

# MERIDIES

REVISTA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA PARA ALUMNOS DE ENSEÑANZA SECUNDARIA

# 22

2019

***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**

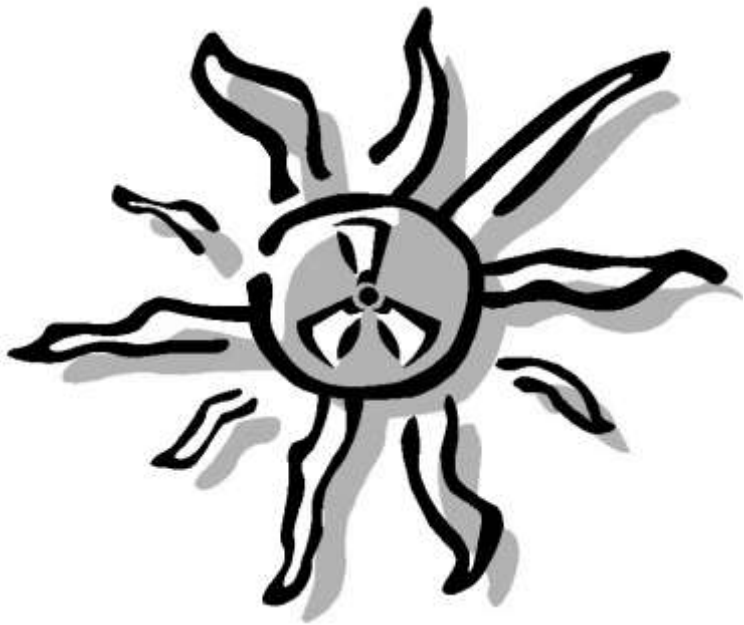
José Manuel Rivero Martín  
Josefa Jaramillo Romero  
Fernando Alfonso Cervel  
Josefa Montero García  
M<sup>a</sup> Elena Montejo González

**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*)

**ÍNDICE**

Presentación	5
<b>F.J. BUENO RECIO.</b> Avances en cirugía pediátrica. Perspectivas de un cirujano extremeño.	7
<b>E.F. GÓMEZ SÁNCHEZ.</b> Encuentro de saberes y realidades entre dos mundos: Historia de un descubrimiento.	11
<b>M. NÚÑEZ CALLEJA.</b> El viaje del héroe.	17
<b>M. RIVERO MONTERO.</b> Un marco pedagógico para las Reuniones Científicas.	19
<hr/>	
<b>C. RODRÍGUEZ, J. SÁNCHEZ y J. MANJÓN.</b> De la estructura y la mecánica in vivo de las células ostiolas y la válvula aórtica de la larva de <i>Drosophila melanogaster</i> mediante el análisis de imágenes microscópicas de alta resolución.	25
<b>L. BOYERO, L. JUANES, A. PRECIADO, D. SÁNCHEZ, O. FATHALLAH, R. NÚÑEZ, C. SALAMANCA y P. GALLEGO.</b> Contenido de vitamina C y azúcar en zumo de naranja y derivados industriales.	33
<b>Á.M. ÁLVAREZ, J. BARROSO, C.HERNÁNDEZ, M. MARTÍN, C. MARTÍN, Á. MENOR, A. PAREJO, L. PIÑERO, C. PRESA, F. SÁEZ, R. GONZÁLEZ, C. DÍAZ, I. FERNÁNDEZ, L.C. GÓMEZ, E. LECHÓN, S. GARCÍA, A. COCO, J. ABELA, N. GARCÍA y S. GONZÁLEZ.</b> Importancia del aprendizaje de la RCP en el ámbito escolar.	39
<b>P. GONZÁLEZ, Á. TAJUELO, A. VARA y P. JARAMILLO.</b> La ley de los gases ideales y la gran explosión.	43
<b>L. MARTÍN GARCÍA y G. MAYO GARCÍA.</b> Estudio de un episodio hipertérmico en el Eoceno.	49
<b>C. GONZÁLEZ, R. GONZÁLEZ y M. RODAS.</b> Las plantas marcan el ritmo.	57
<b>E. RODRÍGUEZ; I. TEODORO y J.M. SÁNCHEZ.</b> La Tropopausa, la primera frontera.	63
<b>I. CORONILLA, M. GONZÁLEZ, J. MURO y M.V. GARRIDO.</b> Determinación del efecto antibacteriano de pigmentos fotosintéticos.	67
<b>Alumnos 3º ESO (2017/18) y J.I. GUTIÉRREZ*.</b> Estudio de la calidad del sueño de los alumnos de 3º ESO del IES Extremadura de Montijo	73
<b>L. BLANCO, N. GALENDE, J. FRAILE, A. GANGES, C. RUÍZ, R. SÁNCHEZ, C. SALAMANCA y P. GALLEGO.</b> Efecto de la lluvia ácida sobre la germinación y el crecimiento de plantas.	79
<b>M. AGUDO, L. ARROYO, C. GONZÁLEZ, M. BARRENA y M. P. BLANCO.</b> Influencia de los movimientos sacádicos, la velocidad lectora y la atención en el rendimiento académico del área de Lengua Castellana y Literatura.	83
<b>D. VICENTE SILVA.</b> Free tour Salamanca: La Guerra de la Independencia.	87
<b>Alumnos de 3º ESO del IES Extremadura (curso 2016/2017), J.I. GUTIÉRREZ, J ABELA y S. JULIÁN.</b> Medida de la iluminancia en las aulas del IES Extremadura de Montijo.	97
<i>Indicaciones y normas para la publicación en MERIDIES</i>	103



*l.e.s.*

## PRESENTACIÓN

*Tras la publicación el año pasado del número extraordinario MERIDIES 17-21 que cubría un lapsus de tiempo en el que, por diferentes motivos, no se había publicado esta revista, vuelve ahora la normalidad. Se recupera la numeración ordinaria con este MERIDIES 22, que también nos recuerda que ya han pasado muchos años desde aquella primera revista editada “el siglo pasado”.*

*Este número incluye un primer artículo algo especial porque en realidad se trata de una selección de diapositivas del PowerPoint utilizado por el Dr. Francisco Javier Bueno Recio durante la conferencia inaugural de nuestra última Reunión Científica. Es algo excepcional porque en ningún otro número de MERIDIES se ha hecho así, pero no queríamos que una conferencia que dejó tanta huella en nuestros alumnos quedara sin una referencia explícita en esta revista.*

*Como es tradicional la revista incluye unos primeros trabajos de profesionales de la educación que no tienen la estructura de trabajos de investigación y que abordan diversos enfoques de la enseñanza a través del fomento de la investigación juvenil. Todos ellos abordan, de una u otra forma, la importancia de la motivación y de la ilusión a la hora de conseguir objetivos en el aprendizaje y en la vida. Todos, también, relacionan las actividades de esta asociación, con esa estrategia de trabajo y, en cierto modo, nos piden seguir tenazmente la línea emprendida.*

*El resto de artículos, en este número son trece, presentan una estructura comparable a la exigida en la mayor parte de las revistas científicas profesionales. Son trabajos recibidos desde nueve institutos y abordan temáticas bastante dispares. Desde el consejo de redacción os invitamos a leerlos y analizarlos pues todos ellos encierran enseñanzas y ejemplos útiles, incluso algunos nos muestran descubrimientos sorprendentes que tendrían cabida, sin duda, en revistas de investigación con alto factor de impacto.*

*A todos los autores les agradecemos mucho su colaboración y el esfuerzo realizado en la preparación de sus respectivos trabajos. Deseamos que sus artículos, aquí publicados, sean para ellos una referencia para el futuro, y esperamos que para algunos sea ese primer “artículo científico” de una larga carrera investigadora.*

*Os invitamos también a todos a preparar vuestros artículos científicos para su posible publicación en el próximo número, el plazo de recepción de trabajos no termina hasta el último día de octubre de 2019, 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 23.*

*Esperamos vuestras aportaciones para que el número de MERIDIES siga creciendo y poder seguir mostrando el buen hacer investigador que se lleva a cabo en las aulas y laboratorios de Enseñanza Secundaria.*



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

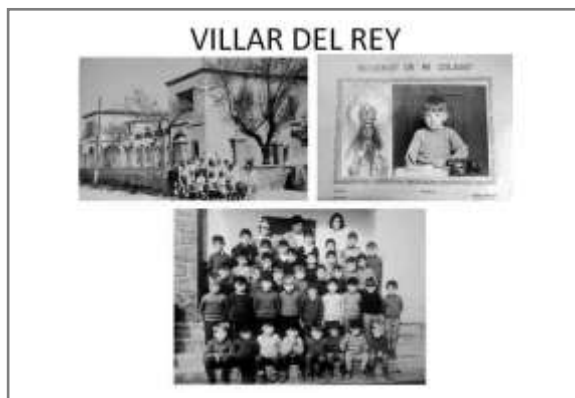
## AVANCES EN CIRUGÍA PEDIÁTRICA PERSPECTIVAS DE UN CIRUJANO EXTREMEÑO

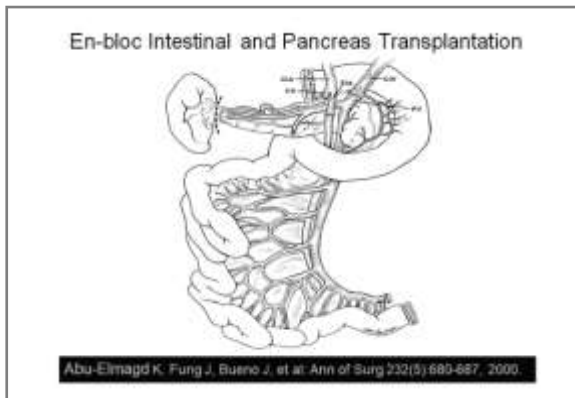
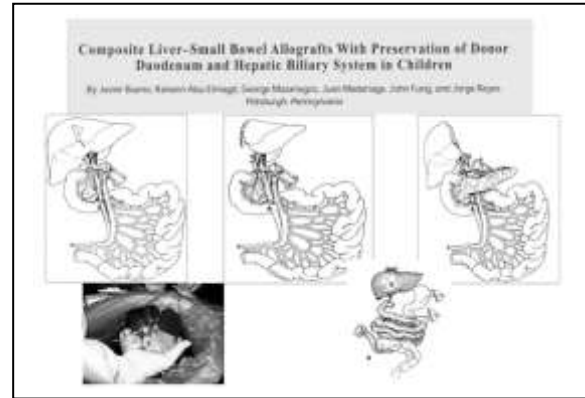
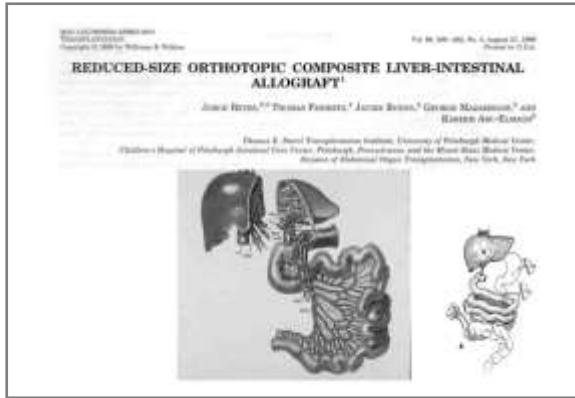
Francisco Javier Bueno Recio

Cirugía Pediátrica del Hospital Universitario Valle de Hebrón de Barcelona

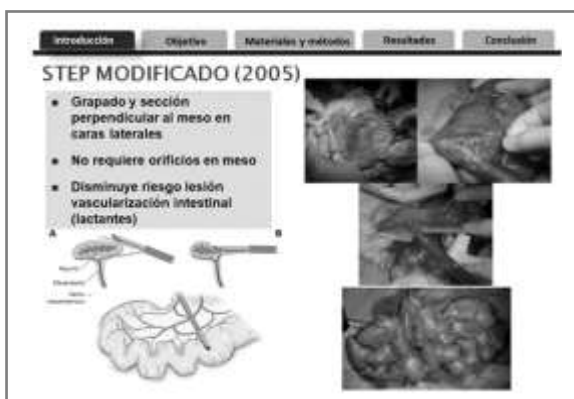
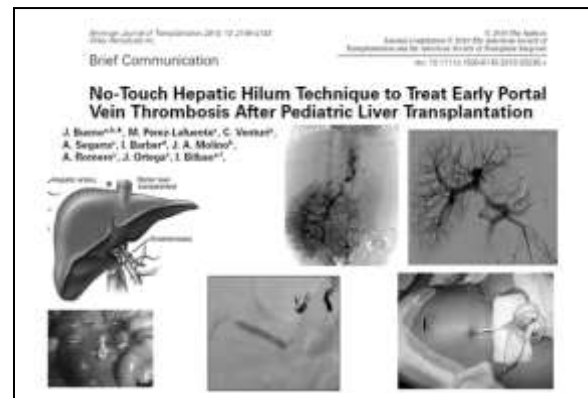
### Nota del Consejo de Redacción

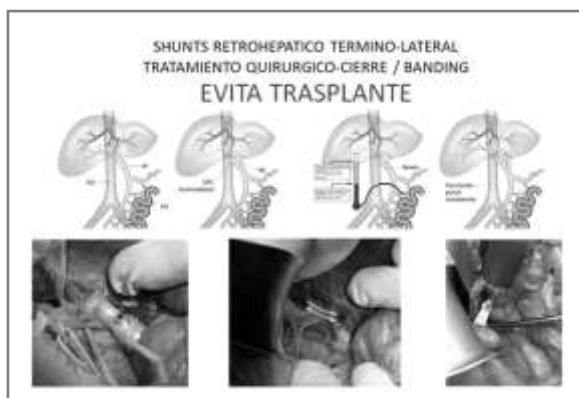
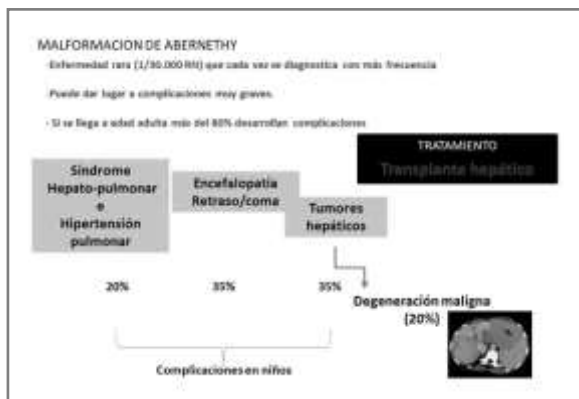
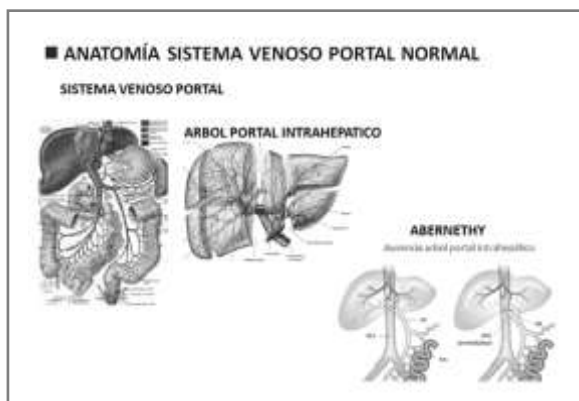
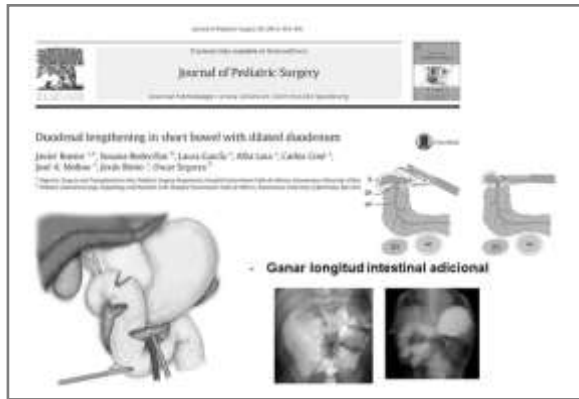
Las siguientes páginas están elaboradas por el Consejo de Redacción de esta revista, a partir de la documentación remitida por el Dr. Bueno Recio, y pretenden dejar aquí constancia de la conferencia inaugural de la XXII Reunión Científica para alumnos de Enseñanza Secundaria "La Roca de la Sierra, 2018" que tuvo lugar el día 12 de abril de 2018. La conferencia titulada "Avances en cirugía pediátrica. Perspectivas de un cirujano extremeño" fue realmente extraordinaria. En ella, el Dr. Francisco Javier Bueno Recio jefe de unidad de Cirugía Hepatobiliopancreática y Rehabilitación Intestinal del Servicio de Cirugía Pediátrica del Hospital Universitario Valle de Hebrón de Barcelona, natural de Villar del Rey, expuso de manera sencilla y amena diversos aspectos punteros en cirugía pediátrica, pero, además, hizo también una emocionante llamada a todos los alumnos para que se atrevieran siempre con retos importantes aunque partieran de familias o territorios desfavorecidos, como, recordó, había sido su caso. El joven auditorio lo escuchó embelesado y, sin duda, despertó muchas inquietudes e ilusiones. La asociación Investigación en Secundaria (I.e.S.) le agradece sobremedida el esfuerzo realizado para que dicha conferencia fuera posible.











## **ENCUENTRO DE SABERES Y REALIDADES ENTRE DOS MUNDOS: HISTORIA DE UN DESCUBRIMIENTO**

**Edgar Fabián Gómez Sánchez \***

Institución Educativa Técnica La Esperanza y Universidad Popular del Cesar  
Calle 6 # 37-100 Entrada principal a La Nevada. 200005 Valledupar (Cesar -Colombia-)

\* *edgargomez@unicesar.edu.co*

Era el otoño del 2006 en España. Mientras tanto en Colombia, ese martes 14 de noviembre una comitiva empacaba sus ilusiones con destino inicial Barranquilla y luego al aeropuerto en Cartagena tres horas después. Finalmente, nuestro avión decoló rumbo a Madrid a las siete de la mañana del miércoles. En medio del océano, con una mitad cubierta con el atardecer naranja y la otra mitad con el manto azul oscuro de la noche, nos embargó un inmenso sentimiento de júbilo. Ese, que solo es capaz de inspirarlo la contemplación de la naturaleza desde esa perspectiva y el disfrutar la sensación de haber alcanzado un sueño esquivo.

Luego de innumerables dificultades y obstáculos durante diez meses, en donde la burocracia intentaba desvanecer los sueños de un grupo de maestros y estudiantes de Valledupar, ciudad al norte de Colombia, lo que había comenzado hace cinco años atrás con un simple correo electrónico al profesor José Manuel Rivero Martín en Cáceres, era ya una realidad. Sin embargo, a raíz de estas dificultades no estuvimos en los días de la Reunión Científica de ese año, pero nació una experiencia que ha dejado huella en nuestro grupo de docentes y estudiantes colombianos llamada **Encuentro Entre Dos Mundos**. Esta es nuestra propia historia de descubrimiento con España, en especial con los profesores de la Asociación Investigación en Secundaria y sus estudiantes. Pero también, es nuestra historia de descubrimiento y tesón para acercar el conocimiento y la investigación al alcance de los jóvenes colombianos.

### **Encuentros cercanos, contactos uno y dos**

Para estar en Cáceres 2006, desde la consecución de recursos hasta la aprobación de las visas se convirtió en una lucha diaria de este grupo de ilusionados. Parte de esta tragicomedia incluyó tener que seleccionar entre dos excelentes estudiantes solo uno que podía viajar por lo limitado de los recursos. Es de anotar, que en el primer intento nos fue negada la visa, al parecer y en forma extraoficial, debido a que existía el antecedente de un grupo colombiano en el que algunos de sus estudiantes se quedaron de ilegales en España. De hecho, hasta hace pocos años éramos una de las pocas naciones en el mundo que necesitaba visa para entrar a cerca de 140 países, y solo en 40 no la requeríamos.

Al cabo de nueve horas y media pisamos suelo madrileño. Producto de las recientes medidas de seguridad a raíz del atentado del 11 de marzo, encontramos la estación de buses cerrada. Sin más remedio, aguardamos toda la noche y la madrugada en un local cercano, una cigarrería, donde el humo del tabaco nos obligaba a salir y el frío de la noche nos empujaba a entrar. Por fin a las 8 de la mañana salimos de la estación de Atocha, camino a Cáceres. Pocas horas en suelo español nos dibujaron la complejidad de una sociedad con presencia de múltiples nacionalidades, tan diferente de nuestra orgullosa, pero de cierta forma, monocromática cultura vallenata.

Nuestros colegas de la IES Universidad Laboral de Cáceres, nos recibieron expectantes, con gran hospitalidad y cariño. Luego nos comentaron a manera de anécdota que cuando les preguntaban ¿ya llegaron los colombianos?, quedaba en el ambiente la misma impresión que en un diálogo de película de Hollywood con colombianos en escena. Y ya sabemos cuáles son los papeles estereotipados con que desafortunadamente aun encasillan a los latinos en Hollywood. Era un período crítico para la imagen del país y todo esto había que asimilarlo mostrando nuestras mejores cualidades.

Durante el primer encuentro con ese “otro mundo”, realizamos una visita a la Ciudad Romana de Mérida que nos mostraba con orgullo su historia desde el año 34 a.C. y del siglo II, en particular. Realmente impresionante. También visitamos la ciudad monumental de Cáceres y

nos llamaron la atención las torres, iglesias, arcos, casas, palacios y edificaciones, y en especial la belleza del aljibe árabe en el Palacio de las Veletas. Todo ello en contraste con nuestras edificaciones más antiguas, del XVI y XVII, pues las primeras viviendas construidas durante la colonia española datan de 1580. En la plaza principal de nuestra ciudad aún pueden observarse muestras de la arquitectura colonial. Algo en común: así como en España hubo luchas sangrientas entre árabes y cristianos, nuestra historia registra fuertes enfrentamientos entre conquistadores españoles e indios Chimilas. En los dos casos la huella cultural es imborrable.

Para nuestro segundo intento en 2010, todo estaba dado para que estuviéramos en la gran cita de Montánchez. El visado fue rápido y la comitiva era tres veces más numerosa. Los estudiantes se habían preparado esta vez desde hacía un año y estaban listos con proyectos en los cuales hacían despliegue de folclor y cultura autóctonas. En esta oportunidad la burocracia ganó. En la última semana, con rueda de prensa convocada en la sede del evento, tristemente lloramos, literalmente, y nos resignamos a una dura derrota. Sin embargo, en los años siguientes no perdimos contacto, aunque un poco menos de lo que nos hubiera gustado. Participamos en forma virtual por así decirlo, con dos proyectos en dos Reuniones Científicas a través de la modalidad de cartel, mediados por la relación a distancia de nuestros estudiantes con homólogos en España. Los nuestros preparaban y comunicaban a sus pares para que estos realizaran la defensa en la Reunión. Otra forma, pues, de aprender y relacionarse.

Don Benito 2016, fue la segunda ocasión que visitamos suelo español, y que nuevamente ante el desfase de tiempo, se logró concretar el Encuentro entre Dos Mundos con el que intercambiamos experiencias, realidades y saberes desde las aulas y con los profesores. La visita se desarrolló en cinco IES de Salamanca y Cáceres. Esta vez la diversidad de centros educativos y en dos ciudades diferentes le imprimió a la visita un sello característico.

### **Un poco de las realidades autóctonas**

En todo caso, estos primeros contactos con un país europeo fueron, sin rubor, como si descubriéramos un nuevo mundo. Tal cual impresionados como Colón al llegar al Nuevo Mundo, como lo expresa nuestro Nobel de literatura Gabriel García Márquez en su proclama Por un País al Alcance de los Niños: *“La víspera de su llegada, antes de oír el vuelo de las primeras aves en la oscuridad del océano, había percibido en el viento una fragancia de flores de la tierra que le pareció la cosa más dulce del mundo. En su diario de a bordo escribió que los nativos los recibieron en la playa como sus madres los parieron, que eran hermosos y de buena índole, y tan cándidos de natura, que cambiaban cuanto tenían por collares de colores y sonajas de latón. Pero su corazón perdió los estribos cuando descubrió que sus narigueras eran de oro, al igual que las pulseras, los collares, los aretes y las tobilleras; que tenían campanas de oro para jugar, y que algunos ocultaban sus vergüenzas con una cápsula de oro.”*

Y es que desde las distancias, que nosotros preferimos manejarlas en tiempo, aunque sea un absurdo físico, nos indican una especial diferencia en saberes y realidades de ambos mundos. Nuestro relieve es muy irregular y en consecuencia tenemos una gran variedad de climas y pisos térmicos con vías de extrema dificultad para transitar. De Valledupar, ciudad de domicilio, con 180 msnm a la capital del país Bogotá, que está a 2600 msnm, existen 860 km que se recorren por tierra de 13 a 16 horas. Es por poco el mismo tiempo que tomara viajar por tierra de Cáceres a París, pero casi el doble de aquella distancia. Sin embargo, existen otros aspectos de la dura realidad en lo concerniente a la educación y el contexto de nuestros estudiantes.

En nuestras escuelas colombianas, los maestros atendemos poblaciones tan disímiles producto de diferencias marcadas en los ingresos económicos de las personas y el acceso a bienes y servicios dentro de la población. En otras palabras nuestra educación se dirige a poblaciones con brechas enormes de desigualdad social y económica. En Colombia el índice de Gini, que mide la inequidad, hasta el año pasado era de 0.53, el segundo más alto en Latinoamérica y el séptimo en el mundo. Para tener un referente España tiene un Gini de 0,34 según estudios similares, siendo el más alto del mundo Suráfrica de 0,62. Lo anterior se refleja en casos como los de María y Brayan en sus abismales resultados en las pruebas de acceso a la

universidad. Para tener un referente entremos un poco en sus historias paralelas y de esta manera empezar a comprender en contexto esta historia de descubrimiento con sus alegrías y tristezas.

María es una estudiante de último grado de un colegio privado de una ciudad en Colombia. Asiste las ocho horas de clase al día y todas las 40 semanas en el año lectivo. Su colegio realiza pruebas externas en cada período desde segundo grado y ella alcanzó a entrenarse en tres cursos y en cinco exámenes previos. Cursó el preescolar durante tres años y la primaria completa también en un colegio privado. Sus hermanos también estudian en el mismo colegio. Sus padres son profesionales con empleos estables que soportan la economía familiar y la vivienda es propia.

En su hogar, además de la presencia de padre y madre con los cuales mantiene buenas relaciones y dialoga con frecuencia, en especial para construir desde el conflicto; tiene su habitación propia, una biblioteca con cuentos, literatura juvenil y ciencias; computador personal, uso de internet y televisión por cable y cine vía streaming; buena alimentación tres veces al día y una que otra salida a sitios de diversión familiar. Practica deporte o pintura en las tardes en cursos privados. Ha visitado en el último año exposiciones de pintura, cine, fotografía, museos, un parque temático y al zoológico. Todos los días conversa con sus padres de algún libro o película o de alguna noticia deportiva o de actualidad.

Brayan es un estudiante del mismo grado que estudia en un colegio público de la misma ciudad en la jornada de la tarde. Asiste seis horas de clase diario o menos cuando por alguna circunstancia climática, laboral o de otro tipo, la institución debe dar por terminada la jornada escolar. Hace parte del 90% de los alumnos de su curso que no realiza ningún tipo de curso preparatorio para los exámenes de Estado. Cursó solo un año de preescolar y su primaria la hizo en escuela pública. Su padre no terminó la primaria, se gana la vida como ayudante de oficios varios pero no convive con él; tiene otro hogar, vive en otra ciudad y no se ven desde hace tres años.

Su madre es ama de casa, pero no de su propia casa, pues vive en arriendo junto con su tío, su abuela y dos menores hijos de su tía de 19 años. La relación con los demás miembros de la familia se torna algunas veces insostenible y conflictiva. Duerme en el mismo cuarto con su mamá, su tía y los dos menores. No cuenta con un sitio especial para el estudio y escasamente con los cuadernos y útiles para la escuela. Televisión con los canales comerciales de mayor cobertura en el país. Algunas veces tienen dos o una sola comida al día, y la mayoría tres veces pero en cantidad y calidad deficiente. La poca diversión consiste en jugar fútbol en la cancha del barrio con sus amigos. Nunca ha ido a ningún museo o a una exposición de pintura. Las charlas con su familia se tratan de noticias relacionadas con algunos crímenes recurrentes en la ciudad o de imperdibles telenovelas.

Los anteriores escenarios fueron tomados de historias de vida de estudiantes reales bajo el anonimato de nombres ficticios. Pero lo más importante, describen las características de dos contextos verídicos, en donde cada historia aborda los aspectos que aplica el examen de acceso a la universidad con su cuestionario sociodemográfico a los estudiantes.

Sin embargo, solo se escuchan y se leen sobre los excelentes resultados de unos y los pésimos de otros, sin detenernos a revisar que detrás de los fríos números hay una enorme brecha de desigualdad social, económica y educativa. Al margen de los resultados institucionales, que parecen más una cotización en la bolsa de valores, se encuentra la creciente diferencia en las atmósferas sociales de ambos estudiantes, lo que inexorablemente se refleja en sus resultados del examen de acceso a la universidad entre el puntaje 370 de María y el 170 de Brayan.

Solo el abordaje eficiente por el Estado de las inequidades de fondo y el cumplimiento constitucional de ofrecer educación de calidad, es lo que realmente le podría permitir a Brayan obtener un mejor resultado. De todas maneras, esto sería lo de menos, pues lo más relevante es que le permitiría superar las barreras socioeconómicas y en virtud, acceder a la educación en igualdad de oportunidades que impulsen su desarrollo personal y le permitan contribuir a la dinámica social de su comunidad.

## **Descubriendo maneras de cambiar la realidad: Conciencia Modo2**

La relación con la Asociación Investigación en Secundaria, sus profesores y por supuesto sus estudiantes, nos ha dado el impulso necesario para iniciar el viraje desde nuestra escuela pública, hacia la gestión del conocimiento desde su producción hasta su apropiación. Ya han pasado dieciocho años desde que la conciencia permeó a nuestro colectivo y los frutos en Valledupar y el Caribe colombiano, para ser prudente, son palpables.

En este sentido, desde hace algún tiempo las agendas de ciencia y tecnología y la Expedición Pedagógica del Caribe han diagnosticado, baja sensibilidad frente a la Ciencia, la tecnología y la innovación (CT+I) en Colombia, especialmente en nuestras escuelas, de tal manera que permita la formación de una cultura en CT+I. Luego, somos conscientes del llamado que tenemos como escuela pública y como profesores en la comunidad. Es decir, es necesario que simultáneamente a la financiación de la investigación, la preparación de doctores o la cualificación de las relaciones simbióticas de los investigadores con el sector productivo, abonemos ese ambiente en donde sus diferentes actores puedan producir conocimiento; difundirlo de tal manera que logre permear desde el análisis de los expertos al interés popular; y finalmente ser utilizado como un bien social y no una herramienta de opresión o como vía de autoeliminación. Y ese caldo primigenio es sin duda la escuela.

La escuela como espacio formador de esa nueva generación está llamada a cumplir con su papel de ser actor en los procesos de transformación social que se requieren para configurar tal ambiente de CT+I, denominado cultura científica. En el currículo es importante la presencia de elementos cuestionadores sobre los imaginarios que en el estudiante subyacen sobre la ciencia, sus protagonistas y su papel en la sociedad. Al trabajar por disciplinas más que por contextos la tendencia en el nuestro currículo no favorece esta presencia. En forma particular, el modelo transmisionista y memorístico refuerza el concepto del estudiante que la ciencia es un producto individual y no un proceso societario. Por esta razón al ser entendida por el estudiante como un producto y sin relación con nuestra vida normal, lo cotidiano no es identificado como factor inspirador de investigación.

Esta compleja situación nos motivó, desde el papel primero de profesor y ahora como directivo, a hacernos las siguientes preguntas que indujeron a una intervención pedagógica desde tres ambientes de un mismo problema. En el aula: ¿si en clase usamos estrategias didácticas basadas en la indagación, se desarrolla en los estudiantes un aprendizaje significativo de manera que lo cotidiano permee lo científico?

Desde el currículo: ¿con la investigación formativa o iniciación a la investigación en un contexto social, que desmitifique las ideas sobre la ciencia, es factible el desarrollo de competencias científicas en los jóvenes que permitan percibir continuidad entre el conocimiento abordado en el aula y las necesidades del mundo real?

A través de la relación escuela-comunidad: ¿Con nuestros estudiantes y profesores estimulando a la comunidad en general a través de la apropiación social como ejercicio democrático y de civilidad, pudiéramos contribuir a crear en la región una conciencia colectiva de generación, circulación, comprensión y uso de la ciencia y la tecnología?

La estrategia que hemos bautizado CONCIENCIA MODO2, que en el fondo implica nuevas formas de lucha por la educación pública de calidad, que hemos promovido a partir de las experiencias compartidas en suelo español y que anteriormente hemos abordado en parte como anecdótico, es la que intenta vivir nuevas y propias experiencias; construir nuevos y propios saberes; que respondan a nuestras propias y cambiantes realidades.

Buscamos, entonces, promover una conciencia colectiva de generación, circulación, comprensión y uso del conocimiento científico desde la escuela, mediante una intervención pedagógica que estimule el desarrollo en los estudiantes de un aprendizaje significativo como base para la producción de conocimiento y desarrollo de competencias científicas, con el fin de que nuestras escuelas contribuyan en la formación de cultura científica y ciudadana consecuente con las necesidades y expectativas de la región. La estrategia aborda una nueva manera de

formar en la ciencia: la ciencia modo 2, descrita por Gibbons en 1994. En este nuevo modo de hacer ciencia el conocimiento y quien lo produce se deben a una responsabilidad y un compromiso social.

En resumen, la propuesta se ha implementado en la básica secundaria y la educación media, es decir con jóvenes entre 12 a 18 años. Durante este tiempo ha incluido asignaturas con los profesores de Ciencias Naturales, Física, Microbiología, Bioquímica, Educación Física, Matemáticas, Tecnología e Informática, Ciencias Sociales, Artística y Lenguaje. En la escuela la estrategia tiene tres ambientes que se complementan.

El primero se refiere al Modelo Didáctico Basado en la Indagación (SIMBIOSIS) que fomenta el desarrollo del pensamiento crítico, el trabajo colaborativo y el aprendizaje significativo. Este modelo tiene características didácticas, que potencian el procesamiento de la información y el desarrollo de la interacción social y procesos democráticos. SIMBIOSIS presenta en su sintaxis, una fase de ideas previas, una de revisión de conceptual, y una de transferencia y aplicación. Es la pregunta la que constituye el epicentro del modelo.

El segundo ambiente, pretende a través de la planeación, ejecución y divulgación de proyectos de investigación formativa o iniciación a la investigación en un contexto social, el desarrollo de competencias científicas en los jóvenes para asumir la CT+I como esencial en la solución de problemas de la región. En este sentido La Misión de Ciencia en 1994, señalaba “a estudiantes y docentes como investigadores incipientes del entorno social y natural del área de influencia del plantel, como aporte para democratizar y descentralizar la calidad de la educación”. Este ambiente que se propuso hace ya 17 años, cuenta con la figura del SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN, puesto que el semillero, como menciona Ossa, “permite construcción de comunidad, de civilidad, de práctica de la democracia desde la academia, algo que el estudiante no identifica fácilmente”.

El tercer ambiente (CSI-VALLEDUPAR) busca la apropiación social del conocimiento generado por el semillero. Es necesario que el trabajo científico de los estudiantes salga de las cuatro paredes, circule en la sociedad y la investigación no se quede socialmente estéril y permeando sólo círculos académicos. En este ambiente encontramos las expresiones más creativas de difundir, divulgar y usar el conocimiento. Por eso es importante nutrir permanentemente las relaciones de la escuela con su comunidad, es decir, con la academia de otras instituciones educativas y universidades con sus centros de investigación; con el sector productivo no solo de patrocinadores si no como reflejo para bien o para mal del modelo económico; y con el Estado que les recuerda sus compromisos con el futuro de esos jóvenes y con la educación.

### **Productos tangibles y proyecciones en la región**

Sin caer en el exhibicionismo y en el detalle técnico, creemos que los productos de amplia y diversa índole dan una idea del proceso formativo en que se enmarca CONCIENCIA MODO2. De esta manera, encontramos en los estudiantes que han participado, un avance en su aprendizaje al comparar pruebas realizadas con base en mapas conceptuales, antes y después de un ciclo de SIMBIOSIS: del 10% con valoración mínimo en básico, que son los alcances apenas deseados en el aprendizaje, se pasa a un 84%.

Por otro lado, como hecho registrado, la participación en concursos de lectoescritura de los 97 estudiantes del grupo piloto con resúmenes y reseñas críticas como en el concurso Leamos la Ciencia para Todos del Fondo de Cultura Económica y el Banco de la República, con uno de ellos con el primer lugar entre 260 trabajos en Cesar y uno de los 40 finalistas entre 12.474 en el país.

En el marco del componente SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN, del total de ideas de investigación concebidas siguen a planeación el 90%; de éste el 100% a fase de divulgación, 40% como propuestas y 60% como proyectos terminados. En el 2002 se registró el primer semillero de una Institución Educativa de nuestro nivel, ante la RedCOLSI (Red Colombiana de Semilleros de Investigación). A raíz de esto el grupo lideró como única institución pública o

privada en su género, la organización del primer encuentro regional. El evento cumplió este año su versión número quince con la presencia en la actualidad de 20 instituciones públicas pares.

Sea esta la oportunidad para mencionar, resaltar y agradecer los espacios ofrecidos por Investigación en Secundaria a muchos de los proyectos de semilleros que han logrado mayor reconocimiento: *Comportamiento sexual en adolescentes* (2003); *La mosca como transmisora de patógenos* (2004); *Resistencia física y nutrición en niños* (2005); *Triatominidos y riesgo para la enfermedad de Chagas en barrios subnormales* (2006); *Kwiku: visión intercultural de la enfermedad de Chagas en la comunidad indígena Arhuaca de Séynimin* (2007); *Manifestaciones alérgicas en estudiantes por ácaros* (2009); *Organoleptia y aceptación de la carne de equino* (2010). *Uso de redes sociales en la prevención del dengue* (2013); *Aromatizantes a partir del mango variedad número once* (2015); *Música vallenata interpretada con instrumentos clásicos y uso en la concentración* (2016); *Características y adaptabilidad de estudiantes migrantes venezolanos en el sistema educativo colombiano* (2018); entre otros trabajos tutoriados por otros docentes de diferentes áreas. Alguno de ellos han sido publicados en la revista Meridies.

Todos han sido sustentados por estudiantes en eventos de ciudades y poblaciones como: Cali, Cartagena, Valledupar, Aguachica, La Jagua, Cúcuta, San Cristóbal (Venezuela), Bogotá, Medellín, Manizales, Pasto, Montería, Tunja, Santa Marta, Barranquilla y en Cáceres, España (2006), primer intercambio investigativo entre una escuela del Caribe colombiano con otro de Europa y hasta donde sabemos de uno público en Colombia; Novo Hamburgo, (Estado Rio Grande do Sul, Brasil, 2014), y cinco IES de Salamanca y Cáceres, España en 2016.

Hemos recibido el reconocimiento como “Pioneros en el Cesar en Investigación Formativa en el Bachillerato”, Nodo Bolívar RedCOLSI (2003); mejor Experiencia en Competencias Científicas de Valledupar (2005); seleccionada al Foro Educativo Nacional (2005); Premio Excelencia Pedagógica (2006); reconocimiento Logros Académicos por la Cámara Júnior Internacional 2005 y experiencia Nominada al Premio Compartir al Maestro 2007, máximo galardón en Colombia de esta naturaleza. En la actualidad lideramos un grupo consolidado de profesores denominado CECCE (Centro Estudios por una Cultura Científica desde la escuela), que pretende ampliar la estrategia CONCIENCIA MODO 2 en todo su recorrido de gestión del conocimiento. Este año celebramos la primera versión del Encuentro de Cultura Científica y Ciudadana desde la Escuela Oficial. Esperamos que en la versión 2019 puedan acompañarnos centros de España y de otros países.

### **Vivencias nuestras, saberes propios**

Para finalizar por lo pronto, pues este es un viaje pedagógico sin descanso terrenal, al final de cada bucle, los estudiantes han reforzado su autonomía y la capacidad para emitir juicios en su desempeño y en el de sus pares. Comprendieron que la escuela es más que un espacio para metas personales y que su esfuerzo no se puede diluir en los éxitos artificiales de la nota, sino que lo que aprenden, tiene utilidad en la vida real con una motivación más allá de la calificación.

Por primera vez son conscientes de la combinación racionalidad-emotividad en el aprendizaje. De hecho, al convertirse la pregunta en una invitación antes que una agresión se han vinculado con los problemas del entorno relacionados con su calidad de vida.

Como profesores y directivos hemos comprobado que nuestras acciones desde la educación en CT+I marcan pautas y permiten la participación del estudiante en la dinámica social de su comunidad; que podemos sentirnos parte del grupo que decide, no del que sobrevive; que somos capaces desde la escuela pública de provincia; que no sólo por su folclor puede ser noticia el Cesar y Valledupar; y que, sin duda lo más importante en el actual momento de la postverdad y de reconciliación nacional, la nuestra es una apuesta contraria a la mezcla de violencia-corrupción, pues mientras ésta busca el silencio y la resignación, nosotros intentamos rescatar la pregunta y la búsqueda de soluciones.



## EL VIAJE DEL HÉROE

**Martín Núñez Calleja**

IES Sierra de San Pedro. c/ Fray Alonso de Manzanete. 06190 La Roca de la Sierra (Badajoz)

*El IES Sierra de San Pedro tuvo el privilegio de organizar la XXII Reunión Científica para alumnos de Enseñanza Secundaria. Mucho ocurrió, y nos emocionó, antes, durante y después de ello. Esto pretende ser una reflexión sencilla de todo aquello.*

Joseph Campbell, en su libro “El Viaje del Héroe” habla del monomito, el de un hombre que abandona su zona de confort para iniciar un viaje que le cambiará la vida. Ese viaje tiene una serie de etapas, doce, que se repiten en miles de mitos, novelas o películas. Harry Potter o Frodo son “héroes” que abandonan su mundo para adentrarse en otros que los cambiará para siempre, un mundo donde correrán peligros y aventuras, un mundo que los devolverá con experiencias y sentimientos que les harán ver las cosas de un modo distinto a cuando se marcharon.

Estas fueron las etapas de nuestro viaje:

**1. Mundo ordinario:** En Extremadura, en La Roca de la Sierra (Badajoz) en un Instituto de Educación Secundaria. Sobre 400 alumnos que provienen de 4 localidades: La Nava de Santiago, La Roca de la Sierra, Puebla de Obando y Villar del Rey. Es el curso 2016-2017, todo iba tranquilo, el desarrollo de las clases, de las actividades, de los encuentros y de los desencuentros, todo era “normal”. Era un día cualquiera, de una semana cualquiera.

**2. Llamada a la aventura:** Siempre hay inquietudes en un centro educativo, ¿innovadores? ¿Emprendedores? ¿Aventureros? ¿Héroes? En algún despacho, en alguna conversación, tomando algún café quizás. Así probablemente empezó nuestra aventura, nuestro “Viaje del héroe”, una llamada a una aventura que no tendría retorno, que nos cambiaría. Se estaba gestando la XXII Reunión Científica para alumnado de educación secundaria.

**3. Evitando la llamada:** Claro que surgieron miedos y rechazos, y dificultades antes de poner encima de la mesa ni siquiera los primeros bocetos de nuestra aventura. Acudimos a presentar nuestra candidatura a Plasencia a la XXI Reunión Científica y cuando entramos en aquel teatro y vimos algunas charlas, el “miedo”, y la responsabilidad que se nos venía encima nos hizo dudar de nuestra capacidad, de nuestras posibilidades.

**4. Conociendo al mentor:** En la novela de Campbell, el mentor del héroe, es quien resuelve esos primeros miedos y anima al héroe a dar el salto que lo llevará definitivamente a la aventura, es el mago Gandalf en el Señor de los Anillos o el entrenador que lleva a su modesto equipo a ganar una competición. En nuestro caso, no hubo un único mentor, nuestra aventura no era individual, todos nos erigimos en héroes y/o mentores y bastó con poner encima de la mesa de toda la Comunidad Educativa nuestros propósitos para infundirnos de forma mutua ese valor que necesitábamos para iniciar la aventura.

**5. Cruzando el umbral:** Y empezó el lío. Nos organizamos en grupos de trabajo y comisiones. Habría que conseguir financiación, adecuar espacios, motivar para la entrega de trabajos. Y todo empezó a rodar. La Administración y los Ayuntamientos se pusieron a nuestro servicio y su inestimable colaboración nos hacía caminar seguros en nuestros primeros pasos. Las familias y el alumnado estaban muy ilusionados y esa ilusión era un combustible perfecto para nuestro motor que ya estaba en marcha. El personal docente y el no docente no iba a fallar y con ellos estábamos dispuestos a luchar por nuestros objetivos.

**6. Pruebas, aliados y enemigos:** Organizar un evento de estas dimensiones en un Pabellón Deportivo de un centro educativo era algo que no había ocurrido nunca, y las carencias técnicas de los espacios fueron nuestros primeros problemas graves que hubo que resolver. Sentar y dar de comer a 400 personas fue otra de las grandes pruebas que se nos presentaban en un horizonte incierto. Ajustar el sonido, la luz y los dispositivos tecnológicos para el encuentro también se antojó complejo. Pero todo iba superándose, sobre el papel, en nuestras mesas de trabajo o en nuestras intensas reuniones. Aparecieron aliados con los que contábamos pero que nunca

imaginamos que iban a dar tanto por una idea. Hubo alumnos que buscaron financiación, sin pedirselo, y la consiguieron. Hubo vecinos, ajenos a la Comunidad educativa que ofrecieron sus verdes aspidistras para decorar el Pabellón. Y, ¿enemigos?, tal vez los hubo, no fuimos conscientes, pero poca debió ser su fuerza si pasaron desapercibidos.

**7. Aproximación a la gran prueba:** Se aproximaba la fecha de la Reunión. Hubo que hacer algunos reajustes importantes sobre todo en lo referente a cuestiones climáticas y a los protocolos obligados por la inauguración y las personas que iban a venir a la mesa inaugural. Se acercaba el día e iba a llover mucho y las cuestiones que íbamos a hacer al aire libre hubo que replantearse con poco tiempo. Respecto a los protocolos y la mesa inaugural estuvimos pendientes de la visita de su Majestad la Reina de España hasta última hora pues hubo una posibilidad real (y nunca mejor dicho) de su presencia. Nunca nos dimos por vencidos pero en estos días la adrenalina corría por el IES a raudales.

**8. Gran prueba:** Y llegó el día, y la lluvia, y las autoridades y los alumnos de muchos lugares de España. Tuvimos una organización perfecta en cuanto a la recepción de unos y de otros. Nuestros azafatos y azafatas coordinados por profesores recibieron a todos los participantes que venían a exponer sus trabajos. El Equipo directivo recibía al presidente de nuestra Comunidad Autónoma y su Consejera de Educación además de otros cargos importantes en el ámbito educativo. Tuvimos el placer de contar también con los presidentes de las Reales Academias de Física, Química, Matemáticas, Biología y Geología. Además llegó también el ponente que abría nuestra Reunión, un más que reconocido, de fama mundial, médico que nos dio una lección de buen hacer y buen estar con su gran presencia, su humildad y su humanidad.

**9.** Y empezaron las ponencias del alumnado, los auténticos protagonistas de este evento, un buen puñado de interesantes presentaciones que sacaron del público muchos aplausos y ovaciones.

**10.** Un momento muy emocionante también fue la comida, organizada por los Ayuntamientos y la Asociación de Padres y Madres. Se realizó una gran barbacoa y una paella gigante. Pese a la lluvia hubo una gran confraternización entre todos los miembros de este magnífico encuentro. Todo esto ocurrió el primer día, la gran prueba estaba superada.

**11. Recompensa:** Aunque faltaba la mañana del día siguiente nos fuimos a casa muy satisfechos, recompensados de la gran cantidad de pósteres, de la gran cantidad de gente, de la gran cantidad de sonrisas que poco a poco fuimos recibiendo desde que iniciamos esta aventura.

**12. El camino de vuelta:** El segundo día de la reunión empezó más tranquilo, seguimos con las ponencias que faltaban, la lluvia cedió en su empeño de mojar todo el evento y todo transcurría bien, el final se acercaba.

**13. Resurrección:** Como broche final programamos una visita a la dehesa, nuestro máspreciado paisaje. Autobuses, de nuevo organización, de nuevo movimiento de personas y de nuevo los miedos a que todo lo que allí teníamos preparado se fuera al traste. Alumnos cansados, profesores cansados y una dehesa verde y majestuosa para que nuestros visitantes se llevaran en sus pupilas esta foto como despedida.

**14. Regresar con el elixir:** Y se marcharon todos, y limpiamos, y sonreímos, y contamos anécdotas. Hicimos valoraciones, evaluamos nuestra aventura y concluimos que ganamos mucho. Muchas felicitaciones sinceras de alumnos, de padres, de profesores, de autoridades. Volvimos a las aulas al día siguiente, aún había restos de decoración que durante el día fueron desapareciendo. Volvemos a nuestra zona de confort sintiendo que se ha hecho más grande, que realmente hemos cambiado, para bien, todos los que participamos en esta XXII Reunión Científica del IES Sierra de San Pedro.

## UN MARCO PEDAGÓGICO PARA LAS REUNIONES CIENTÍFICAS

**Mercedes Rivero Montero**  
Instituto de Geociencias (CSIC-UCM), Madrid.

Conozco desde hace muchos años la realización en Extremadura de las “Reuniones Científicas” para estudiantes de Enseñanza Secundaria (ESO, Bachillerato y Ciclos Formativos). Desde siempre, pero muy especialmente tras mi dedicación profesional a la investigación, me ha parecido verdaderamente fascinante que alumnos de instituto pudieran participar activamente en un “congreso” y que pudieran publicar en una “revista científica” dirigida a ellos. Esto va, evidentemente, unido a la realización de sencillos trabajos de investigación por parte de muchos grupos de estudiantes. Estos grupos se reparten por toda la geografía nacional y también por bastantes países de Europa y Sudamérica, que también han llegado a participar (Fig. 1).



**Fig. 1.-** Un momento de la defensa de paneles en la última edición de las Reuniones Científicas celebrada en La Roca de la Sierra (Badajoz). Cuatrocientos alumnos, acompañados de medio centenar de profesores, presentaron aquí casi cien trabajos de investigación realizados en centros de Enseñanza Secundaria situados en más de veinte localidades diferentes de España y Portugal.

Quiero ahora hacer incidencia en los aspectos pedagógicos en los que se puede enmarcar esta larga e innovadora experiencia, pues la realización de un proyecto de investigación y la presentación de los resultados en un pequeño congreso crea un ambiente favorable para el desarrollo de habilidades metacognitivas y facilita a los alumnos (y también a sus profesores) a “aprender a aprender” a través del aprendizaje por descubrimiento y dentro de un aprendizaje basado en proyectos. También quiero hacer una breve incidencia en los aspectos legislativos, pues la legislación actual incluye explícitamente los proyectos de investigación en algunos cursos y materias de ESO y Bachillerato.

### **La metacognición**

El conocimiento metacognitivo se refiere: a) Conocimiento de la persona, que trata del conocimiento que tenemos de nosotros mismos como aprendices, de nuestras potencialidades y limitaciones cognitivas y de otras características personales que pueden afectar el rendimiento en

una tarea; b) Conocimiento de la tarea que hace alusión al conocimiento que poseemos sobre los objetivos de la tarea y todas aquellas características de ésta, que influyen sobre su mayor o menor dificultad (Ossés y Jaramillo, 2008).

La metacognición se presenta como una estrategia para formar alumnos autónomos, sobre la base de una educación que potencia la conciencia sobre el propio aprendizaje y la autorregulación del mismo por parte de los estudiantes, de manera tal, que les conduzca a un "aprender a aprender", es decir, a autodirigir su aprendizaje y transferirlo a otros ámbitos de su vida.

Sandi-Urena y Cooper (2010) proponen que la metacognición puede desarrollarse con mayor éxito en los alumnos creando ambientes favorables para ello. Así se proponen dos modelos educativos que tienen como base el crear dichos ambientes: a) Por un lado creen que en las asignaturas científicas la metacognición se ve fuertemente potenciada cuando el aula se traslada al laboratorio o fuera del recinto escolar, siendo favorable que la duración del proyecto a desarrollar sea medio-larga. Es importante para favorecer la metacognición que los profesores sean meros guías del proceso, y no busquen sustituir el propio proceso de los alumnos, son los alumnos los que deben buscar sus propios caminos para encontrar una solución al planteamiento que se les presenta. b) Por otro lado, el aprendizaje colaborativo o, en otras palabras, la socialización entre los alumnos, también es un ambiente propicio para desarrollar la metacognición. Si a las dinámicas colaborativas, se les suman experiencias individuales en las que los alumnos evalúan las estrategias de trabajo que han desarrollado colaborativamente, se facilita la reflexión metacognitiva.

### **El aprendizaje por descubrimiento**

El aprender debe ser un proceso activo en el que los estudiantes construyan nuevas ideas sobre conceptos basados en su conocimiento actual, debe seleccionar la información y tomar decisiones en su proceso de incluir experiencias en sus construcciones mentales existentes. Así pues, una de las características más relevantes del aprendizaje por descubrimiento, es que el contenido a ser aprendido, no se facilita en su forma final, sino que tiene que ser descubierto por el sujeto, lo que requiere un rol activo de parte del estudiante (Martínez y Zea, 2004), que le permitirá aplicar lo aprendido a situaciones nuevas (Eleizalde, *et al.*, 2010).

El aprendizaje significativo se caracteriza por la interacción entre conocimientos previos y conocimientos nuevos y que esa interacción es no literal y no arbitraria. En este proceso los nuevos conocimientos adquieren significado para el sujeto y los conocimientos previos adquieren nuevos significados y mayor estabilidad cognitiva (Moreira 2012). A pesar de ello, el aprendizaje por descubrimiento puede no ser efectivo si no va acompañado de un apoyo que sirva de guía (Mayer, 2004), por lo que la figura del profesor es muy necesaria en este proceso.

### **El aprendizaje basado en proyectos**

En un sencillo manuscrito publicado en 1918, en la Facultad de Educación de la Universidad de Columbia, W. H. Kilpatrick introdujo por primera vez el término de "proyecto" en el ámbito educativo y planteó la siguiente afirmación: "el aprendizaje se produce de mejor manera cuando es consecuencia de experiencias significativas, ya que esto permite al estudiante ser copartícipe en la planificación, producción y comprensión de una experiencia" (Kilpatrick, 1918).

Actualmente, en todo el mundo, se está hablando de un trabajo en el aula que parte de aplicar una metodología de aprendizaje basada en la realización de "proyectos", planteados desde puntos de vista muy diversos. En el campo de la enseñanza de las ciencias, esta metodología

conecta con líneas de investigación como las de “Ciencia-Tecnología-Sociedad”, “Ciencia en contexto”, “Temas socio-científicos (SSI)”, “Educación ambiental” (y en general, en relación a las llamadas temáticas transversales), “Aprendizaje por indagación”, “Aprendizaje basado en la modelización”, “Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemática (STEM)”, entre otras, marcos en los que también confluyen distintas concepciones y prácticas (Sanmartí y Márquez, 2017).

Cuando se habla de un “aprendizaje basado en proyectos”, actualmente se está hablando de metodologías muy diversas, aunque todas tienen algunos rasgos comunes (Sanmartí, 2016). Algunos de los más relevantes se pueden concretar así:

- a) Se parte del estudio de alguna situación o problema contextualizado.
- b) Se “investiga” para dar respuesta a preguntas, dudas o retos, iniciales o que van surgiendo a lo largo de la realización del proyecto.
- c) Se aprende, a partir del contexto y en respuesta a preguntas, conocimientos clave y transferibles a la interpretación y actuación en otros contextos.
- d) Se incluyen contenidos y evaluaciones auténticas, con objetivos didácticos específicos.
- e) Se da a los alumnos la oportunidad de trabajar de forma, más o menos, autónoma por periodos de tiempo extensos.
- f) El profesor facilita pero no dirige.
- g) Se trabaja en grupos heterogéneos, y se promueve el aprendizaje cooperativo y la reflexión.
- h) Se utilizan herramientas para aprender de manera interactiva, promoviendo el uso de tecnologías digitales (cognitivas).

El aprendizaje basado en proyectos se basa en que los alumnos, organizados por grupos, aprenden sobre un tema a través de la investigación; con la finalidad de aplicar los conocimientos que han ido adquiriendo en el desarrollo de un proyecto concreto y común para el grupo, a modo de producto final. Esta estrategia permite desarrollar habilidades y destrezas que le ayude a desenvolverse mejor en la vida real como son: el trabajo en grupo, aprendizaje autónomo, la capacidad de autoevaluación, organización, planificación temporal y la capacidad de expresión oral y escrita (Reverte *et al.*, 2007).

Básicamente, existen tres fases bien diferenciadas que comparten todos los proyectos (López y Lacueva, 2007): preparación, desarrollo y comunicación.

- Preparación. Esta primera fase se dedica a plantear el tema que se va a trabajar y el producto final. Deberá empezar a establecerse los primeros acuerdos entre los miembros del grupo sobre las tareas que se van a realizar y los posibles materiales que pueden necesitar. Las planificaciones deben ser sencillas y flexibles, ya que es demasiado pronto para concretar y fijar un plan definitivo. Dentro de esta primera fase de preparación, están incluidas las fases de orientación y explicitación de ideas propias de la progresión del aprendizaje del constructivismo.

- Desarrollo. En esta fase es cuando se realiza y da forma al proyecto establecido. Para empezar, la búsqueda bibliográfica es fundamental. Es interesante facilitar cauces para contactar con expertos o personas que puedan aportarles información y ayuda. Las actividades se realizan en un espacio/tiempo determinados para cada grupo. También es importante dedicar un tiempo a que puedan reflexionar y dejar por escrito cómo van avanzando en el desarrollo del proyecto.

- Comunicación. Ahora se trata de exponer y difundir los resultados y conclusiones alcanzados. Es una fase fundamental porque es la que da sentido a todo el trabajo. Sirve también para que los alumnos se autoevalúen y sean conscientes de cómo ha evolucionado su aprendizaje.

Las valoraciones y opiniones de terceros son también necesarias y potencian el propio aprendizaje,

El aprendizaje basado en proyectos, permite desarrollar la capacidad crítica del alumno, hace que se cuestionen sus propias ideas y les obliga a abrir sus mentes a nuevos horizontes, nuevas ideas y nuevas formas de hacer las cosas (Martí *et al.*, 2010). Permite también desarrollar su autonomía, debido a que son ellos los que deben diseñar su propio trabajo, participar y lograr los objetivos propuestos, provocando una satisfacción que no sucedería si los pasos a seguir les fueran impuestos desde fuera (Kokotsaki *et al.*, 2016). Incluso desarrollan unas habilidades y valores útiles para su vida, como el del trabajo en equipo. Además del desarrollo intelectual, el desarrollo de un proyecto también da la oportunidad de desarrollar su creatividad, imaginación y habilidades manuales.

La experiencia de muchos docentes evidencia los múltiples beneficios que aporta, sin embargo, puede resultar una actividad difícil para el docente si no se conoce bien cuál es su papel (Torrecilla, *et al.*, 2014; Mujica, 2015). También hay docentes que señalan diversos impedimentos para la implementación de la enseñanza basada en la investigación a través de proyectos, éstos varían desde el miedo a lidiar con asuntos "políticos" hasta la reticencia a desafiar la ortodoxia curricular (Levinson y Amos, 2018).

### **El proyecto de investigación en los currículos de Enseñanza Secundaria.**

En la legislación educativa de todas las comunidades autónomas, en sus diferentes Órdenes, se hace singular referencia a la metodología científica. Para simplificar, voy a utilizar como ejemplo la legislación de Castilla y León que en las Órdenes EDU/362/2015 y EDU/363/2015, de 4 de mayo establecen los currículos y regulan la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria y del bachillerato (respectivamente) en dicha Comunidad Autónoma. En ambas órdenes, y muy especialmente si nos centramos en los currículos de las materias científicas, se hace referencia a la metodología científica a través de la construcción de modelos explicativos y predictivos “a través de procedimientos de búsqueda, observación directa o experimentación, y de la formulación de hipótesis que después han de ser contrastadas” y cómo muchos aspectos deben ser integrados por medio del método científico y el desarrollo de los proyectos de investigación y con la utilización “de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación para la búsqueda de información, la presentación de sus observaciones y la elaboración de sus conclusiones” y añade que esta estrategia proporcionará al alumno “métodos de trabajo en equipo, le permitirá desarrollar habilidades experimentales y le servirá de motivación para el estudio”. También se señala cómo las actividades fuera del aula “rompen con la rutina habitual de las clases y trasladan el aprendizaje y el conocimiento al mundo real por lo que son muy motivadoras para ellos”.

Con las anteriores motivaciones se justifica la inclusión, en los currículos de Biología y Geología de 3º y 4º de ESO, de un bloque específico denominado “Proyecto de investigación” en el que como contenidos se incluye únicamente “Proyecto de investigación en equipo”. En ambos cursos figuran, en las Órdenes EDU/362 y 363 de 2015 anteriormente citadas, con redacciones prácticamente idénticas, los siguientes criterios de evaluación:

1. Planear, aplicar, e integrar las destrezas y habilidades propias de trabajo científico.
2. Elaborar hipótesis y contrastarlas a través de la experimentación o la observación y la argumentación.
3. Utilizar fuentes de información variada, discriminar y decidir sobre ellas y los métodos empleados para su obtención.

4. Participar, valorar y respetar el trabajo individual y en equipo.
5. Exponer y defender en público el proyecto de investigación realizado

También se recogen idénticos estándares de aprendizaje en ambos cursos (en correspondencia con los anteriores criterios):

- 1.1. Integra y aplica las destrezas propias del método científico.
- 2.1. Utiliza argumentos justificando las hipótesis que propone.
- 3.1. Utiliza diferentes fuentes de información, apoyándose en las TIC, para la elaboración y presentación de sus investigaciones.
- 4.1. Participa, valora y respeta el trabajo individual y grupal.
- 5.1. Diseña pequeños trabajos de investigación sobre animales y/o plantas, los ecosistemas de su entorno o la alimentación y nutrición humana para su presentación y defensa en el aula.
- 5.2. Expresa con precisión y coherencia tanto verbalmente como por escrito las conclusiones de sus investigaciones.

En bachillerato no existe en ninguna asignatura un bloque tan específico relacionado con el proyecto de investigación, salvo en el Bachillerato de Investigación y Excelencia, actualmente regulado, en el caso de Castilla y León, por la Orden EDU/443/2016 donde existe una asignatura específica en 1<sup>er</sup> curso (Iniciación a la Investigación) y se ha de realizar un Proyecto de Investigación en 2<sup>o</sup> curso; este proyecto de investigación es dirigido por un profesor perteneciente a un departamento universitario y es tutelado por un profesor del IES. El trabajo de investigación realizado se resume en una memoria y se defiende ante un tribunal formado por un profesor universitario y dos profesores del IES. El proyecto de investigación recibe una calificación propia y diferenciada de las otras asignaturas, calificación que, si es superior a 9, es tenida en cuenta por las universidades de Castilla y León a la hora de formalizar la matrícula en el primer curso de carrera.

## REFERENCIAS

- Eleizalde, M., Parra, N., Palomino, C., Reyna, A. y Trujillo, I. (2010). Aprendizaje por descubrimiento y su eficacia en la enseñanza de la Biotecnología. *Revista de Investigación*, 34(71), 271-290.
- Kilpatrick, W. H. (1918). The project method: The use of the purposeful act in the educative process (No. 3). *Teachers college, Columbia University*.
- Kokotsaki, D, Menzies, V. y Wiggines, A. (2016). Project-based learning: A review o the literature. *Improving Schools*, 19 (3), 267-277.
- Levinson, R., y Amos, R. (2018). Socio-Scientific Inquiry Based Learning (SSIBL): gearing social action to scientific knowledge. In *New Perspectives in Science Education, Conference Proceedings* (pp. 590-594).
- Martí, J., Heydrich, M., Rojas, M., y Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158), 11-21.
- Martínez, E. R. y Zea, E. (2004). Estrategias de enseñanza basadas en un enfoque constructivista. *Revista Ciencias de la Educación*. 2 (24):69-90.

- Mayer, R. (2004). Should there be a there-strikes rule against pure Discovery learning? *America Psychologist*, 59 (1), 14-19.
- Moreira, M. A. (2012). ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? *Qurrriculum: revista de teoría, investigación y práctica educativa*, 25, 29-56.
- Mújica Rodríguez, A. M. (2015). Aprendizaje por proyectos una vía al fortalecimiento de los semilleros de investigación. *Rev. Docencia Universitaria*, 16 (1), 153-154.
- Osses Bustingorry, S. y Jaramillo Mora, S. (2008). Metacognición: un camino para aprender a aprender. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 34(1), 187-197.
- Reverte Bernabeu, J.R.; Gallego Sánchez, A.J; Molina Carmona, R. y Satorre Cuerda, R. (2007). El aprendizaje basado en proyectos como modelo docente. Experiencia interdisciplinar y herramientas Groupware. *XIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática. Métodos pedagógicos innovadores* (pp. 285–292).
- Sandi-Urena, S. y Cooper, M. M. (2010). Evaluación y desarrollo de la metacognición en la enseñanza de la química. *Ciencia y Tecnología*, 20 (1-2), 47-57.
- Sanmartí, N. (2016). Trabajo por proyectos: ¿Filosofía o metodología? *Cuadernos de Pedagogía*, 472, 1–6.
- Sanmartí, N. y Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice: revista de educación científica*, 1(1), 3-16.
- Torrecilla, E. M., Martínez, F., Olmos, S. y Rodríguez, M. J. (2014). Basic competences training to the future of secondary education teachers: Informational competences on conflict resolution. *Profesorado*, 18(2), 189-208.



# DE LA ESTRUCTURA Y LA MECÁNICA *IN VIVO* DE LAS CÉLULAS OSTIOLARES Y LA VÁLVULA AÓRTICA DE LA LARVA DE *DROSOPHILA MELANOGASTER* MEDIANTE EL ANÁLISIS DE IMÁGENES MICROSCÓPICAS DE ALTA RESOLUCIÓN.

*Of the structure and the in vivo mechanics of the ostiolar cells and the aortic valve of the Drosophila melanogaster larva through the analysis of high resolution microscopic images*

**Claudia Rodríguez Rodríguez<sup>1</sup>, Juan Sánchez Mateos<sup>2</sup> y Jesús Manjón Sánchez<sup>3\*</sup>**  
IES Maestro Gonzalo Korreas. 10400 Jaraíz de la Vera (Cáceres)

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

<sup>2</sup>juasanmat@gmail.com

<sup>3</sup>jesusmanjon60@gmail.com

\*Profesor coordinador.

**RESUMEN:** *Drosophila melanogaster* es uno de los modelos de invertebrados más empleados en investigación que posee un corazón tubular con un total de 3 pares de válvulas ostiolaras (incurrentes) y una válvula aórtica (excurrente). Poco se conoce de su mecánica de bombeo analizamos la mecánica del corazón de larvas de *Drosophila* y demostramos que hay apertura/cierre simultáneos de los tres pares de ostiolos –igual que en el embrión- a pesar de que se daba por sentado que una onda de contracción sistólica recorre el corazón de la larva de atrás hacia delante. Nuestro trabajo demuestra que el corazón de las larvas se contrae y dilata no peristálticamente.

**Palabras clave:** *Drosophila*, corazón, ostiolar, válvula, peristáltico.

**ABSTRACT:** *Drosophila melanogaster* is one of the most useful invertebrate models in the research of both normal and pathologic physiology of the human heart. The larvae have a dorsal tubular vessel, which has three pairs of ostiolar valves and one intracardiac aortic valve. Little is known about its pumping mechanics and the activity of its ostia cells and much it is assumed. We provide enough evidence to doubt about the passive nature attributed to the ostiolar cells. Moreover, we can say now that the *Drosophila* larva heart is not peristaltic.

**Key-words:** *Drosophila*, heart, ostiolar, valve, peristaltic.

---

**MERIDIES, 22 (2019): 25-32.**

ISSN (versión impresa): 1137-8794

---

## INTRODUCCIÓN

*Drosophila melanogaster* es uno de los modelos de invertebrados más empleados en investigación de la fisiología normal y patológica del corazón humano (Choma, *et al.*, 2011) Su homología con el corazón humano ha sido establecida en diferentes trabajos (Fink, *et al.*, 2009). La larva posee un vaso dorsal tubular que se extiende desde el octavo segmento abdominal hasta la cabeza donde se abre a la cavidad general del cuerpo. La porción posterior, de lumen más ancho, es el corazón propio que tiene un total de 3 pares de válvulas ostiolaras (incurrentes) y una válvula aórtica, siendo la única válvula intracardiaca formada por dos voluminosas células. A partir del quinto segmento abdominal el vaso dorsal es denominado aorta y posee una pared más fina y carente de ostiolos.

Los cardiomiocitos poseen capacidad contráctil y constituyen la parte activa de los movimientos de sístole/diástole tal y como refieren distintas fuentes (Fink M, *et al.*, 2009;

Cooper, A S, *et al.*, 2009) y se demuestra por los vídeos que capturan su actividad *in vivo*. Sin embargo, poco se conoce de su mecánica de bombeo y de la actividad de sus células ostiolares y mucho se da por supuesto. Según Wu y Sato (2008) el corazón propio del embrión se contrae todo a la vez por la actividad de un grupo de cardiomiocitos que ocupan una posición central, tal y como demostraron mediante el seguimiento individualizado de los movimientos de cada uno de los cardiomiocitos. Sincronizado con este ciclo sístole/diástole se produce el cierre/apertura de los tres pares de ostiolos simultáneamente y la apertura/cierre de la válvula aórtica. Contrasta esta clara descripción con la vaguedad que encontramos en otras fuentes cuando del corazón de la larva se trata. En libros de texto y tratados e incluso en Robstein y Paululat (2016), publicado en abril de 2016, se habla del “movimiento peristáltico” de la pared del corazón de la larva para impulsar la hemolinfa hacia adelante. ¿Se refiere a una onda de contracción que progresa desde el extremo posterior del corazón en dirección cefálica? Si es así, no concuerda ni con las conclusiones del mencionado trabajo ni con nuestras observaciones iniciales: a primera vista sólo observamos peristaltismo en la aorta, no en el corazón propio.

Además, la biomecánica de las células ostiolares y de la válvula aórtica no ha sido profusamente tratada en la literatura científica, reflejando cierto grado de desconocimiento del binomio estructura-función *in vivo*. No hemos encontrado descripciones ausentes de ambigüedad ni de su estructura ni, mucho menos, de su actividad durante el ciclo cardíaco. En el citado artículo de Robstein y Paululat (p5, 2016) se describe la actividad de las células ostiolares del siguiente modo: “They are thought to act passively like a bipartite clack valve”. (“Actúan pasivamente como un válvula de dos hojas”). Es decir, suponen que actúan pasivamente. Pero encontramos una contradicción: si Wu y Sato (2008) afirman que todos los cardiomiocitos que llevan sarcómeros son capaces contraerse y según Robstein y Paululat, (2016) las células de los ostiolos son hermanas de los cardiomiocitos, nos resulta difícil de creer que siendo células hermanas de los cardiomiocitos hayan perdido su capacidad contráctil y actúen pasivamente.

Nos proponemos con nuestros humildes medios técnicos contribuir a aclarar estas cuestiones.

Nos planteamos, pues, dos objetivos:

- Obtener un registro en vídeo digital Full HD de la actividad *in vivo* del corazón de larvas tipo salvaje de *Drosophila melanogaster* con calidad suficiente para apoyar un análisis cuantitativo y cualitativo que permita
- verificar la validez de tres hipótesis estrechamente relacionadas sobre la mecánica cardíaca de la mosca de la fruta en estadios larvarios.

Estas tres hipótesis son:

- I. Los tres pares de válvulas ostiolares están formadas por pares de células que pasivamente abren/cierran el ostiolo haciendo bisagra con los cardiomiocitos que las flanquean.
- II. A pesar de su longitud, el corazón propio se contrae/dilata todo a la vez tal y como ocurre en el embrión.
- III. Existe sólo una válvula intracardiaca funcional en larvas de 2º y 3er instar: la válvula aórtica formada por dos voluminosas células que pasivamente ocluyen el paso a la aorta.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Varios cultivos fueron iniciados a partir de individuos hembra de tipo salvaje de *Drosophila melanogaster* atraídos y que depositaron sus huevos en recipientes con la papilla nutricia. Fueron cultivadas durante el otoño de 2015 a temperatura ambiente (18ª a 25 °C) durante tres generaciones en pequeño recipientes de 50 a 100ml. En diciembre y enero la temperatura de los cultivos en el laboratorio era de 18 °C +/- 1°C.

A esta temperatura su frecuencia cardiaca es más lenta y nos permite un seguimiento más fácil con cámaras DSLR convencionales acopladas al ocular. Siempre grabamos en formato Full HD a 25 fps.

Utilizamos larvas de segundo y tercer instar para realizar los registros de su actividad cardíaca *in vivo*. Inmovilizamos las larvas colocándolas en agua entre el porta y el *cube*. Las fuerzas de capilaridad y el peso del *cube* mantienen la larva fijada. Moviendo lateralmente este último podemos hacer rodar la larva. De este modo, conseguimos disponer al animal sobre un lado y tenemos una visión casi completa del vaso dorsal (corazón y aorta). En agua la cutícula es totalmente transparente y permite la observación de las células incluso a gran aumento. Grabamos en video Full HD su actividad durante unos minutos que en ningún caso excede de 10. Liberamos la larva con unas gotas de agua y la retornamos a su recipiente sin daño.

El procesado digital y análisis de imágenes científicas se ha realizado con Fiji (Schindelin, Arganda-Carreras, Frise, *et al.*, 2012), una distribución de ImageJ (Schneider; Rasband y Eliceiri, 2012) y ha consistido en:

- Realzado de imágenes con técnicas de mejora del contraste y la nitidez.
- Calibrado espacial mediante la función SetScale y ScaleBar. Para ello utilizamos fotografías de escalas graduadas previamente obtenidas con cada uno de los objetivos del microscopio.
- Anotación de fotogramas con flechas y texto.
- Elaboración de diagramas M-mode (Fink *et al.*, 2009). Consiste en extraer de la pila de fotogramas una línea de píxeles perpendicular al movimiento de la estructura estudiada –pared del corazón o abertura de un ostiolo-. Cuando se disponen esas líneas unas al lado de las otras resulta un diagrama espacio-temporal que describe muy bien su dinámica, facilitando enormemente el análisis mecánico.
- Extracción de secuencias de fotogramas para congelar procesos que sólo duran unos pocos milisegundos. Empleamos las funciones Stack y Make Montage.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Previamente a los análisis de resultados que siguen, llevamos a cabo una valoración inicial de la actividad cardíaca de las larvas estudiadas. Queríamos saber si los corazones registrados exhibían parámetros fisiológicos normales y coherentes con los que aparecen en la literatura consultada. Nos centramos, entonces, en estimar tres de estos parámetros que destacan por su importancia en los estudios de la fisiología del corazón: la Frecuencia Cardíaca (en ppm), la Fracción de Acortamiento (en %) del diámetro del tubo cardíaco y la regularidad del ritmo.

La sencilla fórmula que permite conocer esta última es:

$$FS\% = \frac{EDD - ESD}{EDD} * 100$$

La FS% es representativa de la contractibilidad del corazón (Fink *et al.*, 2009), de su capacidad de bombeo. Los valores obtenidos para la Frecuencia Cardíaca y para la Fracción de Acortamiento son normales y nos hablan de un latido vigoroso y que no parece afectado por la preparación. Por lo que respecta a la regularidad del ritmo, esta resulta evidente del simple análisis visual de los quimogramas (diagramas M-mode). No hay, pues, indicio alguno de que nuestra muestra exhiba un comportamiento anómalo de la actividad cardíaca.

### Células ostiolares

A gran aumento (400-1000X) cada ostiolo aparece flanqueado por dos células en forma de media luna (Fig. 1) cuyos bordes libres son rectos y entran en contacto cuando se cierran, estando los bordes convexos unidos a la hilera de cardiomiocitos del mismo lado. Son células planas, con núcleos voluminosos y patentes próximos al borde libre que flanquea la abertura. El citoplasma entonces aparece estriado y el borde libre grueso y con indentaciones que contribuyen a cerrar herméticamente el ostiolo durante la sístole.

Son células planas, con núcleos voluminosos y patentes próximos al borde libre que flanquea la abertura. El citoplasma entonces aparece estriado y el borde libre grueso y con indentaciones que contribuyen a cerrar herméticamente el ostiolo durante la sístole.

El diagrama M-mode de la figura 2 ilustra el comportamiento del ostiolo central (O II) y es absolutamente representativo del comportamiento de los otros ostiolos. Deja clara la perfecta sincronización que existe entre la apertura/cierre del ostiolo y la fase de diástole/sístole respectivamente del corazón y, además, confirma que el contacto oclusivo entre ambas células ya está establecido antes del comienzo de la sístole.

Para nosotros, el fruncido de los bordes en contacto que se produce en la sístole y el acortamiento de la longitud dorso-ventral de estas células ostiolares delatan su participación activa en la oclusión de los ostiolos y puede ser evidencia de su capacidad contráctil. Al final de la sístole el ostiolo comienza abrirse y parece que la relajación brusca (menos de 40 ms) es la responsable de que los bordes se separen, como si de repente las células fueran demasiado grandes para el diámetro de fin de sístole (ESD) del corazón. Hemos visualizado de manera reiterada los mencionados clips y la impresión que nos dejan es siempre la de una actividad que no se corresponde con la ya mencionada supuesta pasividad de estas células a merced de los cambios de presión experimentados por el vaso dorsal durante el ciclo cardíaco.

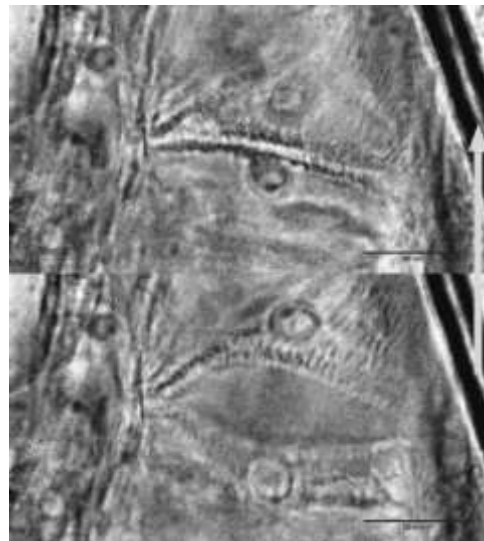


Fig. 1.- El ostiolo II captado frontalmente a 1000X en el clip 4E\_1263 en un montaje que lo muestra cerrado (superior) y abierto (inferior).

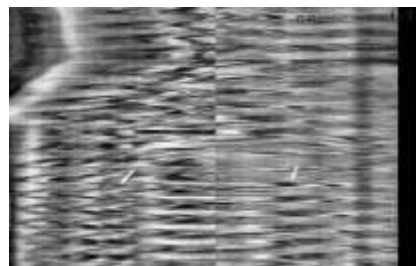


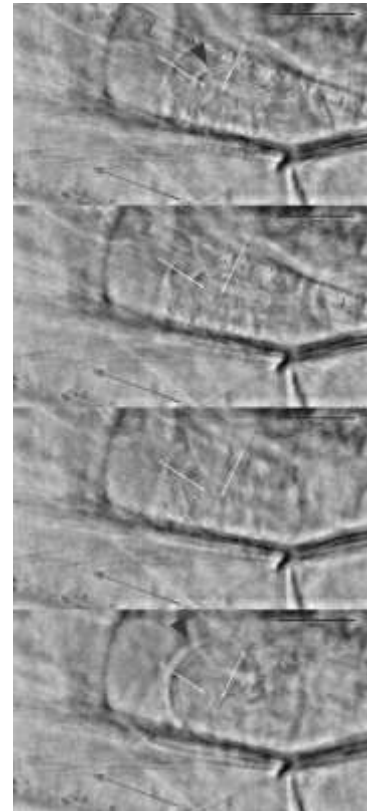
Fig.2.- El diagrama de la izquierda refleja los movimientos de la pared del corazón, diástoles y sístoles. El de la derecha muestra los cierres y aperturas de válvula.

### Válvula aórtica

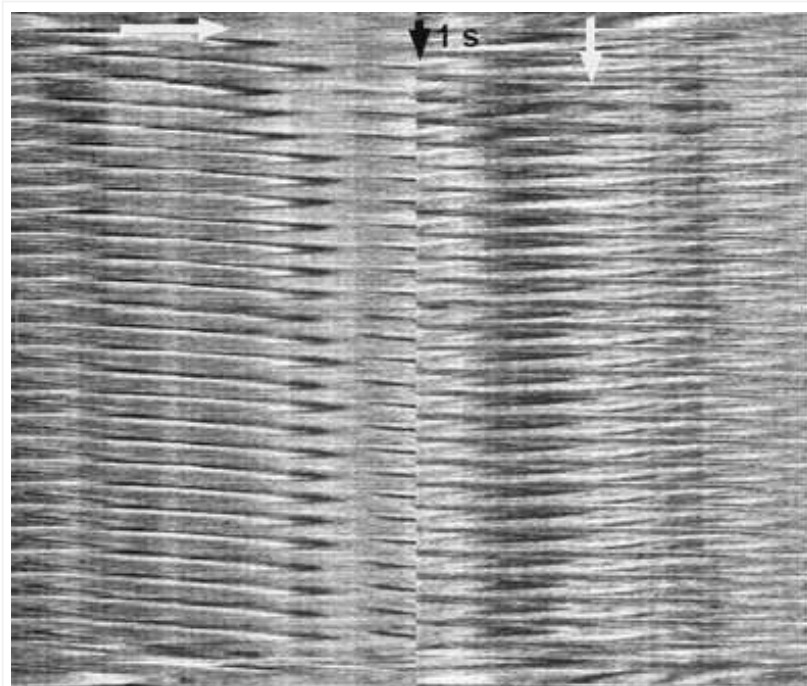
Tenemos imágenes claras de esta única válvula intracardiaca existente en la válvula. Pronto se aprecia el carácter globoso de estas dos células que hacen protrusión hacia el interior del tubo dorsal, marcando el final del corazón propio y el comienzo de la aorta. Es posible ver las vesículas intracelulares (Robstein y Paululat, 2016) que seguramente proporcionan la turgencia necesaria para su apropiada acción mecánica. En algunas de las imágenes que componen la secuencia de la [figura 3](#) son muy evidentes estas características.

En la [figura 4](#) se muestra un montaje de los diagramas M-mode obtenidos en la válvula aórtica según dos direcciones. Su mecánica nos sorprende: esperábamos un aplastamiento en la dirección paralela al flujo durante el cierre. Sin embargo, confirman la contracción-expansión simultánea en ambas dimensiones.

No podemos, pues, descartar que tal vez esta válvula aórtica tenga cierta capacidad contráctil y no sea tan pasiva como se ha descrito. Lo cierto es que en prácticamente todos los clips analizados nos dejan con una extraña impresión respecto a su comportamiento en relación con el corazón propio y con la aorta que se sitúan a ambos lados de esta válvula. Observamos cierto desacoplamiento dinámico respecto a ambas estructuras.



**Fig. 3.-** Secuencia de 4 imágenes a intervalos de 40 ms. Nos muestra en acción las células de la válvula aórtica.



**Fig. 4.-** Diagramas M-mode obtenidos según las líneas perpendiculares de la figura anterior, registrando los desplazamientos en esas dos dimensiones.



## Mecánica del corazón propio

El visionado de los clips de los 14 individuos de la muestra de larvas de *Drosophila* sometidos a nuestro estudio deja casi sin lugar a dudas que el corazón, a pesar de ser tubular y bastante más largo que en el embrión, se contrae-dilata todo a la vez y que los ostiolos cierran-abren simultáneamente. La secuencia de la [figura 5](#) es particularmente clara. Para confirmarlo el análisis del montaje con los diagramas M-mode de la [figura 6](#) obtenidos en 7 puntos diferentes del corazón nos demuestra la gran sincronización de actividad en toda su longitud y el cierre-apertura simultáneos de los tres pares de ostiolos y la apertura-cierre de la válvula aórtica.

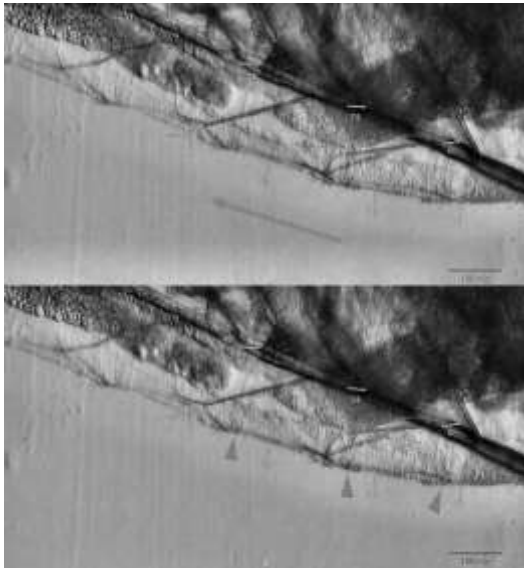


Fig. 5.-Montaje obtenido del clip 6E\_2296, mostrando la foto superior al corazón sistólico contraído con válvulas cerradas y la foto inferior el corazón en diástole, dilatado, con los ostiolos abiertos.

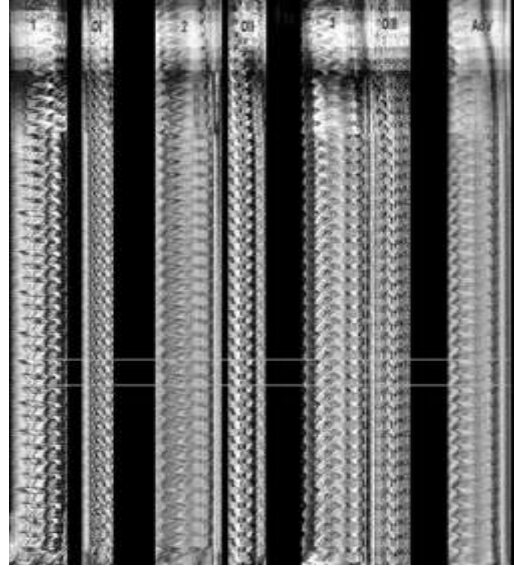


Fig. 6.- Montaje con los diagramas M-mode obtenidos en los 7 puntos indicados con líneas en la figura anterior.

## Conclusiones

- La afirmación de que los tres pares de válvulas ostiolares están formadas por pares de células que **pasivamente** abren/cierran el ostiolo no se sostiene. Humildemente creemos que aportamos evidencia suficiente como para dudar de ese carácter pasivo que se les atribuye en la mencionada hipótesis. Pensamos además, que ese carácter contráctil que sospechamos poseen es coherente con la naturaleza celular de las válvulas ostiolares.
- La hipótesis de que a pesar de su longitud, el corazón propio se contrae/dilata todo a la vez tal y como ocurre en el embrión se ve reforzada en su validez con nuestras aportaciones evidenciadas más arriba. No hemos observado comportamiento peristáltico en el corazón propio, entendido este como una onda de contracción que progresa desde la parte posterior. Por otro lado, es lo más razonable, ya que una apertura-cierre secuencial de los tres pares ostiolos, sin la existencia de válvulas intracardiacas entre ellos separando cámaras, conllevaría un fracaso en su función de bombeo hacia la aorta.

- Confirmamos que existe sólo una válvula intracardiaca funcional en larvas de 2º y 3er instar: la válvula aórtica formada por dos voluminosas células que pasivamente ocluyen el paso a la aorta. No obstante, creo que ponemos en entredicho ese carácter pasivo con nuestros resultados, que se manifiesta en ese mencionado comportamiento “desacoplado”.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos especialmente a nuestros profesores de Biología D. José Estévez García, colaborador necesario y valiosísimo, y D. Jesús Manjón Sánchez, coordinador de este trabajo, la atención constante que nos muestran. A los compañeros de nuestro equipo: Félix, Leticia; Sara, Blanca, Diego y Francisca. A nuestras familias por su incondicional apoyo. Al Gobierno de Extremadura, particularmente a la Consejería de Educación, por su apoyo económico de cursos pasados en nuestros proyectos de I+D+i y por la dotación de un magnífico microscopio de óptica plana IOS realizada este mismo curso al Departamento de Biología y Geología de nuestro centro. A los responsables del IES Maestro Gonzalo Korreas, especialmente a Miriam García, directora, y a Ana Navajas, secretaria por el apoyo mostrado y por permitirnos utilizar sus instalaciones.

## REFERENCIAS

- Choma MA, et al. (2011) *Physiological homology between Drosophila melanogaster and vertebrate cardiovascular system*. Dis.Model. Mech. May: 4(3): 411-420. Published online 2010 December 23 doi:10.1242/dmm.005231
- Cooper, A S, et al.(2009) *Monitoring Heart Function in Larval Drosophila melanogaster for Physiological Studies*. J. Vis. Exp. (33), e1596, doi: 10.3791/1596.
- Fink M, et al.(2009) *A new method for detection and quantification of heartbeat parameters in Drosophila, zebrafish, and embryonic mouse hearts*. Bio Techniques 46:101-113 (February 2009) doi 10.214/000113078.
- Ma L, Bradu A, Podoleanu AG, Bloor JW (2010) *Arrhythmia Caused by a Drosophila Tropomyosin Mutation Is Revealed Using a Novel Optical Coherence Tomography Instrument*. Plos ONE 5(12): e14348. doi:10.1371/journal.pone.0014348
- Nienhaus U, Aegenter-Wilmsen T, Aegenter CM (2012) *In-vivo imaging of the Drosophila Wing Imaginal Disc over Time: Novel Insights on Growth and Boundary Formation*
- Robstein B & Paululat A (2016) *On the Morphology of the Drosophila Heart*. J. Cardiovasc.Dev.Dis. 2016, 3, 15; doi:10.3390/jcdd3020015
- 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, [PMID 22743772](#) ([on Google Scholar](#)) Disponible en Web: Fiji is Just ImageJ (<http://fiji.sc/Fiji>)
- Schneider, C. A.; Rasband, W. S. & Eliceiri, K. W. (2012), "[NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis](#)", *Nature methods* **9**(7): 671-675, [PMID 22930834](#) ([on Google Scholar](#)). Disponible en Web: <https://imagej.nih.gov/ij/>

Snodgrass R E (1935) *Principles of Insect Morphology*. McGraw-Hill Book Company, Ltd.  
232425-MAMM-798. 50510

Wu, M, Sato TN (2008) *On the Mechanics of Cardiac Function of Drosophila Embryo*. PLoS  
ONE 3(12):e-4045. Doi:10.371/journal-pone.0004045



## CONTENIDO DE VITAMINA C Y AZÚCAR EN ZUMO DE NARANJA Y DERIVADOS INDUSTRIALES.

*Content of vitamin C and sugar in orange juice and industrial derivatives*

**Laura Boyero Polo, Lucía Juanes Fernández, Aixa Preciado Riesco, Dayana Sánchez Tello, Omaina Fathallah, Raquel Núñez Calvo, 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:** Actualmente los hábitos alimenticios están cambiando y se hace cada vez más necesario ahondar en la importancia de una dieta variada y saludable. En los jóvenes el consumo de zumos y refrescos ha aumentado considerablemente y la publicidad en estos productos incide sobre el contenido de vitamina C y azúcares. En el presente trabajo se determinó el contenido de ácido ascórbico, en zumos de naranja naturales recién exprimidos y pasado un tiempo, en zumos industriales de diferentes marcas y en algunos productos derivados (zumos con leche, refrescos y aspirina C), mediante valoración REDOX. Además, en el zumo, los sólidos solubles más abundantes son los azúcares. Por lo tanto, se midió la concentración de estos, en grados Brix, utilizando un refractómetro.

**Palabras clave:** Naranja, Zumos, Vitamina C, grados Brix, azúcares.

**ABSTRACT:** Nowadays feeding habits are changing and it becomes increasingly necessary to deepen into the importance of a varied and healthy diet. Among young people, juice and soft-drinks consumption have increased considerably and the advertising of these products affects the content of vitamin C and sugars. In this work, the content of ascorbic acid in organic orange juice freshly squeezed was estimated and after a while, in industrial juices of different brands and in some derivate products (juices with milk, soft-drinks and aspirin C) by means of REDOX appretiation. Also, the most abundant solids in juices, are the sugars. Therefore, the concentration of those in Brix was calculated by using a refractometer.

**Key-words:** Orange, juices, vitamin C, degrees Brix, sugars.

---

**MERIDIES, 22 (2019):** 33-38.

ISSN (versión impresa): 1137-8794

---

### INTRODUCCIÓN

La vitamina C, soluble en agua, apenas se acumula en el organismo, lo que implica que debe ser ingerida diariamente, siendo la Cantidad Diaria Recomendada (CDR) de vitamina C de 60 mg.

Se trata de un nutriente esencial para todos los seres vivos. Puede ser sintetizado por casi todos los seres vivos, menos por el hombre.

El nombre ascórbico procede del prefijo a- (no) y de la palabra latina (escorbuto). Como resultado, se obtiene 'no escorbuto', una enfermedad asociada a la insuficiencia de vitamina C. El escorbuto se reconoció por primera vez en los siglos XV y XVI como una enfermedad grave de los marineros que realizaban viajes largos, pues no tenían acceso a alimentos frescos, por ejemplo frutas y verduras.

Se trata de un nutriente esencial, de vital importancia para el buen funcionamiento del organismo en procesos como la síntesis de colágeno, el metabolismo de fármacos y la absorción de hierro entre otros.

Una persona que padezca escorbuto puede presentar los siguientes síntomas:

- Cansancio y debilidad
- Encías inflamadas que sangran fácilmente en la base de los dientes
- Hemorragias
- Difícil cicatrización de las heridas
- Anemia

Los seres humanos somos incapaces de sintetizar vitamina C y es necesario incorporarla en la alimentación, pudiéndose obtener de una forma natural al consumir todo tipo de alimentos que la contengan o, en su defecto, alimentos enriquecidos con esta vitamina como es el caso del zumo de naranja procesado. Hoy en día, el modo de vida ha hecho cambiar nuestras costumbres alimenticias optando por alimentos envasados y de “fácil preparación”. Esto hace que también los productores de alimentos opten por elaborar productos “enriquecidos” con algunas de las sustancias más necesarias para el consumidor. Sin embargo no solo por el hecho de indicar que un alimento está “enriquecido” debe confiarse en él, es necesario comprobar dicho enriquecimiento y determinar si realmente el producto contiene lo que el productor indica.

Además, el AA es una molécula muy inestable debido a su estructura. La concentración de oxígeno o la luz pueden hacer que se degrade formando dehidroascorbato. Por esta razón sería lógico pensar que en los zumos recién exprimidos la cantidad de vitamina C será mayor que en los zumos aireados. Esta es la razón por la que se utilizan envases tetrabrick para su conservación, para que no se descomponga la vitamina C con la luz.

Por otro lado, en el zumo, los componentes más abundantes son los azúcares y el ácido cítrico, que suman casi el total de los sólidos solubles. En la maduración, el contenido en azúcares aumenta y el de ácidos disminuye.

Los sólidos solubles del zumo procedente de cítricos están formados, fundamentalmente, por los azúcares. Los principales azúcares, en los zumos de naranja son: sacarosa, glucosa y fructosa, que suman alrededor del 75 % de los sólidos solubles totales.

La concentración de sólidos solubles en los zumos se expresa en grados Brix. Un grado Brix es la densidad que tiene, a 20° C, una solución de sacarosa al 1 %, y a esta concentración corresponde también un determinado índice de refracción.

Así pues, se dice que un zumo tiene una concentración de sólidos solubles disueltos de un grado Brix, cuando su índice de refracción es igual al de una solución de sacarosa al 1 % (p/v).

Los grados Brix son un índice comercial, aproximado ya que los sólidos no son solamente sacarosa. Aunque se acepta convencionalmente como si todos los sólidos disueltos fueran sacarosa.

Debido al interés para la salud, determinaremos el contenido de ácido ascórbico y azúcar, tanto en zumos naturales como industriales, comprobaremos si la vitamina C se pierde con el tiempo, verificaremos si lo que se indica en la etiqueta coincide con la cantidad de vitamina C y azúcar presente en el zumo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

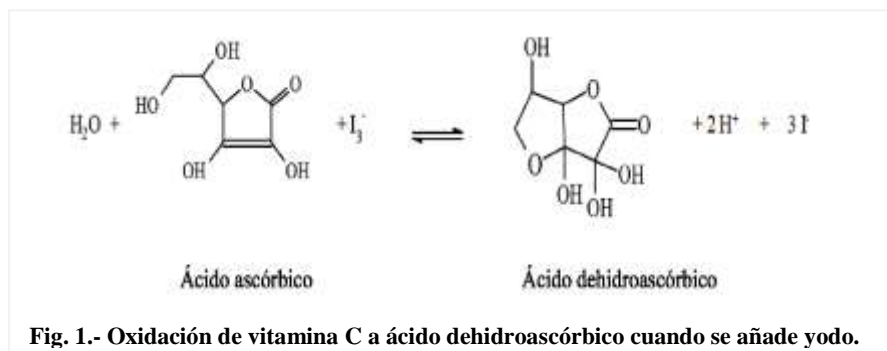
- Naranjas
- Zumos:
  - 100% zumo de naranja:
    - Hacendado
    - Hacendado sin azúcar añadido
    - Carrefour
    - Dia
    - Zumosol
  - Néctar (Carrefour)
  - Fruta+leche (Hacendado)
  - Sunny Delight
  - Refresco de naranja
  - Refresco de naranja sin azúcar
- Aspirina C
- HCl
- KI
- KIO<sub>3</sub>
- Solución de almidón (Indicador)
- Refractómetro ABBE

### Contenido de vitamina C

Se valorará mediante una reacción REDOX que consiste en que una sustancia se oxida (agente reductor), mientras que la otra se reduce (agente oxidante).

La vitamina C tiene carácter reductor y utilizaremos una disolución de yodo como agente oxidante. Por lo tanto cuando al ácido ascórbico reducido le añadimos yodo, este se reducirá a yoduro a costa de que el ácido ascórbico se oxide.

El ácido ascórbico (Aa) es un agente reductor suave que es oxidado a ácido dehidroascórbico (DHA) por el yodo en medio ácido de forma rápida y cuantitativa (Fig. 1).



La titulación volumétrica es un método de análisis cuantitativo en el que se mide el volumen de una disolución de concentración conocida (disolución patrón o titulante patrón) necesario para reaccionar completamente con un compuesto en disolución de concentración desconocida. Para determinar cuándo se ha llegado al final de la titulación, en la disolución problema se agrega un indicador que sufre un cambio físico apreciable, como por ejemplo cambio de color, en el punto final de la reacción.

Se determinará la cantidad de ácido ascórbico en forma indirecta: método yodométrico. Utilizaremos una disolución de yodo (KIO<sub>3</sub>) como agente oxidante que constituye el titulante patrón. El almidón se utiliza como indicador para el yodo, debido a que forma un complejo de color azul intenso con el mismo.

Cuando añadimos yodo sobre vitamina C reducida desaparecerá pues pasará a yoduro (la vitamina C se oxidará en el proceso). Cuando ya no quede vitamina C reducida el yodo no desaparecerá, se unirá al almidón y aparecerá el color azul indicando el fin de la titulación.

La variable de esta investigación es el volumen de yodato potásico empleado al completar la valoración, es decir, hasta el viraje del indicador. Este volumen nos ayudará a conocer la cantidad de ácido ascórbico que contenía el zumo valorado.

Preparamos las siguientes disoluciones según el procedimiento mostrado en la figura 2:

- Yodato potásico (KIO<sub>3</sub>) 0,43 g en 1 l de agua
- Yoduro potásico (KI) 10 g en 100 ml de agua
- Ácido clorhídrico 50 ml en 200ml de agua
- Almidón 4 g en 100 ml de agua

El volumen de KIO<sub>3</sub> gastado es igual al volumen de IO<sub>3</sub><sup>-</sup> que reacciona. Sabemos que: 1KIO<sub>3</sub> → 3KI y 1KI → 3Aa, por lo que 1 mol IO<sub>3</sub><sup>-</sup> se corresponde con 3 moles de Aa. Teniendo en cuenta estas equivalencias, aplicamos la siguiente fórmula:

$$\text{Masa Aa}/20\text{ml de zumo} = \text{Volumen KIO}_3 \text{ empleado} \times \text{molaridad KIO}_3 \times 3 \times \text{Masa atómica Aa}$$

### Contenido de azúcar

Para determinar los grados Brix usaremos un refractómetro de ABBE; es el más común y mide los índices de refracción de cualquier producto. Los refractómetros son instrumentos para medir la refracción de la muestra. Se basan en el principio por el cual, cuando aumenta la densidad de una sustancia (por ejemplo: cuando se disuelve el azúcar en el agua), el índice de refracción aumenta proporcionalmente.

El índice de refracción varía con la temperatura, por eso se ha tomado como referencia la de 20° C (aunque en el laboratorio el efecto de la temperatura no lo tendremos en cuenta). El índice de refracción del agua es de nd 1,3330; corresponde a 0 % de sólidos solubles.

Antes de medir, calibramos el refractómetro con agua destilada; luego medidos y volvemos a lavar con agua entre medida y medida.

Todas las pruebas, tanto de vitamina C como de azúcar, se repitieron al menos cuatro veces.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Contenido de vitamina C

Antes de comenzar el experimento, para comprobar la fiabilidad del mismo, valoramos la cantidad de vitamina C de un compuesto cuya cantidad conocemos (aspirina C). Las variaciones entre ambos valores son mínimas, por lo que el experimento se considera fiable (Fig. 3).

Al valorar el contenido de vitamina C en el zumo de naranja natural, al contrario de lo que se piensa, no se aprecian variaciones entre el recién exprimido y los mantenidos durante un día en diferentes condiciones. El mayor contenido en



Fig. 2.- Procedimiento de valoración de vitamina C en zumos.

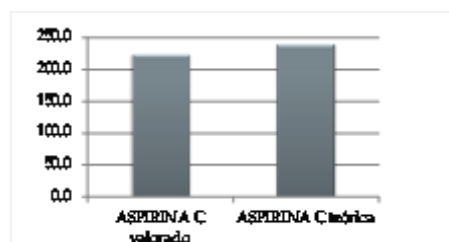


Fig. 3.- Comparativa entre la vitamina C valorada en el laboratorio y la indicada en el envase (mg/100ml).

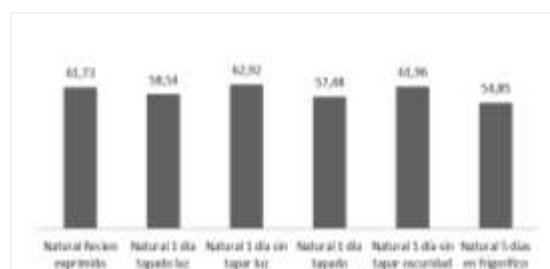


Fig. 4.- Contenido de Vitamina C en zumo de naranja natural (mg/100ml).

vitamina C en los aireados podrían ser consecuencia de la evaporación (Fig. 4).

En los zumos comerciales, los valores más altos se obtuvieron en los zumos de la marca Hacendado. El zumo a partir de néctar, tiene contenidos más bajos en esta vitamina (Fig. 5).

Algunos productos (Sunny y Fruta+leche), aunque en el envase indica en letras grandes el contenido en vitaminas, se comprueba que este es menor o similar al de otras bebidas (Fig. 5), por lo que nos planteamos ¿es fiable la publicidad?

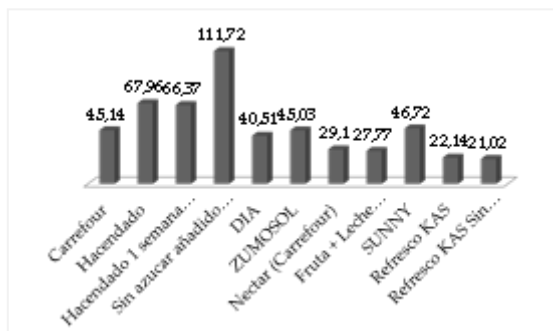
Cuando comparamos los valores de vitamina C obtenidos con los que aparecen en la información del producto, en general, los valores de vitamina C obtenidos son mucho mayores que los etiquetados (Fig. 6). Pudiera ser debido a la presencia de otras sustancias antioxidantes, además de vitamina C, que se comportarían de forma similar en estas valoraciones.

**Contenido de azúcar**

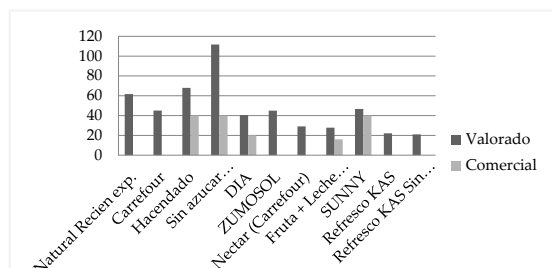
El zumo de la marca Dia es el contiene más azúcar de todos los valorados pero sin grandes diferencias. También se observa más azúcar en los zumos naturales aireados, suponemos que por la evaporación (Fig. 7).

Sí se observa diferencia con respecto a los etiquetados como sin azúcar añadido o con menor contenido de azúcar (Hacendado, Fruta+leche, Sunny) (Fig. 8).

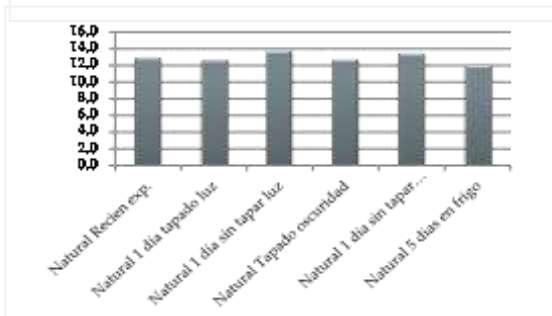
Los niveles de azúcar etiquetados se ajustan bastante a los obtenidos en nuestra valoración (Fig. 9).



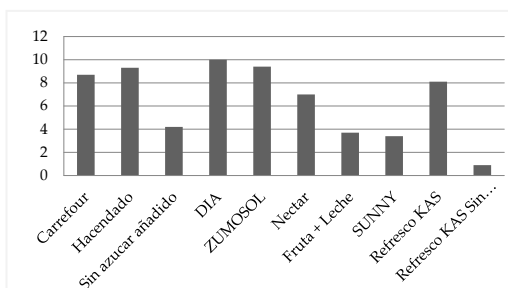
**Fig. 5.- Contenido de Vitamina C en productos industriales (mg/100ml).**



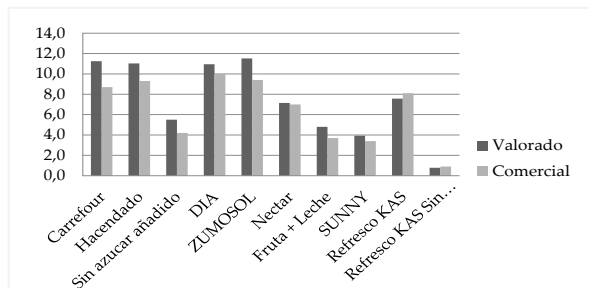
**Fig. 6.- Comparativa entre el contenido en Vitamina C valorado y el indicado en el envase.**



**Fig. 7.- Contenido de azúcar (g/100ml) en zumo de naranja natural.**



**Fig. 8.- Contenido de azúcar (g/100ml) en productos industriales.**



**Fig. 9.- Comparativa entre el contenido en azúcar valorado y el indicado en el envase.**

## CONCLUSIONES

El contenido de vitamina C del zumo de naranja natural apenas se pierde con el tiempo, lo que contradice la creencia popular.

El zumo de néctar contiene menos vitamina C que los etiquetados como «100% zumo de naranja».

Se observan grandes diferencias en el contenido de azúcar entre los zumos normales y sin azúcares añadidos.

Muchos zumos no contienen información nutricional. Los valores de vitamina C son mayores en industriales y el azúcar es similar.

## REFERENCIAS

- Acidez y sólidos solubles en zumos naturales y comerciales (2018). *Rincón del vago* [Consulta 06/02/2018] <https://html.rincondelvago.com/acidez-y-solidos-solubles-en-zumos-naturales-y-comerciales.html>.
- Cuantificación de vitamina C (2011). *Universidad para los mayores*. Disponible en: [www3.uah.es/mapa/mayores/practicas/.../Cuantificacion%20de%20Vitamina%20C.doc](http://www3.uah.es/mapa/mayores/practicas/.../Cuantificacion%20de%20Vitamina%20C.doc) [Consulta 19/12/2017].
- Gómez Hidalgo, J.M., Ortiz Pastelero, P., Poyato Fernández, M. (2015). [En línea] “Estudio de la cantidad de vitamina C en los zumos dependiendo de la fruta y del tiempo transcurrido”. Disponible en: <https://jovenesconinvestigadores.files.wordpress.com/2015/05/c2bfcuc3a1nta-vitamina-hay-en-mi-zumo-1.pdf> [Consulta 18/01/2018].
- Hernández Vásquez, R.E. y Pineda Cornejo, R.C. (2003). “Estudio comparativo de la cuantificación del ácido ascórbico, vitamina c, en jugo de naranja utilizando el método de titulación yodométrica a microescala y yodométrica a macroescala”. *Licenciatura thesis*, Universidad de El Salvador.
- Quinza Guerrero, E., López Marcos, M.T. (1978). “Índices de madurez de frutos cítricos”. *Ministerio de Agricultura. Hojas divulgadoras*, 25-X.
- Ruíz Hidalgo, J. (2011). “Determinación experimental del contenido de ácido ascórbico (vitamina C) en un zumo de naranja”. *Revista de Innovación y experiencias educativas*, 43.

## LA IMPORTANCIA DEL APRENDIZAJE DE LA RCP EN EL ÁMBITO ESCOLAR

*The importance of CPR learning in the school environment*

Ángela María Álvarez Rivera, Julia Barroso Campos, Clara Hernández García, Mireya Martín Marín, Celia Martín Terraza, Ángel Menor Cebrino, Antonio Parejo Cacereno, Laura Piñero Romano, Cristina Presa Castillo, Félix Sáez Vazquiánez, Rodrigo González Vazquez, Carmen Díaz Hernández, Indira Fernández Herrero, Luna del Carmen Gómez Guerrero, Eugenia Lechón Sánchez, Sergio García Garrancho, Amparo Coco Delfa, Juana Abela Velerda, Nieves García Orantos y Soledad González Mansos<sup>1\*</sup>

IES Extremadura. Av. Progreso, s/s, 06480 Montijo (Badajoz).

<sup>1</sup>: solete@icloud.com

\* Profesora coordinadora

**RESUMEN:** La reanimación cardiopulmonar (RCP) es un procedimiento de emergencia cuyo objetivo es salvar vidas. Se utiliza cuando una persona deja de respirar y su corazón deja de latir. La formación y entrenamiento práctico, actualizado y periódico en RCP mejora notablemente el funcionamiento de la "Cadena de supervivencia", lográndose tasas de supervivencia importantes. Los Centros escolares son el lugar idóneo para el aprendizaje de las técnicas de RCP pues prácticamente el 100% de los niños pasa por el sistema escolar. A partir de los trece años chicos y chicas tienen un desarrollo físico adecuado para realizar prácticas en RCP, pero sobre todo, madurez suficiente para entender que la rápida y correcta actuación en una parada cardíaca puede salvar vidas.

**Palabras clave:** Emergencias, centro escolar, reanimación cardiopulmonar.

**ABSTRACT:** Cardiopulmonary resuscitation (CPR) is an emergency procedure that aims to save lives. It is used when a person stops breathing and their heart stops beating. Training and practice, updated and periodic CPR, improves significantly the functioning of the "chain of survival", achieving significant survival rates. Schools are the ideal place to learn CPR techniques because almost 100% of children go through the school system. At the age of thirteen, boys and girls have a suitable physical development to perform CPR practices, but above all, They are mature enough to understand that a quick and correct action in a heart attack can save lives.

**Key-words:** Emergencies, school environment, cardiopulmonary resuscitation.

---

**MERIDIES, 22 (2019):** 39-42.

ISSN (versión impresa): 1137-8794

---

### INTRODUCCIÓN

La educación y entrenamiento práctico en RCP actualizado y periódico tiene como objetivo optimizar el funcionamiento de la "Cadena de supervivencia", consiguiéndose porcentajes de supervivencia más elevados.

El pronóstico de la parada cardiorespiratoria es proporcional al entrenamiento del personal que atiende al paciente e inversamente proporcional al tiempo que ocurre entre la parada cardiorespiratoria y el inicio de una reanimación eficaz.

Cada año se estima que se produce en España, una parada cardíaca cada 20 minutos, ocasionando un número de muertes que supera en más de 9 veces a las originadas por los accidentes de tráfico.

Un estudio realizado en el Reino Unido donde 50 000 personas recibieron entrenamiento se detectó un aumento de la supervivencia de un 17 a 21 %.

Así mismo en un estudio realizado en Suecia muestra que la probabilidad de supervivencia de víctimas de muerte súbita se aumenta en 2,5 veces cuando se aplica RCP rápidamente y ha sido descrito previamente que la mortalidad total se puede reducir hasta en un 50% al extender el periodo durante el cual se puede conseguir una desfibrilación (DESA).

### Objetivos

- Entrenar y educar en RCP de forma periódica y actualizada para optimizar el tiempo transcurrido desde el momento en que ocurre la PCR hasta el inicio de las medidas de RCP. La rápida actuación en la reanimación es el factor de mayor influencia en la supervivencia y la evolución neurológica.

- Establecer una relación entre el entrenamiento y la eficacia de los resultados.

- Concienciar a profesores y alumnos que la formación en RCP salva vidas.

- Ver la influencia positiva de ritmos de ciertas canciones para conseguir el número correcto de compresiones por minuto. En un estudio realizado en el 2008 por el Dr. David Matlock of the University of Illinois College of Medicine, avalado por la Asociación Estadounidense del Corazón, se verificó que la instrucción en compresiones torácicas escuchando la canción 'Stayin' Alive' de los Bee Gees (canción bajo un tempo de 103 BPM) se mantenía cerca del ritmo ideal de 100 compresiones por minuto. Los participantes en el estudio mostraban más confianza y seguridad en la aplicación correcta de la RCP después de ser entrenados con dicha canción.

- Estudiar si existe diferencia entre chicos y chicas de 16 años en la aplicación de la (RCP).

- Enseñar y familiarizar los alumnos con la práctica de la RCP y conseguir captar su atención e implicación a través del uso de aplicaciones interactivas. Estas aplicaciones son una herramienta muy útil que facilita y optimiza los procedimientos durante la RCP.

- Aplicar tecnología interactiva a situaciones de emergencia donde la comunicación es tan importante como el conocimiento. Con una cobertura adecuada permiten el acceso y comunicación mediante la imagen, sonido o texto (Asistente RCP).

- Comprobar que el uso de las aplicaciones en la RCP ayuda a optimizar sus resultados.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Se usaron 4 torsos de RCP de adultos (Fig. 1) y un maniquí de RCP con control luminoso para posición correcta de manos e insuflaciones.

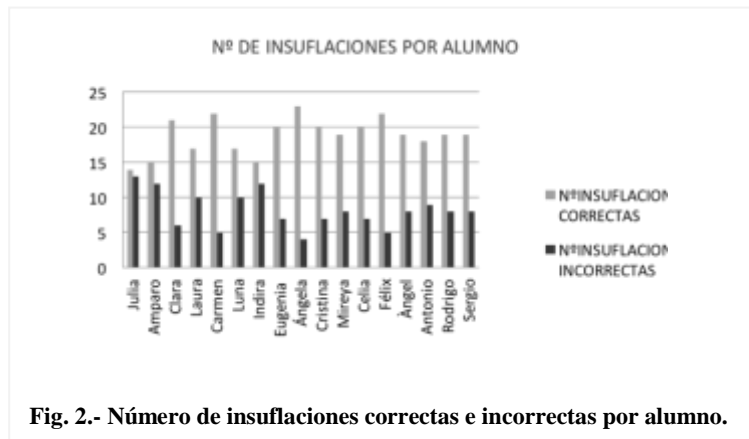


Fig. 1.- Prácticas con cuatro torsos de RCP de adultos.



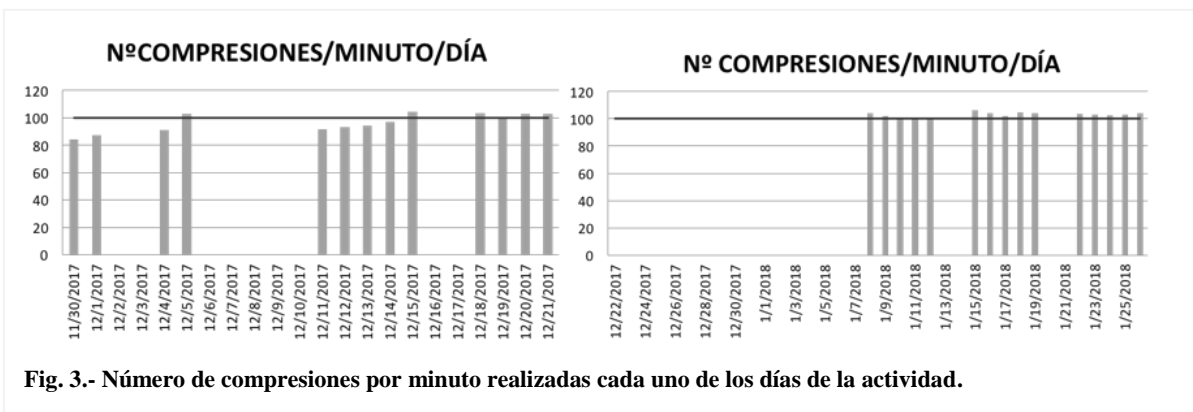
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En las figuras 2 y 3 se muestran los números de insuflaciones correctas e incorrectas por alumno a lo largo de las prácticas, observándose que en más de la mitad de los casos el número de insuflaciones correctas es claramente mayor que el de las incorrectas.



**Fig. 2.-** Número de insuflaciones correctas e incorrectas por alumno.

Hay una relación entre el entrenamiento y la eficacia de los resultados. La correcta posición de las manos e insuflaciones, así como el número adecuado de compresiones por minuto mejora a medida que aumentado la práctica diaria. Se observa una desviación del resto del grupo en un alumno que no ha realizado una práctica adecuada y continuada.



**Fig. 3.-** Número de compresiones por minuto realizadas cada uno de los días de la actividad.

Uno de los objetivos era conocer si existe diferencia entre chicos y chicas de 16 años en la aplicación de la (RCP). La figura 4 muestra unos mejores resultados de los alumnos varones. El diferente desarrollo físico entre chicos y chicas en estas edades puede ser la causa de la diferencia en el número correcto de insuflaciones.



**Fig. 4.-** Número de insuflaciones correctas e incorrectas de los estudiantes participantes en el estudio.

Hemos identificado una influencia positiva en el número de compresiones por minuto no solo por el incremento de la práctica diaria sino también por el uso de ritmos musicales adecuados. La canción Stayin' Alive, de los Bee Gees los mantenían cerca del ritmo ideal de 100 compresiones por minuto.

Se observa que una vez que los alumnos interiorizaban el ritmo (tempo de 103 BPM) de la canción eran capaces de hacer un número adecuado de compresiones por minuto sin escuchar la música.

El interés de los alumnos en la práctica de RCP se ha visto incrementado por el uso de aplicaciones interactivas (Asistente RCP). Esta tecnología aplicada a situaciones de emergencias optimizan los resultados.

## REFERENCIAS

- Bossaert, L. L. (2011). Perspectiva sobre las guías de reanimación de 2010 del European Resuscitation Council: la necesidad de hacerlo mejor. *Revista Española de Cardiología*, 64(06), 445-450.
- Caballero Oliver A. (2005) Enseñando reanimación cardiopulmonar básica a los ciudadanos. *Atención Primaria*, 35(7):1 10.
- López-Messa, J. B., Martín-Hernández, H., Pérez-Vela, J. L., Molina-Latorre, R., y Herrero-Ansola, P. (2011). Novedades en métodos formativos en resucitación. *Medicina intensiva*, 35(7), 433-441.
- Sastre Carrera M J, García García L M, Bordel Nieto F, López-Herce Cid, J, Carrillo Alvarea, A. y Benítez Robredo, M.T. (2004). Enseñanza de la reanimación cardiopulmonar básica en población general. *Atención Primaria*, 34(8):408-413.

# LA LEY DE LOS GASES IDEALES Y LA GRAN EXPLOSIÓN

## *Ideal gas law and the big explosion*

**Patricia González, Ángela Tajuelo, Antonino Vara\* y Pepi Jaramillo<sup>1\*</sup>**  
 IES Vegas Bajas. Calle Virgen de Barbaño s/n. 06480. Montijo (Badajoz).

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

\* Profesores coordinadores

*RESUMEN:* Los gases tienen un comportamiento ideal cuando se encuentran a baja presión y temperatura moderada, de modo que se puede considerar que sus moléculas no interactúan entre sí. Considerando el helio de nuestro globo sonda como ideal, en nuestro trabajo hemos calculado el volumen ocupado por el mismo a distintas alturas hasta que explota a unos 32000 m de altitud. Lo hemos hecho gracias a los datos recogidos de presión y temperatura en su ascenso a la Estratosfera.

**Palabras clave:** Altitud, globo sonda, presión, temperatura.

*ABSTRACT:* Gases have an ideal behaviour when they are at low pressure and moderate temperature, therefore, it can be considered that their molecules do not interact with each other. Considering the helium of our trial balloon as the best one, we have calculated, the volume occupied by it at different heights until it explodes at an altitude of 32000 m. This could be done, thanks to the collected data of pressure and temperature when ascending to the Stratosphere.

**Key words:** Altitude, balloon probe, pressure, temperature.

\* Profesores coordinadores.

---

**MERIDIES, 17-21 (2018):** 43-48.

ISSN (versión impresa): 1137-8794

---

## INTRODUCCIÓN

Si comprimimos un gas, manteniendo constante su temperatura, veremos que la presión aumenta al disminuir el volumen. Análogamente, si hacemos que se expanda un gas a temperatura constante, su presión disminuye al aumentar el volumen. Con buena aproximación, la presión de un gas varía en proporción inversa con el volumen. Esto implica que, a temperatura constante, el producto de la presión por el volumen de un gas es constante. El objetivo de este trabajo es aplicar los métodos de observación física de los restos y obtener las máximas conclusiones posibles. Teniendo siempre claro que en algunas mediciones es totalmente necesario un análisis radiológico posterior que avale los resultados.

$$PV = \text{constante (a temperatura constante)}$$

Esta ley se cumple aproximadamente por todos los gases a bajas densidades. Pero, también, la temperatura absoluta de un gas a bajas densidades es proporcional a la presión a volumen constante, y de igual forma, la temperatura absoluta es proporcional al volumen del gas si se mantiene constante su presión. A bajas densidades, el producto  $PV$  es prácticamente proporcional a la temperatura  $T$ :

$$PV = CT$$

$C$  es una constante de proporcionalidad apropiada para cada cantidad determinada del gas, y podemos escribir  $C=kN$  en donde  $N$  es el número de moléculas del gas y  $k$  es una constante. De esta manera:

$$PV = NkT$$

La constante  $k$  se denomina constante de Boltzmann y se encuentra experimentalmente que tiene el mismo valor para cualquier clase o cantidad de gas. Su valor en unidades SI es  $k=1,381 \cdot 10^{-23}$  J/K (K representará la escala Kelvin).

Suele ser conveniente escribir la cantidad de gas en función del número de moles. Un mol de cualquier sustancia es la cantidad de la misma que contiene un número de Avogadro de átomos o moléculas. Se define el número de Avogadro  $N_A$  como el número de átomos de carbono que hay en 12 gramos de  $^{12}\text{C}$ :  $N_A=6,022 \cdot 10^{23}$  moléculas/mol.

Si tenemos  $n$  moles de una sustancia, el número de moléculas es  $N = nN_A$  y la ecuación anterior queda entonces como:

$$PV=nN_AkT=nRT,$$

siendo  $R = kN_A$ , que se denomina constante universal de los gases. Su valor es el mismo para todos los gases:  $R=8,314$  J/mol K =  $0,08206$  L atm/mol K (L = litros).

Se define un gas ideal como aquél para el que  $PV/nT$  es constante a todas las presiones. En este caso, la presión, el volumen y la temperatura están relacionados por:

$$PV=nRT \text{ (Ley de los gases ideales).}$$

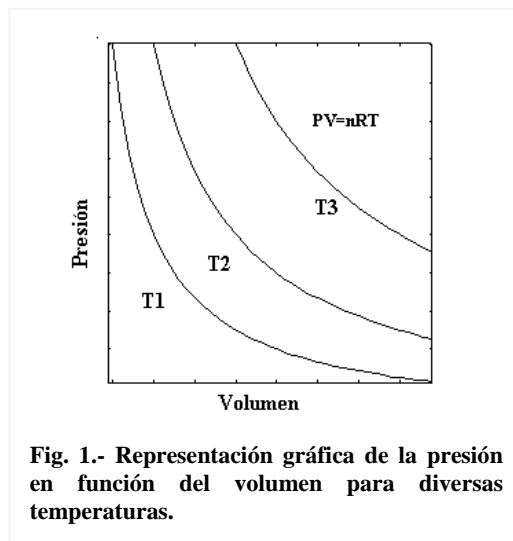
A una temperatura dada, la densidad de un gas ideal es proporcional a la presión. La ecuación que relaciona  $P$ ,  $V$  y  $T$  para una cantidad determinada de gas, se denomina ecuación de estado. Por ejemplo, si se conocen  $P$  y  $V$ , entonces la temperatura  $T$  se determina mediante la función  $T(P,V)$  que expresa matemáticamente la ecuación de estado. La función particular, es decir la ecuación de estado, en el caso de un gas ideal viene dada por la ecuación  $PV=nRT$ .

En la figura 1 se ven las gráficas que representan  $P$  en función de  $V$  para diversas temperaturas  $T$ . Estas curvas se denominan isothermas ( $T$  constante) y, en el caso de un gas ideal, son hipérbolas.

Para una cantidad fija de gas  $PV/T$  es constante.

De esta forma  $\frac{P_2V_2}{T_2} = \frac{P_1V_1}{T_1}$  para dos situaciones distintas.

La ecuación que relaciona  $P$ ,  $V$  y  $T$  para una cantidad determinada de gas, se denomina ecuación de estado. La función particular, es decir la ecuación de estado, en el caso de un gas ideal viene dada por la ecuación  $PV=nRT$ .



La sonda que mediante el proyecto Vegasky lanzamos a la estratosfera fue tomando datos de presión y temperatura en su ascenso. Hemos utilizado esos datos para calcular el volumen que va adquiriendo el globo a medida que asciende mediante la ecuación de los gases ideales. Es una ecuación muy sencilla y nuestros alumnos están muy familiarizados con ella ya que su estudio forma parte del currículo de la asignatura de Física y Química en E.S.O. Aunque somos conscientes de que el concepto de gas ideal es una extrapolación del comportamiento de los gases reales a densidades y presiones bajas hacia el comportamiento ideal y que a densidades y presiones más altas, deben aplicarse algunas correcciones a esta ecuación si queremos aplicarla a gases reales, hemos considerado que el helio de nuestro globo sonda se comporta como ideal. Por otra parte, las condiciones de nuestro experimento también nos llevaron a pensar en que

dicha aproximación podía hacerse. Dado que durante el ascenso de nuestro globo sonda, la presión va disminuyendo y el volumen va aumentando al ser ambas magnitudes inversamente proporcionales, llega un momento en que el volumen es tan grande que el globo explota. El propósito de este trabajo ha sido precisamente calcular el volumen a diferentes alturas y en el preciso instante de la explosión a partir de los datos de presión proporcionados por los sensores situados en la sonda.

## MATERIAL Y MÉTODOS

A continuación se detalla el material utilizado para llevar a cabo el presente trabajo. Contamos con una sonda meteorológica o High Altitude Balloon (HAB). Una sonda meteorológica es un gran globo de látex capaz de transportar una carga con objetos hasta la estratosfera. Estos globos se llenan de helio o hidrógeno y se van expandiendo en su ascenso hacia la estratosfera terrestre. Los objetos que transporta se conocen como carga o payload y pueden ser de distinta naturaleza según el propósito del experimento, aunque todos deben incluir un paracaídas y un rastreador GPS. También se incluyeron varias cámaras, además de sensores para medir las variables objeto de estudio.

Para la construcción de la sonda se utilizó el material descrito a continuación (Fig. 2):

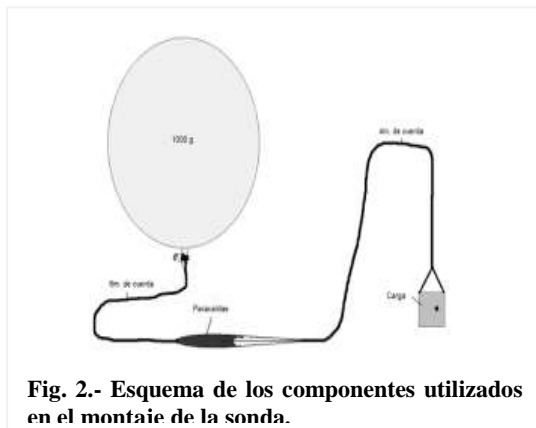


Fig. 2.- Esquema de los componentes utilizados en el montaje de la sonda.

Un globo de marca **Hwoyee** de tamaño 1000g-1600g (Fig. 3).

- Para el llenado se utilizó Helio.
- Cuerdas.
- Paracaídas, marca **Rocketman** de tamaño 6ft (Fig. 4).
- Quitavueeltas.
- Poliestireno extruido para la base donde iban alojados los sensores, cámaras (Fig. 5) y los dispositivos para el rastreo GPS y la adquisición de datos:

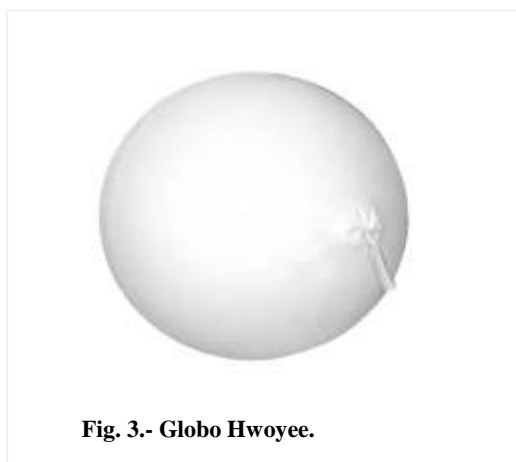


Fig. 3.- Globo Hwoyee.

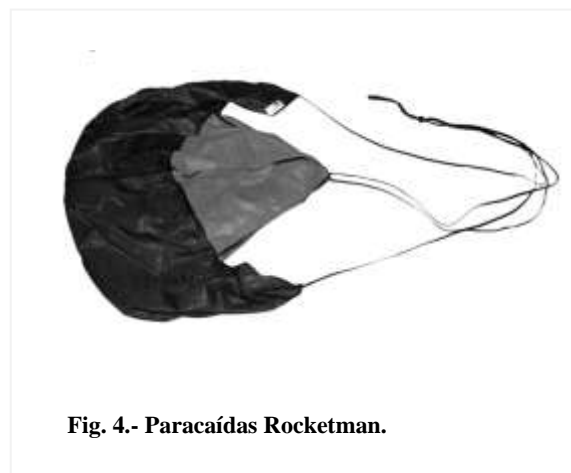


Fig. 4.- Paracaídas Rocketman.

- Rastreador vía satélite marca Spot LLC y modelo **Spot Trace** (Fig. 6).
- Rastreador vía APRS sobre Raspberry Pi, modelo **Pi in the sky** (Fig. 7).
- **Arduino UNO** para registro de datos meteorológicos (Fig. 8).
- Sensores para la toma de datos de presión y temperatura (**DHT22, MPL3115A2 y DS18B20**)



Fig. 5.- Cámara Xiaomi Yi 4k.



Fig. 6.- Rastreador vía satélite marca Spot LLC y modelo Spot Trace.



Fig. 7.-Rastreador vía APRS sobre Raspberry Pi, modelo Pi in the sky.



Fig. 8.- Arduino UNO para registro de datos meteorológicos.

El volumen de Helio necesario para llenar el globo se calculó teniendo en cuenta el Principio de Arquímedes. Sobre nuestro globo actuaban dos fuerzas, una que subía (determinada únicamente por el volumen del globo) y una que bajaba (determinada por el peso total de la sonda y la densidad del gas en el interior del globo). Por tanto, para que ascendiera debía cumplirse que:  $F_{\text{ascensional}} > F_{\text{gravitatoria}}$ .

Se llegó a la conclusión de que el volumen del globo en metros cúbicos debía ser igual a la masa del conjunto formado por la sonda + globo + paracaídas + cuerda en kg y que resultó ser de  $4,32 \text{ m}^3$ . De esta manera el globo ascendió a una velocidad de unos 5 m/s.

Como la sonda dejó de tomar medidas a partir de los 14000 m, los valores de temperatura a partir de esa altitud se han estimado teniendo en cuenta el gradiente de temperatura a una latitud similar a la nuestra consultando la bibliografía.

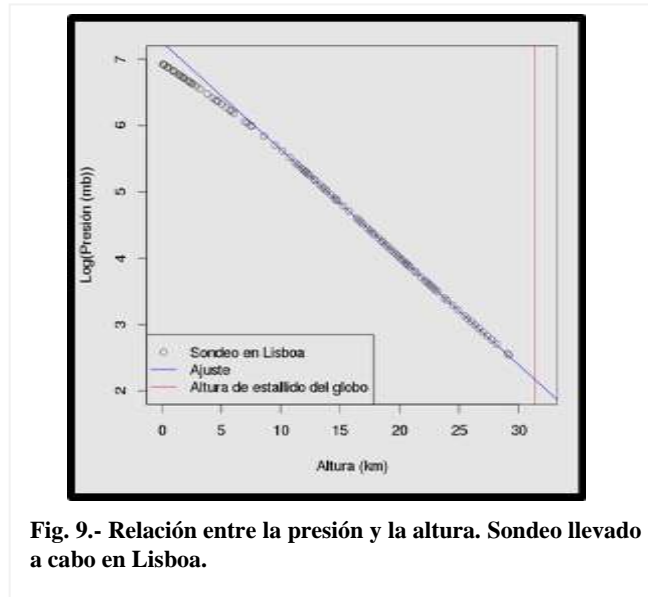
Para los datos de presión tuvimos que recurrir a realizar el ajuste con los datos de un sondeo de Lisboa.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Como la relación que hay entre la presión y la altura es aproximadamente exponencial:

$$p = p_0 * \exp (-z/H)$$

se realizó un ajuste lineal de log(presión) frente a altura. Ese ajuste se hizo sólo con el tramo de medidas superiores a 10 km pues en capas inferiores la relación p - z no muestra la misma pendiente que en capas por encima de 10 km. El tramo de medidas de alturas superiores a 10 km sí muestra un comportamiento lineal, por lo que el ajuste es adecuado (Fig. 9). El ajuste obtenido fue:  $\text{Log}(\text{presión}) = 7.259378 - 0.162071 * \text{altura}$ , con  $R^2$  casi 1.

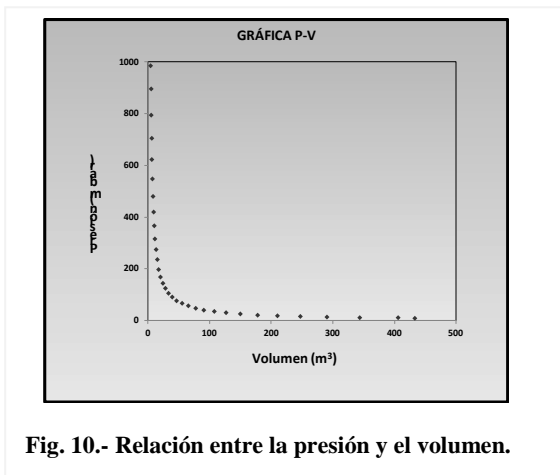


**Fig. 9.- Relación entre la presión y la altura. Sondeo llevado a cabo en Lisboa.**

A partir de ese ajuste se calcularon los valores de presión hasta la altura donde estalló el globo. Con los datos de presión se calculó el volumen del globo para las diferentes alturas haciendo uso de la ecuación  $PV/T = \text{cte}$ . Los resultados obtenidos aparecen en la Tabla I. Por otra parte, los datos P-V se han representado gráficamente (Fig. 10).

**Tabla I. Resultados obtenidos.**

Altitud (m)	Temperatura (K)	Volumen (m³)	Presión (mbar)
199	290	4.32	984.87
1,007	288	4.74	896.57
2,007	286	5.33	793.71
3,009	292	6.10	705.16
4,021	278	6.59	622.68
4,993	273	7.36	547.38
6,013	269	8.24	480.66
7,027	263	9.23	420.53
8,017	258	10.37	367.04
9,024	250	11.71	314.94
10,000	247	13.33	273.43
11,007	239	15.05	234.39
12,004	235	17.55	197.60
13,009	234	20.56	167.92
14,018	240	24.65	143.68
15,002	241	28.46	124.96
16,016	242	33.68	106.02
17,021	243	39.80	90.09
17,997	244	46.82	76.91
19,018	245	55.47	65.18
19,998	246	65.28	55.61
21,021	247	77.37	47.11
22,000	248	91.04	40.20
23,015	249	107.75	34.10
24,010	250	127.11	29.02
25,011	251	150.10	24.68
26,022	252	177.53	20.95
27,036	253	210.07	17.77
28,028	254	247.68	15.13
28,995	255	290.85	12.94
30,009	256	344.14	10.98
31,008	257	406.21	9.34
31,380	258	433.13	8.79



**Fig. 10.- Relación entre la presión y el volumen.**

Con el volumen final obtenido se calculó el diámetro del globo en el momento de la explosión siendo de 9,387 m frente a los 2,020 m en el instante inicial. En las figuras 11 y 12 podemos apreciar el aumento de volumen del que se habla y en la figura 13 el espectacular momento de la explosión.

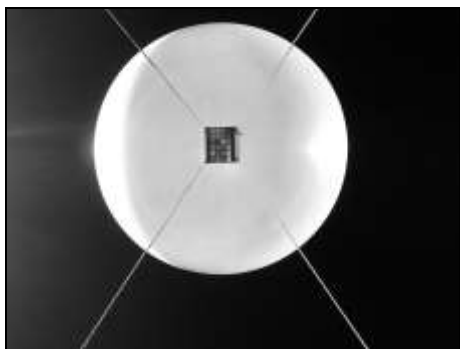


Fig. 12.- Globo sonda a 31380 m de altitud.

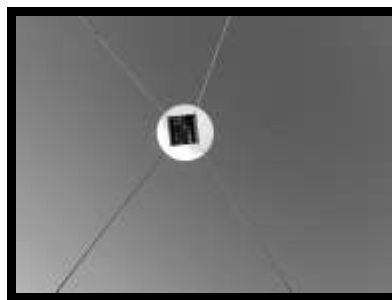


Fig. 11.- Globo sonda antes de iniciar el ascenso.

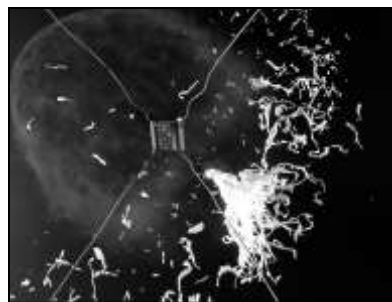


Fig. 13.- Instante inmediatamente posterior a la explosión.

## AGRADECIMIENTOS

A ENAIRE por darnos el permiso para lanzar la sonda.

A D. Antonio Serrano Pérez, profesor titular del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias de la Uex por proporcionarnos los datos de presión de un sondeo realizado en Lisboa.

A Unión de Radio de Badajoz.

## REFERENCIAS

- Chasat: sondas estratoféricas caseras (2011). “Cálculos” [En línea] *Proyectos de la CHA.S.A. (CHAMinade Space Agency). Desde el Colegio Mayor Universitario Chaminade, 2009-2011*. Disponible en: <http://chasat.blogspot.com/p/calculos.html> [Consulta 28/02/2017].
- Ley de los gases ideales (2018). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. [Consulta 7/1/2018] [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Ley\\_de\\_los\\_gases\\_ideales&oldid=111066957](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Ley_de_los_gases_ideales&oldid=111066957).
- Khan Academy (2018). “La temperatura, la teoría cinética y la ley del gas ideal” [En línea]. <https://es.khanacademy.org/science/physics/thermodynamics/temp-kinetic-theory-ideal-gas-law/a/what-is-the-ideal-gas-law> [Consulta en 2018].
- Cedrón, J.C., Landa, V. y Robles, J. (2011) “Ley de los gases ideales”. [En línea]. *Química General. Material de enseñanza. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú*. Disponible en: <http://corinto.pucp.edu.pe/quimicageneral/contenido/521-leyes-de-los-gases-ideales.html> [Consulta en 2018].



# ESTUDIO DE UN EPISODIO HIPERTÉRMICO EN EL EOCENO

*Study of an hyperthermal episode in the Eocene*

Laura Martín García<sup>1</sup>, Guadalupe Mayo García<sup>2\*</sup>  
IES Vaguada de la Palma, s/n, 37007 Salamanca

<sup>1</sup>. lauramaga2000@hotmail.com <sup>2</sup>. guadalupemayo@iesvaguda.com

\* Profesora coordinadora.

**RESUMEN:** A partir del material sedimentario del Eoceno, recogido a diferentes profundidades en la cuenca de Oyambre (Cantabria, España), concretamente entre los 70,5 y 106,3 m, se llevó a cabo un análisis micropaleontológico a partir de nanofósiles calcáreos con el objetivo de reconstruir parámetros ambientales en un hipertermal situado durante un intervalo de tiempo del Eoceno, concretamente entre los 41 y 30 m.a. Tras estudiar las características taxonómicas y paleoecológicas de los géneros *Discoaster*, *Sphenolithus* y *Chiasmolithus* y cuantificarlos, estudiando 40 campos visuales por muestra a partir de un microscopio petrográfico, se concluye que durante el período del Eoceno analizado, tuvo lugar un hipertermal con aguas cálidas y oligotróficas que afectó a la cuenca de Oyambre (Cantabria, España)..

**Palabras clave:** Hipertermal, Eoceno, nanofósiles calcáreos, microscopio petrográfico.

**ABSTRACT:** From the Eocene sedimentary material, collected at different depths in the Oyambre basin (Cantabria, Spain), specifically between 70.5 and 106.3 m, a micropaleontological analysis was carried out from calcareous nanofossils with the objective of reconstructing environmental parameters in a hyperthermal, located during an interval of time of the Eocene, between 41 and 30 m. After studying the taxonomic and paleoecological characteristics of the *Discoaster*, *Sphenolithus* and *Chiasmolithus* genera and once quantified them by studying 40 visual fields per sample from a petrographic microscope, it is concluded that during the Eocene period analyzed, a hyperthermal with warm and oligotrophic waters took place, affecting the Oyambre basin (Cantabria, Spain).

**Key-words:** Hyperthermal, Eocene, calcareous nanofossils, petrographic microscope.

---

**MERIDIES, 22 (2019):** 49-56.

ISSN (versión impresa): 1137-8794

---

## INTRODUCCIÓN

Los cocolitóforos con organismos unicelulares, marinos y autótrofos. Cuando estos organismos mueren, sus cocolitos descienden al fondo oceánico a través de la columna de agua. Estos nanofósiles calcáreos representan uno de los mayores componentes de los sedimentos oceánicos y el estudio de ellos cobra gran importancia a la hora de reconstruir las condiciones paleoceanográficas de una determinada zona del océano en un determinado período de tiempo ya que reflejan las condiciones ambientales de la columna de agua en la que vivían. Para llevar a cabo este proyecto, se han analizado cuantitativamente y cualitativamente los sedimentos recogidos a diferentes profundidades en la cuenca de Oyambre (Cantabria, España) para estudiar las asociaciones de dichos nanofósiles calcáreos en el Eoceno, período del Paleógeno en el que tuvieron lugar importantes cambios climáticos y entre ellos el hipertermal estudiado en este proyecto.

Las condiciones ambientales que tuvieron lugar en este periodo hipertermal podrían ser muy similares a las que se producirán en las próximas décadas ya que actualmente, el ser humano está liberando rápidamente grandes cantidades de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

### Contexto geográfico

Este trabajo se realizó con muestras de sedimentos pertenecientes a la cuenca de Oyambre, localizada cerca de San Vicente de la Barquera, un pueblo situado al noroeste de Cantabria (España) (Fig. 1).

Este material sedimentario está formado principalmente por lechos de margas, calizas y turbiditas numulíticas de grano grueso dispuestas en cada estrato de una forma determinada.

### Eoceno

El Eoceno es un periodo del Paleógeno situado entre los 56 y los 34 millones de años en el que tuvieron lugar varios cambios climáticos importantes.

Según un estudio de los principales cambios acontecidos en los últimos 66 millones de años (Molina, 2007), hubo un hipertermal en el límite del Paleoceno/Eoceno originado por un intenso vulcanismo y un aumento de la actividad hidrotermal, donde se liberaron grandes cantidades de CO<sub>2</sub> a la atmósfera (Owen y Rea, 1992). Además de este intenso vulcanismo, se produjo el cierre del Mar de Tetis por el este a causa del desplazamiento de las placas Africana e Índica hacia la Euroasiática. Ello provocó un aumento de la temperatura de los fondos oceánicos, se desestabilizaron los hidratos de metano y se liberaron grandes cantidades de CO<sub>2</sub>. Tuvo lugar un gran efecto invernadero (Dickens y col., 1997), y como consecuencia un evento hipertermal (Thomas, 2003), alcanzándose la temperatura más alta de todo el Paleógeno. La temperatura media terrestre aumentó en unos 6°C en solamente 20.000 años y la temperatura de los océanos llegó a aumentar alrededor de 10°C. A causa de este fenómeno, se alteraron las corrientes marinas y la atmósfera, y aumentó el nivel del mar. Los océanos se volvieron anóxicos y ascendió la isoclina a unos 1.500 m, (La isoclina es la profundidad por debajo de la cual la mayor parte de los carbonatos de los sedimentos del suelo oceánico se disuelve en agua marina) la cual varía con el aumento de CO<sub>2</sub>, acidez y latitud. Los nanofósiles calcáreos encontrados, pertenecientes a este período, presentan una gran diversificación.

### Cocolitóforos y nanofósiles calcáreos

Los cocolitóforos son organismos unicelulares, autótrofos y su reproducción es principalmente por división binaria (mitótica), forman parte del fitoplancton marino y son capaces de producir placas de carbonato cálcico llamadas cocolitos (Flores y Sierro, 2013; Bolton *et al.*, 2016). Tienen un ciclo de vida diploide-haploide y dentro de estas fases, pueden realizar la fotosíntesis y la reproducción sexual binaria. Como presentan dos fases del ciclo de vida, se llevan a cabo dos modos de mineralización diferentes. En la fase haploide forman holococolitos y en la diploide heterococolitos y en ocasiones también forman nanolitos. Se alimentan principalmente de fosfatos y nitratos, que actúan directamente sobre su constitución celular y su calcificación. Los cocolitóforos son muy abundantes y viven en las zonas superiores del agua. Se extienden desde las regiones polares hasta los trópicos.

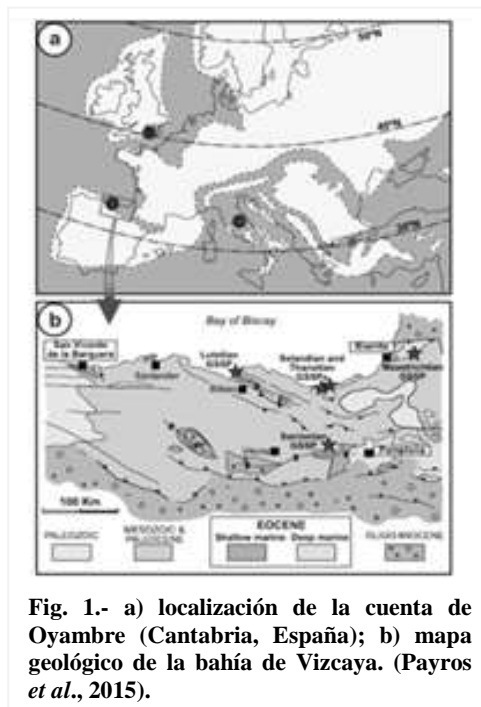


Fig. 1.- a) localización de la cuenca de Oyambre (Cantabria, España); b) mapa geológico de la bahía de Vizcaya. (Payros *et al.*, 2015).

Cuando estas especies mueren, sus cocolitos se depositan en el fondo oceánico (Fig. 2). Representan uno de los mayores componentes de los sedimentos oceánicos y, a su vez, tienen una gran importancia ya que reflejan las condiciones ambientales de la columna de agua en la que vivían (Flores, 2003). Estas condiciones ambientales que reflejan son entre otras la temperatura, la intensidad de la luz a la que estaban sometidos y su disponibilidad de nutrientes. Todos estos factores se ven reflejados en los distintos cocolitos que ha ido formando el cocolitóforo (Hain *et al.*, 2013). La función que desempeñan los cocolitos

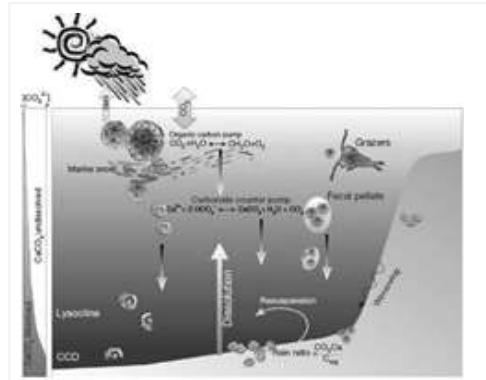


Fig. 2.- proceso de sedimentación de los cocolitos (Flores y Sierro, 2013).

en los organismos no se sabe con certeza, pero posiblemente sea para proteger la célula contra patógenos o para regular la luz absorbida por la célula. Diversas investigaciones han concluido que estos organismos podrían formar los cocolitos para utilizar el CO<sub>2</sub> proveniente del proceso de calcificación y así realizar la fotosíntesis, y de esta forma, ser insensibles a la limitación de CO<sub>2</sub> (Feely *et al.*, 2004; Bach *et al.*, 2013).

Alrededor del 60% del carbonato de calcio oceánico total proviene de los cocolitos. Estos se forman a partir del CaCO<sub>3</sub> procedente del proceso de carbonatación, proceso que al generar CO<sub>2</sub> favorecería la fotosíntesis (Fig. 3).

### Hipótesis y objetivos

La hipótesis de trabajo es que los nanofósiles calcáreos pueden servir de indicadores de los cambios medioambientales ocurridos en una determinada época geológica” y por ello los objetivos son los siguientes:

- Analizar, mediante microscopía de muestras preparadas a partir de sedimentos marinos, los cambios cuantitativos y cualitativos en nanofósiles calcáreos.
- Establecer la dinámica de temperaturas ocurrida en uno de los hipertermales del Eoceno a partir de los cambios detectados en los nanofósiles calcáreos presentes en la cuenca de Oyambre (Cantabria, España).

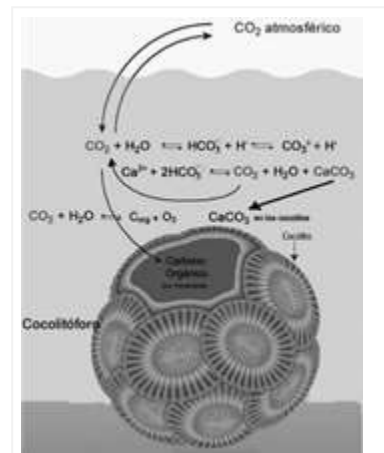


Fig. 3: proceso de formación de los cocolitos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se tomaron 11 muestras de sedimentos a diferentes profundidades (entre los 70,5 y 106,3 m) en la cuenca de Oyambre con una antigüedad de entre 30 y 41 millones de años.

### Preparación de las muestras

Se llevó a cabo la preparación de las muestras en el laboratorio siguiendo el procedimiento desarrollado por Flores y Sierro (1997) que consiste en una decantación homogénea de nanofósiles calcáreos. Para ello, se pesaron 0,2 g de cada una de las 11 muestras y se preparó una disolución tamponada.

Las muestras se introdujeron en un sonicador (Fig. 4) para que los sedimentos de cada muestra se disgregasen debidamente.

Posteriormente, se llevó a cabo la decantación homogénea de los nanofósiles calcáreos. Para ello, se emplearon 11 placas de Petri con un cubre en su interior y se rellenaron con una solución gelatinosa (Fig. 5). A continuación, a cada placa de Petri se añadió 0,2 mL de cada una de las 11 muestras y fueron homogeneizadas con la solución gelatinosa anterior (Fig. 6).



Fig. 4.- Sonicador.

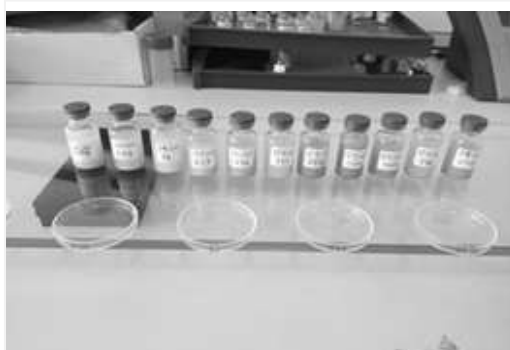


Fig. 5 Frascos con las muestras y las placas de Petri con el cubre en su interior.



Fig. 6.- Homogeneización de la muestra con la solución gelatinosa.

Después, se dejaron reposar las muestras para que los nanofósiles calcáreos se decantaran correctamente sobre los cubres. Cuando la decantación finalizó, se deshidrataron las placas de Petri y se retiraron los cubres de su interior.

Finalmente, se prepararon las muestras para ser observadas al microscopio. Para ello se sellaron los cubres con los portas partir de bálsamo de Canadá empleando una plancha térmica (Fig. 7).

### Taxones estudiados

Los taxones que se han analizado en las muestras han sido los siguientes:

*DISCOASTER*: Desde un punto de vista paleoecológico, este género es considerado habitante de aguas cálidas y oligotróficas (Bralower, 2002), con una preferencia por aguas poco profundas. Ha sido asociado a condiciones de aguas cálidas debido a su presencia en latitudes bajas y se cree que son sensibles a las variaciones de temperatura (Fig. 8)

*SPHENOLITHUS*: Paleoecológicamente, al igual que en el caso de los *Discoaster*, es un género considerado de aguas cálidas y oligotróficas (Fig. 9).

*CHIASMOLITHUS*: Desde un punto de vista paleoecológico, a este género se le considera como habitante de aguas frías (Fig. 10) (Villa y Persico, 2006; Mejía-Molina, 2010).



Fig. 7.- Pegado de cubre y porta utilizando bálsamo de Canadá.

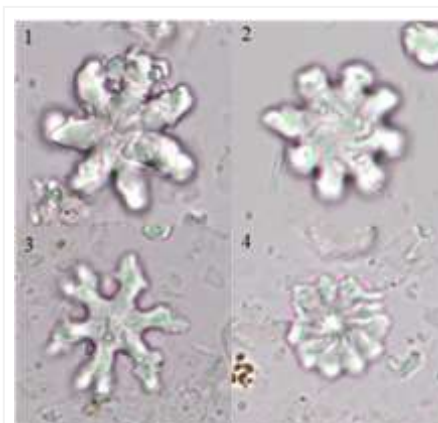


Fig. 8.- Algunos *Discoaster* encontrados en las muestras de este trabajo utilizando microscopio petrográfico con un polarizador. 1) *D. deflandei* 2) *Discoaster* sp. 3) *D. deflandei* y 4) *D. multirradiatus*.

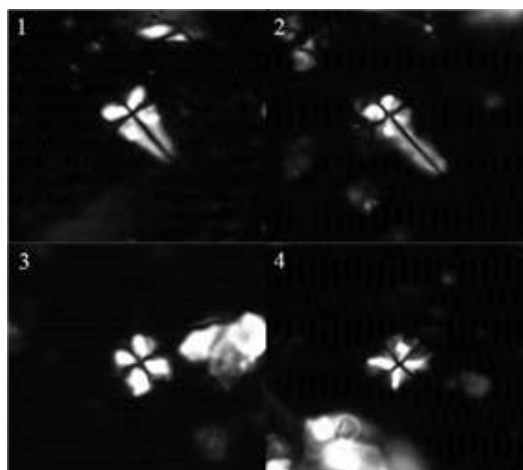


Fig. 9.- Algunos *Sphenolithus belemnus* encontrados en las muestras utilizando microscopio petrográfico con polarizadores cruzados: 1 y 2) vista lateral, 3y 4) vista apical.

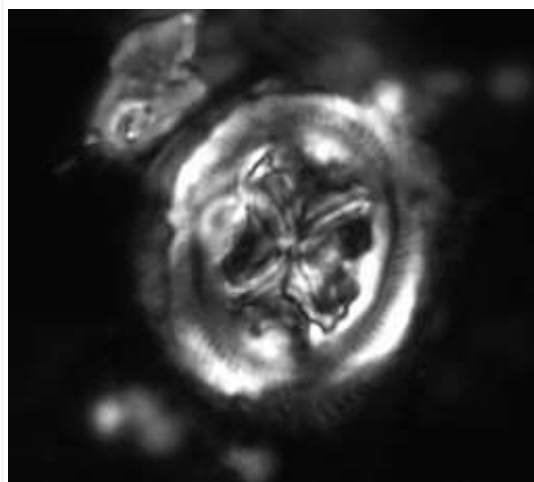


Fig. 10.- Un ejemplo de *Chiasmolithus* que se han encontrado en las muestras utilizando microscopio petrográfico con polarizadores cruzados (*Chiasmolithus altus*).

#### Análisis cuantitativo de las muestras

En el análisis cuantitativo se estudiaron 40 campos visuales por muestra con ayuda de un microscopio petrográfico. En cada campo visual se contaron el número de nanofósiles calcáreos de los géneros *Discoaster*, *Sphenolithus* y *Chiasmolithus*. Ya que estos nanofósiles actúan como indicadores térmicos, su abundancia y/o ausencia en las muestras (dependiendo del género considerado) sería indicativo de una época hipertermal.

El microscopio petrográfico es uno de los aparatos más utilizados en los trabajos geológicos tanto para la determinación de propiedades ópticas como para la identificación de minerales, la clasificación de rocas o la observación de nanofósiles. Su principal diferencia con otros microscopios es que el petrográfico dispone de un sistema de polarización de la luz, una platina giratoria sobre la que se colocan las muestras y una lente de Bertrand. El fenómeno de polarización de la luz se lleva a cabo gracias a los dos nícoles que posee, uno de ellos (el polarizador) está colocado debajo de la muestra en el sistema de iluminación y el otro (el analizador) está situado entre la muestra y el ocular. Cuando estos nícoles están a 90°, se manifiesta el proceso de polarización; al colocar un material birrefringente ente ambos se producen fenómenos de interferencia que dan lugar a rayos que vibran en planos que pueden atravesar el analizador con lo que se observan figuras de interferencia en los oculares del microscopio. En los cocolitos de los distintos géneros estudiados, al estar compuestos de materiales birrefringentes se produce este fenómeno y por tanto presentan figuras de interferencia características, el análisis de estas figuras es el criterio para determinar el taxón.

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron 40 campos visuales por cada una de las 11 muestras y se cuantificó el número de *Discoaster*, *Sphenolithus* y *Chiasmolithus* por campo visual. Se realizó una tabla (Tabla I) en la que se muestra la media aritmética de cada uno de los nanofósiles calcáreos estudiados por campo visual de las 11 muestras respecto a la profundidad. También se cuantificaron los “otros”

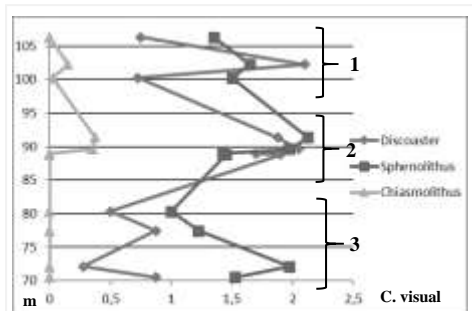
nanofósiles calcáreos encontrados en las muestras, pero no fueron estudiados de forma particular ya que no se tiene la certeza de que sean indicativos de aguas cálidas o frías.

El número de cada género de nanofósiles por campo visual y la profundidad a la que se recogieron las muestras se utilizaron para representar gráficamente estos resultados. En primer lugar, se compararon los

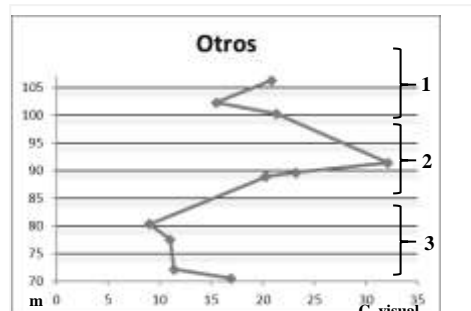
**Tabla I. número (media aritmética) de cada uno de los géneros de nanofósiles calcáreos estudiados por campo visual de las 11 muestras respecto a la profundidad**

Muestra	Profundidad (m)	<i>Discoaster</i>	<i>Sphenolithus</i>	<i>Chiasmolithus</i>	Otros
LU017	70,5	0,88	1,53	0,00	16,93
LU024	72,1	0,28	1,98	0,00	11,40
LU036	77,45	0,88	1,23	0,00	11,03
LU044	80,3	0,50	1,00	0,00	9,00
LU071e	88,8	1,90	1,45	0,00	20,25
LU071g	88,93	1,70	1,43	0,00	20,30
LU073e	89,62	2,05	1,98	0,35	23,18
LU077d	91,35	1,88	2,13	0,38	32,13
LU096	100,25	0,73	1,50	0,03	21,33
LU100b	102,27	2,10	1,65	0,15	15,50
LU111	106,3	0,75	1,35	0,00	20,85

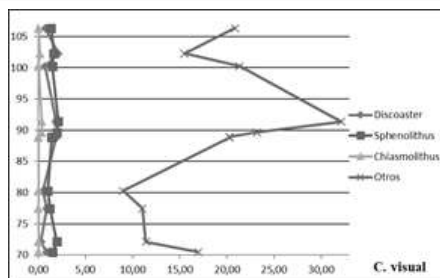
datos de los géneros *Discoaster*, *Sphenolithus* y *Chiasmolithus* (Fig 11), se hizo otra gráfica solamente con los datos de los “otros” (Fig. 12) y otra comparando todos los géneros estudiados (incluyendo los otros) para tener una visión general de los datos (Fig 13). En la figura 11 podemos observar cómo la mayor parte de puntos van a la par entre los *Discoaster* y *Sphenolithus*, es decir, cuando en una muestra aumenta el número de *Discoaster* también aumenta el de *Sphenolithus*. Esto claramente se debe a que como se ha dicho anteriormente, ambos géneros tienen características paleoecológicas muy similares (característicos de aguas cálidas y oligotróficas). Por esa razón, resulta interesante sumar el número de *Discoaster* con el de *Sphenolithus* por campo visual de cada una de las muestras y hacer una gráfica. Como los *Chiasmolithus* son indicadores de aguas de temperaturas más bajas, también compararemos en esta gráfica la relación entre *Discoaster*+*Sphenolithus* con *Chiasmolithus* (Fig. 14).



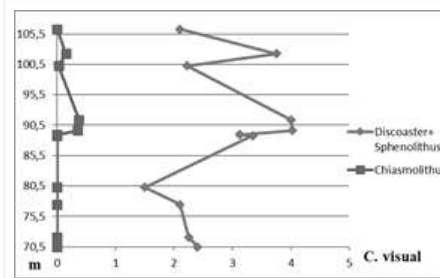
**Fig. 11.-** Números de *Discoaster*, *Sphenolithus* y *Chiasmolithus* encontrados por campo visual y profundidad a la que se recogieron las muestras.



**Fig. 12.-** Número de “otros” encontrados por campo visual y profundidad a la que recogieron las muestras..



**Fig. 13.-** Números de cada uno de los géneros por campo visual en las diferentes profundidades.



**Fig. 14.-** Números de cada uno de los géneros por campo visual en las diferentes profundidades.

Los resultados que reflejan los *Chiasmolithus* no son muy concluyentes ya que solamente han sido encontrados en 4 de las 11 muestras y en ninguna superan los 0,39 individuos por campo visual, por lo cual esos datos han de tomarse con cautela.

Se dividieron las muestras en tres grupos según su profundidad. En el grupo 1 se incluyeron las muestras comprendidas entre los 100,25 y los 106,3 m. Analizando los resultados se observa la presencia de *Discoaster* y *Sphenolithus* pero es menos destacable que en otras muestras. Se podría deducir que las muestras del grupo 1 pertenecen a un episodio anterior al hipertermal.

En el grupo 2 se incluyeron las muestras comprendidas entre los 88,8 y 91,35 m. Aquí se encontró un mayor número de *Discoaster* y *Sphenolithus* y se podría deducir que estas muestras pertenecen a un episodio hipertermal con elevadas temperaturas y aguas oligotróficas.

Finalmente, en el grupo 3 se incluyeron las muestras comprendidas entre los 70,5 y 80,3 m de profundidad. En ellas el número de *Discoaster* y *Sphenolithus* vuelve a descender y cabe suponer que las muestras de este grupo pertenecen a un episodio posterior al hipertermal.

Sin embargo, la teoría de que durante el hipertermal las aguas fuesen más oligotróficas se ve un poco truncada a la vista de la figura 12, en la que se aprecia un aumento de los “otros” nanofósiles calcáreos en las muestras del grupo perteneciente al hipertermal (grupo 2). Esto puede deberse por dos motivos, o bien estos nanofósiles calcáreos han aumentado debido a que los nutrientes en las aguas eran más abundantes, o bien estos “otros” nanofósiles sean indicativos de aguas oligotróficas al igual que los *Discoaster* y *Sphenolithus*. Como no se ha llevado a cabo un análisis cuantitativo de todos estos diferentes géneros incluidos en el grupo de “otros”, no se puede descartar ninguna de las dos teorías.

### Conclusiones

La decantación, junto con la microscopía petrográfica es una metodología útil para determinar nanofósiles calcáreos en los sedimentos de un fondo marino.

Las frecuencias de *Discoaster* y *Sphenolithus* encontradas en muestras procedentes de la cuenca de Oyambre (Cantabria) y analizadas aquí, indican que durante un intervalo de tiempo del Eoceno, entre 41 y 30 m.a. tuvo lugar un episodio hipertérmico que afectó a esta zona.

Las condiciones ambientales ocurridas durante este episodio hipertérmico estudiado, podrían ser similares a aquellas que se darían en las próximas décadas si tenemos en cuenta las elevadas cantidades de CO<sub>2</sub> que se liberan a la atmósfera en la actualidad como consecuencia de la actividad humana.

A la vista de estas conclusiones se corrobora nuestra hipótesis de trabajo: “Los nanofósiles calcáreos son indicadores útiles de cambios ambientales ocurridos en una determinada época geológica”.

### REFERENCIAS

- Bach, L. T., Mackinder, L. C., Schulz, K. G., Wheeler, S., Schroeder, D. C., Brownlee, C. y Rievesell, U. (2013). Dissecting the impact of CO<sub>2</sub> and pH on the mechanisms of photosynthesis and calcification in the coccolithophore *Emiliania huxleyi*. *New Phytologist*, 199(1), 121-134 (2013).
- Bolton, C. T., Hernández-Sánchez, M. T., Fuertes, M. A., González-Lemos, S., Abrevaya, L., Mendez-Vicente, A., Flores, J. A., Probert, I., Giosan, L., Johnson, J. y Stoll, H. M. (2016).

- Decrease in coccolithophore calcification and CO<sub>2</sub> since the middle *Miocene*. *Nature Communications* 7:10284.
- Bralower, T.J., (2002). Evidence of surface water oligotrophy during the Paleocene-Eocene Thermal Maximum: nannofossil assemblage data from Ocean Drilling Program Site 690 Maud Rise, Weddell sea. *Paleoceanography*, 17, 1-13.
- Dickens, G.R, Castillo, M.M. y Walker, J.C.G. (1997). A blast of gas in the latest Paleocene: Simulating first-order effects of massive dissociation of the oceanic methane hydrate. *Geology*, 25, 259-262.
- Feely, R. A., Sabine, C. L., Lee, K., Berelson, W., Kleypas, J., Fabry, V. J. y Millero, F. J. (2004). Impact of anthropogenic CO<sub>2</sub> on the CaCO<sub>3</sub> system in the oceans. *Science*, 305(5682), 362-366.
- Flores, J. A., Marino, M., Sierro, F. J., Hodell, D. A. y Christopher, D. (2003). Calcareous plankton dissolution pattern and coccolithophore assemblages during the last 600 kyr at ODP Site 1089 (Cape Basin, South Atlantic): paleoceanographic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology y Palaeoecology*, 196(3-4), 409-426.
- Flores, J. A. y Sierro, F.J. (2013). Coccolithophores. In: Elias S.A. (ed.) *The Encyclopedia of Quaternary Science*, vol.2, pp. 783-794. Amsterdam: Elsevier.
- Flores, J.A. y Sierro, F. J. (1997). Revised technique for calculation of calcareous nannofossil accumulation rates. *Micropaleontology*, 43(3), 321-324.
- Hain, M., Sigman, D. y Haug, G. (2013). The biological pump in the past. En *Treatise on geochemistry* 2ª edición (eds. Mottl, M. J. y Elderfield, H.), vol. 8, pp. 485-517. Elsevier: Oxford (Reino Unido).
- Mejía-Molina, A. E. (2010). Bioestratigrafía y Biocronología de Nanofósiles Calcáreos del Mioceno en el Norte de Colombia y Caribe. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
- Molina, E. (2007). Causas de los principales eventos de extinción en los últimos 66 millones de años. *Real academia de Zaragoza*, 62: 37-64.
- Owen, R.M. y Rea, D.K. (1992). Sea floor hydrothermal activity links climate to tectonics: The Eocene CO<sub>2</sub> greenhouse. *Science* 227, 166-169.
- Payros, A., Dinarés-Turell, J., Monechi, S., Orue-Etxebarria, X., Ortiz, S., Apellaniz, E. y Martínez-Braceras, N. (2015). The Lutetian/Bartonian transition (middle Eocene) at the Oyambre section (northern Spain): Implications for standard chronostratigraphy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 440 (2015) 234-248.
- Thomas, E. (2003). Extinction and food at the sea floor: a high-resolution benthic foraminiferal record across the Initial Eocene Thermal Maximum, Southern Ocean Site 690. In: *Causes and Consequences of Globally Warm Climates of the Paleogene* (Eds. Wing, S. et al.). Geological Society of America, Special Paper, 369, 319-332.
- Villa, G. y Persico, D., (2006). Late Oligocene climatic changes: Evidence from calcareous nannofossils at Kerguelen Plateau Site 748 (Southern Ocean). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 231, 110-119.



## LAS PLANTAS MARCAN EL RITMO

*Plants mark the rhythm*

**Celia González Franco, Raquel González Franco y Manuel Rodas Llanos**<sup>1\*</sup>  
 IES Sierra de San Pedro. c/ Fray Alonso de Manzanete. 06190 La Roca de la Sierra (Badajoz)

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

\* *Profesor coordinador*

**RESUMEN:** *Las legumbres han constituido la base de la alimentación humana aportando proteínas de alto valor biológico. De ahí la importancia de encontrar sistemas que favorezcan el crecimiento vegetativo de dichas plantas. Diversos trabajos han demostrado que determinadas vibraciones influyen en la apertura de los estomas, acelerando el proceso fotosintético. En este estudio se compara el crecimiento de Lens culinaris y Cicer arietinum, en situaciones de ausencia y presencia de música. Obteniendo como resultado que el estilo musical conocido como reguetón estimulaba en mayor medida el crecimiento de estas legumbres.*

**Palabras clave:** *Leguminosas, música, estomas, germinación y aislantes acústico.*

**ABSTRACT:** *Legumes have been the basis for the human diet, providing biological high value proteins. Hence the importance of discovering systems that promote the growing of such plants. Different works have demonstrated that certain vibrations affect the opening of stomas, accelerating the photosynthesis. In this study, we compare the growth of Lens culinaris and Cicer arietinum, in situations of absence and presence of music. As a conclusion, the music style known as reggaeton, improved highly the growth of these legumes.*

**Key-words:** *Legumes, music, stomas, germination and acoustic insulators.*

---

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

ISSN (versión impresa): 1137-8794

---

### INTRODUCCIÓN

Los seres humanos cada vez requieren acelerar más la producción de sus productos alimenticios para poder satisfacer las necesidades de una creciente población. Las legumbres junto con los cereales han constituido la base de la alimentación humana desde que el hombre primitivo deja de ser recolector para ser productor de alimentos.

Las leguminosas en particular, presentan una composición nutritiva, que hace de ellas un alimento adecuado para incluirlo en el concepto de dieta saludable, como la conocida dieta Mediterránea, ya que no sólo son fuente de proteína vegetal sino también de hidratos de carbono complejos y de fibra. Además, tiene un contenido en lípidos bajo, predominando claramente el contenido en grasas insaturadas sobre las saturadas (Urbano *et al.*, 2007). Son también ricas en minerales como cobre, manganeso, hierro y zinc en garbanzos o zinc y selenio y especialmente hierro en lentejas y además aportan vitaminas tanto hidrosolubles como liposolubles.

Por otro lado, como buenas leguminosas, tienen capacidad para establecer simbiosis con la bacteria *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* (Aparicio, *et al.*, 1993) fijando el nitrógeno atmosférico en el suelo, por lo que tradicionalmente ha sido muy importante integrar estos cultivos en los sistemas de rotación para enriquecer el suelo con nitrógeno de manera natural.

En el presente estudio, se muestra una investigación cuyo objetivo es comprobar si existe un incremento en la velocidad de crecimiento, tanto a nivel de germinación como vegetativo de las plantas, mediante la aplicación de diferentes estilos musicales, controlando además otros factores como, la temperatura o la iluminación.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia se ha desarrollado durante el primer semestre del curso 2017/18 con la finalidad de comprobar el crecimiento de dos tipos de semillas: *Lens culinaris* y *Cicer arietinum* sometidas a la ausencia y presencia de música. El trabajo se estructuró en varias fases que fueron las siguientes:

### Optimización del proceso de germinación

En esta primera fase se procedió a la selección de la legumbre a estudiar. Se comprobaron las condiciones de germinación de 2 variedades de judías, así como una de garbanzos y otra de lentejas.

Se controló la temperatura de las semillas para que se mantuvieran a 18°C. Así mismo, mediante la aplicación Light Meter, se midieron las condiciones de luminosidad de las mismas, de tal forma que se comprobaron los porcentajes de germinación a baja luminosidad (70 lux) y en oscuridad.

### Diseño de la caja “sin sonido”

Se construyeron dos cajas para conseguir un gran aislamiento acústico. En una de ellas se colocó también un aislante térmico (poliestireno expandido) para reducir los posibles cambios de temperatura y otra se hizo sin dicho aislante (Fig. 1). Como aislante acústico se empleó celulosa obtenida a partir de colillas de tabaco, material que ha mostrado una buena aptitud como absorbente de sonido según muestran Gómez y Maderuelo (2017).

### Experimento de germinación

Se prepararon 24 placas de Petri, cada una de ellas con 5 semillas pertenecientes a los dos tipos de leguminosas. Las semillas fueron germinadas en oscuridad y sometidas a 4 estilos musicales distintos (clásica, punk-rock, reguetón y electrónica) durante las 24h y a 80dB. Se utilizaron dos tipos de blancos:

- Blanco 1. Solo con el ruido ambiental, aproximadamente 15dB.
- Blanco 2. En la caja insonorizada.

Las mediciones de sonido se realizaron con la aplicación Sound Meter.

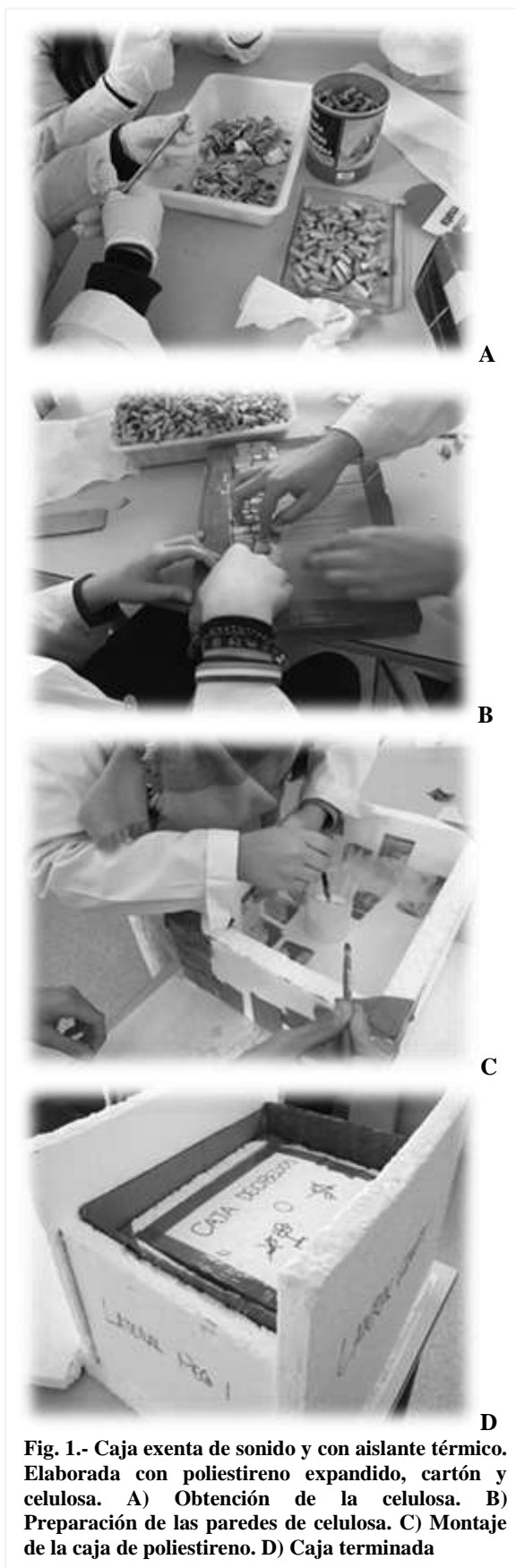


Fig. 1.- Caja exenta de sonido y con aislante térmico. Elaborada con poliestireno expandido, cartón y celulosa. A) Obtención de la celulosa. B) Preparación de las paredes de celulosa. C) Montaje de la caja de poliestireno. D) Caja terminada

**Experimento de crecimiento vegetativo a partir de plántulas obtenidas por germinación.**

El experimento se estructuró en dos subfases, en la primera se siguió el proceso empleando estilos musicales ya documentados (grupos 1 a 3) y en la segunda se utilizaron otros dos estilos no descritos (grupos 2 a 5), como se observa en la figura 2.

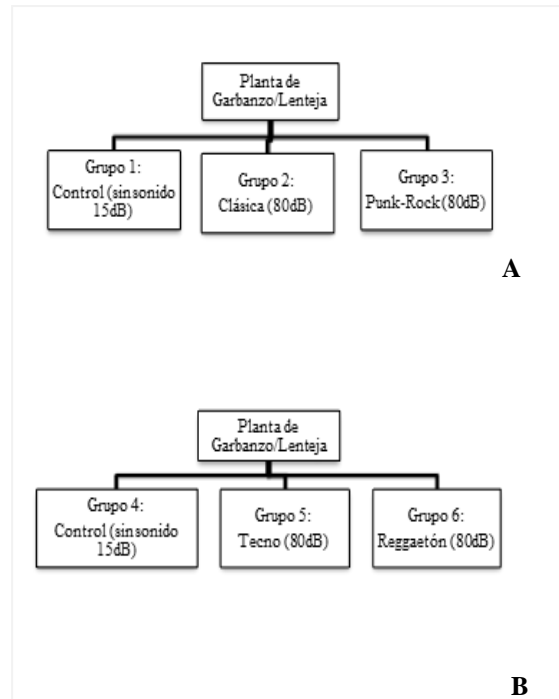
Las condiciones lumínicas y térmicas fueron las mismas que para la fase de germinación, esto es, temperatura ambiente (18°C) y ausencia o presencia (70lx) de luz. Para las mediciones se empleó un termómetro de laboratorio y la aplicación Light Meter ya mencionada.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

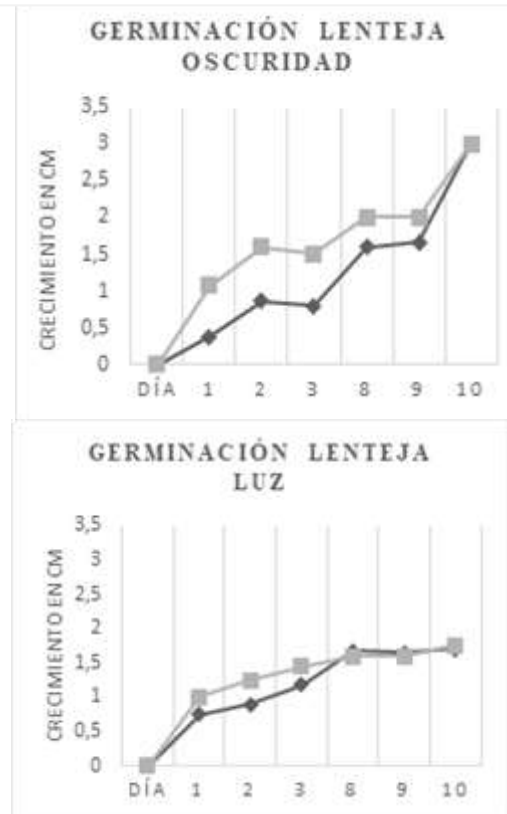
Se estudiaron además de *Lens culinaris* y *Cicer arietinum*, dos variedades de judía, que fueron excluidas del estudio por su difícil germinación. Las semillas de climas templados, requieren de temperaturas frías por períodos prolongados para iniciar la germinación (Romo Gallegos, *et al.*, 2016), lo que explicaría la dificultad encontrada para la germinación de las semillas en las que manteníamos una temperatura estable.

En la fase de germinación se pudo observar que el crecimiento era más rápido en ausencia de luz (Fig. 3), y se comprobó que el crecimiento en ausencia total de sonido, o solo con ruido de fondo, eran similares. Sin embargo se apreció un crecimiento significativo cuando éste se estimuló con música, especialmente reguetón (Fig. 4).

En la fase de crecimiento vegetativo, hemos apreciado un crecimiento mucho mayor en las leguminosas estudiadas expuestas a reguetón que a los otros estilos musicales (Fig. 5). También hemos podido observar que, aunque en general el crecimiento es mayor en las plantas sometidas a un estrés musical, para el caso concreto de la música electrónica, encontramos que con el tiempo el crecimiento se estancaba, siendo superado por la planta no sometida a ningún estímulo musical, tanto para *Cicer arietinum* como *Lens culinaris* (Fig 6).



**Fig. 2.- Subfases del experimento de Crecimiento tanto con luz como sin ella. A) Grupos del 1 al 3. B) Grupos del 4 al 6.**



**Fig. 3.- Germinación de semillas de *Lens culinaris* en ausencia/presencia de luz. En ambos casos se presenta el crecimiento de la raíz con “cuadrados y gris” y el crecimiento del tallo con “rombos y negro”. Se puede apreciar que el crecimiento es mayor en las semillas mantenidas en oscuridad.**

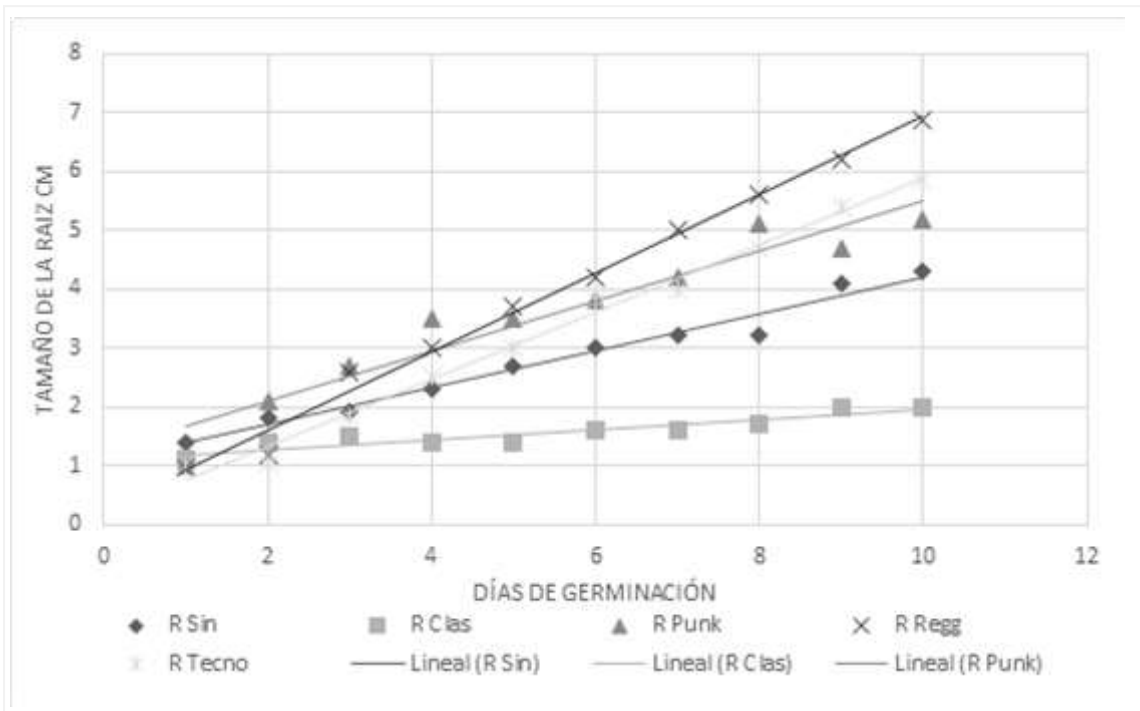


Fig. 4.- Crecimiento de la raíz de *Lens culinaris* en diferentes condiciones acústicas musicales: sin música (rombos), clásica (cuadrados), punk (triángulos), reguetón (aspas, línea negra) y tecno (asteriscos).



Fig. 5.- Crecimiento de *Cicer arietinum* en el primer mes. Se puede apreciar como las expuestas a música de reguetón tienen un crecimiento superior al doble frente a las que se encontraban en silencio (15 dB de sonido ambiente).



Fig. 6.- Crecimiento de *Cicer arietinum* al cabo de un mes y medio. Se aprecia el estancamiento de crecimiento en las plantas sometidas a la música electrónica, disminución del ritmo de crecimiento del expuesto a Reguetón y aumento de la planta con solo el sonido ambiente.

Se encontró también que las hojas de las leguminosas sometidas a los diferentes estímulos musicales presentaban casi todos los estomas abiertos y tenían un consumo mayor de agua que las que se encontraban en silencio (fig. 7, en la página siguiente).

Se ha llegado a la conclusión de que la música puede ser una buena aliada para aumentar la velocidad de crecimiento de las semillas. Dado que este proceso está muy influenciado por las fitohormonas, como auxinas o giberelinas fundamentalmente, se sugiere una futura línea de

investigación estudiando la influencia de estas hormonas y su relación con la música y especialmente el reguetón, donde el crecimiento ha sido notablemente mayor.

Finalmente, coincidimos con González y Valdemoros (2006) en que el crecimiento de las plantas se incrementa significativamente cuando éstas están sometidas a cualquier tipo de música; esto se debe a que las plantas se estresan, abriendo así sus estomas, consumiendo más agua y nutrientes, como propone Henríquez *et al.* (2010).

Hemos encontrado también que, en función del tipo musical aplicado, el vigor de la planta variaba. Así por ejemplo en el caso de las plantas sometidas a música clásica, se observó que poseían un verde muy apagado, sin embargo, con el reguetón las plantas crecían mucho más rápido y contaban con tallos y hojas con una posición más recta.

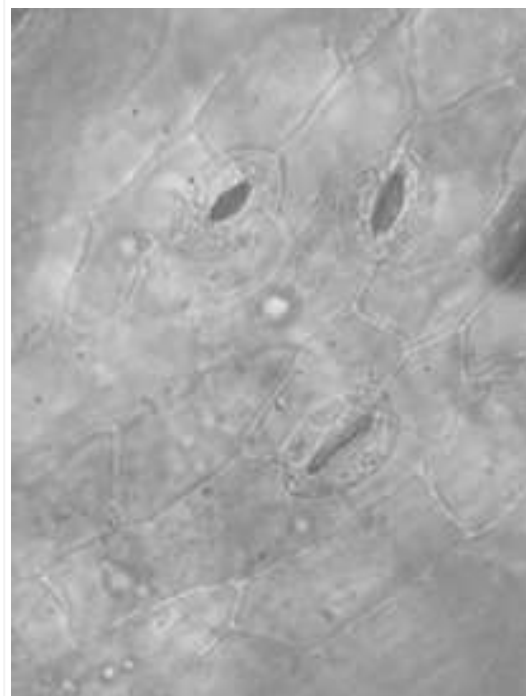
Las plantas expuestas al rock, por otro lado, crecían también bastante rápido pero sus tallos y hojas estaban caídos y con un verde muy apagado.

Por último, en las plantas con ausencia de música (sin insonorizar) se observó que su crecimiento era demasiado lento, pero el aspecto visual de la planta era mucho mejor que en los procesos mencionados anteriormente, hojas y tallos rectos, y con un verde muy vivo, lo que apunta que aquel mayor crecimiento se debería al fuerte estrés al que estaban sometidas las plantas.

Todos estos hallazgos nos plantean varias líneas futuras de estudio, como puede ser comprobar si el estrés tiene influencia en la fisionomía de los frutos, o en sus bondades culinarias, además de la posible influencia hormonal ya citada.

## REFERENCIAS

- Aparicio, P.M, Arrese-Igor, C. y Becana, M. (1993). “Fijación de nitrógeno”. En: Azcón-Bieto, J. y Talón, M. (eds). *Fisiología y Bioquímica Vegetal*. Interamericana-McGraw-Hill, Madrid, pp 193-213.
- Gómez, V. y Maderuelo-Sanz, R. (2017) “Acoustical performance of samples prepared with cigarette butts”. *Applied Acoustics*, 125, 166-172.
- González, V. y Valdemoros D. (2006), “Los gustos musicales de las plantas afectan su normal desarrollo”. En: Golombek, D.(ed.) *Demoliendo Papers*. Siglo XXI de España Editores, S.A., pp. 61-67.
- Henríquez, M.A., Ramos, M.A., Da Silva, A., Siu, E., Elcoro, S. y Acosta, Y. (2010). “Efecto de la aplicación de dos tipos de música en el desarrollo de plantas de maíz (*Zea mays* L)”. *Multiciencias*, 10, 28-35.



**Fig. 7.- Hoja de *Cicer arietinum*. Se puede apreciar que los estomas se encuentran completamente abiertos en las plantas que eran estimuladas por la música. Se comprobó también que permanecían continuamente abiertos.**

- Romo Gallegos, L.G., Alba Baena, N., Vázquez Gálvez, F.A. y Molina Salazar, J. (2016). Efecto del estímulo acústico en un cultivo de rábano. *CULCyT*, 58: 305-315. Disponible en: <http://148.210.132.19/ojs/index.php/culcyt/article/view/1439/1268> [Consulta 21/09/2018].
- Urbano, G., Porres, J. M., Frías, J., Vidal-Valderde, C. (2007). Nutritional value, in: Yadav, S. S., McNeil, D., Stevenson, P. C. (Eds.), *Lentil: An Ancient Crop for Modern Times*. Springer, Dordrecht, pp. 47-93.

## LA TROPOPAUSA, LA PRIMERA FRONTERA

*Tropopause, the first frontier*

**E. Rodríguez; I. Teodoro y J.M. Sánchez**<sup>1\*</sup>

IES Vegas Bajas. C/ Virgen de Barbaño, s/n. 06480 Montijo (Badajoz)

<sup>1</sup> ies.vegasbajas@edu.juntaex.es

\* *Profesor coordinador.*

*RESUMEN: Encuadrado dentro del experimento VegasSky II, lanzamiento de un globo sonda a la atmósfera el 11 de noviembre de 2017, nuestro trabajo se centra en el análisis de la variación de los valores registrados remotamente de temperatura, humedad y presión en los primeros 32 km de altitud, cálculo de la altura de escala, detección de posibles inversiones térmicas y determinación de la altitud de la tropopausa*

*Palabras clave: Estratosfera, globo sonda, inversiones térmicas, perfiles de altura*

**Palabras clave:** Estratosfera, globo sonda, inversiones térmicas, perfiles de altura.

*ABSTRACT: Our work is set in the VegasSky II experiment when the launch of a weather balloon to the atmosphere on November 11th ,2017. Our work is focused on the analysis of the variation of remotely registered values of temperature, humidity and pressure during the first 32 km of altitude as well as the calculation of the height scale, the detection of possible thermal inversions and the determination of the altitude of the tropopause.*

**Key-words:** Stratosphere, balloon probe, thermal inversions, height profiles.

---

**MERIDIES, 22 (2019).** 63-66.

ISSN (versión impresa): 1137-8794

---

### INTRODUCCIÓN

La troposfera es la capa más baja de la atmósfera, contiene el 75 % de la masa total de esta, su temperatura es máxima junto a la superficie terrestre y desciende con la altura a razón de 6,5 °C/km.

El espesor de la troposfera viene determinado por la tropopausa (que es el límite inferior de la estratosfera). La tropopausa es una inversión de temperatura que bloquea los movimientos verticales de aire, este es el motivo por el que todo el vapor de agua, nubes y fenómenos meteorológicos se encuentran y desarrollan en la troposfera.

La altitud a la que se sitúa la tropopausa es variable, está más alta cuanto más elevada es la temperatura en superficie y/o cuanto más baja es la presión en la misma.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha usado un globo sonda estratosférico configurado de la manera que a continuación se describe. Del globo propiamente dicho pendía el llamado tren de vuelo, donde se ubicaron los instrumentos necesarios para su operación: paracaídas, sistema de seguimiento GPS y de comunicaciones para transmitir y recibir la posición del globo, fuentes de alimentación, cámaras de video y los siguientes instrumentos de telemetría: Sensor Arduino DHT22 de temperatura

(-40 a 125 °C ± 0,5 °C) y humedad (0 a 100 % ± 2-5%), sensor Arduino DS18B20 de temperatura (-55 a 125 °C ± 0,5 °C) y sensor Arduino MPL3115A2 de presión (50 a 110 KPa ± 0,4 KPa).

Todos los instrumentos estaban montados sobre una góndola para protegerlos, algunos incluso dentro de cajas. Además, el diseño de la góndola ayudo a mantener la estabilidad y orientación de los instrumentos.

Basándose en el principio de Arquímedes, a través del empuje ascensional que ejerce un gas más liviano que el aire sobre en el interior de una envoltura; el globo inflado de helio se elevó arrastrando consigo su carga. Conforme el globo asciende y la presión exterior disminuye, el gas interior se expande aumentando el volumen del globo hasta que se produce el desgarramiento de las paredes del globo, liberando masivamente el gas y forzando así su caída.

Durante el vuelo se registraron datos de temperatura, humedad y presión, para posteriormente obtener los correspondientes perfiles verticales. Así mismo, se obtuvo la altura de escala (H), definida como la altura a la que la presión disminuye un factor e (número e = 2,718) respecto a la presión en superficie. Es decir:  $P=P_0^{(-Z/H)}$ , siendo H la altura de escala y Po la presión a nivel del suelo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los perfiles obtenidos del sondeo, realizado en Montijo el día 11 de Noviembre de 2017, se recogen en la tabla I y abarcan toda la troposfera y el comienzo de la estratosfera.

Tabla I. Resumen de datos telemétricos recogidos por la sonda.

DATOS GPS			DATOS TELEMÉTRICOS			
Hora GPS (hh:mm:ss)	Altitud (m)	Altitud (m)	Temperatura (°C) [sonda I]	Temperatura (°C) [sonda II]	Humedad (%)	Presión (Pa)
9:47:01	195		17,20	17,37	42,00	98.487,00
9:50:02	999	1.000	15,00	15,25	37,10	89.657,25
9:53:41	2.007	2.000	13,40	13,50	9,60	79.371,25
9:57:00	2.982	3.000	10,60	10,88	0,90	70.516,00
10:00:19	3.989	4.000	4,60	5,31	8,50	62.267,50
10:03:47	4.993	5.000	-0,30	-0,06	14,00	54.737,50
10:07:27	6.005	6.000	-5,00	-4,38	10,10	48.066,25
10:10:57	6.995	7.000	-11,10	-8,88	10,00	42.053,25
10:14:51	8.007	8.000	-15,40	-14,19	4,60	36.703,50
10:18:44	9.024	9.000	-24,00	-22,50	0,50	31.493,50
10:22:46	10.000	10.000	-28,20	-25,81	0,00	27.342,50
10:27:08	11.007	11.000	-35,60	-32,25	0,00	31.006,75
10:31:36	12.004	12.000	-39,70	-36,13	0,00	19.759,50
10:35:46	12.999	13.000	-40,00	-38,44	0,00	23.263,50
10:40:03	13.989	14.000	-40,00	-37,00	0,00	14.368,00



Previo al análisis de los resultados y extracción de conclusiones tuvimos en cuenta las siguientes premisas:

- Los sensores dejaron de registrar a unos 15 km de altitud.
- El primer sensor de temperatura (DHT22) se saturó al llegar a los  $-40^{\circ}\text{C}$ , por lo que, para estimar la altura de la troposfera se han empleado los datos del segundo sensor (DS18B20), que no llega a saturarse.
- Hay ligeras diferencias entre la temperatura medida por ambos sensores de temperatura, pero ambos muestran comportamientos bastante coherentes entre sí.

En la figura 1, en el eje de abscisas se registra la altitud en metros, en el eje de ordenadas izquierdo la temperatura en grados Celsius y en el derecho la humedad en tantos por ciento. La línea roja corresponde con la tendencia de la temperatura y la línea azul con la humedad. La separación entre ambas indica que el ambiente era seco, pues si estuvieran juntas la humedad sería del 100 %.

Se aprecia un descenso de la temperatura a razón de  $-4,4^{\circ}\text{C}/\text{km}$ . La temperatura va disminuyendo mucho más lentamente de lo que por término medio lo hace, es decir, por debajo del promedio de  $-6,5^{\circ}\text{C}$  cada 1000 metros al principio y de unos  $-7,5^{\circ}\text{C}$  en la parte más alta.

La tropopausa nos la encontramos a una altitud de 12.874 m y la altura de escala a 7,9 km, valores muy acordes con lo esperado para nuestra latitud.

En cuanto a la humedad, esta va descendiendo hasta ser prácticamente cero a 9.000 m, observándose varios picos, posiblemente por bancos de condensación en altura, los característicos cirros.

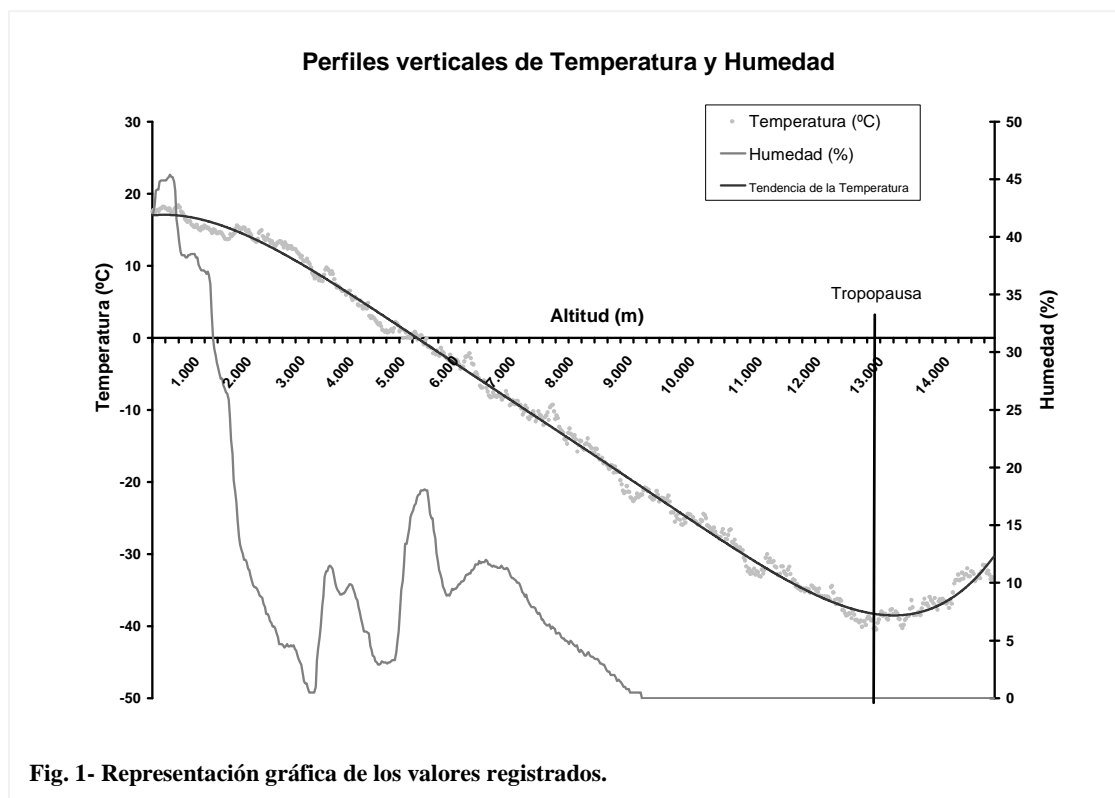


Fig. 1- Representación gráfica de los valores registrados.

## AGRADECIMIENTOS

Al profesor D. Antonio Serrano Pérez del Departamento de Física de la Tierra de la Universidad de Extremadura, por su colaboración en el análisis de los datos obtenidos.

## REFERENCIAS

Pasión por Volar (2016). “Meteorología Aeronáutica. Tropopausa”. *El mundo de la aviación*. Disponible en: <<http://www.pasionporvolar.com/meteorologia-aeronautica-tropopausa/>> [Consulta: Febrero 2018]

Pacheco, L. E. (2018). “¿Que es un globo estratosférico? Un resumen sobre su funcionamiento, construcción y mecánica de vuelo”. *Stratocat*. Disponible en: <<http://stratocat.com.ar/artics/globos0.htm>> [Consulta: Febrero 2018]

## DETERMINACIÓN DEL EFECTO ANTIBACTERIANO DE PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS

*Determination of the antibacterial effect of photosynthetic pigments*

Iñaki Coronilla Jiménez, Miguel González López, Javier Muro Iriarte y María Vega Garrido Hernández<sup>1\*</sup>

IES Fray Luis de León. Av. de los Maristas, s/n, 37001 Salamanca.

<sup>1</sup>. vega-garrido@hotmail.com

\* Profesora coordinadora

**RESUMEN:** El objetivo de este trabajo es comprobar un posible efecto antibacteriano de la clorofila y los carotenoides. Hemos utilizado clorofila y carotenoides de espinacas. Hemos cultivado bacterias en placa de Petri con medio de cultivo para microorganismos aerobios, con adición al medio de clorofila, carotenoides y mezcla de clorofila y carotenoides en distintas placas y, a efectos de comparación, placas sin ninguna sustancia adicional al medio de cultivo y placas con antibiótico. Encontramos un efecto antibacteriano claro de las clorofilas tanto sobre Staphilococcus epidermidis como sobre Streptococcus mutans. Los carotenoides y la mezcla de clorofila y carotenoides inhiben en gran parte el crecimiento de Streptococcus mutans, pero no el de Staphilococcus epidermidis.

**Palabras clave:** Antibacteriano, clorofila, carotenoides, Streptococcus mutans, Staphilococcus epidermidis.

**ABSTRACT:** The objective of this work is to verify a possible antibacterial effect of chlorophyll and carotenoids. We have used spinach chlorophyll and carotenoids. We have grown bacteria in Petri plaque, with a growth environment suitable to aerobic microorganisms. These are addicted to the chlorophyll, carotenoids and mixture of chlorophyll and carotenoids in different plates and, to make comparison, plates without any additional substance to the growth environment and plaques with antibiotic. We found a clear antibacterial effect of chlorophylls on both Staphilococcus epidermidis and Streptococcus mutans. Carotenoids and the mixture of chlorophyll and carotenoids, largely inhibit the growth of Streptococcus mutans, but not that of Staphilococcus epidermidis.

**Key-words:** Antibacterial, chlorophyll, carotenoids, Streptococcus mutans, Staphilococcus epidermidis.

---

MERIDIES, 22 (2019): 67-72.

ISSN (versión impresa): 1137-8794

---

### INTRODUCCIÓN

El trabajo se enmarca en la necesidad de investigar nuevos productos que puedan contribuir a un uso menos extenso de los antibióticos, cada vez menos útiles debido a las resistencias bacterianas que están apareciendo, para intentar encontrar otras opciones preventivas o terapéuticas para las infecciones.

Probablemente existe en la naturaleza una amplia gama de compuestos antibacterianos. Como ejemplos podemos citar los trabajos publicados por Castillo *et al.* (2001) que encuentra sustancias con esta actividad producidas por bacterias de microorganismos marinos, Romero López *et al.* (1999) sobre cuproclorofila, o el reciente hallazgo por parte de un equipo de investigadores de la Universidad de Pensilvania de la presencia de antibióticos en el exoesqueleto de varias especies de hormigas, comprobando que inhibían el crecimiento de Staphilococcus epidermidis (Pennick *et al.*, 2018). Ciertamente de la mayoría de estas sustancias sólo se han hecho ensayos de laboratorio pero no *in vivo* en humanos.

Entre los laboratorios que trabajan para contrarrestar la enorme capacidad defensiva de las bacterias se encuentra el equipo liderado por Daniel López en el Centro Nacional de Biotecnología del CSIC. Según este científico, cuando las bacterias son atacadas por fármacos entran en una situación de estrés que les induce a captar el ADN de otras bacterias a las que no les afecta un antibiótico determinado y desarrollan unos escudos protectores formados por complejos proteicos encerrados en balsas de lípidos. Este equipo ha demostrado que las estatinas, un grupo de fármacos usados para tratar a pacientes con colesterol, son eficaces para luchar contra estas superbacterias cuando se suministran junto con antibióticos convencionales, ya que rompen las balsas de lípidos permitiendo la actuación habitual del antibiótico. (National Geographic, Febrero 2018).

Entre las sustancias cuya actividad antimicrobiana se ha tratado de determinar se encuentran las clorofilas. La estructura de la clorofila fue descubierta por el premio Nobel alemán Richard Willstätter. Tras los trabajos de Willstätter se pusieron en marcha numerosas investigaciones sobre la clorofila, que dieron lugar a que se empleara terapéuticamente en distintas situaciones. Por ejemplo, en los hospitales de campaña durante la II Guerra Mundial se empleó para prevenir y tratar infecciones quirúrgicas y para estimular la cicatrización de las heridas.

En varios trabajos hemos encontrado referencias a su capacidad de prevenir las infecciones y de estimular la creación de células defensivas, en algunos sólo hay datos empíricos, en otros evidencias científicas probadas (Medina Arce, 1993; Sinvololov *et al.*, 1989). En la bibliografía se repite la afirmación de sus propiedades como cicatrizante y como tratamiento de las infecciones. Mancebo Dorvigny *et al.* (2011), demostraron el efecto favorable de la pasta de clorofila-caroteno obtenida de las acículas del *Pinus caribaea* en el proceso de curación de heridas abiertas, efecto que también refieren Cordero Manchado *et al.* (2003). Pacho Saavedra *et al.* (2007) refieren su uso como antiséptico bucal y Meira Costa Borghi *et al.* (2005) afirman que la clorofila reduce las perturbaciones causadas por las bacterias. Quesada Romero *et al.* (2009) en cambio, no encuentran ninguna actividad antibacteriana en los extractos de pigmentos de hojas extraídos con etanol, técnica que hemos utilizado en nuestro estudio.

Romero López *et al.* (1999) encuentran sensibilidad de los patógenos a la cuproclorofila húmeda, pero no seca en diferentes concentraciones. Rojas Hernández *et al.* (2002) detectaron que la cuproclorofila a una concentración del 8 % es antimicrobiana frente a un 92 % de las bacterias, y fungicida frente al 62,5 % de los hongos.

Gispert Abreu *et al.* (1989) encontraron una clara disminución del número de colonias de *Streptococcus mutans* tanto en los medios tratados con clorofila como en los tratados con carotenoides. El efecto de los carotenoides sobre *Streptococcus mutans* fue también descrito por Ramstorp *et al.* (1982) comprobando que el efecto se debe a que aglutinan las células del microorganismo provocando lisis de la pared celular.

Mancebo Dorvigny *et al.* (2016) no encontraron actividad antimicrobiana de la mezcla clorofila-carotenoides frente a las cepas de *Pseudomonas aeruginosa* en ninguna de las muestras evaluadas. Sin embargo, sí mostraron actividad frente a *Staphylococcus aureus*, con valores que se encuentran en el límite mínimo que se considera como actividad antimicrobiana.

También Mancebo Dorvigny *et al.* (2011), evaluaron la actividad antimicrobiana de los carotenoides combinados con clorofila.

Sigifredo *et al.* (2015) encontraron que los carotenoides encapsulados en goma arábica poseen una actividad antimicrobiana moderada frente a *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* y frente a microorganismos aislados de leche cruda, *Enterococcus* sp. y

enterobacterias, presentando un efecto bacteriostático, convirtiéndolo en un alternativo preservante de origen natural, que permite mantener la calidad nutricional de la leche.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Apartado 1

#### Extracción de pigmentos

Hemos utilizado los métodos experimentales descritos por Costa Pérez Herrero *et al.* (1984), basados en las diferentes características de solubilidad y color de cada una de las sustancias.

Hemos colocado hojas de espinaca en agua caliente durante un minuto al baño María para destruir las enzimas oxidantes y después las hemos secado con papel de filtro.

Hemos cortado dichas hojas en trozos pequeños y los hemos depositado en un mortero de cristal. Hemos añadido, como solvente extractante, alcohol etílico de 96% hasta tapan los trozos cortados anteriormente y hemos machacado las hojas hasta que hemos obtenido un líquido de color verde oscuro, en el que se encuentran clorofilas y carotenoides. Cogemos un embudo y lo ponemos en un tubo de ensayo, y sobre él colocamos un papel de filtro. Después, echamos las espinacas machacadas y la disolución de alcohol sobre el papel de filtro para separar el alcohol de las hojas.

A esta solución obtenida en alcohol, de color verde intenso la llamaremos SOLUCIÓN DE PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS (Fig. 1)

#### Separación de clorofilas

Se echan 5 ml de la solución de pigmentos fotosintéticos en un tubo de ensayo, se añaden 10 ml de hexano y se agita bien el tubo utilizando un guante de plástico como protección. Se deja en la gradilla esperando a que se separen dos fases o capas: una superior formada por hexano de color verde y una inferior de alcohol de color amarillo. En el hexano se han quedado las clorofilas puesto que son más solubles en solventes apolares como él, y en la parte inferior permanecen los carotenoides disueltos en el alcohol (Fig. 2).

Se introduce una pipeta con perilla hasta el fondo del tubo tomando con cuidado la solución de carotenoides y se deposita la misma en otro tubo de ensayo.

### Apartado 2. Comprobación del efecto antibacteriano de clorofilas y carotenoides.

Se utilizan placas de Petri con medio de cultivo para microorganismos aerobios con la siguiente composición: Peptona 5 g/l, extracto de levadura 2.5 g/l, glucosa 1 g/l

En tres placas se inocularon bacterias directamente de las manos y en otras tres de la boca mediante torundas de algodón. Se cultivaron a 35° C durante dos días. En las placas correspondientes a manos aparecieron colonias de tres tipos, cuyas características correspondían con las descritas en el Manual Bergey de Sistemática Bacteriológica para *Staphylococcus*



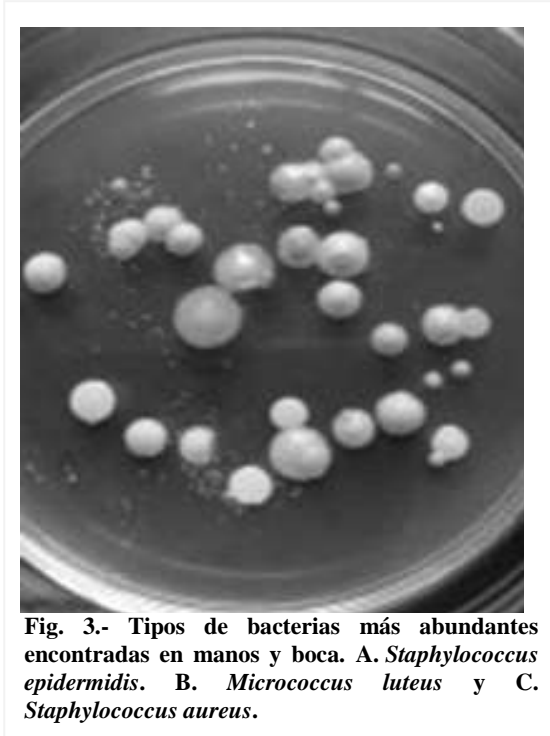
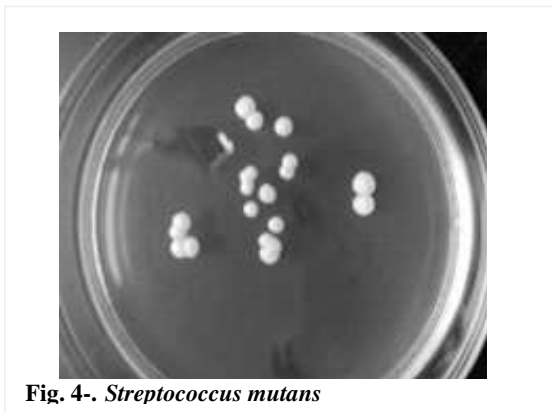
Fig. 1.- Solución inicial de pigmentos fotosintéticos.



Fig. 1.- Separación de clorofilas y carotenoides.

*epidermidis*, que se presenta frecuentemente en la piel de humanos, suponiendo aproximadamente el 90 % del total de aerobios en la piel, apareciendo como colonias de color blanco; *Micrococcus luteus*, frecuente en la piel humana, se comporta como comensal o saprofítico, presenta colonias de color amarillo y *Staphylococcus aureus*, de color más anaranjado, esta especie puede producir infecciones graves en ciertas circunstancias, pero muchas personas la presentan en la piel sin originar problemas (Fig. 3).

En las placas inoculadas con bacterias de la boca aparecen sobre todo colonias de color blanco que deben corresponder a *Streptococcus mutans*, el tipo de bacteria más abundante en la boca y responsable de las caries (Fig. 4)



Se eligieron las colonias de *Staphylococcus epidermidis* para ser transferidas a las placas objeto del ensayo por ser las más abundantes y características en la piel humana. La transmisión se realizó mediante asas de cultivo. De la boca se transfirieron las *Streptococcus mutans*.

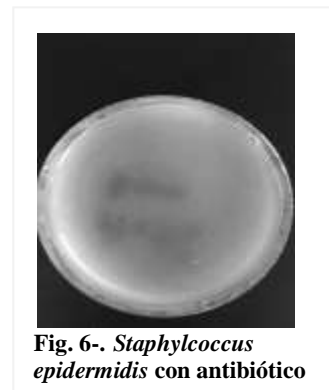
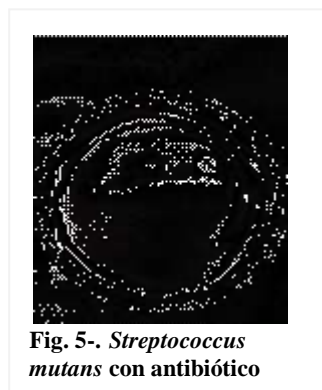
Como control y para comparar, se inocularon cinco placas sin ninguna sustancia añadida al medio de cultivo y cinco placas en las cuáles se puso un antibiótico mezclado con el medio de cultivo. El antibiótico elegido fue amoxicilina, de amplio espectro, es decir, activo contra muchos tipos de bacterias.

Se inocularon 10 placas conteniendo clorofila, diez con carotenoides y diez con la mezcla de clorofilas y carotenoides

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Descripción de los resultados

El efecto antimicrobiano del antibiótico se manifiesta claramente, en las placas tratadas con amoxicilina, ya que no crece ninguna colonia en ninguna de ellas (Figs. 5 y 6 y tablas I y II).



**Tabla I. Número de colonias por placa inoculada con *Staphylococcus epidermidis*.**  
(\* Colonizadas por hongos)

	Sólo medio de cultivo	Con antibiótico	Con clorofila	Con carotenoides	Clorofila y carotenoides
Placa 1	79	0	0	200	150
Placa 2	0*	0	0	187	126
Placa 3	0*		1	11	177
Placa 4	87	0	14	95	18
Placa 5	200	0	18	67	25
Placa 6			14	101	44
Placa 7			0	159	124
Placa 8			18	172	180
<b>Totales</b>	<b>266</b>	<b>0</b>	<b>185</b>	<b>1118</b>	<b>994</b>
<b>Media</b>	<b>122</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>140</b>	<b>123</b>

**Tabla II. Número de colonias por placa inoculada con *Streptococcus mutans*.**  
(\* Colonizadas por hongos)

	Sólo medio de cultivo	Con antibiótico	Con clorofila	Con carotenoides	Clorofila y carotenoides
Placa 1	172	0	40	0	91
Placa 2	145	0	20	2	87
Placa 3	5*	0	1	140	134
Placa 4	148	0	86	4	98
Placa 5	156	0	56	45	56
Placa 6			138	60	36
Placa 7			44	13	32
Placa 8			80	172	18
Placa 9			60	112	34
<b>Totales</b>	<b>626</b>	<b>0</b>	<b>525</b>	<b>548</b>	<b>586</b>
<b>Media</b>	<b>125</b>	<b>0</b>	<b>58</b>	<b>61</b>	<b>65</b>

Las placas de control que sólo contienen el medio de cultivo muestran un crecimiento masivo de bacterias circunscrito a las zonas donde se depositaron con el asa de siembra.

Sobre *Streptococcus mutans* parecen actuar como inhibidores tanto la clorofila como los carotenoides y también la combinación de ambas sustancias,

ya que se observa un número medio de colonias por placa de 58, 61 y 65 respectivamente, frente a 125 de las placas de control (Tablas I y II y Figs. 7 y 8).

La clorofila muestra un claro efecto inhibitor del crecimiento de *Staphylococcus epidermidis*, (Fig. 9), donde encontramos un número medio de colonias por placa de 23, frente a las 122 de las placas de control. No ocurre lo mismo con los carotenoides ni con la combinación de clorofila y carotenoides donde el número de colonias es similar o incluso algo superior al de las placas con sólo medio de cultivo (140 y 123 respectivamente).

### Conclusiones y discusión

Podemos afirmar que la clorofila inhibe en gran medida el crecimiento de *Staphylococcus epidermidis* y que la clorofila, los carotenoides y la combinación de clorofila y carotenoides actúan inhibiendo el crecimiento de *Streptococcus mutans*. Siendo esta última bacteria la más abundante en la boca y la principal responsable de las caries es posible minimizar este efecto añadiendo cualquiera de estos productos a dentífricos y colutorios.

Pensamos que merece la pena seguir ensayando con estas sustancias hasta encontrar las condiciones o combinaciones en que puedan ser activas, ya que los pigmentos clorofílicos son



Fig. 7-. *Streptococcus mutans* con clorofila



Fig. 8-. *Streptococcus mutans* con carotenoides



Fig. 9-. *Staphylococcus epidermidis* con clorofila

los pigmentos biológicos más abundantes en la tierra, con lo que un efecto antimicrobiano probado nos suministraría un producto alternativo a los antibióticos de síntesis, que podría obtenerse en grandes cantidades por ser un producto abundante y fácil de extraer.

Estos resultados coinciden con los observados por varios autores de la bibliografía consultada, que refieren un efecto antibacteriano de la clorofila, como Medina Arce (1993); Sinvololov *et al.* (1989), Mancebo Dorvigny *et al.* (2011), Cordero Manchado *et al.* (2003), Pacho Saavedra *et al.* (2007), Meira Costa Borghi *et al.* (2005). Gispert Abreu *et al.* (1989) encontraron una clara disminución del número de colonias de *Streptococcus mutans* tanto en los medios tratados con clorofila como en los tratados con carotenoides. El efecto de los carotenoides fue también descrito sobre *Streptococcus mutans* por Ramstorp *et al.* (1982) y Mancebo Dorvigny *et al.* (2011). Cordero Manchado *et al.* (2003) encuentran un efecto favorable de la combinación clorofila-caroteno.

## REFERENCIAS

- Castillo, I., Lodeiros, C., Núñez, M. y Campos, I. (2001). Evaluación in vitro de sustancias antibacterianas producidas por bacterias aisladas de diferentes organismos marinos. *Rev. Biol. Trop.* 49 (3-4): 1213-1222.
- Cordero Machado, E., Carballo Abreu, L. R., Orea Igarza, U. y Suárez Quiñones, T. (2003). Avances en Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. *CIGET Pinar del Río Vol.5 No.2.*
- Costa Pérez Herrero, A., Miguel González, C.A. y Del Cañizo Fernández-Roldán, M.A. (1984).- *Prácticas de Biología. Instituto de Ciencias de la Educación.* Ediciones Universidad de Salamanca.
- Gispert Abreu, E., Cantillo Estrada, E., Rivero López, A. y Oramas Rodríguez, B. (1998). Estudio comparativo del efecto del cepillado con una crema dental con propóleos rojos y de un gel con clorofila. *Rev Cubana Estomatol v.35 n.3.*
- Mancebo Dorvigny, B., Sánchez Perera, L.M., Díaz Aguirre, S., Carlos Bulnes Goucohea, C., Ivis Regalado, A., Arturo Escobar Medina, A. y Cordero Machado, E. (2011). Efecto cicatrizante de la pasta de clorofila-caroteno de *Pinus caribaea* var. *caribaea* sobre heridas abiertas asépticas. *Rev Cubana Plant Med v.16 n.1.*
- Mancebo Dorvigny, B., Regalado Veloz, A., Lorenzo Hernández, E., Díaz Aguirre, S., Cordero Machado, E. y Sánchez Perera, L.M. (2016). Actividad citostática, citotóxica, antibacteriana y cicatrizante de extractos de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* (pino macho). *Rev Cubana Plant Med.* vol.21 no.1 Ciudad de la Habana.
- Medina Arce M. (1993). *Empleo del extracto de cuproclorofila en la elaboración de productos anticaries.* Universidad de La Habana. Facultad de Alimentos y Farmacia. Tesis de Grado.
- Meira Costa Borghi, W.M., Saliba Moimaz, S.M. y Adas Saliba, M., (2005). Alternative Methods for oral hygienization and therapeutic odontological. *Rev. Inst. Cienc. Saude*, 23-49, 309-14.
- Pacho Saavedra, J.A., Martínez Hernández, A., Fernández Hernández, V. y Ceruto Péré, I. (2007). Farmacología en atención estomatológica menores 19 años. *Rev Cubana Estomatol v.44 n.2.*
- Ramstorp M, et al. (1982). Isolation and partial characterization of substance from carrots, *daucus carota* with ability to agglutinate cells of *Streptococcus mutans*. *Caries Res.* 16:423-5.
- Romero López, T y Pérez Hernández, M. (1999).- Grado de sensibilidad de organismos patógenos a la cuproclorofila. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas.* 33(1):1-13
- Rojas Hernández, N., Riera Ojeda, L., Lugo Marante, S., Romero López, T. y Lugo Moya, D. (2002). Actividad antimicrobiana de la cuproclorofila. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas.* Vol. 36, no. 1, 68-78.
- Sigifredo, B, Gonzalez Estevez, V, Boiero, M.L., Moyano, S. y Montenegro, M.A. (2015). Actividad antimicrobiana de  $\beta$ -caroteno microencapsulado en goma arábiga frente a microorganismos en leche. *Rev. argent. microbiol.* vol.47 no.1. Ciudad Autónoma de Buenos Aires
- Sinvololov, SL, et al. (1989). Clinics immunologic effectiveness of chlorophyllpt in the treatment of acute destructive pneumonia. *Klin Med (Mosk)* 1989: 67:108.



## ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL SUEÑO DE LOS ALUMNOS DE 3º ESO DEL IES EXTREMADURA DE MONTIJO

*Study about the sleep quality of the third-grade students from the Extremadura high school in Montijo*

**Alumnos 3º ESO (2017/18) y José Ignacio Gutiérrez<sup>1\*</sup>**  
IES Extremadura. Avenida del Progreso, 21. 06480, Montijo (Badajoz)

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

\* Profesor coordinador”

**RESUMEN:** Actualmente existen numerosos trabajos que demuestran que nuestros alumnos duermen cada vez menos, y que este hecho influye negativamente en su salud, así como en su rendimiento escolar. En este trabajo medimos y estudiamos las horas de sueño de nuestros alumnos, así como la duración de las fases del mismo, usando pulseras de actividad.

**Palabras clave:** Duración, sueño, fases.

**ABSTRACT:** Currently, there are many studies which prove that students sleep less and less and that this fact has a negative effect not only on their health, but also on their educational achievement. In this work, we have measured and studied the hours of sleep of our students and the length of their sleeping stages, by using smart activity-tracker bracelets.

**Key-words:** Timescales, sleep, stages.

---

**MERIDIES, 22 (2019):** 73-78.

ISSN (versión impresa): 1137-8794

---

*“Sabemos que dormir bien es importante para nuestra salud. Durante el sueño profundo aumenta la liberación de la hormona del crecimiento, se recupera la columna, se restauran los músculos, se refuerza el sistema inmune, se regulan los niveles de azúcar y el apetito...”*

*Mientras dormimos, nuestro cerebro fija los recuerdos y lo aprendido durante el día. También se repone del cansancio para permitir que nos concentremos, pensemos con claridad y reaccionemos con rapidez.*

*En cuanto al estado de ánimo, la irritabilidad es una buena conocida de quienes tienen problemas para dormir, con la consiguiente dificultad para las relaciones interpersonales. Además, la falta continuada de sueño predispone a sufrir estrés, ansiedad e incluso depresión.”* (Asisa, 2018).

Existen muchas evidencias contrastadas de lo dicho anteriormente, lo que justifica sobradamente la realización de este trabajo.

Hay numerosos trabajos realizados que demuestran que los adolescentes cada vez duermen menos horas. Por ejemplo, un estudio publicado en la revista Sleep Medicine basado en encuestas a 360000 adolescentes estadounidenses llegó a la conclusión que el 40% de ellos duerme menos de 7 horas, y este dato lo relaciona con el aumento de las horas que se pasan conectados en internet. (Pixel, 2017).

Pero, ¿Cuánto han de dormir los adolescentes?

De todos los estudios que especifican los intervalos horarios que debemos dormir clasificados por edades, el más reconocido y nombrado es el realizado por la Fundación Nacional del Sueño (National Sleep Foundation), organización estadounidense fundada en 1990 por expertos en la medicina del sueño.

“El informe se publica en *Sleep Health: The Journal of the National Sleep Foundation*. La National Sleep Foundation, para elaborar este trabajo convocó a expertos de sueño, anatomía y fisiología, así como a expertos en pediatría, neurología, gerontología y ginecología para llegar a un consenso desde la más amplia gama de disciplinas científicas.” (National Sleep Foundation, 2015).

Así, según este informe los intervalos de sueño recomendables clasificados por edades se pueden observar en la figura 1. De esta infografía nos interesa el dato de intervalo de sueño recomendado para los adolescentes, que es de 8 a 10 horas.

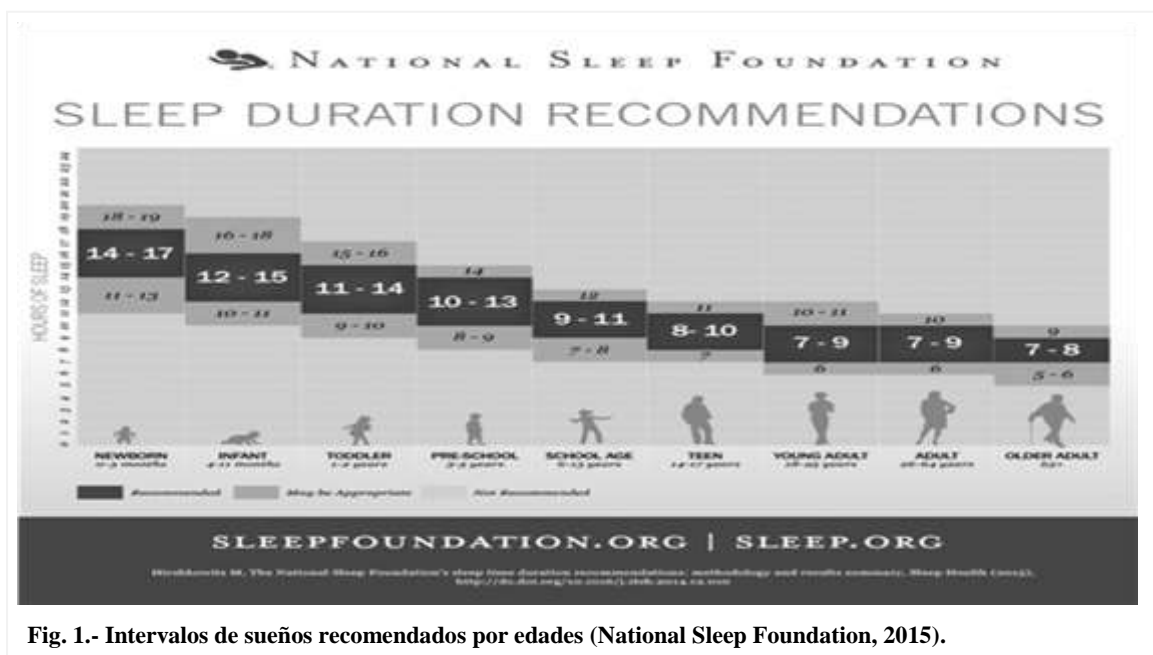


Fig. 1.- Intervalos de sueños recomendados por edades (National Sleep Foundation, 2015).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de esta experiencia, la Asociación de Madres y Padres 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 el ritmo cardíaco.
- Monitoriza la actividad física.
- Monitoriza el sueño y sus fases.

¿Cómo monitoriza el sueño esta pulsera de actividad? Según la empresa FITBIT (Fitbit, 2018): “Básicamente se basa en nuestros movimientos. Si no nos hemos movido durante una hora aproximadamente, el dispositivo da por hecho que estamos dormido. Los datos adicionales, como el intervalo de tiempo de nuestros movimientos, que indican un comportamiento de sueño (por ejemplo, darse la vuelta), ayudan a confirmar que estamos dormido. El movimiento matutino informa al monitor de que estamos despierto. Además, usa una combinación de patrones de movimiento y ritmo cardíaco para calcular las fases del sueño”

El profesor coordinador asignó cada semana dos pulseras de actividad a dos alumnos. Cada uno de ellos debía ponérsela todas las noches de lunes a jueves.

El viernes por la mañana los alumnos entregaban al profesor coordinador las pulseras para que éste descargara todos los datos, recargase las baterías de las mismas, y pudiesen ser usadas la semana siguiente por otros dos compañeros.

El profesor coordinador dio a conocer los datos descargados de las pulseras a cada alumno en privado, y los trató de forma estadística asignando a cada alumno/a un código para mantener la privacidad de los mismos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las pulseras de actividad utilizadas miden no sólo el tiempo de sueño y la hora de comienzo y finalización del mismo, sino también sus fases. Sin embargo, los datos de la duración de las fases del sueño que se recogieron no pueden ser tratados estadísticamente, pues hay días en que las pulseras han medido el tiempo de sueño pero no han detectado los tiempos de las distintas fases. Por ello, si estudiásemos los datos medios de las fases del sueño no serían concordantes con los de los tiempos medios de sueño.

Como se puede observar en figura 2, tan solo 6 alumnos de 48 (12,5 %) duermen durante las jornadas escolares un tiempo comprendido entre 8 y 10 horas, que es lo recomendable para su edad. Es decir, el 87,5 % del alumnado no duerme el tiempo correcto. Además, estos 6 alumnos se encuentran en los grupos bilingües (B y C) (Fig. 3).

También se deduce de la figura 2 que aproximadamente el 50 % de los alumnos duerme aproximadamente entre 6 h y 15 min, y 7 h y 15 min.

Respecto a las buenas costumbres que debieran tener respecto a la hora de irse a la cama, o la hora de levantarse, de nuevo se observa que éstas brillan por su ausencia.

Si empezamos por la hora de levantarse. Lo lógico es que si la primera clase comienza a las 8:20 h, y tienen que desplazarse al centro, desayunar correctamente, vestirse y asearse, debieran levantarse entre las 7:00 h y las 7:15 h, considerando que podrían necesitar una hora para todo ello. Sin embargo, sólo una tercera parte de los alumnos cumplen este horario (figura 4). Además, de nuevo el grupo no bilingüe (A) es el que peor costumbre tiene en este sentido, pues como se observa en la figura 5, la mayor parte de sus alumnos se levantan muy tarde.

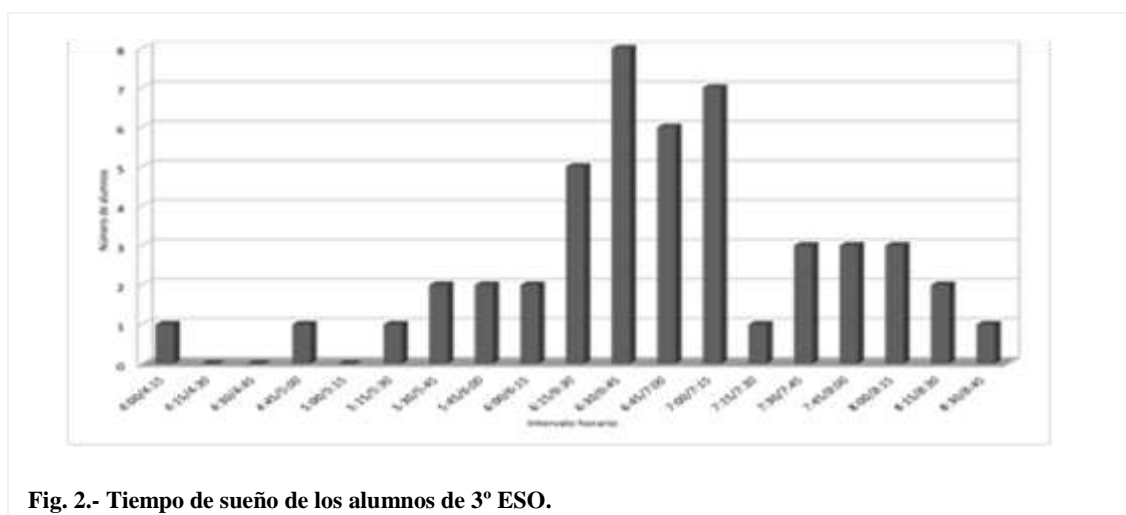


Fig. 2.- Tiempo de sueño de los alumnos de 3º ESO.

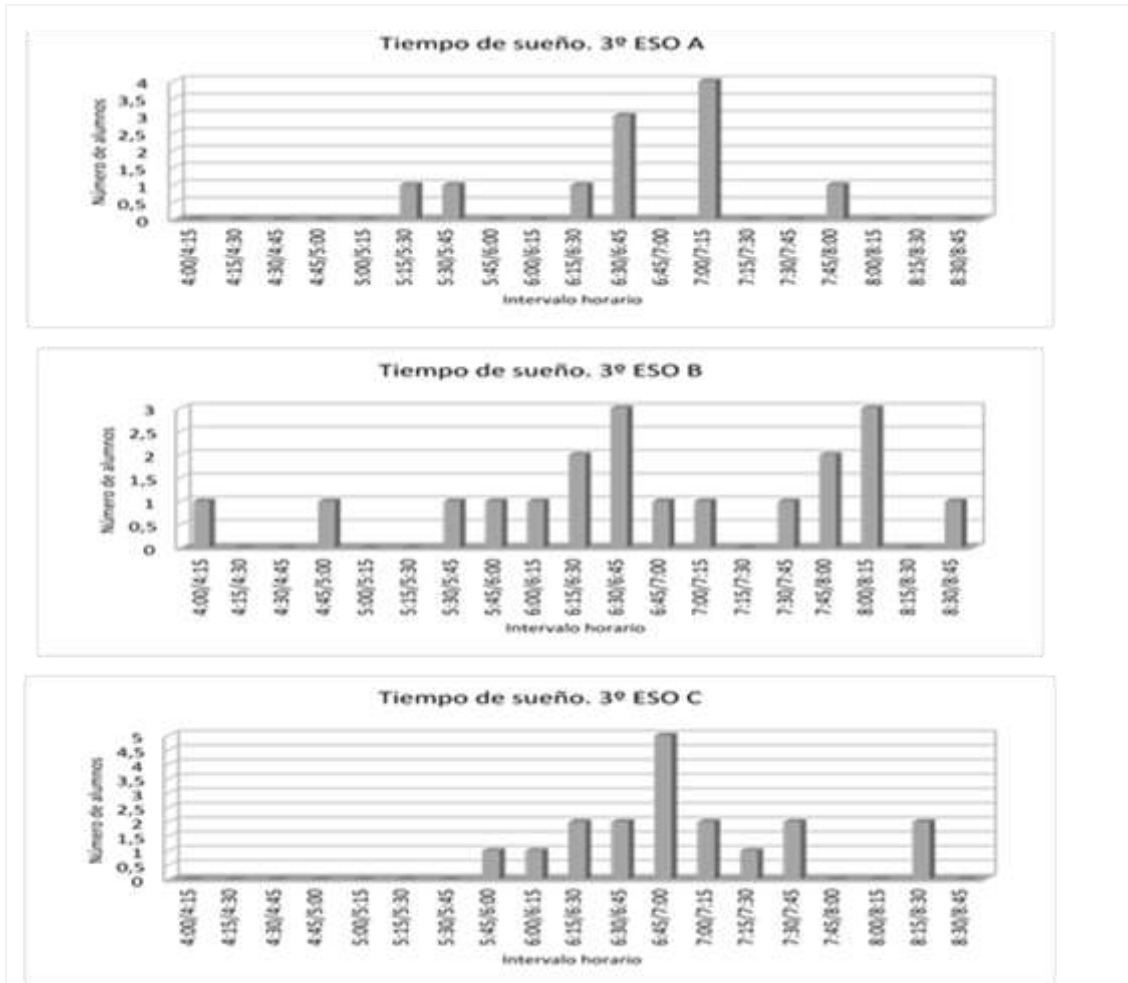


Fig. 3.- Tiempo de sueño de los alumnos de 3º ESO por grupos.

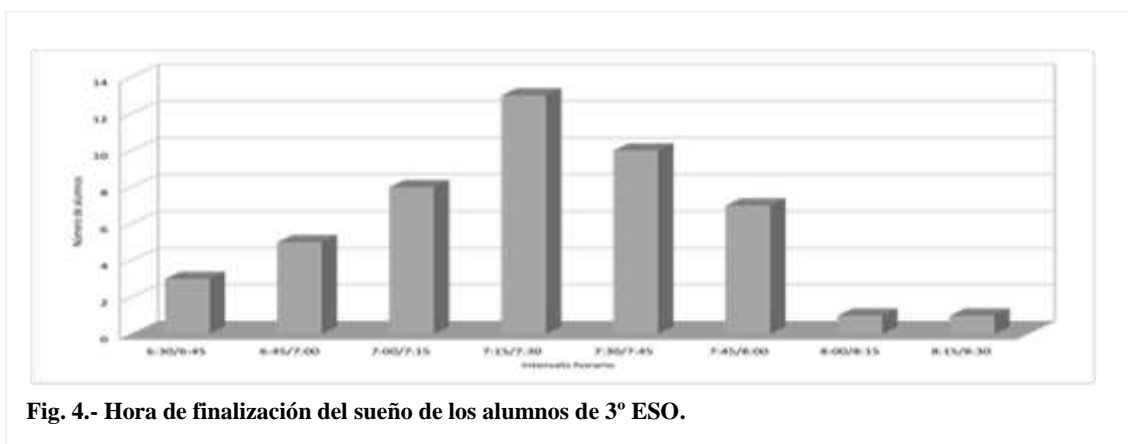


Fig. 4.- Hora de finalización del sueño de los alumnos de 3º ESO.

j

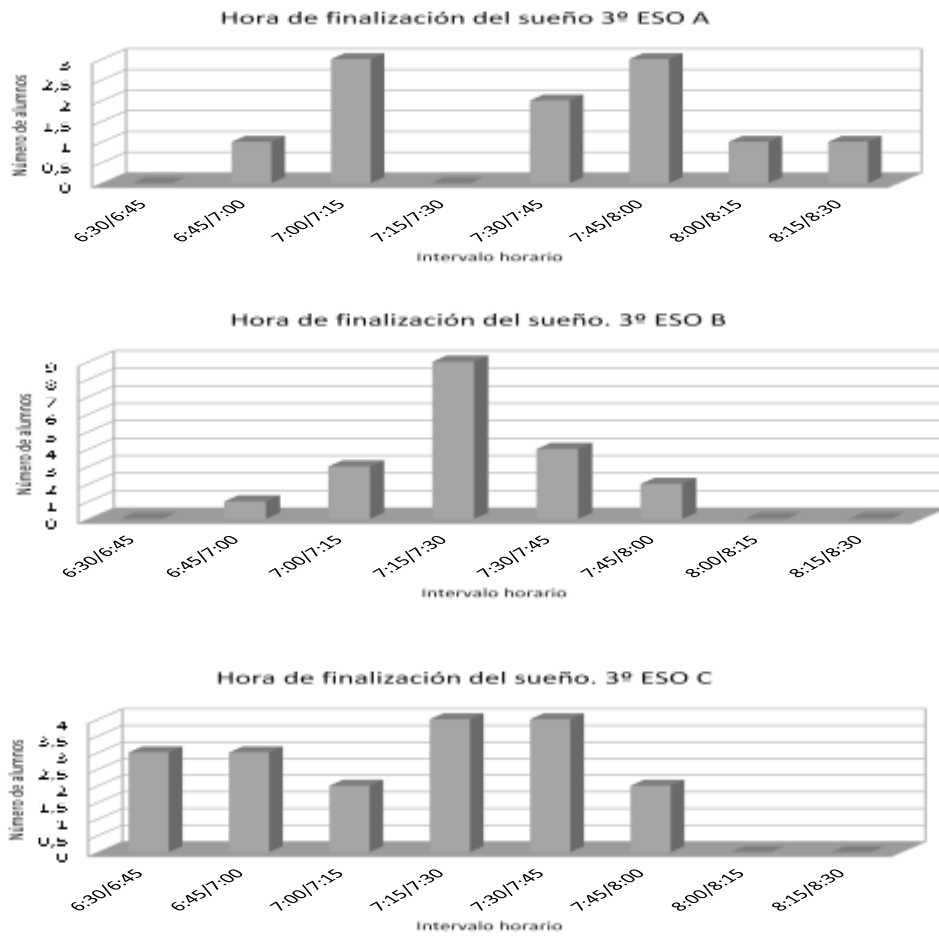


Figura 5. Hora de finalización del sueño de los alumnos de 3º ESO por grupos

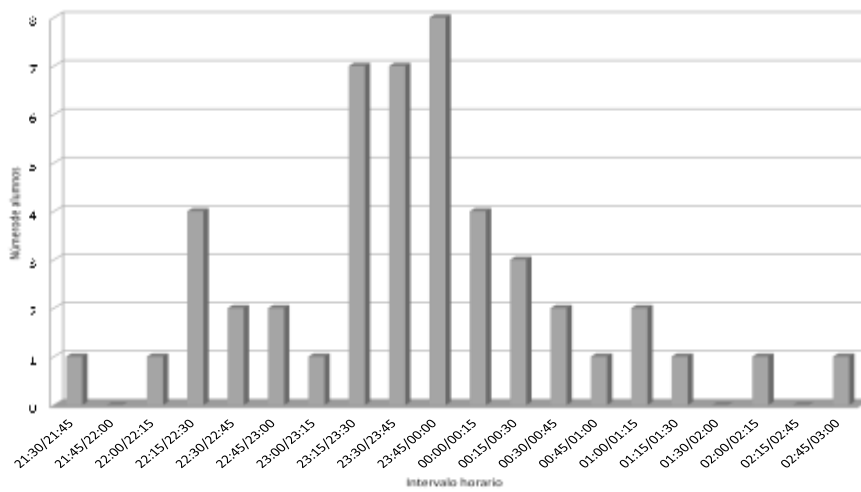


Figura 6. Hora de comienzo del sueño de los alumnos de 3º ESO

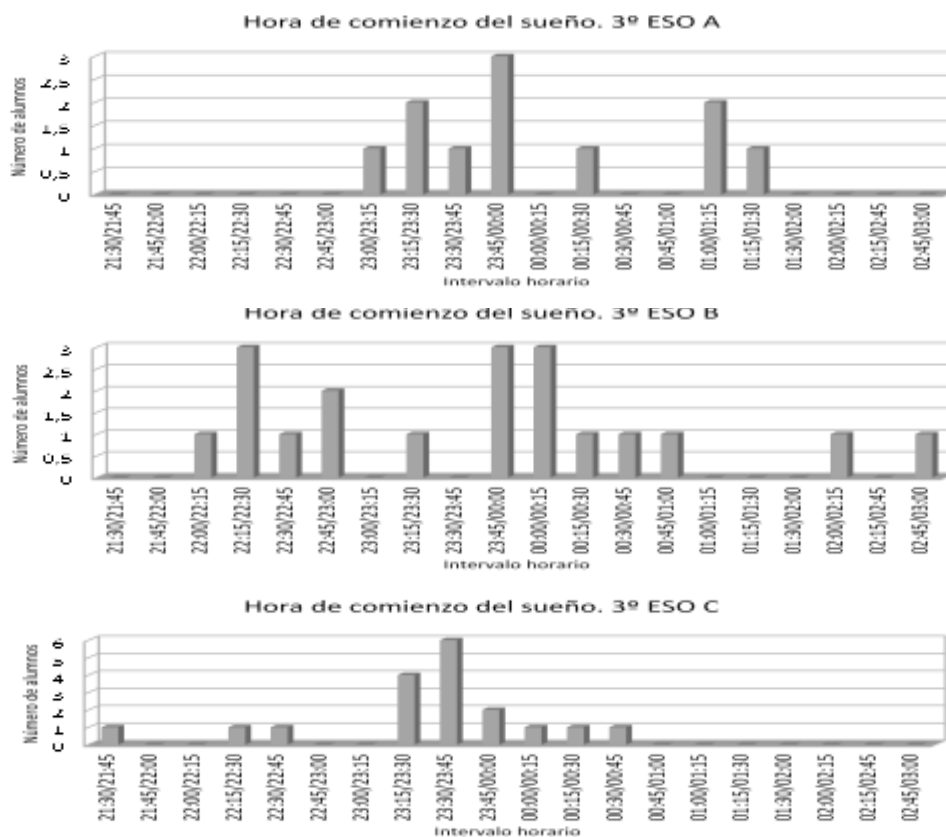


Figura 7. Hora de comienzo del sueño de los alumnos de 3º ESO por grupos.

En resumen, si los alumnos debieran despertarse como muy tarde a las 7:15 h, entonces debieran empezar a dormirse aproximadamente a las 22:00h (figuras 6 y 7) para cumplir con las horas de sueño recomendadas. Tan sólo 1 alumno de los 48 objetos de estudio cumplía con este horario.

**REFERENCIAS**

Asisa (2018). “Haz algo grande por tu salud: Duerme una hora más” [en línea] *Publiterapia*. Disponible en:<<http://www.publiterapia.com/decalogo/decalogo.pdf>> [Consulta 05/06/2018].

Fitbit (2018) “¿Cómo se monitoriza el sueño con mi dispositivo Fitbit?” [en línea] *Soporte Fitbit*. Disponible en:<[https://help.fitbit.com/articles/es/Help\\_article/1314#howdoesmy](https://help.fitbit.com/articles/es/Help_article/1314#howdoesmy)> [Consulta 05/06/2018]

National Sleep Foundation (2015) “National Sleep Foundation recommends new sleep times” [en línea] Disponible en: < <https://sleepfoundation.org/press-release/national-sleep-foundation-recommends-new-sleep-times>> [Consulta 05/06/2018].

Pixel, M. (2017) “Los adolescentes duermen cada vez menos y hay un pequeño gran responsable” [en línea] *N+1* . Disponible en: <<https://nmas1.org/news/2017/10/20/sueno-adolescentes>> [Consulta 05/06/2018]

# EFECTO DE LA LLUVIA ÁCIDA SOBRE LA GERMINACIÓN Y EL CRECIMIENTO DE PLANTAS

*Effect of acid rain on the germination and growth of plants*

Lucía Blanco Montes, Nuria Galende Pérez, Javier Fraile Anciones,  
Alex Ganges Bayón, Carlos Ruíz González, Raúl Sánchez Vicente,  
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 contaminación atmosférica es uno de los grandes problemas medioambientales que existen actualmente. La lluvia ácida es una consecuencia de esta contaminación. Su repercusión es muy amplia, afectando tanto al agua como a los vegetales, etc. En el presente trabajo se estudió el efecto de la acidez sobre la germinación y el crecimiento de las plantas regándolas con agua, con una solución a pH 5.5 y a pH 3.5, simulando la lluvia ácida. También, se valoró la clorofila en las hojas mediante una extracción con etanol, midiendo a continuación la absorbancia del sobrenadante en un espectrofotómetro a longitudes de onda de 645 y 663 nm. Las semillas utilizadas fueron garbanzo, lenteja y colza, cultivos predominantes en la provincia de Salamanca.

**Palabras clave:** pH, germinación, crecimiento, clorofila.

**ABSTRACT:** The atmospheric pollution is one of the biggest environmental problems nowadays. Acid rain is a consequence of this pollution. Its repercussion is very high, affecting the water, the vegetables, etc. In this work, we have studied the effect of acidity on the germination and the growth of plants when watering them with a solution of pH 5.5 and of pH 3.5, simulating the acid rain. Chlorophyll in the leaves was also measured up, using an extraction with ethanol. Then, the absorbency of the supernatant was measured with a spectrometer at a wave length of 645 and 663 nm. The seeds used were chickpea, lentil and rape, which are the main crops in the province of Salamanca.

**Key-words:** pH, germination, growth, chlorophyll.

MERIDIES, 22 (2019): 79-82.

ISSN (versión impresa): 1137-8794

## INTRODUCCIÓN

La lluvia ácida es uno de los grandes problemas ambientales de contaminación atmosférica que sufre nuestro planeta actualmente.

Se produce por la emisión antrópica de SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> (procedentes de las centrales térmicas y los vehículos) que reaccionan en la atmósfera, produciendo ácidos sulfúrico y nítrico. Estos contaminantes pueden mantenerse varios días en la atmósfera, ser transportados, precipitando en forma de lluvia ácida (Fig. 1).

El agua de lluvia no contaminada es ácida, dado que su pH suele ser de 5.6, debido al CO<sub>2</sub> de la atmósfera que forma una solución

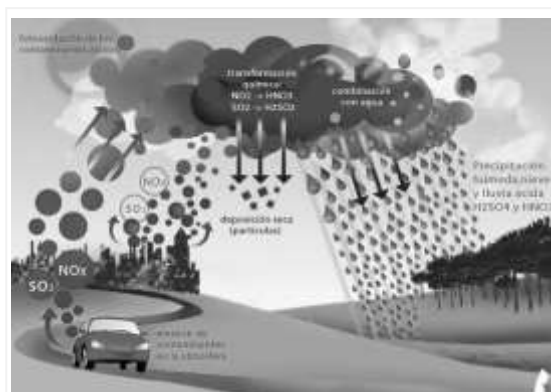


Fig. 1.- Proceso de formación de lluvia ácida. Fuente de la imagen con licencia CC: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mapa\\_de\\_las\\_lluvias\\_acidas.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mapa_de_las_lluvias_acidas.jpg)

débilmente ácida de ácido carbónico.

No obstante, cuando su pH está por debajo de 5,6 se le añade el calificativo ácida. Sus efectos son cada vez más temidos debido a que la frecuencia con la que se produce, las grandes extensiones a las que afecta y los daños que produce en zonas muy distantes de las zonas emisoras.

Estos efectos son muy diversos. Produce acidificación de agua, afectando a la vida acuática, y de suelos, disminuyendo las reservas de nutrientes. Sobre los vegetales superiores deteriora irreversiblemente las hojas, al dañar su cutícula, y dificulta su desarrollo como consecuencia de la pérdida de nutrientes del suelo.

Este hecho es difícil observar directamente. Por este motivo se plantea la simulación de lluvia ácida con ácido nítrico para ver la influencia sobre la germinación de semillas y el crecimiento de las plantas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

- Agua del grifo
- pHmetro
- Pipeta cuentagotas.
- Ácido nítrico 1%
- Semillas de garbanzo, lentejas y colza.
- Vasos de plástico y algodón.
- Hojas de espinaca

Se determina el grado de acidez del agua del grifo con el pHmetro. Se simula la lluvia ácida usando ácido nítrico al 1% hasta conseguir pH=5.5 y pH=3.5.

A continuación se colocan las semillas en vasos con algodón situándolas entre el vaso y papel de filtro, se riega cada envase con soluciones de diferente pH y se colocan en oscuridad (Fig. 2).

Medimos la germinación y el crecimiento de las plantas cada día registrando los datos en una tabla.

Cuando aparece el epicotilo los vasos se ponen a la luz midiendo sólo este a partir de ese momento.

Para la extracción de pigmentos de los cloroplastos se colocan 2 g de hojas frescas de espinacas cortándolas en segmentos de aproximadamente 0.5 cm en diferentes pH (agua del grifo, 5.5 y 3.5) durante una semana (Fig. 3).

En ese momento se introducen en un tubo de ensayo 0.5 g de hojas de espinacas con 6 ml de etanol al 80%. Incubar durante 20 minutos en un baño a 80° para que las clorofilas salgan al



Fig. 2.- Batería de vasos recubiertos de papel de filtro con las semillas en germinación.



Fig. 3.- Fragmentos de hojas frescas de espinacas mantenidas en agua (izda), pH 5.5 (centro), pH 3.5 (dcha)



exterior y se disuelvan en el etanol. Al cabo de este tiempo los segmentos deberán decolorarse y el etanol queda de color verde.

Se toman 0.4 ml del sobrenadante de cada uno de los extractos y se diluye hasta 4 ml con etanol al 80% (3.6 ml). A continuación se mide en un espectrofotómetro a longitudes de onda de 645 y 663 nm.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observa en la figura 4, al contrario de lo que podíamos esperar, el pH ácido favorece la germinación. El incremento en el porcentaje de germinación es más notable en garbanzo que en lenteja (donde aumenta considerablemente a los dos días) y en colza. Esto puede deberse a que los ácidos dañan la envuelta protectora de la semilla facilitando la salida del hipocotilo.

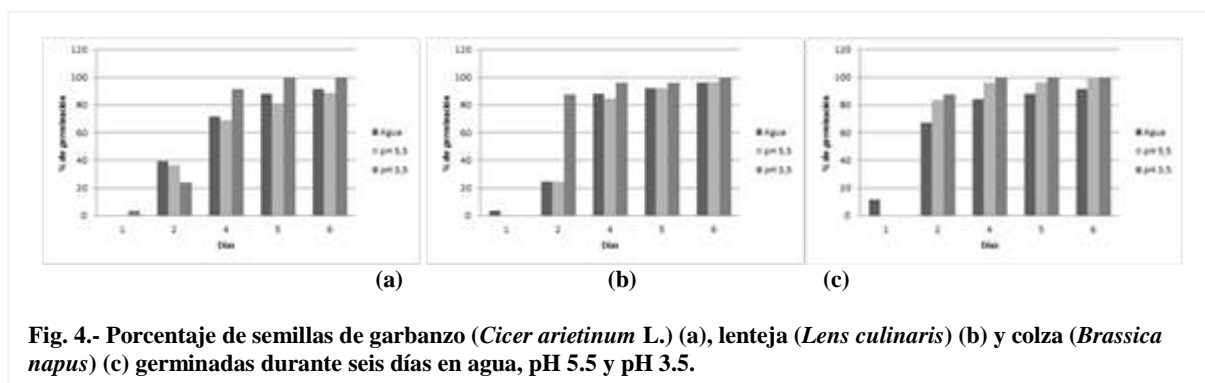


Fig. 4.- Porcentaje de semillas de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) (a), lenteja (*Lens culinaris*) (b) y colza (*Brassica napus*) (c) germinadas durante seis días en agua, pH 5.5 y pH 3.5.

En cuanto al crecimiento de las plantas cabe decir que, en los tres tipos de semillas, el hipocotilo (Fig. 5) crece más en un ambiente ácido. En semillas de lenteja la diferencia de crecimiento entre las semillas regadas con pH 3.5 y el resto es considerablemente mayor, mientras que en garbanzo y colza sólo se aprecia un ligero aumento.

Esto puede ser debido a que soluciones ácidas pueden causar una elongación como consecuencia de la hidrólisis de los enlaces que dan consistencia a la pared celular permitiendo el engrosamiento celular al ceder a la presión de turgencia. Sería un proceso similar al realizado por las auxinas (Peter, *et al.*, 1992). Actualmente, muchos investigadores están de acuerdo en que este efecto elongador en medio ácido sería rápido y a corto plazo.

Sin embargo, al estudiar el crecimiento del epicotilo (Fig. 6), tanto en garbanzo como en lenteja, el crecimiento es menor a medida que aumenta la acidez del cultivo. Esto podría estar relacionado con la capacidad de absorción de nutriente que se ve alterada con la acidez del medio. En colza, estas diferencias apenas son apreciables.

En la figura 7 se puede comparar el crecimiento del hipocotilo y epicotilo de las plantas enteras de garbanzo, lenteja y colza.

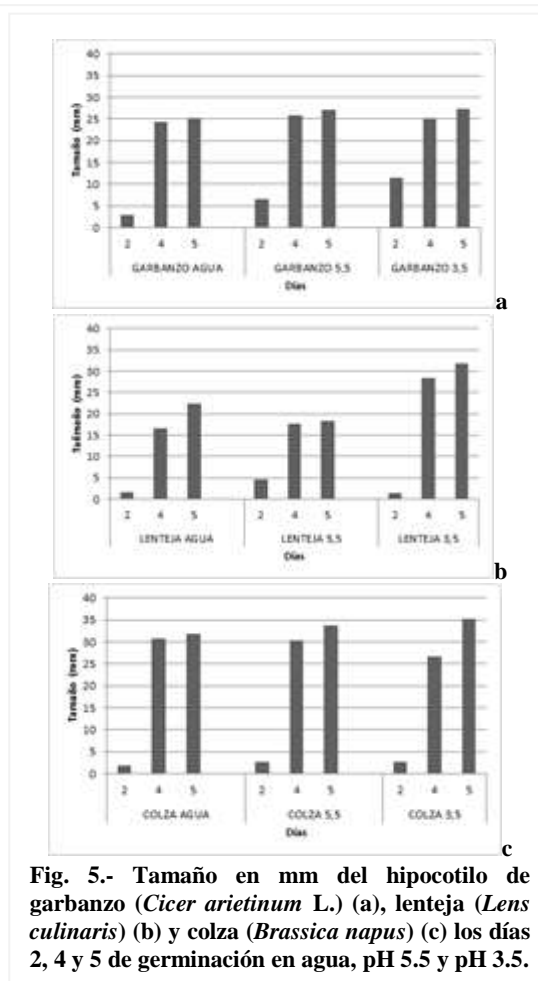
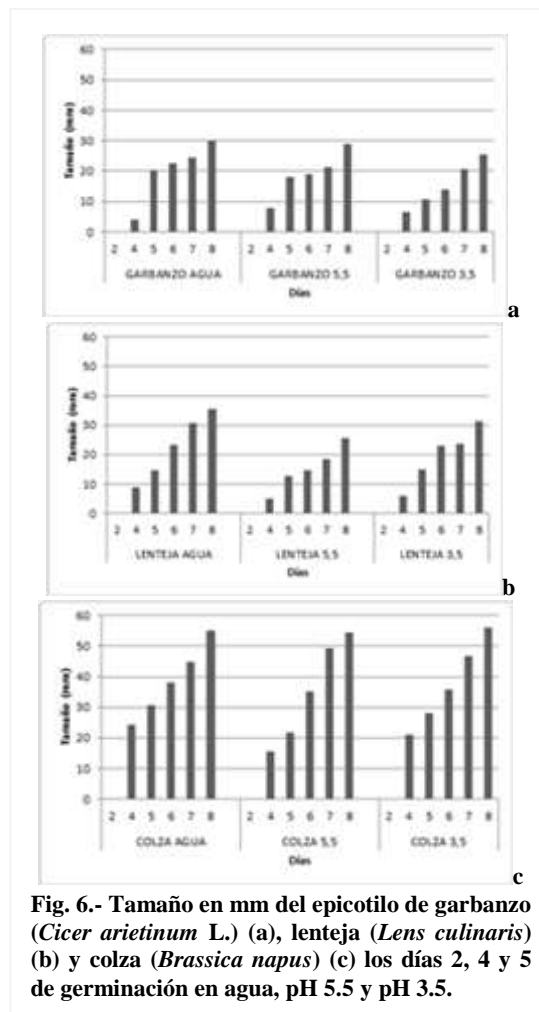
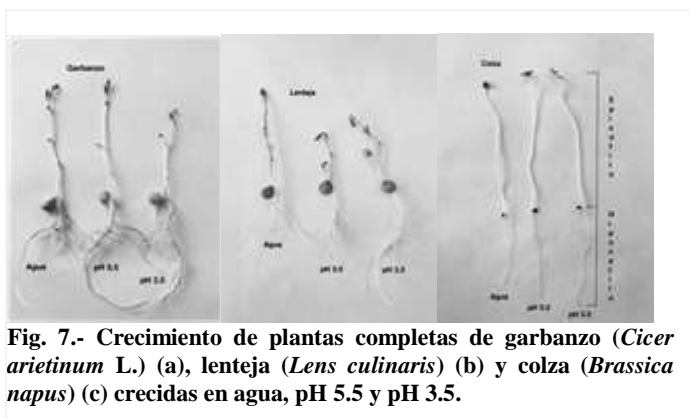


Fig. 5.- Tamaño en mm del hipocotilo de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) (a), lenteja (*Lens culinaris*) (b) y colza (*Brassica napus*) (c) los días 2, 4 y 5 de germinación en agua, pH 5.5 y pH 3.5.

Al realizar la extracción de clorofilas con etanol, a diferencia de lo que se podría esperar, la cantidad de estas en el sobrenadante fue prácticamente similar cuando las hojas se mantuvieron en agua y en pH 5.5 (Fig. 8). Sin embargo, fue mucho mayor en pH 3.5. Esto podría deberse a que en medio ácido se deterioran las estructuras que forman el cloroplasto, de modo que al ponerlos en condiciones de estrés (etanol 80%) liberan mucho más rápidamente la clorofila. Como puede apreciarse en la figura 9 los fragmentos de hojas mantenidas en pH 3.5, están menos verdes que el resto una vez extraída la clorofila. Esto confirmaría la hipótesis de una mayor pérdida de **clorofila al ser sometidas a condiciones de estrés.**



**REFERENCIAS**

Castro Guío, M.D., García Ruiz, A. (2005). “Investigación-acción en la enseñanza de problemas ambientales en secundaria: La lluvia ácida”. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra. VII Congreso.

Curtis, H. y Barnes, N.S. (1997). “Invitación a la Biología”. Ed. Panamericana.

Evidencia de la actividad fotosintética (2016). Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad de El Salvador [Consulta 28/01/2018] <https://es.scribd.com/document/362594603/Practica-6-Evidencia-de-La-Actividad-Fotosintetica>.

Gases que provocan la lluvia ácida. *Lluvia ácida*. [Consulta 06/02/2018] <http://lluviaacida.net/gases-que-provocan-la-lluvia-acida>.

Lluvia ácida: definición, causas y consecuencias (2018). *Ecología verde*. [Consulta 18/1/2018] <https://www.ecologiaverde.com/lluvia-acida-definicion-causas-y-consecuencias-1052.html>.

Peter, H.R., Evert, R.F., Eichhorn, S.E. (1992). *Biología de las plantas*. Barcelona, Ed. Reverté.

Sóñora, F., Rodríguez-Ruibal, M.M., Troitiño, R. (2009). “Un modelo activo de educación ambiental: prácticas sobre cambio climático” *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 17.2, 196-206.

Velasco, J.M., Ledesma, J.L., Romero, T., Cabrera, M.E., Nieto, J.M., Salamanca, C., de Hoyos, C., Revuelta, J.L. y Torres, M.D.. (2009). *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, 2º Bachillerato*. Madrid, Ed. Everest.

## INFLUENCIA DE LOS MOVIMIENTOS SACÁDICOS, LA VELOCIDAD LECTORA Y LA ATENCIÓN EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DEL ÁREA DE LENGUA CASTELLANA Y LITERATURA

*Influence of saccadic movements, reading speed and attention in the academic performance of the area of Spanish Language and Literature*

**M. Agudo, L. Arroyo, C. González, M. Barrena y M. P. Blanco <sup>1\*</sup>**

IES Enrique Díez Canedo. c/ Calzada Romana, 9, 06490 Puebla de la Calzada (Badajoz)

<sup>1</sup> cotblan2@gmail.com

\* Profesora coordinadora.

**RESUMEN:** El aprendizaje es un acto complejo, que pone en juego un gran número de variables, emocionales, motivacionales, atencionales, familiares y socio culturales. La presente investigación tiene como objetivo estudiar las relaciones entre los movimientos sacádicos, la velocidad lectora y la atención selectiva, con respecto al rendimiento académico en el área de Lengua Castellana y Literatura en alumnos de 1º curso de ESO. Las pruebas neuropsicológicas, administradas a 31 alumnos, fueron: la prueba K-D, prueba D2 y el rendimiento académico en el Área de Lengua Castellana y Literatura. Los resultados apoyan estudios anteriores que relacionan los movimientos sacádicos con la velocidad lectora, a mayor tiempo invertido en la prueba K-D, menor velocidad lectora. También se ha hallado relación entre la velocidad lectora y el rendimiento académico en Lengua Castellana.

**Palabras clave:** Atención, movimientos sacádicos, velocidad lectora y aprendizaje

**ABSTRACT:** Learning is a complex act, which brings up a great number of affective, motivational, attentive, familiar and sociocultural variables. The first aim of the present investigation is to study the relationships between the saccadic movements, the reading speed and the selective attention, regarding the academic performance in the subject of Spanish Language and Literature of 1º year of Compulsory Secondary Education. The neuropsychological test carried out by 31 pupils, were the K-D test, D2 test, a part of the WISC-IV test (digits, letters and numbers) and the academic performance in the subject of Spanish Language and Literature. These results support previous studies that connect the saccadic movements with the reading speed so, the higher the time invested on the K-D test, the less the reading speed. It has also been found a relationship between the reading speed and the academic performance in the Spanish Language.

**Key-words:** Attention, saccadic movements, reading speed and learning.

---

**MERIDIES, 22 (2019):** 83-86.

ISSN (versión impresa): 1137-8794

---

### INTRODUCCIÓN

El aprendizaje, desde el punto de vista de la investigación, siempre ha sido tema de interés en la actividad educativa por sus posibilidades de intervención, desarrollo y mejora de las habilidades y competencias de los estudiantes. El proceso de aprendizaje es un acto humano complejo. En él intervienen muchas variables: ambiental, motivacional, atencional, emocional, familiar y sociocultural entre otras. Saber cómo el cerebro funciona y procesa información permite emplear estrategias efectivas, amenas y adaptadas que promuevan el aprendizaje significativo en los estudiantes. Por ello, podemos afirmar que la vocación del docente estriba en ayudar al estudiante a descubrir su manera particular e individual de aprender.

## **Objetivo**

Encontrar influencia entre el movimiento sacádico en la lectura, la velocidad lectora y la atención que se presta al realizar una tarea, sobre el rendimiento académico en el Área de Lengua Castellana y Literatura de alumnos escolarizados en Educación Secundaria Obligatoria

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Para llevar a acabo el presente estudio, se ha empleado un tipo de diseño no experimental correlacional. Se trata de un estudio cuantitativo.

La población escogida y utilizada en el presente trabajo, pertenece al IES Enrique Díez-Canedo de la Comunidad de Extremadura. Es un centro que se nutre de alumnos que provienen de diferentes localidades colindantes. El nivel sociocultural de las familias es medio bajo, es una zona rural .

La muestra corresponde a 31 alumnos del primer curso de la etapa de educación secundaria obligatoria cuyo rango de edad oscila entre los 12 y los 14 años. De estos, 12 alumnos son del género masculino y 19 alumnos del género femenino.

Se han analizado el rendimiento académico en el área del Lengua Castellana y Literatura, la velocidad lectora, los movimientos sacádicos y la atención de cada alumno.

Para medir el rendimiento escolar en el Área de Lengua Castellana y Literatura, se ha realizado la media de las calificaciones obtenidas por los sujetos en las dos últimas evaluaciones, previas al estudio.

La prueba de King-Devick (King, 1976; Rouse, Nestor, Parot, y Deland, 2004) permite evaluar los movimientos oculares sacádicos.

Para determinar la velocidad lectora se utilizó un texto de Leopoldo Alas, Clarín adaptado para su edad. Se contabilizaron las palabras que el sujeto leía en el texto en un minuto.

Para medir la atención utilizaremos el Test de Atención d2 (Brickenkamp y Cubero, 2002). Este test proporciona la medida del control atencional e inhibitorio, contempla la relación entre la velocidad y la precisión de los sujetos.

Las distintas pruebas se realizaron de forma individual, siguiendo siempre un orden, primero la prueba de lectura, segundo prueba de movimientos sacádicos, tercero el test de atención D2 y por último la prueba de dígitos y letras y números.

Los datos obtenidos se tabularon en Excel, para realizar una estadística descriptiva que permita caracterizar la muestra de estudio y las variables. Posteriormente para calcular la correlación (coeficiente de Pearson) entre las variables se utilizó el programa SPSS de IBM y EZAnalyze 3.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis descriptivo

En la Tabla I se observa que la media del rendimiento académico es de 6,45, la media de los movimientos sacádicos es 56,55 segundos, indicando que los sujetos estarían retrasados un año (King, 1976) respecto a lo esperado, cuyo valor debería ser 54,04.

La media de la velocidad lectora es de 139,2 palabras por minuto, también se sitúa por debajo de lo esperado para su edad.

Los valores de atención selectiva tomados son los del componente TOT que evalúan la atención selectiva y la precisión al realizar una tarea, la media es de 323,16, encontrándose en la media de su edad.

Las desviaciones típicas son grandes respecto a la media, lo que nos da una idea de la heterogeneidad de la muestra.

### Resultados de análisis correlacional

La tabla II resume la relación entre todas las variables estudiadas. Como puede observarse solamente hemos encontrado correlación significativa entre movimientos sacádicos y velocidad lectora (0,010) (Fig. 1); y entre velocidad lectora y rendimiento académico (0,028) (Fig. 2). Sin embargo, la correlación entre movimientos sacádicos y atención (0,107) no es significativa, ni entre velocidad lectora y atención (0,178).

**Tabla I. Resultados de estadística descriptiva.** RA = rendimiento académico, MS = movimientos sacádicos, VL = velocidad lectora, A-TOT = atención selectiva y precisión al realizar una tarea.

Parámetro	RA	MS	VL	A-TOT
Media	6,45	56,55	139,2	323,16
Mediana	7,00	53,91	137,0	317,00
Moda	4,00		150,00	
Desviación estándar	2,03	11	27,07	59,00

**Tabla II. Correlación lineal de Pearson entre todas las variables.**

		Correlaciones			
		VL	MS	TOT	Nota lengua
VL	Correlación de Pearson	1	-,458*	0,248	,394*
	Sig. (bilateral)		0,010	0,178	0,028
	N	31	31	31	31
MS	Correlación de Pearson	-,458*	1	-0,295	-0,253
	Sig. (bilateral)	0,010		0,107	0,170
	N	31	31	31	31
TOT	Correlación de Pearson	0,248	-0,295	1	0,025
	Sig. (bilateral)	0,178	0,107		0,892
	N	31	31	31	31
Nota lengua	Correlación de Pearson	,394*	-0,253	0,025	1
	Sig. (bilateral)	0,028	0,170	0,892	
	N	31	31	31	31

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

\* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

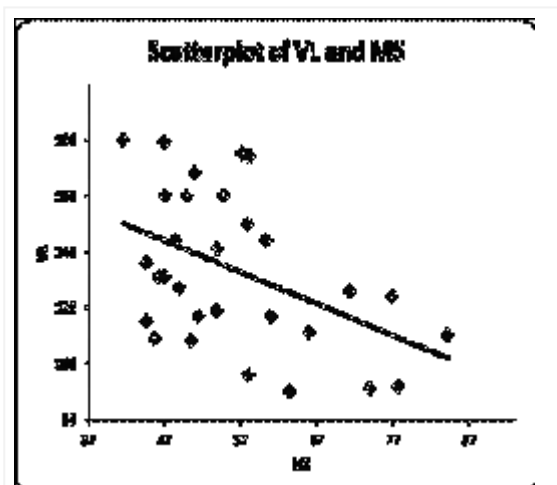


Fig. 1.- Correlación lineal entre la velocidad lectora (VL) y el movimiento sacádico (MS).

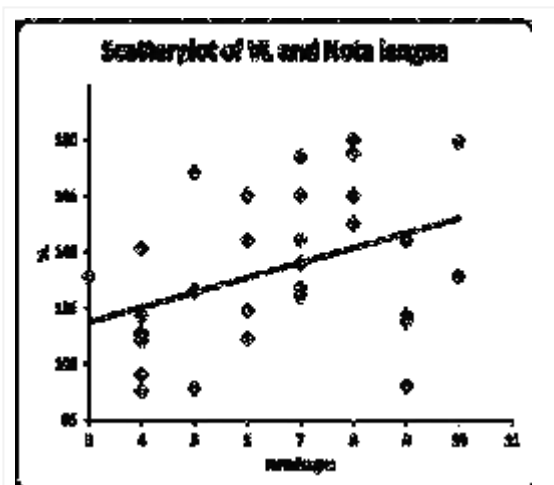


Fig. 2.- Correlación lineal entre la velocidad lectora (VL) y la nota de Lengua.

### Conclusión

Por todo lo expuesto en la investigación, concluimos:

1.- Que con los datos que nos proporciona la estadística paramétrica, las correlaciones entre las variables, no podemos afirmar, de forma directa, que existen relaciones entre las variables movimientos sacádicos, velocidad lectora, atención selectiva y con el rendimiento académico.

2.- Se encuentra una correlación significativa una relación entre la velocidad lectora y el rendimiento en el Área de Lengua Castellana y Literatura.

3.- También encontramos, que hay una relación significativa entre los movimientos sacádicos y la velocidad lectora.

4.- Dada la relación significativa entre el movimiento sacádico y la velocidad lectora y la relación entre la velocidad lectora y el rendimiento académico proponemos realizar un programa de intervención neuropsicológica que mejore los movimientos sacádicos y la velocidad lectora, con el fin de mejorar el rendimiento académico. Una vez llevado a cabo dicho programa se emprenderán nuevos estudios, con una muestra mayor, para verificar si existe relación significativa de las variables antes citadas con el rendimiento académico en el área de Lengua Castellana y Literatura.

### REFERENCIAS

- Brickenkamp, R. y Cubero, N. S. (2002). *D2, test de atención: manual*. TEA ediciones. Recuperado a partir de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=152069>
- King, A. T. (1976). *The proposed King-Devick test and its relation to the Pierce saccade test and reading levels*. Available from the Carl Shepherd Memorial Library, Illinois College of Optometry, Chicago, IL.
- Wechsler, D. (2003). *Wechsler intelligence scale for children—Fourth Edition (WISC-IV)*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.

# FREE TOUR SALAMANCA: LA GUERRA DE LA INDEPENDENCIA

## *Free tour Salamanca: Peninsular War*

**David Vicente Silva**<sup>1</sup>,

IES Vaguada de La Palma. Plaza de la Palma s/n. 37007 Salamanca.

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

*RESUMEN: Se trata de un proyecto donde se aúnan el concepto de Free Tour y la puesta en valor, para el sector turístico, de la huella que la Guerra de la Independencia dejó en la ciudad de Salamanca. Esta huella es muy patente pero poco divulgada, máxime, si se tiene en cuenta que entonces se destruyó entre un tercio y la mitad del patrimonio histórico existente. Se diseña un recorrido sencillo de unos dos kilómetros y una duración de hora y media, asequible a todas las edades. Comienza en la Plaza Mayor y termina en la Plaza de Anaya pasando junto a muchos de los lugares donde se ubicaban monumentos muy destacables. Los comentarios y el material que se aporta a los participantes busca que se trasladen a esa época y sientan la miseria y destrucción que aquella guerra trajo a la ciudad del Tormes..*

**Palabras clave:** Siglo XIX, historia, turismo histórico.

*ABSTRACT: This is a project that brings together the concept of Free Tour and the importance, in the tourism sector, that "Peninsular War" left in the city of Salamanca. This mark is very evident but it hasn't been spread a lot, specially if you take into account that between a third and half of the historical heritage was destroyed at that time. It is designed a simple route of approximately two kilometres suitable to all ages. It begins in the "Main Square" and ends in "Anaya Square" going through, many of the places where outstanding monuments were located. All The explanations and the printouts that are given to the participants, try to date them back to that century and make them feel the poverty and destruction that this war brought to the city by the river Tormes*

**Key-words:** 19th century, history, historical tourism.

---

**MERIDIES, 22 (2019):** 87-96

ISSN (versión impresa): 1137-8794

---

## INTRODUCCIÓN

### Contextualización del proyecto

El concepto de Free Tour ha existido desde hace bastante tiempo, pero es una forma relativamente nueva de descubrir ciudades en comparación con el concepto de recorrido turístico tradicional. Hoy día muchos viajeros conocen este tipo de visita pues cada día es más frecuente su presencia en muchos destinos turísticos. Constituyen una oferta muy atractiva, porque el término "free", libre, resulta especialmente seductor y mucho más para la gente joven. Si a esto se le une su gratuidad y la voluntariedad de las personas que los dirigen, el concepto no puede ser más interesante.

Este tipo de visitas abren nuevas perspectivas porque también van dirigidos a los habitantes de la propia ciudad e incluyen, en muchas ocasiones, enfoques temáticos concretos, por lo que pueden también orientarse con un enfoque educativo.

Su gratuidad es algo muy bien valorado por los usuarios de la propia ciudad porque este grupo es muy reacio para pagar un guía en "su" ciudad y, muy frecuentemente, conocen menos la historia, el anecdotario y el arte de su ciudad que el de aquellas que visitan.

Evidentemente también tienen una clara dimensión social pues está abierto a todas las personas con independencia de sus recursos económicos, estando solo unido al afán por conocer y aprender.

El proyecto que aquí se presenta busca dar a conocer a todas las personas, desde los jóvenes estudiantes de Secundaria (incluso de Educación Primaria) hasta las personas mayores y no sólo visitantes, sino también las personas de la propia ciudad de Salamanca, un trozo de la historia salmantina muy importante y no demasiado bien conocido. Se trata de la primera mitad del siglo XIX en el que Salamanca se vio de lleno inmersa en la Guerra de la Independencia, con un continuo e importantísimo trasiego y estancia de tropas y con relevantes episodios bélicos en su entorno (Robledo Hernández, 1997).

Para poder mantener la atención y el interés a lo largo de toda la visita se ha diseñado una ruta de no más de dos horas de duración caminando por lugares de escasa pendiente. Durante esas casi dos horas se pasa por diferentes hitos o lugares singulares, que permiten ir desgranando la terrible pesadilla que fue para la ciudad los acontecimientos ligados a la Guerra de la Independencia.

Se busca introducir mentalmente al visitante en una ciudad de apenas 15.000 habitantes muy ligados a la Universidad y que, en ocasiones, tienen que compartir la ciudad con 25.000 soldados, unos de paso, otros residentes; todos requieren aposento, bebida y alimentos y también buscan dinero, a la par que producen inmundicia que va mayoritariamente a las calles porque entonces no existía una red de alcantarillado como hoy conocemos. Y, a esa ciudad, llegan miles de heridos...(Gutiérrez Rodilla, 2004).

También se quiere transmitir la angustia y la premura del ejército francés, cuando se acerca un enorme ejército enemigo y deben fortificar una ciudad de defensas obsoletas pero con un gran conjunto arquitectónico, que utilizarán como material de cantera (Rupérez Almajano, 1997).

En resumen, se busca mostrar e imaginar esta ciudad poco antes, durante e inmediatamente después de la Guerra de la Independencia (1808 – 1814).

Esta propuesta parece particularmente interesante porque no existen rutas guiadas en Salamanca que traten, específicamente, este hecho histórico. Se quiere subrayar la particular motivación que este proyecto presenta para nuestro instituto situado en la Vaguada de la Palma, espacio muy relacionado con la Guerra de la Independencia y que sufrió, como pocos lugares en la ciudad, sus efectos destructivos (Fig. 1).

### **Justificación y objetivos**

El proyecto nace tras el conocimiento del modelo de guías y visitas Free tour que, desde hace ya unos años, se ofrecen en numerosas ciudades españolas y extranjeras, especialmente en aquellas con un importante patrimonio artístico e histórico. La práctica inexistencia de este modelo en Salamanca fue uno de los motivos que animó al autor a indagar en la posibilidad de



**Fig. 1.- Dibujo de finales del siglo XVIII de la Vaguada de la Palma y el convento de San Vicente, desaparecido durante la contienda (en García García, 2012)**



diseñar un itinerario basado en esta filosofía y que permitiera un cierto protagonismo al propio instituto en el que estudia.

La ubicación del IES Vaguada de la Palma en una zona que se vio tremendamente asolada por los episodios que vivió la ciudad durante la Guerra de la Independencia, le animó a explorar dicho contexto y a así conocer la importante pérdida monumental ocurrida en Salamanca durante dicha guerra y en los años inmediatamente posteriores (Rupérez Almajano, 1997).

El recorrido por las zonas entonces más afectadas por la destrucción le permitió ver la huella evidente de aquellos hechos y pudo constatar como para la mayor parte de los salmantinos era totalmente desconocida no solo esa huella, sino también la historia que la originó. Este desconocimiento era aún mucho más patente entre los turistas que visitan la ciudad, turistas que se sentían particularmente atraídos por la posibilidad de conocer esta historia.

Este proyecto que se marcó los siguientes objetivos:

- Desarrollar una herramienta ágil, atractiva e imaginativa para dar a conocer el pasado histórico de la ciudad de Salamanca en torno a un periodo muy concreto: La Guerra de la Independencia.

- Organizar un itinerario en formato de Free Tour, en el que de forma gratuita se guíe a las personas interesadas por un recorrido por el entramado urbano actual con evocaciones al trazado de principios del siglo XIX.

- Rememorar la destrucción y desolación ocasionadas en Salamanca a la Guerra de la Independencia, y no sólo por las acciones bélicas sino también por la destrucción y deterioro asociados al tránsito y estancia continuada de un enorme contingente de tropas en la ciudad.

- Valorar el importante patrimonio arquitectónico actual como una parte de aquel que existía antes del inicio de la Guerra de la Independencia.

- Ofrecer a todas las personas una forma gratuita de conocer mejor la historia de la ciudad y su patrimonio.

- Señalar nuevas propuestas de desarrollo turístico en la ciudad.



**Fig. 2.- Itinerario del “FREE TOUR SALAMANCA: LA GUERRA DE LA INDEPENDENCIA” (línea gris) sobre un plano del siglo XIX. Se marcan en negro liso los edificios que fueron destruidos o sufrieron un deterioro irreversible durante la Guerra de la independencia. El punto de encuentro y de inicio del recorrido es la Plaza Mayor, el punto final es la Plaza de Anaya.**

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha diseñado un recorrido (Fig. 2 -página anterior-) que parte desde la Plaza Mayor y termina en la Plaza de Anaya. El itinerario que se ha elegido es de unos dos kilómetros de longitud y prácticamente llano por lo que no requiere ningún esfuerzo destacable. Se ha hecho así pensando en la posibilidad de adaptarlo tanto a grupos de personas mayores como a grupos infantiles.

Este itinerario ha sido diseñado por el alumno y su tutor contando con el asesoramiento de D. Luis Ramón Menéndez Bueyes, profesor de Geografía e Historia en el IES Vaguada de la Palma de Salamanca.

Además del trabajo de búsqueda bibliográfica y de información, así como de diseño en gabinete, se ha realizado un riguroso trabajo de campo comprobando y calculando tiempo y esfuerzos. Finalmente se ha hecho un ensayo completo formando un grupo, con cuatro profesores y treinta alumnos de 4º ESO del IES Vaguada de la Palma, para su testado y valoración. No se han querido utilizar sistemas de megafonía o de transmisión inalámbrica porque marcan una distancia que creemos que se aleja de la propia filosofía del concepto Free Tour.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### **Punto de encuentro: Arco central del Ayuntamiento en la Plaza Mayor.**

Se ha elegido como punto de encuentro y de inicio del recorrido la Plaza Mayor porque es el lugar de encuentro habitual de los salmantinos y de sus visitantes. Quedar “debajo del reloj de la Plaza” es habitual en Salamanca.

En este punto el guía se presenta al grupo y lo organiza dando sencillas recomendaciones para no despistarse del mismo (Fig. 3 -página siguiente-). Se le entrega a cada participante una hojita con un plano del centro de la ciudad donde se indica el recorrido y las paradas a realizar. De esta manera también se controla el número de miembros que compone el grupo.

Allí mismo da comienzo el tour propiamente dicho con una contextualización histórica del país y de la ciudad y una pequeña introducción a la Guerra de la Independencia y a la ruta que se va a seguir (Fig 2).

Evidentemente también se hace una referencia general a la Plaza Mayor y se subraya el hecho de que dicho espacio apenas sufrió daños durante la contienda. Se pide fijar la atención en la presencia de medallones con personajes ilustres situados entre los arcos de la plaza, destacando que entre ellos se encuentran personajes con un notable protagonismo en Salamanca durante la Guerra de la Independencia.

Se invita a los asistentes a iniciar el recorrido haciendo un primer y muy corto desplazamiento hasta situarse junto al medallón de D. Julián Sánchez “El Charro” situado en el Pabellón de Petrineros (oeste) de la Plaza Mayor (Fig. 4 -página siguiente-)

**Primer sitio de interés: Plaza Mayor. D. Julián Sánchez “El Charro” y Wellington.**

**Fig. 3.-** El autor se presenta al grupo, les entrega una hojita con el plano de la ciudad histórica y hace una pequeña introducción al recorrido que se va a realizar.



**Fig. 4.-** Medallones de Lord Wellington (izquierda) y J. Sánchez El Charro (derecha) en la Plaza Mayor de Salamanca.

D. Julián Sánchez “El Charro”: Nacimiento. Carrera militar hasta la Guerra de la Independencia. Carrera militar y batallas en las que participó. Su protagonismo en la Guerra de la Independencia. Breve introducción y descripción de la guerra de guerrillas. Alistamiento en el ejército anglo-portugués. Vida después de la guerra. Fallecimiento. (Martín Mas, 2013 y Wikipedia, 2018).

Se pide desplazarse unos metros hacia la izquierda hasta situarse frente al medallón de Wellington

Wellington: Nacimiento. Carrera militar. Primeras batallas. Campaña que realiza en la India. Vida política antes de las guerras napoleónicas. Guerra de la Independencia: explicación del avance inglés, explicación de la defensa de Ciudad Rodrigo y futuro avance por la península. Batalla de Waterloo. Reconocimiento de su importancia (Wikipedia, 2018).

Se indica que el grupo se va a desplazar hasta el segundo lugar de interés (frente a la iglesia de los Franciscanos). Durante el recorrido hasta allí se hacen varios comentarios sobre el nombre de la calle Prior por la que se pasa, sobre el uso del Palacio de Monterrey durante la contienda y del de algunos conventos aledaños.

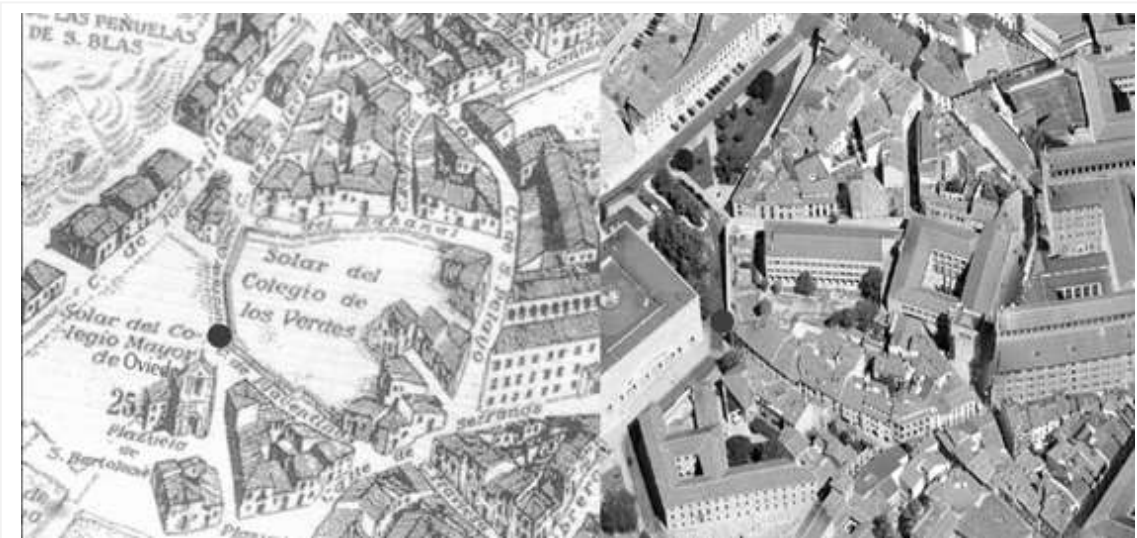
**Segundo sitio de interés: El polvorín. San Francisco el Grande, fachada y trasera.**

Desde la entrada de la calle Domínguez Berrueta. Monasterio de San Francisco el Grande: Creación. Explicación de las características del convento. Destrucción y uso en años posteriores. Comparación del tamaño junto a imágenes y mapa. Vista del ábside de la iglesia desde la calle Ancha.

El grupo se desplaza a través de la acera derecha de la calle Ancha (importante usar la acera de la derecha, con un grupo es peligroso desplazarse por la otra) y continúa por la calle Sierpes. Se hacen comentarios sobre la terrible destrucción de las casas que existían en estas calles.

**Tercer sitio de interés: Zona de destrucción (Desde la trasera de la Facultad de Geografía e Historia hasta el mirador del Alcázar)**

Colegio de los verdes o San Pelayo: Uso, ahora y antes. Creación. Preferencia de estudiantes. Planta ayudada por mapa. Valoración de la conservación visible (Fig. 5 -página siguiente-).



**Fig. 5.- Zona de destrucción. El colegio de los Verdes. Punto de observación de los cimientos de los muros hoy visibles tras las prospecciones arqueológicas. (A partir de Salamanca en el ayer, 2012)**

San Agustín o Agustinas Descalzas: Vista de la planta usando también el mapa. Construcción y arte. Restos que albergaba. Enclave estratégico. Crítica sosegada a la conservación de los restos debido a las instalaciones deportivas. El grupo se desplaza unos metros hasta el aquí denominado mirador del Alcázar.

San Vicente (Vista desde el mirador del Alcázar): Recordatorio del Prior de San Vicente. Historia del monasterio (Fig. 6). Comparación de tamaños con otros elementos del mapa. Vista y explicación de los edificios situados en el cerro de San Vicente. -Punto estratégico de defensa y forma de reforzar el enclave. Disposición del convento, recuerdo y muestra de cómo fue San Vicente. Antiguo asentamiento de la Primera Edad del Hierro (cultura Soto de Medinilla).



**Fig. 6.- Monasterio de San Vicente según la Vista de Salamanca, realizada por Antón Van Wyngaerde en 1572.**

Sin desplazamiento, desde el propio mirador del Alcázar, se pide centrar ahora la atención en otro aspecto interesante (comienza el cuarto sitio de interés).

#### **Cuarto sitio de interés: El barrio de los Milagros y su evolución**

Un barrio arrasado. Uso de los restos pétreos de la destrucción antes citada. Valoración de las necesidades de grupos de población de escasos recursos económicos. Un barrio marginal. Chabolismo y suciedad. Barrio Chino, prostitución. Narcotráfico, los años de la heroína. Reforma y urbanización del barrio desde los años 80, derribo de edificios y nuevas edificaciones. Traslado de las gentes humildes. Barrio acomodado. (García García *et al.*, 2009).

Tras estas reflexiones y valoraciones, se pide al grupo que se dirija, a lo largo de la fachada de la Facultad de Ciencias, hacia la plaza de Los Caídos.

#### **Quinto sitio de interés: Plaza de los Caídos y Parque/mirador de la Merced)**

El nombre de “Los Caídos”. Refuerzo de este punto estratégico y del Colegio del Rey. Destrucción del Colegio Trilingüe. Repaso de la evolución de la Guerra de la Independencia en el conjunto peninsular mostrando las líneas de avance de los ejércitos inglés y francés a través de Portugal y España. Referencia a la batalla de Los Arapiles. (Castro Henriques, 2012).

Una vez terminada la observación del paisaje que se ve desde el mirador de La Merced el grupo se dirige a través de las calles Veracruz, Horno, Tavira y Pza. Juan XXIII hacia la Plaza de Anaya donde se ubica el último punto de este itinerario.

#### **Sexto sitio de interés y fin del itinerario: Plaza de Anaya y papel de la Universidad.**

Explicación de la decadencia de la universidad. Préstamos al ejército francés y edificios cedidos. Influencia de Thiébault. Reforma de la plaza de Anaya. Explicación de la destrucción de las casas de la plaza. Ubicación del nuevo cementerio. Reforma de la universidad. (Almajano, 2007).

Recapitulación y recuerdo final de las enormes pérdidas en arte y patrimonio (destrucción y saqueo) sufridas por la ciudad antes, durante y después de la contienda.

Invitación para ampliar la ruta de forma particular recomendando muy especialmente realizar un paseo a través del “Paseo fluvial” observando las plataformas construidas para situar la artillería y defender el paso del río.

#### **Despedida**

En este momento se agradece a los asistentes su atención e interés y se les pregunta su opinión sobre el recorrido que acaban de realizar. Esto ayudará sin duda a ir mejorándolo.

#### **Valoración de los ensayos**

Tras la realización del recorrido con profesores y estudiantes conformando los grupos, se pasó una hoja para que indicaran sus opiniones sobre el itinerario realizado destacando los aspectos que mejor les habían parecido y aquellos que deberían mejorar.

En conjunto fue valorado muy positivamente (9 sobre 10), especialmente por los profesores que consideraron la seguridad y confianza del guía como un aspecto especialmente destacable. Los profesores sólo indicaron algunas mejoras que se pueden concretar en referencias al contexto topográfico del río y su entorno para entender mejor la ubicación de los enclaves estratégicos, así como una reflexión sobre las condiciones higiénicas de aquellas calles, muy diferente del aspecto actual de las mismas.

Entre los aspectos mejor valorados han destacado la duración del recorrido (1h 30 min), la comodidad del trazado, el uso de imágenes que ilustran diferentes aspectos de la explicación y el propio desarrollo de las explicaciones que permite mantener el interés y la atención durante todo el tiempo y facilita que el grupo se mantenga compacto.

También cabe valorar algunos puntos débiles del recorrido que fueron así indicados por los participantes en los ensayos. Así se apuntaron problemas para poder escuchar bien al guía en algunos momentos, debido al ruido existente en la calle cuando se coincidía con el horario de carga y descarga en las zonas peatonales, o en el caso del intenso tráfico de la calle Ancha y Ramón y Cajal si era la hora de entrada en clase de los niños del colegio de Santa Catalina. Por estos motivos parece aconsejable desplazar espacial y/o temporalmente alguno de los puntos de explicación para evitar estas coincidencias. Otra mejora apuntada directamente incrementar la interacción del guía y los participantes. Un último apunte señala que se disponga de más ejemplares de los documentos que se reparten por el grupo para que todos los puedan ver el tiempo necesario.

### **Necesidades que satisface y beneficios que ofrece**

Las necesidades que satisface este proyecto pueden desglosarse de la siguiente manera:

1.- Promueve el conocimiento y divulgación de la historia de la ciudad en la primera mitad del siglo XIX.

2.- Se ubican y dan a conocer los lugares de la ciudad de Salamanca que ocupan un lugar relevante en ese periodo histórico y también aquellos elementos que lo rememoran.

3.- Se elaboran documentos gráficos relacionados con los episodios históricos y con la geografía urbana de aquel momento.

4.- Se propone y ensaya una ruta casi llana que se puede recorrer a pie por un grupo de personas (desde niños a personas mayores) en un máximo de dos horas, incluyendo las necesarias paradas para explicar, rememorar o evocar diversos episodios históricos relacionados con la Guerra de la independencia.

5.- Se comprueba la viabilidad de la ruta propuesta.

6.- Dejar abierta la posibilidad de publicitar la ruta como Free Tour para que esté accesible a todas las personas que deseen realizarla subrayando la inspiración social del planteamiento.

7.- Llena un hueco en el conocimiento de la historia de la ciudad tanto para sus propios ciudadanos como para los miles de turistas que la visitan.

8.- Se muestra la historia con rigor pero de una manera divertida y que busca cautivar al visitante.

9.- En cuanto a su enfoque social debe señalarse que es un aspecto relevante dado que no existe en la ciudad ninguna otra ruta guiada gratuita y al alcance de todas las personas.

10.- Aporta nuevas ideas a las numerosas empresas del sector turístico que pueden incluir esta temática en las rutas ampliando sus posibilidades de mercado.

### **Diferenciación del producto/idea**

La idea que aquí se desarrolla se diferencia claramente de la actual oferta de guías turísticos de la ciudad dado que al día de hoy no se ofrece ninguna ruta a pie por Salamanca desde el

modelo “Free Tour” y tampoco ninguna ruta con esta temática (la huella del Guerra de la Independencia en la ciudad).

También se diferencia porque se oferta tanto a turistas como a habitantes de la ciudad, desde escolares a personas mayores, siendo perfectamente asequible para cualquier edad.

El que la idea surja desde un estudiante de 4º ESO también resulta singular.

## CONCLUSIONES

Es perfectamente viable organizar una ruta temática sobre las huellas de La Guerra de la Independencia en la ciudad de Salamanca.

Salamanca posiblemente es la ciudad española donde la pérdida patrimonial originada por la Guerra de la Independencia fue mayor y esto se debió especialmente por la presencia de un enorme contingente de tropas extranjeras y por las necesidades de material pétreo para construcción de defensas por parte de estas tropas, material que se consiguió a partir de la demolición de edificios monumentales del centro histórico.

Actualmente no se aprovecha esta circunstancia histórica en la oferta turística de la ciudad.

Los modelos de visita tipo Free Tour apenas existen en Salamanca, lo que contrasta con lo que ocurre en otras muchas ciudades españolas y europeas, donde la oferta de este tipo de visitas está consolidada.

El recorrido aquí propuesto (Free Tour Salamanca: La Guerra de la Independencia) ha sido muy bien valorado por las personas que lo han realizado.

## REFERENCIAS

- Almajano, M. N. R. (2007). “El proyecto del general Thiébault para la Plaza de Anaya en Salamanca”. *Goya: Revista de Arte*: 321, 343-352.
- Castro Henriques, M. (2002). *Salamanca 1812 Companheiros de Honra*. Prefácio-Edição de Livros e Revistas, Lda. Lisboa. 102 p.
- García García, M.A. (2012). *Los Fuertes de Salamanca - Junio de 1812*. [En línea]. <http://www.batalladetrafalgar.com/2012/06/los-fuertes-de-salamanca-junio-de-1812.html>. [Consulta 26/11/2017].
- García García, M.T., Martín Sánchez, M.A., Revuelta García, A. y Rodríguez Sánchez, M.C.. (2009). *La Vaguada de la Palma: Cómo fue y cómo es*. [En línea]. IES Vaguada de la Palma. Disponible en: <http://www.iesvaguada.com/Portada+dedicatoria.pdf>. [Consulta 5/12/2017].
- Gutiérrez Rodilla, B.M. (2004). “La medicina practicada en circunstancias extremas: el caso de Salamanca durante la Guerra de la Independencia”. In *La medicina ante el nuevo milenio: una perspectiva histórica* (pp. 363-379). Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.

- Martín Mas, M.A. (2013) “Don Julián Sánchez el Charro: hazañas y miserias de la lucha guerrillera”. In Borreguero, C. (Coord.) *La Guerra de la Independencia en el Valle del Duero: los asedios de Ciudad Rodrigo y Almeida*. Junta de Castilla y León.
- Robledo Hernández, R. (1997). “Los franceses en Salamanca según los diarios de la Biblioteca Universitaria (1807-1813)”. *Salamanca, Revista de Estudios*, 40: 173-211.
- Rupérez Almajano, M.N. (1997). “La Guerra de la Independencia y su incidencia en el patrimonio arquitectónico y urbanístico salmantino”. *Salamanca, Revista de Estudios*, 40: 255-305.
- Salamanca en el ayer (2012). *Las Calles de Salamanca. Calle Balmes*. [En línea] <http://salamancaenelayer.blogspot.com.es/2012/11/calle-de-balmes.html> [Consulta 15/11/2017]
- Wikipedia, La enciclopedia libre (2018). *Duque de Wellington*. [En línea]. [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Duque\\_de\\_Wellington&oldid=98661793](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Duque_de_Wellington&oldid=98661793). [Consulta 01/12/2017]
- Wikipedia, La enciclopedia libre (2018). *Julián Sánchez*. [En línea]. [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Juli%C3%A1n\\_S%C3%A1nchez&oldid=96722704](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Juli%C3%A1n_S%C3%A1nchez&oldid=96722704). [Consulta 01/12/2017]



## MEDIDA DE LA ILUMINANCIA EN LAS AULAS DEL I.E.S. EXTREMADURA DE MONTIJO

*Measure of the illuminance at IES Extremadura's classrooms*

Alumnos de 3º ESO del IES Extremadura (curso 2016/2017),  
Juan Ignacio Gutiérrez Piñero<sup>1\*</sup>, Juana Abela Velerda<sup>\*\*</sup> y Santiago Julián Polo<sup>\*\*</sup>  
IES Extremadura. Avda. del Progreso, 21. 06480 Montijo (Badajoz)

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

\* Profesor coordinador”

\*\* Profesores colaboradores

**RESUMEN:** La importancia de una buena iluminación en nuestras aulas es obvia. Ayuda a mejorar nuestro rendimiento y concentración, evitamos problemas oculares, disminuye la fatiga...En este trabajo pretendemos estudiar la calidad del sistema de iluminación eléctrica de nuestro centro, a través de los valores medidos de la iluminancia de cada uno de sus puestos escolares.

**Palabras clave:** Iluminación, aulas.

**ABSTRACT:** There is no doubt that having good lighting in the classrooms is very important. It helps us to improve our efficiency and concentration, it prevents us from suffering visual problems and it decreases our level of fatigue. In this work, we will study the quality of the electrical lighting system in our school by measuring the illumination levels in each classroom.

**Key-words:** Illuminance, classrooms.

---

**MERIDIES, 22 (2019):** 97-102

ISSN (versión impresa): 1137-8794

---

No es necesario indagar mucho en textos, internet, etc para comprender que una iluminación incorrecta en el lugar de trabajo puede ocasionar trastornos en la salud. Los más evidentes son trastornos oculares, pero también pueden producirse dolores de cabeza, fatiga, estrés, falta de sueño, baja atención, concentración y productividad. Según el Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía (2001):

*“Las instalaciones de iluminación de las distintas dependencias que componen un centro docente, deben estar dotadas de sistemas que proporcionen un entorno visual confortable y suficiente, según las muy variadas actividades que se van a desarrollar en cada una de las dependencias que componen el centro docente”.*

Para poder evaluar la calidad de la iluminación necesitamos conocer diferentes magnitudes lumínicas (Álvarez, 2015)<sup>2</sup>:

*“a) Flujo Luminoso. Es la cantidad de energía, en forma de luz, emitida por una fuente. Su unidad es el lumen (Lm). Una lámpara fluorescente puede emitir 4000 Lm, sin embargo la luz natural que entra por una ventana puede oscilar entre 2000- 20000 Lm.*

*b) Intensidad luminosa. Es el flujo luminoso por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta. La unidad en el sistema internacional es la candela (Cd). El ángulo sólido podemos imaginarlo como el espacio contenido dentro de un cono (este sería el caso de un haz de luz).*

*c) Iluminancia. Es el cociente del flujo luminoso incidente sobre un elemento de la superficie que contiene el punto por el área de ese elemento, y su unidad es el lux.”*

Según el Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía (2001) los parámetros correctos de iluminación en las diferentes dependencias de un centro docente deberían ser los que se expresan en la Tabla I.

Normalmente todas las dependencias de un centro docente como las del IES Extremadura de Montijo presentan en uno de sus laterales grandes ventanas que proporcionan luz natural, y de este modo no es necesario usar lámparas fluorescentes, consiguiendo así un importante ahorro energético. Con el uso de la luz natural procedente de estas ventanas se consiguen los valores de la tabla anterior en todas las dependencias del centro, aunque a veces se necesite el apoyo de luz eléctrica.

**Tabla I. Iluminancia adecuada en dependencias de centros educativos.**

Tipo de dependencia	Iluminancia (lux)
Aula	300
Aula de informática	500
Aula de dibujo	750
Aula laboratorio	500
Aula taller (trabajo basto/ fino)	300 / 500
Biblioteca (zona de lectura)	500
Salón de actos (general)	200
Salón de actos (escenario)	700
Gimnasio	300
Sala de profesores	300
Oficinas administrativas	500
Pasillos	150

Ahora bien, en ciertas situaciones no disponemos en el centro de luz natural:

- a) Durante el primer periodo lectivo en los días de invierno.
- b) Parte de las clases de la Escuela Oficial de Idiomas que se imparten durante la tarde en este centro (durante los meses de invierno).

Por ello, es importante que la luz eléctrica del centro proporcione sin la ayuda de la luz natural los valores de iluminancia que se encuentran en la Tabla I.

Así pues los objetivos de este trabajo científico son:

1. Medir la iluminancia procedente de la luz artificial que reciben los puestos escolares del IES Extremadura de Montijo, con el fin de analizar la calidad de nuestro sistema de iluminación.
2. Conseguir que los alumnos comprendan cómo se crea la ciencia utilizando para ello el método científico.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El Departamento de Electricidad del IES Extremadura de Montijo nos cedió un luxómetro con las siguientes características:

- Luxómetro digital KOBAN (Modelo KL 1332) con un rango de medida de 0,1-200000 lux.

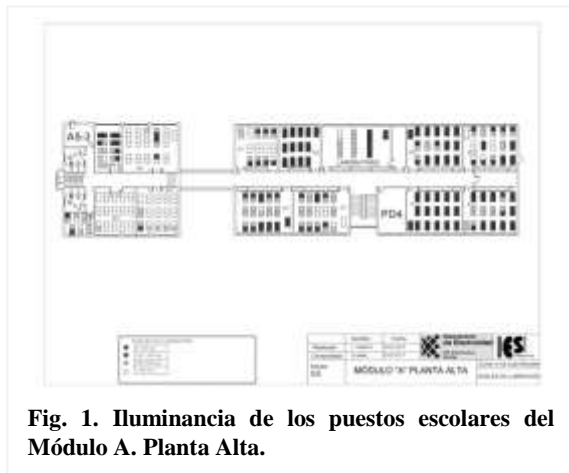
Respecto a la metodología utilizada, se dividieron a los alumnos de 3º ESO en grupos de 2 ó 3 alumnos, de tal modo que cada uno de estos midieron durante el recreo, con el luxómetro digital, la iluminancia que recibe cada uno de los puestos escolares de una dependencia del centro. Las medidas se tomaron evidentemente con las persianas completamente bajadas.

Una vez obtenidos los datos, se estudiaron por los alumnos del Ciclo Formativo de Grado Superior de Sistemas Electrotécnicos y Automáticos, que realizaron las figuras 1, 2, 3 y 4.

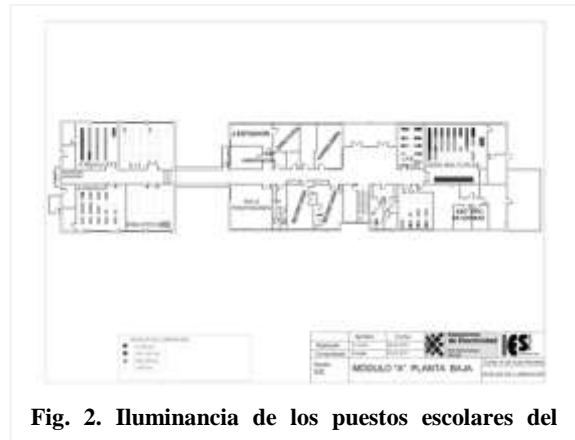
Por último, la profesora de matemáticas de los alumnos de 3º ESO trató con sus alumnos todos los datos de forma estadística. (Ver Fig. 5 y 6).

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

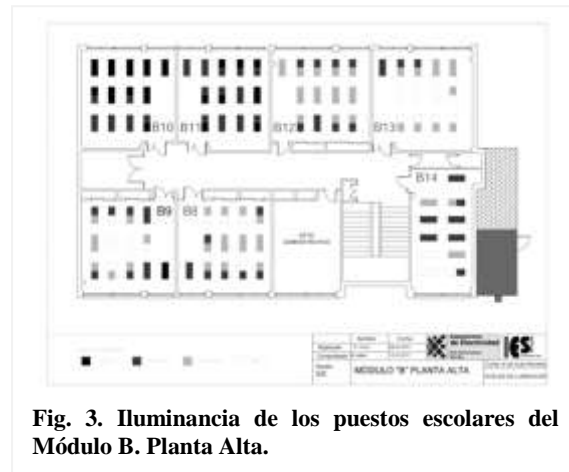
Las medidas obtenidas por los alumnos de 3º ESO fueron analizadas por los del Ciclo Formativo de Grado Superior anteriormente citados, obteniendo las siguientes figuras:



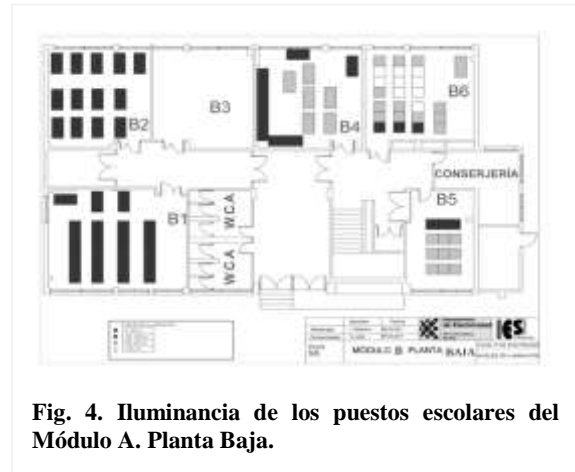
**Fig. 1. Iluminancia de los puestos escolares del Módulo A. Planta Alta.**



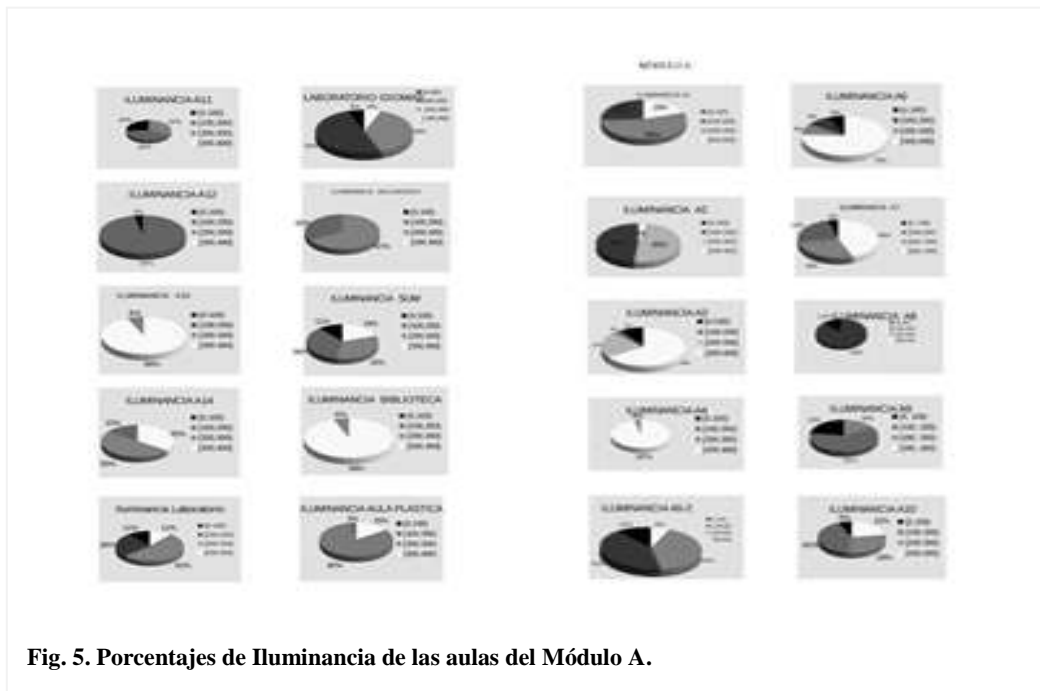
**Fig. 2. Iluminancia de los puestos escolares del Módulo A. Planta Baja.**



**Fig. 3. Iluminancia de los puestos escolares del Módulo B. Planta Alta.**



**Fig. 4. Iluminancia de los puestos escolares del Módulo A. Planta Baja.**



**Fig. 5. Porcentajes de Iluminancia de las aulas del Módulo A.**

Y como expresamos anteriormente, la profesora de matemáticas de los alumnos de 3° ESO trató con sus alumnos todos estos datos de forma estadística. (Ver Fig. 5 y 6).

Es muy difícil obtener conclusiones de los resultados obtenidos pues las aulas del IES Extremadura de Montijo tienen superficies muy variadas, en cada una de ellas hay un número diferente de focos luminosos, todos ellos fluorescentes y se suelen agrupar en parejas (ver Fig. 7), con diferentes potencias, e incluso la altura de las aulas no es igual en todas ellas. Por ello, para explicar estos resultados habría que hacerlo aula por aula.

En el módulo A hay dos aulas muy bien iluminadas, la A4 y la A13. Así, éstas nos servirán de referencia. ¿Qué características presentan estas aulas?

- El Aula A4 tiene capacidad para 24 alumnos y presenta 10 focos luminosos de 58 W y de luz blanca.
- El Aula A13 tiene capacidad para 30 alumnos y presenta 12 focos de 58 W y de luz blanca.

**Conclusiones:**

a) Al lado del aula A4 se encuentra el aula A3, con la misma superficie pero con algunos puestos escolares mal iluminados, ¿que cambia? La respuesta es el número de focos luminosos. Tiene 8 fluorescentes. Luego con este dato, deberíamos tener en cuenta que para las aulas de este centro con capacidad para 24 alumnos, el número de focos luminosos deberían ser 10, de luz blanca y de 58 W de potencia. Hay 2 aulas en la misma planta de un tamaño similar pero cuya

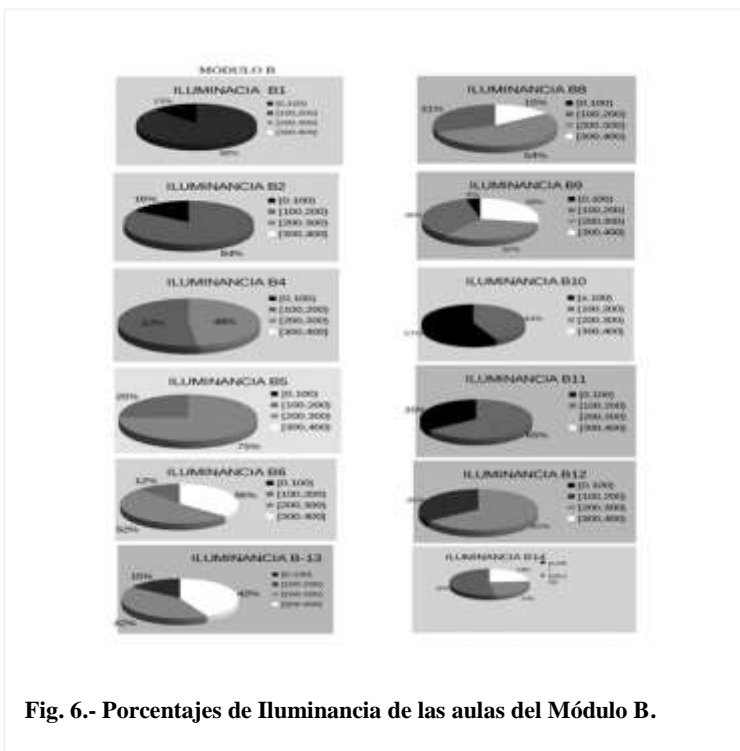


Fig. 6.- Porcentajes de Iluminancia de las aulas del Módulo B.



Fig. 7 Fluorescentes de un aula.



Fig. 8. Fluorescentes colgados del techo de la biblioteca.

iluminación es deficiente (A7 y A8), tienen 10 focos luminosos pero éstos son de 36 W, y en la A8 algunos son de luz amarilla por lo que la iluminación tiene aún peor calidad.

b) Hay aulas más grandes, de 30 puestos escolares, como por ejemplo las aulas A1, A2, A9, A10, A11 y A12. En ellas la iluminación es escasa. Tienen 10 focos luminosos. Además, la potencia de estos focos es inferior (36 W). Deberían tener 12 focos luminosos de 58 W, como presentan las aulas A6 o la A13, que tienen un tamaño similar y una óptima iluminación.

c) El aula de Música presenta mala iluminación. El aula de Música, con una superficie menor que la de Dibujo tiene 8 focos (4 de 58 W, y 4 de 36 W), y además tiene un techo muy elevado, por lo que se deberían bajar los focos a una altura adecuada, tal y como se ha hecho en la biblioteca (ver Fig. 8), y sustituir los fluorescentes de 36 W por otros de 58 W

El aula de Dibujo presenta 8 focos de 58 W y 4 focos de 36 W y la altura del aula es mayor que la de un aula normal, por lo que se deberían sustituir los 4 focos de 36 W por otros de 58 W, y además bajarlos todos a una altura tal que la iluminancia en cada puesto fuese 700 lux, puesto que este aula requiere una mayor iluminación debido a las características del trabajo que se hace en ella (ver tabla I).

d) Muchas de las aulas del módulo B tienen una iluminación que varía de deficiente a pésima. Las aulas B1, B2, B10 y B11 tienen un sistema de iluminación atípico con fluorescentes recubiertos por una caja metálica de donde sale una luz muy difusa. Por ello alcanzan valores de iluminancia muy bajos (ver Fig. 9). Debería sustituirse este sistema de iluminación por los que presentan las aulas del módulo A

e) Las aulas B6, B8, B9, B12 y B13 son aulas con una capacidad de 24 alumnos. Tienen un sistema de iluminación similar a las del módulo A, pero un número de fluorescentes que varía de 8 a 10, dependiendo del aula, todos de 36 W, y en algunas aulas varios de ellos son de luz amarilla, de ahí que en general presenten una mala iluminación. Debería tener todas 10 fluorescentes de luz blanca y 58 W de potencia.

f) Por últimos respecto al número de apagadores hay aulas con uno sólo, y otras con 2 apagadores. Pero en las aulas que presentan dos apagadores, cada uno de ellos actúa sobre fluorescentes que se encuentran en diagonal, cuando cada apagador debería actuar sobre fluorescentes paralelos entre sí y con la línea de ventanas, pues de este modo, en caso de que la luz natural no fuese suficiente, sólo sería necesario usar la línea de fluorescentes alejados de los ventanales para tener la iluminación correcta.



**Fig.9. Fluorescentes recubiertos por un plafón.**

## REFERENCIAS

Álvarez, T. (2015). “Iluminación en el puesto de trabajo. Criterios para la evaluación y acondicionamiento de los puestos”. Madrid: *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo*, pp. 5-8.

Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía (2001). *Guía Técnica de eficiencia energética en iluminación. Centros docentes*. Madrid.

## 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 23 *-enero 2020-*) se cierra el 31 de octubre de 2019. Se mantiene correspondencia con los autores en lo referente a las circunstancias y pormenores de la publicación de su artículo.