 (2019): 93-100**

ISSN (versión impresa): 1137-8794

---

## INTRODUCCIÓN

Podríamos tomar como fecha de inicio de este proyecto el mes de octubre del año 2017. Nos encontrábamos en los inicios de primero de bachillerato. Las tres decidimos proyectar nuestro futuro hacia las ciencias de la salud, por eso escogimos asignaturas tales como biología y anatomía. Ambas las impartía el mismo profesor, quién decidió darle un enfoque mucho más práctico que teórico a las clases. De esta forma realizamos algunas prácticas con embriones de pollo para observar su desarrollo. Nos llamó muchísimo la atención poder observar el latido cardíaco. Decidimos incorporarnos al Club de Ciencias de nuestro centro con el propósito de realizar alguna investigación sobre el corazón de embriones de pollo de 2 o 3 días de edad. Un largo camino de aprendizajes hasta hoy.

Dicho esto, decir que empleamos el término **forma** en el mismo que es empleado por Miriam Leah Zelditch, *et al.* (2004) en su libro introductorio a la Morfometría Geométrica, es decir, lo que queda de una estructura cuando se compara con otra una vez que se eliminan las diferencias de escala, de rotación y de traslación de las mismas. Las diferencias encontradas son achacadas entonces a la **forma**. La técnica geométrica que permite hacer esto sobre la base de complejos cálculos iterativos es la conocida como **Análisis Generalizado de Procrustes GPA** - en honor al célebre personaje mitológico-. Una vez hecho, la **forma** es un variable más,

susceptible de análisis estadístico. Hoy día esta labor la realiza rutinariamente y en pocos segundos un ordenador personal con el software apropiado, como veremos.

En realidad, no hemos encontrado ningún estudio concreto que trate sobre la forma que adopta el corazón de un embrión de pollo en cada instante de un ciclo cardíaco. Nunca nos hemos encontrado en los libros de texto nada sobre la importancia que pueda tener la forma del corazón y su influencia en la mecánica propia de este órgano. No deja de ser extraño pues la pareja forma-función nos la encontramos por doquier cuando de cualquier otro órgano se trata.

La única referencia encontrada es la del mencionado artículo de Piras *et al.*, 2014 en la que se utiliza por primera vez en cardiología la Morfometría Geométrica y el llamado Análisis de Movimiento de Procrustes. Si bien la técnica de adquisición de imágenes y datos es muy diferente, pues utiliza Ecocardiografía 4D, así como su propósito, nos ha servido de punto de partida. También utiliza un elevadísimo número de puntos de referencia –regularmente espaciados en el miocardio-, conocidos como *landmarks*, para realizar el estudio geométrico comparativo de este órgano blando. Además utiliza una resolución temporal del orden de segundos.

Por otro lado, aunque la Morfometría Geométrica se utiliza muchísimo en otras ramas de las ciencias biológicas, como la anatomía y la paleontología, en las que existen puntos de referencia homólogos claramente discernibles y que permiten la extracción relativamente sencilla de configuraciones de *landmarks* procedentes de los diferentes individuos de la muestra estadística a analizar, es raramente usada para tejidos blandos con pocos de tales puntos de homología fijos. Un estudio sobre la cabeza de espermatozoides de especies roedores (Varea Sánchez *et al.*, 2013) nos sirvió para introducirnos en los diferentes tipos de *landmarks*: las que marcan puntos homólogos claramente identificables y reconocibles (tipo I), las que marcan puntos de máxima curvatura (tipo II) y las que se refieren a su posición respecto a los ejes principales de la estructura en conjunto. También nos proporcionó la pista sobre el software adecuado para proceder a realizar nuestro **GPA** y el posterior **Análisis de Componentes Principales** para extraer las diferentes e independientes deformaciones a las que se someten las formas que forman la muestra.

No podemos extendernos demasiado en las cuestiones técnicas y en los complejos y numerosísimos cálculos que realiza el software utilizado. Queremos destacar que es fiable y que, lo mejor de todo, proporciona unos resultados visuales que permiten “ver” y comprender qué es lo que cambia cuando se realiza el estudio comparativo de una muestra.

Veamos cómo hemos procedido. Pero antes declaremos nuestros objetivos de un modo preciso.

Los objetivos de la investigación son:

1. Analizar visualmente mediante Morfometría Geométrica (GPA y Componentes Principales) la variabilidad interindividual de la forma del corazón (ventrículo y tronco arterioso conjuntamente) en cuatro instantes críticos del latido cardíaco (ES, VMR, ED y VMC, definidos más adelante) de embriones de pollo de 60-72 h (en estadio HH17/18) (Figs. 1 y 5).
2. Analizar visualmente mediante Morfometría Geométrica (Análisis Generalizado de Procrustes –GPA- y Componentes Principales) la variabilidad intraindividual de la forma del corazón en cuatro instantes críticos del latido cardíaco (ES, VMR, ED y VMC) de embriones de pollo de 60 a 72 h. (HH17/18) a lo largo de un latido completo.

La hipótesis de trabajo: La forma del ventrículo no cambia a lo largo de un latido, sólo varía el volumen (que aumenta en diástole y disminuye en sístole).

## MATERIAL Y MÉTODOS

A continuación describiremos sucintamente los materiales y métodos que hemos empleado. No obstante, esta brevedad no debe confundir al lector pues es bien cierto que casi todos los pasos, incluido la elaboración de las gráficas y animaciones de los resultados, han sido muy laboriosos y cada paso podía llevarnos varias semanas de trabajo compatibilizándolo con nuestros estudios. Conseguir una muestra de 8 embriones procedentes de una misma puesta, procedente de un gallinero particular, que estuvieran sincronizados en el mismo estadio de desarrollo ha sido posible solo tras varios intentos frustrados (las altas temperaturas de fines de verano y de comienzos de otoño eran responsables de que varias puestas se adelantaran y nos las encontráramos en un estadio más avanzado de desarrollo de lo que necesitábamos).

### 1.- Preparación de la muestra y adquisición de imágenes.

La muestra finalmente empleada constaba de 12 huevos. Fueron incubados a 38 °C en incubadora automática con control de temperatura y humedad. Mantenedos con el extremo romo (cámara de aire) hacia arriba (Carson *et al.*, 2016; Midgett *et al.*, 2014; Liu *et al.*, 2012). A las 64 horas se abrieron para exponer el embrión. Sólo 8 fueron aptos para el registro de vídeo. Hay que hacer notar aquí que, por suerte para nuestros fines, todos los embriones yacen en la misma posición sobre su lado izquierdo, mostrando el derecho hacia el observador (Fig. 1).

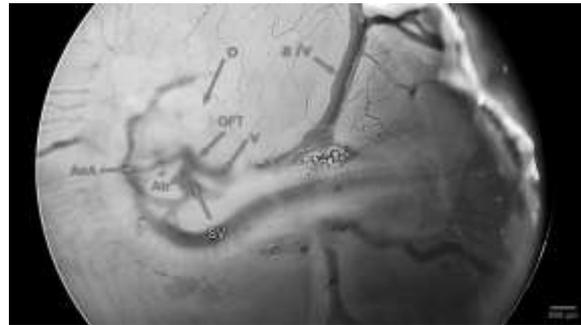


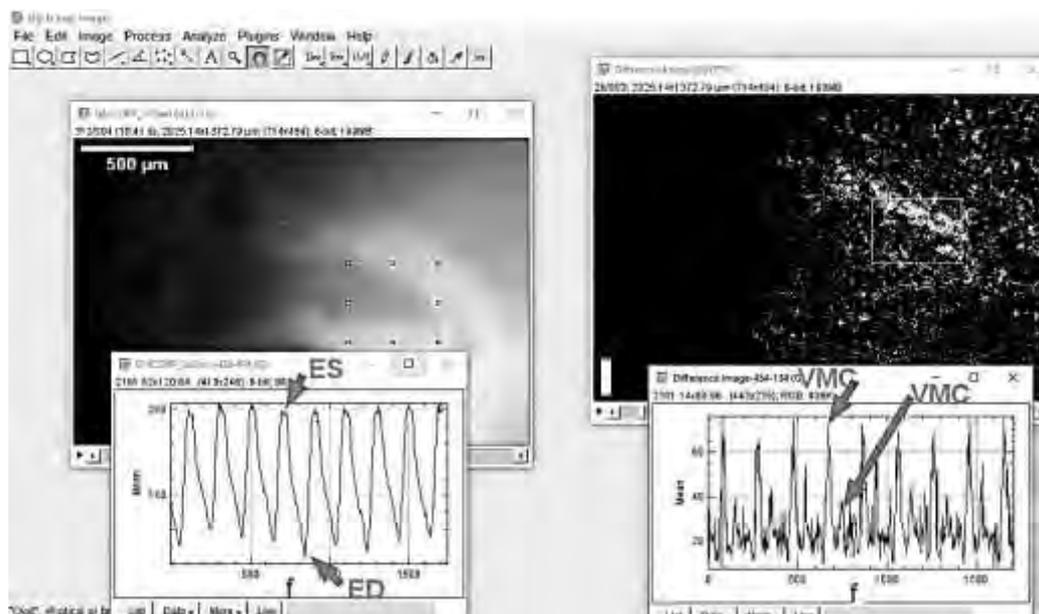
Fig. 1. Embrión en estadio HH18 mostrando a localización de vasos y el corazón. a/v: arteria y vena vitelina; o: ojo; atr: atrio; sv: seno venoso; v: ventrículo; oft: tronco arterioso; AoA: arcos aórticos (I, II y III).

La cámara empleada: GoPro Hero6 acoplada al ocular. Ajustes: modo de grabación en Full HD a 120 fps, ISO 100 velocidad de obturación mayor de 1/120. Siempre con dificultades para conseguir una iluminación oblicua apropiada que nos permitiera discernir claramente las estructuras embrionarias. Se registró el embrión completo (20X) y el detalle del área cardiaca (40x) durante 10 segundos en cada caso. A partir de aquí se emplea el nombre original del archivo para identificar a cada individuo. Aunque el estadio se confirmó después, la mayoría de los se encontraban en estadio HH 18 (Hamburger V. and Hamilton HL., 1951).

### 2.- Procesado de imágenes para extracción de fotogramas.

Los vídeos de cada área cardiaca, de unos 600 fotogramas de tamaño, en formato AVI son preprocesados para mejorar el contraste y la calidad. El tratamiento digital se realizó con Fiji (Schindelin, J.; Arganda-Carreras, I. & Frise, E. et al. 2012) para extraer los fotogramas adecuados correspondiente a cada uno de los instantes críticos del ciclo que posteriormente se utilizaron en el estudio de la forma.

Estos instantes son: fin de sístole ES, máxima velocidad de relajación VMR, fin de diástole ED y máxima velocidad de contracción VMC. La figura 2 (página siguiente) ilustra con capturas de pantalla el modo en que se obtuvieron los números de los fotogramas que se correspondían con esos momentos especiales del ciclo. Así se hizo para cuatro ciclos consecutivos en cada uno de los 8 individuos analizados. La extracción de la gráfica de velocidad de desplazamiento de la pared cardiaca que se muestra en la figura se basa en el procedimiento descrito en la publicación de Fink *et al.* (2009) para la detección de píxeles activos. En total se extrajeron 16 fotogramas por cada uno de los 8 individuos de la muestra. El



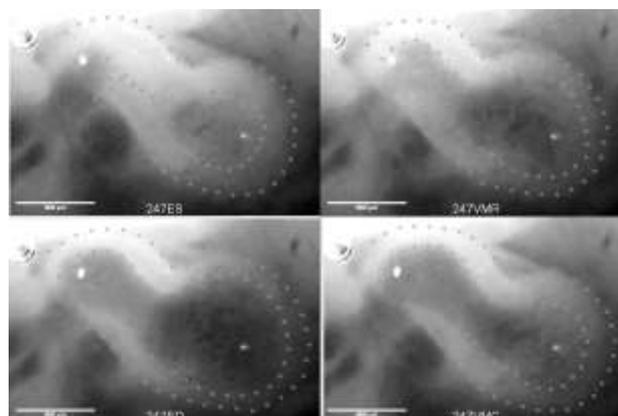
*Fig.2. Capturas de pantalla en Fiji, mostrando los registros de la actividad cardíaca empleados para extraer los fotogramas de los momentos críticos para el estudio. A la izquierda las variaciones de brillo captadas en la ventana muestran los instantes fin de sístole ES –picos- y fin de diástole ED –valles-. A la derecha se muestran los píxeles activos en la ventana que proporciona el registro con los cambios de velocidad de la pared del corazón: los picos más elevados corresponden al instante con máxima velocidad de contracción VMC, tras la diástole, y los mas pequeños al de máxima velocidad de relajación VMR, cuando se expande tras la sístole.*

uso de imágenes de 8 bits, con 256 niveles de gris, resultó el más adecuado para visualizar mejor los límites del miocardio y de la gelatina cardíaca en las operaciones posteriores

**2.- Procesado de morfométrico.**

Empleamos software específico para Morfometría Geométrica de la serie **Tps** (Rohlf, 2016). **Tpsutil**, para preparar los archivos de cada individuo o de cada instante, según el objetivo del análisis, a partir de los conjuntos de fotogramas adecuados. **TpsDig**, para digitalizar las configuraciones de *landmarks*. Finalmente, nos decantamos por registrar 40 *landmarks* regularmente espaciadas por cada contorno (externo e interno), comenzando siempre por la región del saco aórtico en el extremo del tronco arterioso, y continuando siempre en el sentido de las agujas del reloj. En la figura 3 se pueden ver los 4 fotogramas de instantes críticos de un ciclo con las 80 *landmarks* superpuestas.

**Tpsrelw**, lleva a cabo el análisis: primero el Análisis Generalizado de Procusto para eliminar de las cofiguraciones todo aquello que sea ajeno a la forma (rotación, traslación y escala). Utiliza los datos numéricos de las configuraciones de *landmarks* realizadas en Tpsdig. El resultado es una configuración de **consenso**, como se ve en la figura 4, que se utiliza en los cálculos posteriores. Después, utilizando el conjunto de



*Fig. 3. Las 80 Landmarks digitalizadas en cada una de las cuatro imágenes correspondientes a los cuatro instantes estudiados en un ciclo cardíaco completo correspondiente a uno de los embriones analizados. Las landmarks se distribuyen en 40 para el contorno exterior y 40 para el interno (endocardio).*

configuraciones (del mismo instante en diferentes individuos o de diferentes instantes del mismo individuo, dependiendo del análisis) realiza un **Análisis de Componentes Principales**. Digamos que computa las deformaciones, independientes unas de otras, que componen la deformación compleja que distingue a unos individuos de otros (como cuando una onda sonora compleja se descompone en la suma de ondas más simples).

Cada una de esas componentes explica un tanto por ciento de la variación observada. Cada configuración analizada es un punto en el espacio de forma definido por dos de esas componentes. En nuestro análisis, para simplificar, nos centramos solo en las dos primeras que, en general vienen a explicar el cerca del 70 % de la variación observada en general. En la figura 5 se pueden ver los espacios de forma definidos por las diferentes primeras dos componentes principales. Estas se muestran en los extremos de ambos ejes con el aspecto de variación de la forma que determinan (se emplea una rejilla deformada parecida a la de D'Arcy Thompson, 1942). Así, a cada configuración (punto) le corresponde una deformación que es combinación de ambas componentes de forma. Se entenderá mejor al ver el análisis visual de los resultados obtenidos.

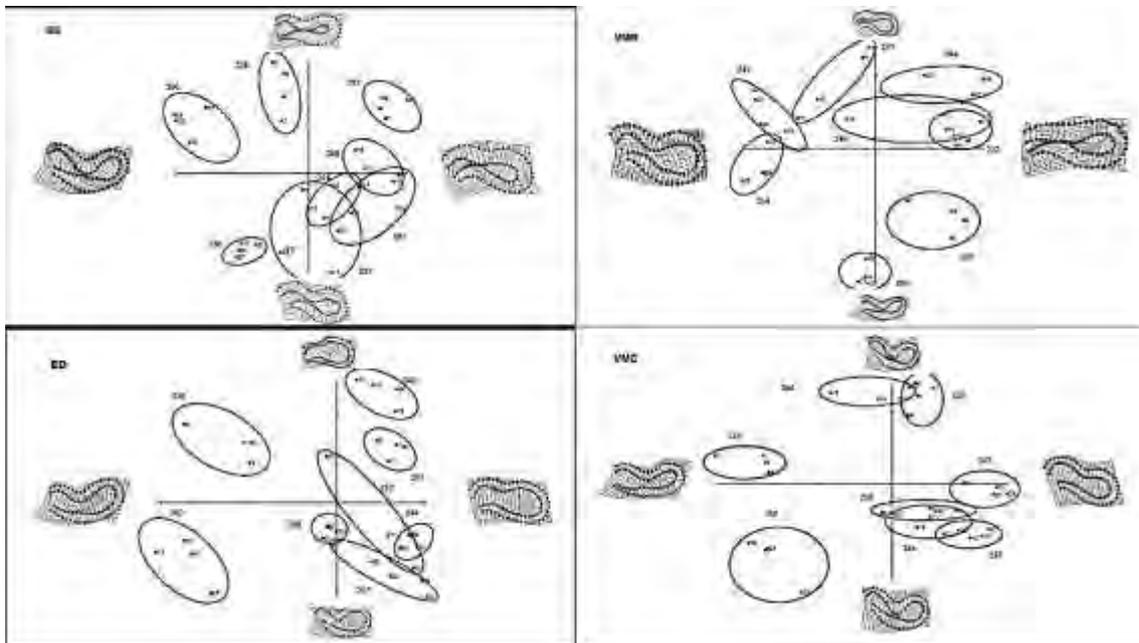


Fig. 5. Los 4 espacios de forma definidos por las dos primeras componentes principales, PC1 x PC2, para los 4 instantes críticos. En los extremos de los ejes se sitúan las deformaciones extremas de cada componente. Los puntos identifican cada configuración de los 4 latidos de cada uno de los individuos. Se identifican con una elipse los correspondientes a cada individuo. Describen la variabilidad de la forma en cada uno de los cuatro instantes críticos en el conjunto de todos los embriones que conforman la muestra de estudio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1 Variación interindividual de los cuatro instantes críticos (acción congelada)

Las figuras 6, 7, 8 y 9 (página siguiente) resumen los resultados en lo que se refiere a la variación de forma observada en los 8 individuos de la muestra en cada uno de los cuatro momentos críticos analizados (ES, VMR, ED Y VMC).

Se presenta la forma de consenso y la de tres configuraciones representativas de los individuos más próximos. En los cuatro espacios de forma los individuos se distribuyen en un patrón similar de proximidad de forma, compartiendo los mismos vecinos en cada caso.

Es muy posible que buena parte de la variación se deba, además de a diferencias intrínsecas, a la orientación ligeramente diferente durante la adquisición de las imágenes originales. Tal vez eso explique esa deformación que se extiende por toda la rejilla uniformemente.

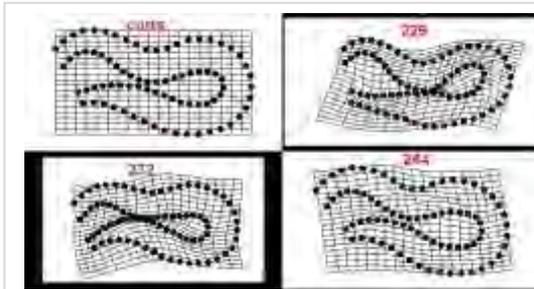


Fig. 6. Análisis de a forma en el instante fin de sístole ES. Se muestran la configuración de consenso y las correspondientes a tres individuos que se sitúan en diferentes localizaciones del plano de forma definido por las dos primeras componentes principales (36,8% y 29,5% de la varianza).

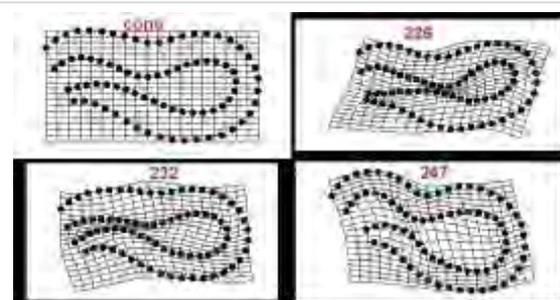


Fig. 7. Análisis de a forma en el instante máxima velocidad de relajación VMR. Se muestran la configuración de consenso y las correspondientes a tres individuos que se sitúan en diferentes localizaciones del plano de forma definido por las dos primeras componentes principales (42,4% y 27,7% de la varianza).

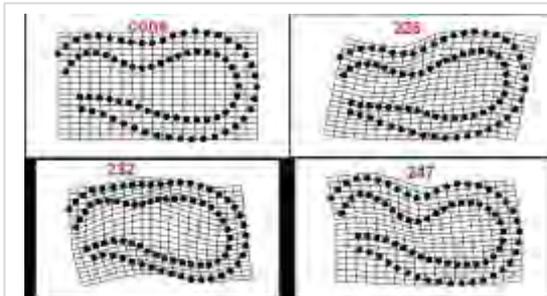


Fig. 8. Análisis de a forma en el instante fin de diástole ED. Se muestran la configuración de consenso y las correspondientes a tres individuos que se sitúan en diferentes localizaciones del plano de forma definido por las dos primeras componentes principales (43,4% y 28% de la varianza observada).

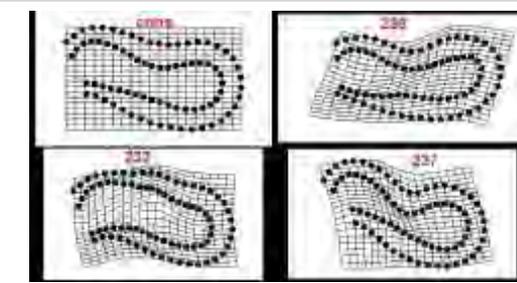
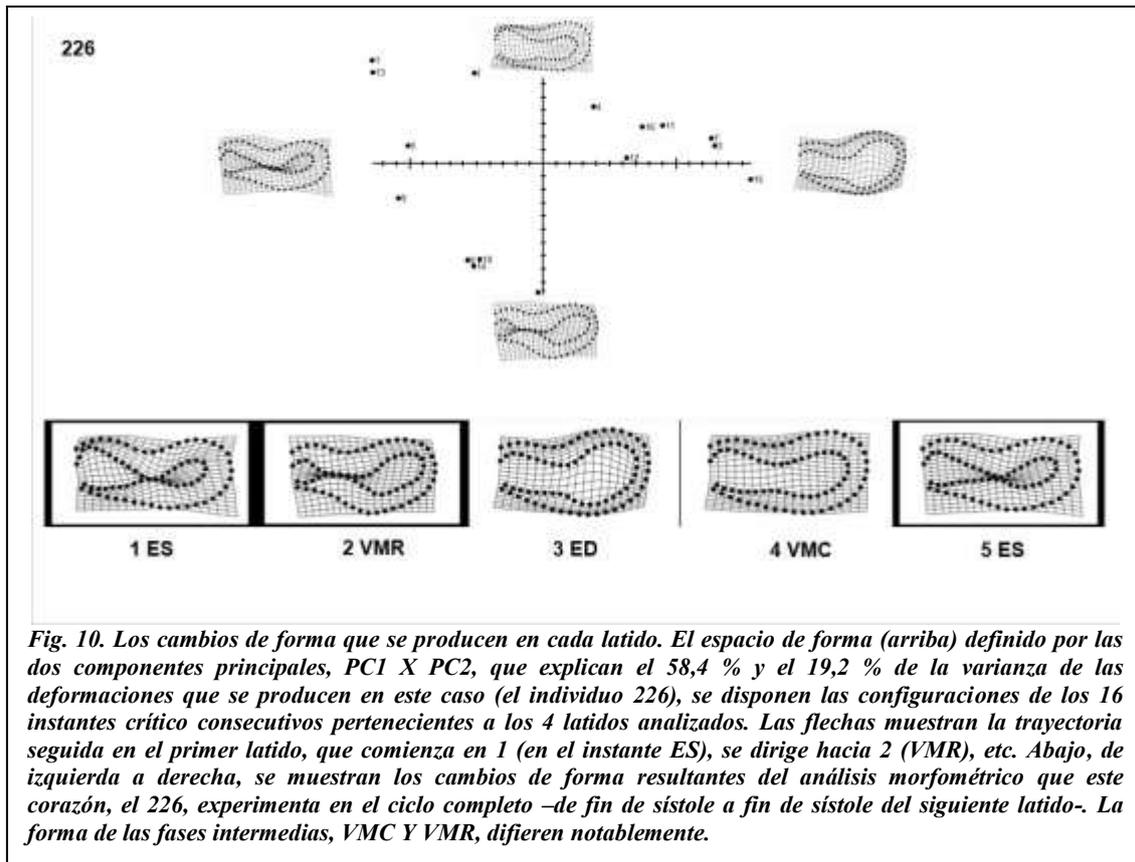


Fig. 9. Análisis de a forma en el instante máxima velocidad de contracción VMC. Se muestran la configuración de consenso y las correspondientes a tres individuos que se sitúan en diferentes localizaciones del plano de forma definido por las dos primeras componentes principales (50,3% y 24,4% de la varianza observada).

## 2 Variación intraindividual a lo largo del ciclo cardíaco (en acción)

En este análisis centramos nuestra anterior en la comparación de todas las configuraciones correspondientes a los 4 latidos de cada uno de los 8 individuos de la muestra, considerados separadamente. Por eso no existe problema de orientación, puesto que todas las configuraciones se obtuvieron con variaciones mínimas de la disposición del embrión bajo el objetivo (las que se pueden producir en 10 segundos de grabación en el mismo espécimen). Se trataba de obtener una precisa descripción de los cambios de forma que experimentaba el corazón de estos embriones de apenas 3 días a lo largo de un latido completo.

En la figura 14, correspondiente al ejemplar 226, se muestra el resultado del análisis. En este caso cuando se sigue una trayectoria de números consecutivos (instantes críticos) se pueden ir siguiendo las deformaciones que se producen. Como se puede comprobar, y esto ocurre en todos los casos estudiados, los instantes ES, VMR, ED y VMC aparecen claramente separados en el espacio determinado por las dos primeras componentes principales (y todos los instantes homólogos de cada uno de los 4 latidos son vecinos). Es obvio que no hay una distribución al azar de las configuraciones y que, por tanto, existe una forma diferente en cada momento. Lo más notable es que las dos formas intermedias (VMR y VMC), que a primera vista se pueden



confundir en los fotogramas extraídos, son claramente discernibles y diferentes. Esto es, la forma que adopta durante la relajación es distinta a la que adopta en la contracción. Si solamente se modificara el volumen, ambas formas intermedias debieran ser muy parecidas. Además, aunque las máximas deformaciones se producen en la zona del tronco arterioso, se evidencia que el ventrículo es también afectado de una manera diferente en la contracción y en la relajación, algo que no resulta obvio, pues cabría, incluso esperar, lo contrario.

Por otro lado, y para finalizar, recomendamos ver las animaciones Gif que presentan los cambios de forma experimentados en cada ciclo cardíaco, para cada uno de los ejemplares, reconstruido a partir de esas deformaciones definidas por estas dos componentes principales. Tienen una apariencia bastante real y se parece bastante al latido natural. Están en nuestro blog especialmente creado para ello: <https://mlabradorr.blogspot.com/>

### Conclusiones

Podemos considerar que nuestros dos objetivos están cumplidos. Contra todo pronóstico, pues muchas veces pensamos que no podríamos debido a la gran cantidad de tiempo que han consumido las tareas realizadas. El análisis comparando los instantes del latido del mismo individuo, lo que para nosotros era lo más interesante, ha sido especialmente esclarecedor.

Según estos resultados, debemos rechazar la hipótesis de trabajo de igualdad de forma en cada instante. Concluimos que la forma de corazón importa y tiene una relevancia digna de mayor atención. Ahora se podría comenzar a investigar en qué medida los componentes de variación de la forma extraídos en estos análisis determinan la mecánica cardíaca o viceversa. Y lo podríamos llevar a cabo en los diferentes estadios del desarrollo de estas primeras 72 horas de la vida de este animal en concreto.

Este enfoque morfométrico podría resultar una herramienta muy útil para aclarar como diversos factores físicos, químicos, nutricionales o medicamentosos, pueden afectar diferencialmente a estos mencionados componentes de la forma mediante los consiguientes

contrastes de hipótesis de uno o varios factores. Es decir, podríamos plantearnos resolver la cuestión de cómo un factor determinado puede afectar a uno de estos componentes principales de forma que resultan del análisis. La forma aquí se comportará como una variable más en el contraste de hipótesis. Y, por supuesto, el estudio de posibles alteraciones patológicas que pudieran incidir en deformaciones fisiológicamente alteradas que implicarían un rendimiento cardíaco alejado del óptimo.

Sin duda un camino interesante.

## AGRADECIMIENTOS

Al equipo directivo de nuestro centro, el IES M G Korreas de Jaraíz, a VeraVic la empresa de Cuacos de Yuste que ha contribuido financiando la compra de la cámara GoPro Hero6 empleada en la captación de las imágenes de alta resolución espacial y temporal, a nuestro profe coordinador por su paciencia y a la Asociación Investigación en Secundaria por el estímulo que sus Reuniones Científicas han supuesto para nuestras vocaciones.

## REFERENCIAS

- Carson, J. P., Rennie, M. Y., Danilchik, M., Thornburg, K. y Rugonyi, S. (2016). A chicken embryo cardiac outflow tract atlas for registering changes due to abnormal blood flow. In *2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)* (pp. 1236-1239). IEEE.
- Fink, M., Callol-Massot, C., Chu, A., Ruiz-Lozano, P., Belmonte, J. C. I., *et al.* (2009). A new method for detection and quantification of heartbeat parameters in *Drosophila*, zebrafish, and embryonic mouse hearts. *Biotechniques*, *46*(2), 101-113.
- Hamburger, V. y Hamilton, H. L. (1951). A series of normal stages in the development of the chick embryo. *Journal of morphology*, *88*(1), 49-92.
- Liu, A., Yin, X., Shi, L., Li, P., Thornburg, K. L., Wang, R. y Rugonyi, S. (2012). Biomechanics of the chick embryonic heart outflow tract at HH18 using 4D optical coherence tomography imaging and computational modeling. *PLoS One*, *7*(7), e40869.
- Midgett, M., Goenezen, S. y Rugonyi, S. (2014). Blood flow dynamics reflect degree of outflow tract banding in Hamburger–Hamilton stage 18 chicken embryos. *Journal of The Royal Society Interface*, *11*(100), 20140643. <https://doi.org/10.1098/rsif.2014.0643>
- Piras, P., Evangelista, A., Gabriele, S., Nardinocchi, P., Teresi, L. *et al.* (2014). 4D-analysis of left ventricular heart cycle using procrustes motion analysis. *PloS one*, *9*(1), e86896.
- Rohlf, F. J. (2016), Tpsdig, Tpsutil and Tpsrelw. *Morphometrics Suny Stony Brook* [En línea] Disponible en: <http://life.bio.sunysb.edu/morph/index.html>.
- Schindelin, J., Arganda-Carreras, I., Frise, E., Kaynig, V., Longair, M. *et al.* (2012). Fiji: an open-source platform for biological-image analysis. *Nature methods*, *9*(7), 676.
- Varea Sánchez, M. V., Bastir, M. y Roldan, E. R. (2013). Geometric morphometrics of rodent sperm head shape. *PLoS One*, *8*(11), e80607.
- Zelditch, M. L., Swiderski, D. L., y Sheets, H. D. (2014). *Geometric morphometrics for biologists: a primer*. Academic Press.

## MODELO DE PREVENCIÓN ACERCA DE LOS EFECTOS FISIOLÓGICOS DE SUSTANCIAS SICOACTIVAS COMO AGENTES DE CAMBIO EN EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

*Model of prevention about the physiological effects of psychoactive substances as agents of change in the central nervous system.*

María Camila Vergara, Zuleima Arias Montero\* y Lucy Divina Ramos<sup>1\*</sup>

Institución Educativa San Joaquín. Calle 9ª No. 13- 48 Valledupar (200001), Cesar, Colombia.

<sup>1</sup> luciramosgu@hotmail.com

\*Profesores coordinadores.

*RESUMEN:* Las sustancias sicoactivas son un tema de mucho interés que abarca diferentes puntos de vista y si hay algo muy cierto es que la mayoría de personas que consumen esto son adolescentes y jóvenes. Por esta razón este tema es tratado directamente en la IE San Joaquín, no como algo meramente social sino buscando también que los estudiantes puedan observar los efectos que producen estas sustancias en el SNC principalmente en el cerebro, llevándolos así a reflexionar en que no porque sean sustancias que permiten placer, van a ser beneficiosas para el organismo.

**Palabras clave:** Sustancias sicoactivas, SNC (Sistema Nervioso Central) base de datos, organismo, cerebro.

*ABSTRACT:* The psychoactive substances are a subject of much interest that covers different points of view and if there is one thing very certain is that the majority of people who consume this are teenagers and young adults. For this reason this topic is treated directly in the IE San Joaquin, not as something merely social but also seeking that students can observe the effects that these substances produce in the CNS mainly in the brain, leading them to reflect that not because they are substances that allow pleasure, they will be beneficial for the body.

**Key-words:** Psychoactive substances, CNS (Central Nervous System) database, organism, brain.

---

MERIDIES, 23 (2020): 101-110  
ISSN (versión impresa): 1137-8794

---

### INTRODUCCIÓN

Las sustancias sicoactivas atendiendo a su significado, son esas sustancias capaces de producir cambios en la percepción, el estado de ánimo, la conciencia y el comportamiento de una persona, (Ortega y Hernández, 2015) es un concepto fácil de apreciar, pero en muchas ocasiones no se va mas allá, ya que el tema de las drogas es tratado más a nivel social que fisiológico, la preocupación siempre ha sido en hacer ver el cambio de conducta que presenta un consumidor, las agresiones, el exceso y de buscar los medios para minimizar el consumo de las drogas, todos estos aspectos son muy acertados, pero también es importante saber cómo afectan estas sustancias el organismo.

Las drogas psicoactivas pueden ser de origen natural o sintético y cuando se consumen por cualquier vía (oral-nasal-intramuscular-intravenosa) tienen la capacidad de generar un efecto directo sobre el sistema nervioso central, ocasionando cambios específicos a sus funciones; que está compuesto por el cerebro y la médula espinal (OMS, 2004). Estas sustancias son capaces de inhibir el dolor, modificar el estado anímico o alterar las percepciones.

Ahora bien, el cerebro es el órgano principal en generar la actividad del sistema nervioso central controlando las funciones del organismo, es por esto que cuando al cuerpo entran sustancias capaces de alterar químicamente y estructural las funciones cerebrales, esto es lo que sucede con las sustancias psicoactivas, aceleran o inhiben la función de algunas neurotransmisoras modificando su actividad, lo que conlleva a la persona a sufrir cambio en su conducta y aspecto físico.

De igual forma hay que tener en cuenta que en la adolescencia es el tiempo de probar cosas nuevas, permitiéndose así los adolescentes usar sustancias psicoactivas por varias razones, incluyendo la curiosidad, para sentirse bien, para reducir el estrés, para sentirse personas adultas o para pertenecer a un grupo, además que las drogas pueden intensificar o bien adormecer los sentidos, modificar el nivel de alerta de la persona y, a veces, reducir el dolor físico, razones por la que los jóvenes se ven atraídos y motivados a consumirlas, para sentir placer y tranquilidad, aun sabiendo que sus efectos son momentáneos y es aquí donde esto se convierte en una adicción. (AACAP, 2015)

En la presente investigación lo que se pretende es no buscar cifras y determinar si hay o no consumo de drogas, si no que se busca generar un impacto en los estudiantes, llevándolos a reconocer por medio de modelos representativos y prácticos los efectos que causan las drogas; si bien es cierto que hay un estado de placer u otro aspecto al consumir drogas, también está la contraparte que es la alteración y degeneración principalmente del SNC.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Dentro de las funciones fisiológicas del cerebro está la de recibir información, interpretarla y guiar la respuesta del cuerpo. Es el responsable del pensamiento y movimiento que el cuerpo produce. El cerebro también interviene en operaciones vitales como respirar, liberar hormonas, por su parte el cerebro está compuesto de células nerviosas que interactúan con el resto del cuerpo a través de la médula espinal y el sistema nervioso (Cruz, 2004)

Pues bien, al momento de consumir sustancias psicoactivas, éstas alteran el buen funcionamiento de las neuronas provocando reacciones que luego el cerebro tiene que procesar y llevar al resto del cuerpo gracias al efecto que está produciendo la droga. (Arango y Pimienta, 2006). En cierta forma es común hablar de drogas psicoactivas y todo mundo sabe que es eso, pero algo para resaltar es que, en la Institución Educativa San Joaquín se refleja el desconocimiento que hay al respecto de las sustancias psicoactivas y sus efectos fisiológicos, aun cuando hay presencia de los delegados de la alcaldía y docentes, llevando charlas y actividades respecto a las drogas, con enfoque en los ámbitos familiar, escolar y social.

Así pues, la iniciativa de este proyecto es con base a las debilidades que muestran los estudiantes de la I.E, buscando que estos relacionen sus conocimientos previos y la realidad de todo este proceso y los efectos fisiológicos de las sustancias psicoactivas.

La presente investigación se realizó en la ciudad de Valledupar en la I.E San Joaquín teniendo en cuenta la siguiente población y muestra; la población escogida cuenta con un total 75 estudiantes los grados decimos (10-01 y 10-02) la muestra que se escogió fue del grado décimo cero dos que consta de 38 estudiantes de dicha institución. A su vez, Se utiliza un tipo de investigación acción- participativa, este es un método cualitativo, donde la comunidad educativa pasa de ser objeto de estudio a sujeto central del proyecto; ya que, se trabaja con la

participación de los estudiantes, donde se diseñan acciones y propuestas para la enseñanza de las sustancias psicoactivas en la Institución Educativa San Joaquín.

Los métodos utilizados en la investigación se explican por fase que va desde la preparación hasta la evaluación, como se explica en la tabla I. A su vez, la ejecución de este proyecto se realizó en un periodo de 5 meses, distribuidos en la siguiente manera:

**Tabla I. Fases del proyecto de investigación.**

<p><b>FASE DE PREPARACIÓN</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Observación e identificación de la problemática.</li> <li>➤ Dialogo de la propuesta del proyecto con el asesor.</li> <li>➤ Exposición de la idea del proyecto de investigación a docentes y directivos</li> <li>➤ Socialización de estrategia <i>Conciencia Modo 2</i></li> <li>➤ Redacción de la información</li> <li>➤ Elaboración de base de datos</li> </ul>
<p><b>FASE EJECUCIÓN</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Presentación del proyecto a los estudiantes. Explicación de la metodología.</li> <li>➤ Realización de pretest.</li> <li>➤ Socialización de bases de datos (clase de acción participativa)</li> <li>➤ Inscripción del proyecto en la RedCOLSI</li> <li>➤ Inscripción del proyecto en la modalidad de stand en el primer encuentro de cultura científica y ciudadana desde la escuela oficial CIENCE 2018 I E La Esperanza.</li> <li>➤ Participación en el encuentro de semilleros.</li> </ul>
<p><b>FASE SISTEMATIZACIÓN</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Presentación avances del proyecto.</li> </ul>
<p><b>FASE EVALUACIÓN</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ponencia del proyecto a directivos y asesor</li> <li>➤ Ponencia del proyecto en el encuentro de semilleros.</li> <li>➤ Presentación del proyecto en la feria de la ciencia y tecnología I E San Joaquín 2018</li> <li>➤ Presentación del proyecto en la modalidad de stand en el primer encuentro de cultura científica y ciudadana desde la escuela oficial CIENCE 2018 I E La Esperanza.</li> </ul>

**Tabla II. Recursos utilizados en el proyecto.**

<p><b>Recursos humanos</b></p>	<p>Alumnos, docentes, asesor, directivos</p>
<p><b>Recursos didácticos</b></p>	<p>Televisores digitales, videos, papel, marcadores, lápices, portátil.</p>

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primera instancia se indagó en el colegio que problemas se presentan con mayor frecuencia y llamo la atención uno en particular que son las drogas psicoactivas. Se sabe pues que este es un problema que no solo afecta a la I.E San Joaquín, sino que también a la mayoría de las I.E.

- **Conciencia Modo 2**

La estrategia Conciencia Modo 2 es una estrategia secuencial que involucra directamente a los estudiantes (Fig.1) motivándolos a que investiguen en diferentes medios a partir de un tema central Púes bien, se partió de que si las D.S afectan el S.N.C, ¿Cómo se podría diseñar un modelo de prevención acerca de los efectos de las drogas en este? El modelo de prevención fue con la intención de hacer una base de datos que mostrarán imágenes de los efectos que hacen las drogas en el cerebro.



Fig. 1.- Realización de taller colaborativo.

Ya sabiendo lo que se quería trabajar y con base al anteproyecto, se dio paso al cumplimiento de los objetivos, se realizó una prueba diagnóstica de actitud de conocimiento de sustancias psicoactivas (Pretest) en la población de estudiantes muestra de décimo grado de la institución. En el pretest (Fig.2) hay dos tipos de preguntas una de selección múltiple y otra de preguntas abiertas, en el grafico número uno se pueden observar las preguntas de selección múltiple, en el grafico numero dos están clasificadas las preguntas abiertas y en el grafico número 3 se encuentran los resultados de las preguntas de selección múltiple que corresponde a SI y NO (preguntas y tabulación, ver anexo)



Fig. 2.- Realización de pretest para determinar los conocimientos.

Teniendo como resultado lo siguiente:

De forma general (figura 3), los estudiantes tienen conocimiento de las sustancias psicoactivas y los daños que hacen, pero no se habían dado a la tarea de analizar más allá, es decir saber cómo afectan las sustancias psicoactivas fisiológicamente, saben que las drogas psicoactivas son perjudiciales, pero el enfoque que siempre se le da es más en el ámbito social y relaciones interpersonales.

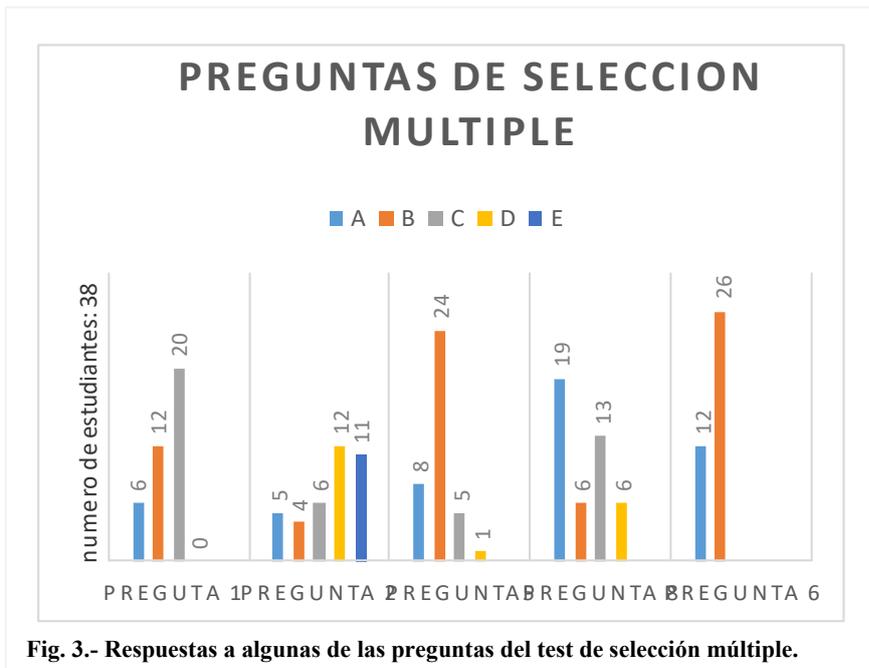


Fig. 3.- Respuestas a algunas de las preguntas del test de selección múltiple.

En la figura 4 se muestran las respuestas a las preguntas abiertas 4, 7 y 9. La pregunta número 4 es acerca de la identificación de las drogas licitas e ilícitas 21 estudiantes dejaron el espacio en blanco mientras 17 estudiantes anotaron una que otras sustancias en algunos casos clasificadas de forma correcta.

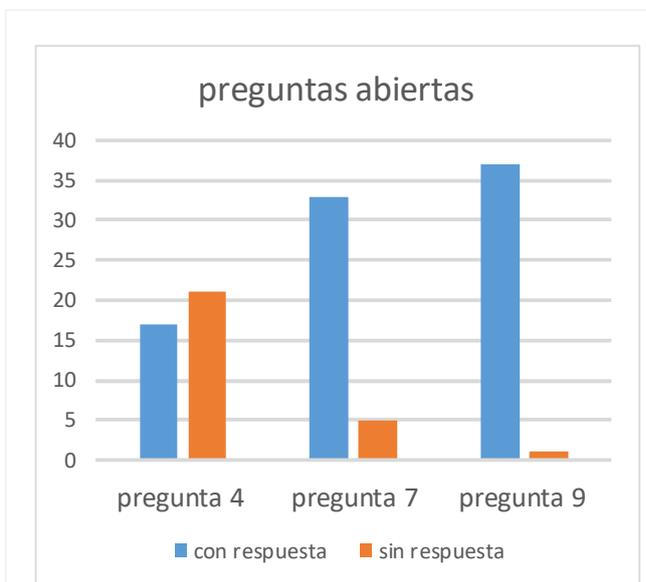


Fig. 4.- Respuestas a algunas de las preguntas abiertas.

La pregunta número 7 acerca de que si las D.S causan adicción 33 estudiantes anotaron su opinión, pero fueron respuestas sencillas sin muchas bases biológicas o químicas, el resto estudiantes simplemente dejaron el espacio en blanco.

La pregunta 9 fue de tipo personal acerca de que si les ofrecen drogas cuál sería su reacción y si la consumirían, 37 estudiantes anotaron que no lo harían y reconocen el daño que causa; solo un estudiante no escribió nada.

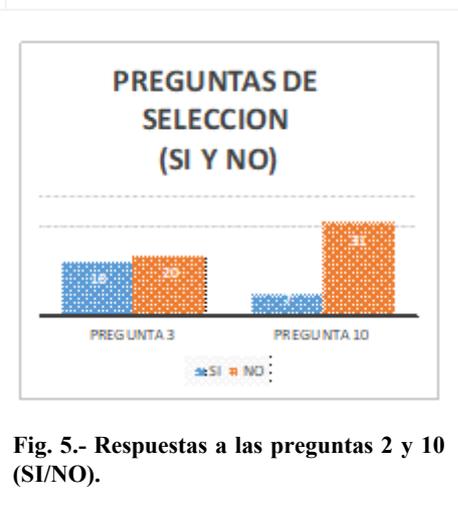


Fig. 5.- Respuestas a las preguntas 2 y 10 (SI/NO).

En la figura 5 se muestran los resultados de las respuestas a las preguntas 3 y 10 que eran de tipo selección (sí / no).

La pregunta 3 es más de tipo personal, acerca de que si conocen en la I.E personas que consuman drogas pese a que la mayoría dijo que no, quienes dijeron que, si fueron más de la mitad de los estudiantes del curso, permitiendo así ver que es un problema que está bastante arraigado en la I.E.

De lo anterior podemos afirmar que los estudiantes saben de las D.S, saben los daños que causan y lo ven como algo malo, pero también se ve reflejado el desconocimiento que hay en los efectos que tiene las drogas en el organismo, es decir fisiológicamente como afectan el SNC.

### Cine-foro y presentación de base de datos

Los estudiantes parten de un pretest en el que se evidencia varios desconocimientos con relación al tema, entonces se pasa a la realización del cine foro (Fig. 6) y clase magistral (Fig. 7).

La idea del cine foro es que los estudiantes se motiven a dar sus opiniones, a partir de un video que muestra las consecuencias y efectos que tienen las drogas psicoactivas en el organismo, una vez terminado el video, de forma voluntaria los estudiantes dieron sus opiniones al respecto, e incluso dieron aportes de sus experiencias y casos que ocurren dentro de su entorno.

De igual forma con la muestra y explicación de la base de datos se dio a conocer de forma más detallada, algunas clases de drogas y que área del cerebro afectan de igual forma se explicó que es y cuáles son las partes del

SNC e incluso como se ven afectados algunos neurotransmisores como lo es la dopamina a la hora de consumir sustancias psicoactivas.

A su vez, se mostraron imágenes comparativas de entre un cerebro sano y uno enfermo en donde se ve claramente como se ha ido desgastando el tejido cerebral.

### Encuentro de semilleros de investigación (departamental)

Se realizó la ponencia en el evento que fue en I.E Gimnasio del Norte (Fig. 8), allí se ubicaron los estantes se cumplió con todos los requisitos y se inició la ponencia que fue desarrollada en poster, se cumplió la jornada y se esperaron los resultados.

Se puede determinar entonces que las drogas psicoactivas tienden a ser tratadas más desde el ámbito social ya que cada estudiante sabe lo malo que puede ser en el organismo y que es algo indebido, pero poco se profundiza desde la biología lo efectos que tiene las D.S fisiológicamente.



Fig. 6.- Realización cine-foro.

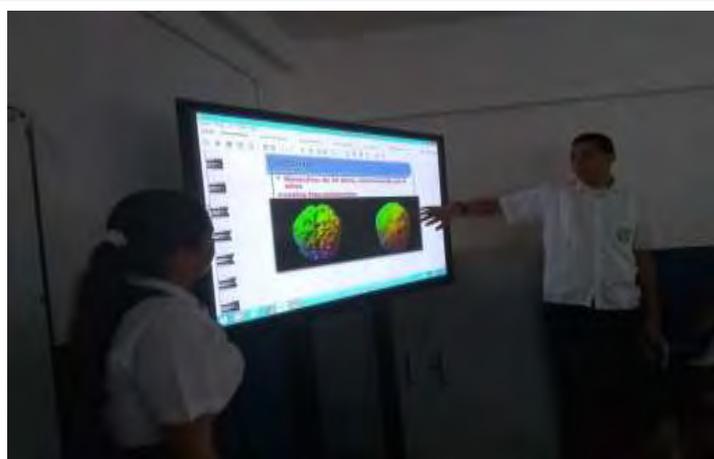


Fig. 7.- Socialización base de datos.

La base de datos como modelo didáctico tiene un sentido formativo, en donde se busca que el estudiante pueda y sepan tomar decisiones a la hora de enfrentarse a este asunto de las drogas, no viéndolo como un escape a problemas, sino que piensen en el daño tan grande que se están causando, de igual forma es importante que los estudiantes se involucren más en la parte investigativa, motivarlos a no solo pensar que necesitan aprobar una materia, sino que pueden enriquecer su conocimiento por medio de experiencias significativa como lo es la investigación.

### AGRADECIMIENTOS

Nuestros agradecimientos por el apoyo incondicional del profesor Edgar Fabián Gómez Sánchez.



Fig. 8.- Ponencia en el encuentro de Semilleros de Investigación.

### REFERENCIAS

- AACAP (American Academy of Child and Adolescent Psychiatry) (2015). Los Adolescentes: el Alcohol y Otras Drogas. *EE.UU, Washington D.C.* Disponible en: [https://www.aacap.org/AACAP/Families\\_and\\_Youth/Facts\\_for\\_Families/FFF-Spanish/Los-Adolescentes-el-Alcohol-y-Otras-Drogas-003.aspx](https://www.aacap.org/AACAP/Families_and_Youth/Facts_for_Families/FFF-Spanish/Los-Adolescentes-el-Alcohol-y-Otras-Drogas-003.aspx). [Consulta nov. 2018].
- Arango, C y Pimienta, H (2006). El cerebro: de la estructura y la función a la psicopatología. *Revista colombiana de psiquiatría*. Disponible en: [www.scielo.org.co/pdf/rcp/v33s1/v33s1a07.pdf](http://www.scielo.org.co/pdf/rcp/v33s1/v33s1a07.pdf). [Consulta nov. 2018].
- Cruz, S (2004) El cerebro y el consumo de drogas. *Cinvestav (Monte rey) México*. Disponible en: [http://www.cinvestav.mx/Portals/0/SiteDocs/Sec\\_Difusion/RevistaCinvestav/abril-junio 2006/cerebro.pdf](http://www.cinvestav.mx/Portals/0/SiteDocs/Sec_Difusion/RevistaCinvestav/abril-junio 2006/cerebro.pdf). [Consulta nov. 2018].
- OMS (2004) Neurociencia del consumo y dependencia de sustancias psicoactivas. *Organización Mundial de la salud-Ginebra*. Disponible en: [http://www.msal.gob.ar/images/stories/bes/graficos/0000000897cnt-2016-10\\_neurociencia-consumo-dependencia-sustancias-psicoactivas\\_resumen.pdf](http://www.msal.gob.ar/images/stories/bes/graficos/0000000897cnt-2016-10_neurociencia-consumo-dependencia-sustancias-psicoactivas_resumen.pdf). [Consulta nov. 2018].
- Ortega y Hernández, A (2015). Causas y consecuencias del consumo de sustancias psicoactivas en adolescentes. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD - Santa Marta - Colombia*. Disponible en: <http://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/3691/3/57298094.pdf>. [Consulta nov. 2018].

### ANEXOS

A continuación se muestran los siguientes anexos

1. Cuestionario
2. Tabulación de pretest de sustancias sicoactivas
3. Tabulación de postest de sustancias sicoactivas

## ANEXO 1. Cuestionario de sustancias psicoactivas.

 <p><b>INSTITUCION EDUCATIVA "SAN JOAQUIN"</b> Reconocida oficialmente por la secretaria de Educación Municipal Según resolución No 000204 del 13 de Junio de 2011 DANE 120001001022 NIT. 82400 - 1553-5</p> <p><b>CUESTIONARIO</b></p> <p><b>PROYECTO: MODELO DE PREVENCION ACERCA DE LOS EFECTOS FISIOLÓGICOS DE SUSTANCIAS SICOACTIVAS COMO AGENTES DE CAMBIO EN EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL.</b></p> <p><b>NOMBRE:</b> _____ <b>GRADO:</b> _____ <b>FECHA:</b> _____</p> <p><b>De las siguientes preguntas determina que respuesta se ajusta a tu situación</b></p> <p><b>NOTA:</b> <i>Recuerda que debes ser lo más sincero posible</i></p> <p><b>1. Se consideran drogas psicoactivas aquellas que poseen las siguientes características</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>A. inhibir el dolor sin provocar alteraciones en el cuerpo</li><li>B. modificar el estado de ánimo y alterar la percepción</li><li>C. afectar únicamente el sistema nervioso</li><li>D. ayudan en las funciones del organismo</li></ul> <p><b>2. De las siguientes sustancias cuáles no consideras sustancias psicoactivas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>A. Cannabis sativa</li><li>B. Paracetamol</li><li>C. Benzoilmetilecgonina</li><li>D. Alcohol etílico</li><li>E. Ácido salicílico</li></ul> <p><b>3. ¿Conoces amigos en tu institución que consuman drogas psicoactivas?</b></p> <p>SI: _____ NO: _____</p> <p><b>4. ¿En el consumo de sustancias psicoactivas puedes identificar cuáles de estas son lícitas y cuáles son ilícitas? Menciona una en cada caso.</b></p> <p>RTA: _____</p> <p><b>5. El consumo activo de drogas psicoactivas tiene gran efecto sobre el organismo del que la consume, principalmente en:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>A. sistema endocrino</li><li>B. sistema nervioso central</li><li>C. sistema circulatorio</li><li>D. sistema muscular</li></ul> <p><b>El origen de las sustancias psicoactivas sintéticas se debe a que se obtienen a través de:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>A. procesos naturales</li><li>B. procesos químicos</li></ul> <p><b>Los individuos que en algún momento fueron consumidores activos de drogas, además de presentar graves afecciones en su salud, también producen afecciones en</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>A. Economía</li><li>B. Función y relaciones sociales</li></ul> <p><b>6. Las sustancias psicoactivas se clasifican en diversos tipos, las más usuales son de origen natural y sintéticas, en el grupo de las naturales encontramos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>A. marihuana, alcohol, heroína</li><li>B. coca, éxtasis, alcohol</li><li>C. marihuana, coca, opio</li><li>D. alcohol, éxtasis, marihuana</li></ul> <p><b>7. ¿En caso de que algún amigo te ofreciera el consumo de sustancias psicoactivas, conociendo las afecciones que estas causan en tu cuerpo, en tu vida serías capaz de consumirla? ¿Qué te impulsaría hacerlo?</b></p> <p>RTA: _____</p> <p><b>8. ¿Si te llegaran a presentar un tipo de sustancia psicoactiva eres capaz de reconocer a que grupo pertenece esta droga?</b></p> <p>SI: _____ NO: _____</p>
--

## ANEXO 2. TABULACIÓN DE PRETEST DE SUSTANCIAS SICOACTIVAS

<i>PREGUNTAS</i>	<i>RESPUESTAS</i>				
<i>1. Se consideran drogas psicoactivas aquellas que poseen las siguientes características</i>	A	B	C	D	E
<i>(Número de respuestas)</i>	6	12	20	0	
<i>2. De las siguientes sustancias cuáles no son consideras sustancias psicoactivas.</i>	A	B	C	D	E
	5	4	6	12	11
<i>3. ¿Conoces amigos en tu Institución que consuman drogas psicoactivas?</i>	Si		No		
	18		20		
<i>4. ¿En el consumo de sustancias psicoactivas puedes identificar cuáles de estas son licitas y cuales son ilícitas? Menciona una en cada caso</i>	Con respuesta			Sin respuesta	
	17			21	
<i>5. El consumo activo de drogas psicoactivas tiene gran efecto sobre el organismo del que la consume, principalmente en</i>	A	B	C	D	E
	8	24	5	1	0
<i>6. El origen de las sustancias psicoactivas sintéticas se debe a que se obtienen a través de</i>	A		B		
	12		26		
<i>7. ¿Por qué crees que las sustancias sicoactivas causan adicción?</i>	Con respuesta			Sin respuesta	
	33			5	
<i>8. Las sustancias psicoactivas se clasifican en diversos tipos, las más usuales son de origen natural y sintético, en el grupo de las naturales encontramos.</i>	A	B	C	D	E
	19	6	13	3	
<i>9. ¿En caso de que algún amigo te ofreciera el consumo de sustancias psicoactivas, conociendo las afecciones que estas causan en tu cuerpo, en tu vida serías capaz de consumirla? ¿Qué te impulsaría hacerlo?</i>	Con respuesta			Sin respuesta	
	37			1	
<i>10. ¿Sabes que son los neurotransmisores?</i>	SI		NO		
	7		31		

ANEXO 3. TABULACIÓN DE POSTEST DE SUSTANCIAS SICOACTIVAS

<i>PREGUNTAS</i>	<i>RESPUESTAS</i>				
<b>1. Se consideran drogas psicoactivas aquellas que poseen las siguientes características</b>	A	B	C	D	E
<i>(Número de respuestas)</i>	6	12	20	0	
<b>2. De las siguientes sustancias cuáles no son consideradas sustancias psicoactivas.</b>	A	B	C	D	E
	5	4	6	12	11
<b>3. ¿Conoces amigos en tu Institución que consuman drogas psicoactivas?</b>	<b>Si</b>		<b>No</b>		
	18		20		
<b>4. ¿En el consumo de sustancias psicoactivas puedes identificar cuáles de estas son lícitas y cuales son ilícitas? Menciona una en cada caso</b>	<b>Con respuesta</b>		<b>Sin respuesta</b>		
	17		21		
<b>5. El consumo activo de drogas psicoactivas tiene gran efecto sobre el organismo del que la consume, principalmente en</b>	A	B	C	D	E
	8	24	5	1	0
<b>6. El origen de las sustancias psicoactivas sintéticas se debe a que se obtienen a través de</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		
	12		26		
<b>7. ¿Por qué crees que las sustancias sicoactivas causan adicción?</b>	<b>Con respuesta</b>		<b>Sin respuesta</b>		
	33		5		
<b>8. Las sustancias psicoactivas se clasifican en diversos tipos, las más usuales son de origen natural y sintético, en el grupo de las naturales encontramos.</b>	A	B	C	D	E
	19	6	13	3	
<b>9. ¿En caso de que algún amigo te ofreciera el consumo de sustancias psicoactivas, conociendo las afecciones que estas causan en tu cuerpo, en tu vida serías capaz de consumirla? ¿Qué te impulsaría hacerlo?</b>	<b>Con respuesta</b>		<b>Sin respuesta</b>		
	37		1		
<b>10. ¿Sabes que son los neurotransmisores?</b>	<b>SI</b>		<b>NO</b>		
	7		31		

## INDICACIONES Y NORMAS PARA LA PUBLICACIÓN EN **MERIDIES**

MERIDIES es editada por la asociación nacional de profesores **Investigación en Secundaria (I.e.S.)**.

Se trata de **una revista de investigación científica** para alumnos de Enseñanza Secundaria (ESO, Bachillerato y Ciclos Formativos) en la que se publican trabajos realizados por alumnos de estas enseñanzas. Los trabajos deben ser presentados para su publicación por un profesor de los alumnos. El profesor, o profesores que coordinen cada trabajo pueden incluirse como último o últimos autores, indicando esa circunstancia.

De acuerdo con las normas de publicación de MERIDIES se debe utilizar unas plantillas tanto para la presentación del trabajo como para componer el texto principal del artículo que se va a enviar al Comité Editorial de esta revista. En estas plantillas se explica cuidadosamente los diferentes aspectos del maquetado que deben tenerse en cuenta, así como la forma de envío. Las plantillas en formato Word, se pueden descargar en la página **[www.meridies.info](http://www.meridies.info)**.

La revista aparece los primeros días de enero de cada año y se reciben originales durante todo el año anterior. La recepción de originales para el próximo número (MERIDIES 24 *-enero 2021-*) se cierra el 31 de octubre de 2020. Se mantiene correspondencia con los autores en lo referente a las circunstancias y pormenores de la publicación de su artículo.





## ASOCIACIÓN Investigación en Secundaria (IeS)

*La asociación de profesores Investigación en Secundaria (IeS) agrupa a docentes españoles y sudamericanos que entienden la iniciación al trabajo científico como una estrategia de motivación y aprendizaje. Desde 1996 trabaja para facilitar cauces que ayuden a profesores y estudiantes en el desarrollo de esta estrategia.*

*Desde entonces, edita cada año esta revista **MERIDIES**, convoca y prepara, una **Reunión Científica** anual para estudiantes, coordina la exposición itinerante de paneles científicos **Ciencia en Ruta** y programa el desarrollo de otras actividades como son los **Coloquios Científicos** y **Encuentro entre dos mundos**. Esta asociación también ha participado en la organización y desarrollo de diversos cursos y seminarios de fomento de la investigación joven tanto en España como en el extranjero.*

*Las actividades que realiza y promueve han sido reconocidas en varias ocasiones con premios prestigiosos como el Giner de los Ríos o el Nacional de Innovación Educativa.*

### REUNIONES CIENTÍFICAS

Las Reuniones Científicas para estudiantes de secundaria se vienen celebrando desde 1997, en diferentes localidades de Extremadura. Todas ellas con apretados programas que han incluido varias sesiones de ponencias orales con sus debates y un amplio periodo para la exposición y defensa de los paneles científicos presentados por todos los participantes. El programa se completa siempre con visitas a centros de investigación o tecnológicos y con exposiciones y demostraciones de carácter científico.

Dependiendo de los espacios disponibles en la localidad donde se realice, la participación puede ser más o menos amplia, pero suele estar alrededor de los 350 estudiantes y 70 profesores de medio centenar de centros españoles y extranjeros. Se trata de un encuentro donde, tanto alumnos como profesores, intercambian proyectos, experiencias, inquietudes y ambiciones.

La organización de cada Reunión Científica recae cada año en un centro asociado que la solicita y recibe el apoyo de la IeS, contando con el compromiso de los Centros de Profesores y Recursos. La próxima reunión tendrá lugar en Zafra (Badajoz) del 2 al 6 de marzo de 2020.

### CIENCIA EN RUTA

Se trata de la exposición itinerante de los paneles científicos presentados cada año en la Reunión Científica. Esta exposición recorre, desde abril a enero, los centros que lo solicitan y permanece en ellos una o dos semanas, durante las cuales cada centro organiza, en torno a ella, las actividades que cree más adecuadas y que, en ocasiones, abre a otros centros de la localidad.

### COLOQUIOS CIENTÍFICOS

Se organizan coloquios en las aulas propias de los alumnos, con científicos e investigadores relevantes. Se realizan simultáneamente en varios centros, permitiendo también encuentros previos y posteriores entre los profesores de secundaria y estos investigadores.

### ENCUENTRO ENTRE DOS MUNDOS

Encuentros en las aulas con profesores y alumnos sudamericanos que exponen y debaten sobre diversas realidades educativas de sus países. También se realiza en varios centros para facilitar el intercambio de experiencias entre los profesores sudamericanos y españoles.

### MERIDIES

La revista que ahora tiene en sus manos.

*Forman parte de la asociación tanto profesores como centros de enseñanza.*

*Para participar en las actividades que promueve basta asociarse a través de la página [www.meridies.info](http://www.meridies.info). También puedes contactar directamente: [revistameridies@yahoo.es](mailto:revistameridies@yahoo.es)*