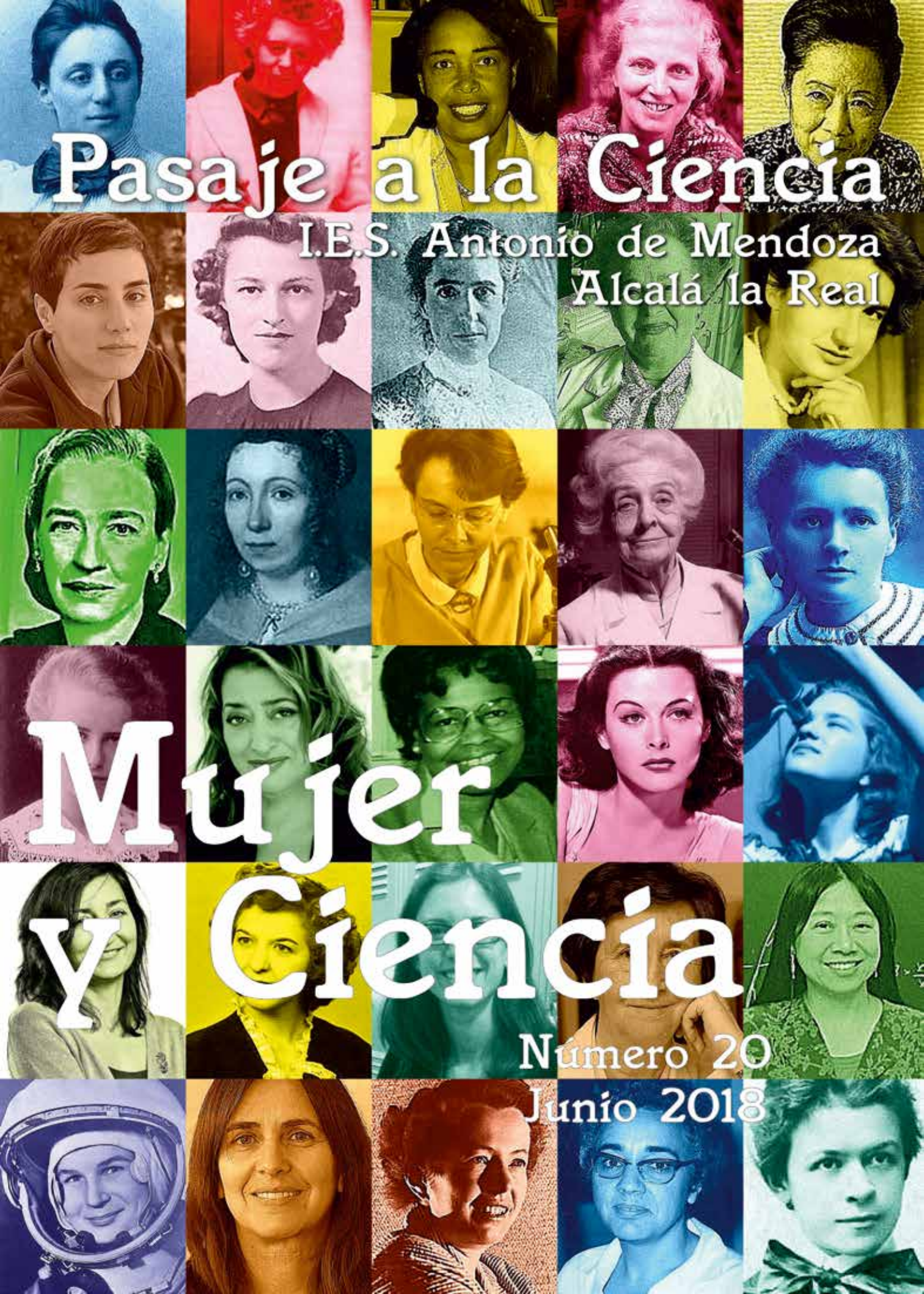


Pasaje a la Ciencia

I.E.S. Antonio de Mendoza
Alcalá la Real

Mujer y Ciencia

Número 20
Junio 2018

1 Emmy Noether. Matemática
2 María Teresa Toral. Química
3 Patricia Bach. Oftalmóloga
4 Dorothy Hodgkin. Bioquímica
5 Chien-Shiung Wu. Física
6 Maryam Mirzakhani. Matemática
7 Beulah-Louise Henry. Inventora
8 Henrietta Leavitt. Astrónoma
9 Gertrude Elion. Farmacóloga
10 Rosalind Franklin. Genetista
11 Grace Cooper. Matemática
12 Maria-Sibylla Merian. Entomóloga
13 Barbara McClintock. Botánica
14 Rita Levi-Montalcini. Neuróloga
15 Maria Sklodowska. Radiactividad
16 Inge Lehmann. Sismóloga
17 Zaha Hadid. Arquitecta
18 Gladys West. Matemática
19 Hedy Lamarr. Telecomunicaciones
20 Vera Rubin. Astrónoma
21 May-Britt Moser. Neuróloga
22 Stephanie Kwolek. Química
23 Margaret Hamilton. Ingeniera
24 Margarita Salas. Bioquímica
25 Sau-Lau Wu. Física
26 Valentina Tereshkova. Astronauta
27 Shafi Goldwasser. Criptógrafa
28 Maria Goeppert. Física
29 María Wonenburger. Matemática
30 Mileva Maric. Física

Coordinadores:
Juan Manuel León Millán
Patricia Pérez López

Editores
D. Juan Manuel León Millán *(Dpto. Geografía e Historia del IES Antonio de Mendoza)*
D. Antonio Heredia Rufián. (Jub.) *(Dpto. Geografía e Historia).*
Dña. Patrocinio Cano García *(Dpto. Geografía e Historia)*
D. Marino Aguilera Peñalver *(Dpto. Geografía e Historia)*
D. José Hidalgo Romero *(Director del IES Antonio de Mendoza)*
D. Antonio Quesada Ramos *(Dpto. Biología y Geología del IES Zaidín Vergeles*
Dña. Patricia Pérez López *(Dpto. Biología y Geología)*
D. Pablo Martínez Bravo *(Dpto. de Tecnología)*

Encargado de la Web:

Juan Francisco Ruiz Hidalgo (Dpto. Didáctica de las Matemáticas – Universidad de Granada)

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

JUNTA DE ANDALUCIA
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y CIENCIA

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

http://www.pasajealaciencia.es

Índice

Mujer y Ciencia 6
Editorial

Soy mujer y científica 7
Ana Isabel García López
Directora de la Unidad de Cultura Científica de la UGR

Entrevista a Pilar Aranda Ramírez, Rectora de la UGR 11
Paula Garrido y Patricia Lebrón
IES Antonio de Mendoza de Alcalá la Real (Jaén)

Entrevista a un científico de renombre y defensor de la mujer científica: Miguel Valcárcel Cases 13
Ainhoa González Pérez, Alicia Jiménez López, Patricia Córdoba Pérez, Eva Aguilera-Herrador
IES Antonio de Mendoza de Alcalá la Real (Jaén)

Ciencia sin barreras 17
Patricia Pérez López
Profesora de Biología y Geología del IES Antonio de Mendoza

Mujeres en la Ciencia 20
Teresa Álvarez, Lucía Fernández Gálvez, Nuria Pérez Hinojosa
IES Antonio de Mendoza de Alcalá la Real (Jaén)

Las mujeres que superaron a Phileas Fogg 24
Antonio Quesada Ramos
IES Zaidín Vergeles. Granada

Aplicación de restos de poda de olivar y su influencia en el suelo 29
Reyes, F.; Noguera, L.; Sánchez, S.T. y Sánchez, J.A.

La verdad relativa 36
Santi García Cremades
Universidad Miguel Hernández

La nictografía de Lewis Caroll 40
José Luis Ruiz Fernández
Profesor de Matemáticas del IES Alfonso XI de Alcalá la Real

Mujeres alcalaínas a la luz (2018). Ana Isabel García López 43
La Redacción

El Astrolabio andalusí de Alcalá la Real 45
Azucena Hernández Pérez
Universidad Complutense de Madrid

Epidemia de viruela en Alcalá la Real (1873-1877) 51
Antonio Heredia Rufián - Antonio Quesada Ramos

Investigación de material extraterrestre desde el Observatorio Andaluz de Astronomía 57
Francisco Ángel Espartero Briceño
Director Observatorio Andaluz de Astronomía

Carmen Juan, un referente inequívoco 65
Antonio Heredia Rufián

¿Quién dijo que la Ciencia es aburrida? 69
Ainhoa Ávila y Julia Cano
IES Antonio de Mendoza de Alcalá la Real (Jaén)

La cristalización de la ciencia 70
Eva Aguilera Herrador
IES Antonio de Mendoza de Alcalá la Real (Jaén)

Mujer y Ciencia

¡Sed, de nuevo, bienvenidos a Pasaje! Un curso más, un año más, este genial proyecto educativo, pedagógico y científico, sale adelante gracias al esfuerzo de muchas personas y a la colaboración desinteresada de otras tantas que, a través de sus reflexiones, escritos y ensayos, nos acercan al mundo científico en sus diversas ramas.

De nuevo, la revista posee una triple vertiente, siempre muy relacionada con el tema científico; pero este curso, además, posee ciertas peculiaridades que creo son muy interesantes. Se inicia con el tema principal, "Mujer y ciencia", pues desde la revista, desde nuestro equipo docente y nuestro centro, queremos dar visibilidad, con humildad, con la sencillez de nuestra publicación, a la mujer, que tenga páginas propias y se reconozca y se observe su trabajo en muchas ocasiones ignorado. Y como siempre, no nos olvidamos de los investigadores e investigadoras relevantes de nuestra localidad, así como aquella temática que tiene que ver con Alcalá la Real, pues no podemos olvidarnos de donde estamos establecidos y quiénes somos.

Agradecer especialmente el esfuerzo de Patricia Pérez y Eva Aguilera, compañeras del departamento de Biología, grandísimas profesionales y mejores personas, que llevan la ciencia y la educación por bandera, pero a su vez el compromiso social en su papel de mujeres que reclaman su espacio con plena justicia. A Pablo Martínez Bravo, diseñador de la portada, siempre dispuesto a colaborar. También a Antonio Heredia, compañero jubilado, amigo y una persona implicada en que esta revista salga adelante con la calidad y compromiso máximo. No podemos olvidarnos de aquellas mujeres y hombres que han colaborado con sus artículos, cómo es el caso de tres investigadores e investigadoras que son de nuestro pueblo: Dña. Ana Isabel García, que es Vicerrectora de la UGR, reconocida este año por el Área de Igualdad del Ayuntamiento como Mujer Alcalaína a la luz; D. Francisco Jesús Martínez Murcia, joven investigador, hijo de nuestro compañero Jesús Martínez, y D. Juan Antonio Sánchez de la Universidad de Almería. Don Antonio Quesada, antiguo compañero y magnífico científico, cuya colaboración siempre está presente. Debemos citar los artículos de D. Santi García Cremades y D. José Luis Ruiz donde las matemáticas se vuelven ante la vista de un neófito, prácticas y entendibles. No podemos olvidarnos de Dña. Azucena Hernández que desde la UCM nos enseña y desvela los secretos del Astrolabio de Alcalá, aunque se conserva en tierras muy lejanas, su origen está en nuestra histórica localidad o la colaboración del Director de Observatorio Andaluz de Astronomía, mostrándonos la importancia de nuestro observatorio de la Pedriza en el proyecto de investigación en materia extraterrestre. Y dar las gracias a los entrevistados, por todas sus facilidades: a la Excma. Rectora de la UGR Dña. Pilar Aranda y al Profesor D. Miguel Valcárcel.

Este año, también quiero destacar la colaboración excepcional de alumnas de 4º en sus entrevistas e interés por la ciencia; así como dar la enhorabuena más sincera al equipo de 1º de la ESO ganador del concurso de Cristalización… ¡¡las chicas reclaman lo que es de justicia!

También hemos querido recordar a Carmen Juan Lovera (DEP), alcalaína, investigadora y colaboradora en números de esta revista.

Por último, dar las gracias al Excelentísimo Ayuntamiento de Alcalá la Real, concretamente a la Área de Cultura, por la colaboración en el mantenimiento de esta revista; y al nuevo equipo directivo, que sigue creyendo en este hermoso proyecto, D. José Hidalgo, Dña. Rocío Mesa, D. J. Ramón Linares y Dña. Mª Victoria Chica, ¡gracias!

¡Y sin más, espero disfruten de las páginas que a partir de aquí se presentan!

Juan Manuel León Millán
Coordinador de la Revista Pasaje a la Ciencia

Portada

Portada:
Pablo Martínez Bravo

Soy mujer y científica

Ana Isabel García López
Directora de la Unidad de Cultura Científica de la Universidad de Granada
Vicerrectora de Extensión Universitaria

Sí, soy mujer y científica. No es raro, ¿verdad? o, tal vez ¿sí?

Si nos preguntaran por científicos que conozcamos nos llegarán a nuestra memoria nombres como: Newton, Laplace, Lavoisier, Einstein, Copérnico, Kepler, … pero y si nos preguntan por científicas, ¿a cuántas enumeraremos? Quizás, a Marie Curie…¿alguna más? Igual nos resulta difícil recordarlas, pero las hay. Con una pequeña búsqueda nos encontramos con un amplio listado y, entre ellas:

- Hipatia de Alejandría (370-46), realizó trabajos de filosofía, física y astronomía y tuvo una contribución sustancial en el desarrollo de las matemáticas.
- Marie-Sophie Germain (1776-1831), matemática que se destacó por sus aportaciones a la teoría de números.
- Ada Lovelace, Augusta Ada Byron, Condesa de Lovelace, (1815-1852), la primera programadora del mundo.
- Emmy Noether (1882-1935), matemática, realizó grandes avances en cuanto a las teorías de anillos, cuerpos y álgebra.
- Jane Goodall, primatóloga (1934), realizó investigaciones científicas sobre el comportamiento, el uso de herramientas y los modos de vida de los chimpancés y en 2003, recibió el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica.
- Rosalind Franklin (1920-1958), la química y cristalógrafa que capturó la foto que demostró que el ADN era una doble hélice, pero que quedó fuera del premio Nobel de Medicina que ganaron sus colegas Francis Crick y Maurice Wilkins gracias en buena parte a su investigación.
- Susan Jocelyn Bell Burnell (1943), astrofísica británica que descubrió de la primera radioseñal de un púlsar, pero su reconocimiento fue para Antony Hewish, su tutor, a quien se le otorgó el premio Nobel de Física en 1974.
- Nettie Stevens (1861-1912), descubridora de los cromosomas XY.
- Ahí está también la física Mileva Einstein (1875-1948), conocida sobre todo por ser la primera esposa de Albert Einstein, pese a que también tuvo una influencia significativa en las investigaciones del padre de la teoría de la relatividad.

También ha habido grandes inventoras a las queles debemos muchos de los progresos tecnológicos del siglo XX:

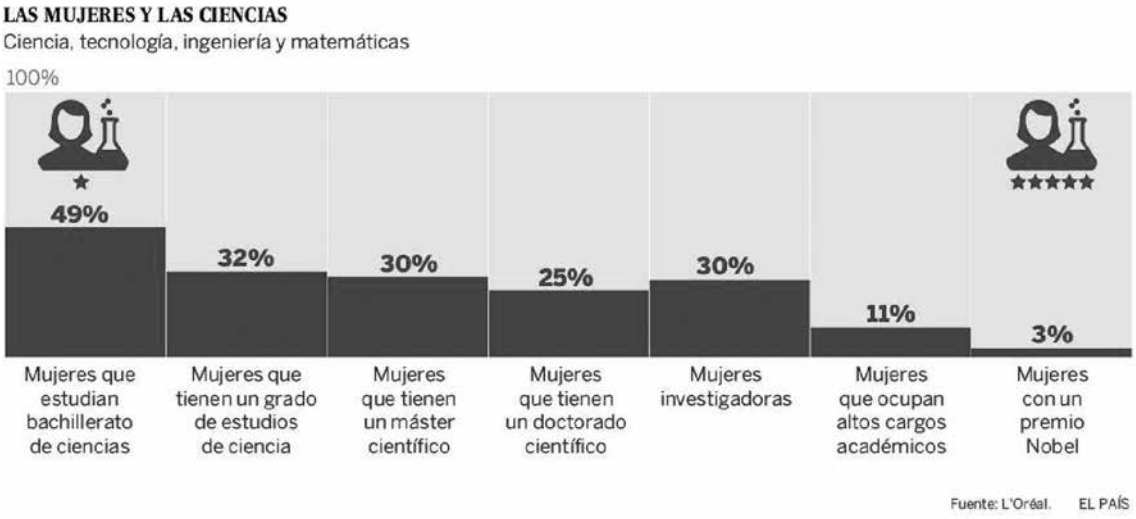
- Marie Curie (1867 – 1934) (nombrada anteriormente) descubridora de dos elementos: el polonio y el radio y que recibió dos premios Nobel en 1903 y en 1911
- Stephanie Kwolek (1923-2014), que creó una fibra delgada, fuerte y versátil conocida como ‘kevlar’, que puede ser más resistente que el acero y que hoy en día se utiliza para la elaboración de chalecos antibalas, cascos militares y materiales de construcción

• Hedy Lamarr (1914 – 2000), actriz de Hollywood que junto con el compositor George Antheil, desarrollaron un sistema de detección de torpedos teledirigidos a partir de la teoría del espectro ensanchado. Los creadores de los dispositivos de comunicación sin cables como el wifi, bluetooth y GPS se basaron en la tecnología de Lammarr
• Melitta Bentz (1873 – 1950), inventora de la cafetera que lleva su nombre
• Katharine Burr Blodgett (1898-1979), sin duda uno de sus mayores inventos fue el vidrio anti-reflejante que fue usado como material para las lentes de las cámaras y posteriormente para las pantallas de computadora, cristales para automóviles , gafas de sol,...

En definitiva, ***¡grandes científicas y grandes mujeres!***

Aunque todas estas mujeres han sido científicas e inventoras del más alto nivel, es difícil encontrarlas en los libros de texto y, en consecuencia, recordarlas como lo que fueron. Esta falta de visibilidad no podemos decir que sea de tiempos antiguos así, desde 1901 que comenzaron a otorgarse los premios Nobel, sólo lo han recibido 49 mujeres de un total de 833 hombres y de estas 49 mujeres, sólo 17 de ellas lo recibieron en ciencias y tanto en 2016 como en 2017, pese a haber varias candidatas, ninguna mujer recibió uno de los premios Nobel de ciencias.

A pesar de los años la situación, aunque pueda parecer sorprendente, no es demasiado alentadora. En la siguiente figura, extraída del informe elaborado por L'Oreal-Unesco se observa que casi un 50% de los estudiantes de bachillerato científico son mujeres; pero el porcentaje de mujeres entre quienes finalizan un grado de estudios de ciencia es sólo el 32% y entre quienes realizan un máster, doctorado y se dedican a la investigación la proporción de mujeres es del 30%. Sin embargo, a pesar de esta formación sólo el 12% de los altos cargos académicos son ocupados por mujeres y sólo el 3% de los premios Nobel en Ciencia han recaído en mujeres.



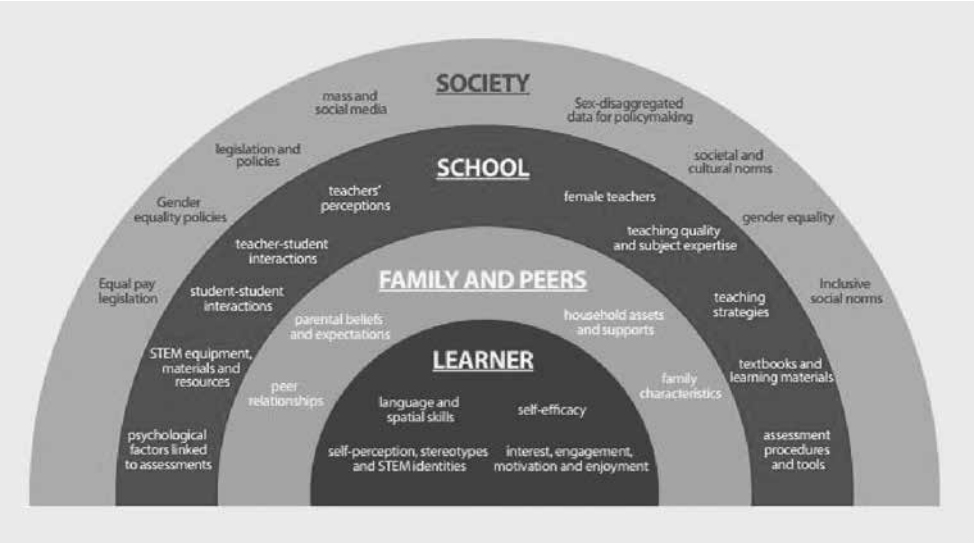
Pero, ¿qué está pasando?

Según la UNESCO, la desigualdad entre géneros en la enseñanza de las STEM (siglas en inglés de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) es sorprendente. En la enseñanza superior, sólo el 35% de los estudiantes matriculados en las carreras vinculadas con

las STEM son mujeres. Hoy día, sólo el 28% de los investigadores del mundo son mujeres . Los estereotipos de género y los prejuicios comprometen la calidad de la experiencia del aprendizaje de las alumnas y limitan sus opciones educativas. Y el efecto es que las mujeres están ocupando muy poco espacio en el mundo científico, desalentadas en gran medida por la el papel predominantemente masculino en esteámbito.

¿Qué factores influyen en la participación, rendimiento y progresión de las niñas en STEM?

Hay múltiples factores que pueden influir en la participación, rendimiento y progresión de las niñas en las áreas STEM. Para poder explicar mejor estos factores y entender las interrelaciones entre ellos, la UNESCO sugiere un modelo estructurado que agrupa y presenta los factores en 4 niveles: individual, familiar, escolar y social (figura inferior).



Marco estructurado de los factores que influyen en la participación, el rendimiento y la progresión de las niñas en los estudios STEM.

¿Cuál es el papel de la socialización en estas tendencias, y en qué medida las niñas y las mujeres internalizan los estereotipos negativos?

- La desventaja de las niñas en STEM es el resultado de factores múltiples y superpuestos, incrustados tanto en la socialización como en los procesos de aprendizaje. Estos incluyen normas sociales, culturales y de género, que influyen en la educación de las niñas y los niños, en su aprendizaje y en su forma de interactuar con los padres, la familia, los amigos, los docentes y la comunidad en general. Estas influencias son una fuerza poderosa en la formación de su identidad, creencias, comportamiento y elecciones.
- Las niñas a menudo son educadas para creer que las materias STEM son temas "masculinos" y que la habilidad femenina en STEM es innatamente inferior a la de los hombres. Si bien la investigación sobre factores biológicos desmiente cualquier base científica de tales creencias, persisten y socavan la confianza, el interés y la voluntad de las niñas para participar en las materias STEM.

¿Cómo podemos ayudar a las niñas y mujeres a entender que los estereotipos de género son construcciones artificiales y que los estudios y carreras en STEM están abiertos tanto a ellos como a ellas?

- Los sistemas educativos y las escuelas desempeñan un papel central en determinar el interés de las niñas en las asignaturas STEM y en brindar igualdad de oportunidades para acceder y beneficiarse de una educación STEM de calidad. Los docentes, los contenidos de aprendizaje, materiales y equipos, métodos y herramientas de evaluación, el entorno general de aprendizaje y el proceso de socialización en la escuela son fundamentales para garantizar el interés y la participación de las niñas en los estudios STEM y, finalmente, en las carreras de STEM.
- Las carreras de STEM se consideran los trabajos del futuro.

Conclusión:

Garantizar que las niñas y las mujeres tengan el mismo acceso a la educación STEM y, en última instancia, a las carreras de STEM es un imperativo desde el punto de vista de los derechos humanos, la ciencia y las perspectivas de desarrollo. La igualdad de género en STEM asegurará que niños y niñas, hombres y mujeres, puedan adquirir habilidades y oportunidades para contribuir y beneficiarse por igual de los beneficios de STEM.

¿Nos apuntamos y trabajamos en ello?

Entrevista a Pilar Aranda Ramírez (Rectora de la Universidad de Granada)

Paula Garrido y Patricia Lebrón, 4º A
IES Antonio de Mendoza de Alcalá la Real (Jaén)

Nació en Zaragoza el 14 de diciembre de 1958. Es catedrática de fisiología de la Universidad de Granada y docente en la Facultad de Farmacia, en la de Ciencias del Deporte y en la Aula permanente de Formación Abierta de la misma Universidad. En 2015 se convirtió en la primera mujer rectora de la Universal de Granada.

Pregunta (P). ¿Cuál es el mejor consejo que le han dado, o la lección más valiosa que ha aprendido a lo largo de su carrera?
Respuesta (R). *El trabajo en equipo, el diálogo (saber escuchar) y el esfuerzo, sobre todo.*

(P). El diagnóstico de género de la Universidad de Granada de 2011 mostraba una clara desigualdad entre hombres y mujeres, había grandes brechas entre el funcionariado sobre todo entre catedráticos y catedráticas, y profesores/as titulares, más evidentes aún en la rama de ciencias experimentales, ¿cómo trabaja la Universidad de Granada para luchar contra la desigualdad entre hombres y mujeres?
(R). *Trabaja con la ordenación docente haciendo medidas de discriminación positiva, trabajando con jóvenes sobre el tema de la discriminación y poniendo en práctica la "SESTEM" que trabaja con chicos que tienen carreras técnicas.*

(P). Desde su punto de vista, ¿cómo se podría mejorar la presencia de las mujeres en la ciencia y en la investigación?
(R). *Haciendo medidas de discriminación positiva, de coalición, trabajar con gente más joven porque es un tema de educación.*

(P). ¿Cuál es su función como rectora?
(R). *Mi función como rectora es coordinar toda la política universitaria en todos los ámbitos. Evaluar, impulsar y controlar el funcionamiento general de la institución tanto internamente como en sus relaciones con entidades externas e informar de ello al Consejo Superior.*

(P). ¿Qué consejo nos daría en el caso de que quisiéramos ser investigadoras o investigadores?
(R). *En primer lugar, os animo a ello, aunque sea una profesión sólida, es muy importante el esfuerzo y el estudio constante, además tener curiosidad y valorar el trabajo en equipo.*

(P). ¿Piensa que la carrera de investigadora está bien valorada en España? ¿Qué tiene suficientes apoyos?

(R). *Socialmente si es una carrera valorada, pero desgraciadamente políticamente no. Los investigadores lo ven bien, pero a la hora de dar presupuesto no hay para esta carrera tan importante.*

(P). ¿Se ha encontrado con más dificultades, a lo largo de su carrera, que sus colegas hombres?

(R). *SI, por la desigualdad entre hombres y mujeres, y también nos marca mucho el tema de la maternidad.*

(P). ¿Ha sentido algún tipo de discriminación a lo largo de su carrera? ¿Cómo cree que podría evitarse?

(R). *He sentido discriminación en la educación. Se soluciona mejorando el sistema educativo y aclarando que las mujeres no son diferentes a los hombres.*

(P). Es usted una científica de renombre, además de una excelente profesora y una magnífica rectora. ¿Cuándo supo que quería dedicarse a esto?

(R). *En 1975, cuando empecé a estudiar Farmacia.*

(P). ¿Cómo se siente siendo la primera mujer rectora de la Universidad de Granada, y una de las 45 rectoras de toda España?

(R). *Me siento con mucha responsabilidad, la verdad.*

Entrevista a un científico de renombre y defensor de la mujer científica: Miguel Valcárcel Cases

Ainhoa González Pérez, Alicia Jiménez López, Patricia Córdoba Pérez, Eva Aguilera-Herrador
IES Antonio de Mendoza, Alcalá la Real (Jaén)

Esperamos expectantes la llegada de Miguel Valcárcel Cases, Don Miguel, como se le conoció durante muchos años hasta que él mismo acabó con el "Don". Por lo que hemos investigado, nos esperamos a un hombre que tiene bastantes motivos para sentirse orgulloso, pero veremos que sus grandes logros no han hecho más que acrecentar su humildad.

Catalán de nacimiento y Cordobés de sentimiento, Miguel ha escrito más de 910 artículos, es coautor de 25 libros y ha sido invitado a 75 conferencias. Vicerrector de la Universidad de Córdoba cuatro años y jefe de un grupo de investigación durante 40 años, Valcárcel ha sido reconocido como "doctor honoris causa" por la Universidad de Valencia y ha recibido varios premios nacionales e internacionales. Hoy, ya jubilado, sigue siendo conocido internacionalmente.

Pregunta (P). Buenos días Miguel, su currículum es impresionante, ¿cuál puede decir que ha sido su mayor logro?

Respuesta (R). *No han sido los artículos publicados, premios, medallas, etc. pero sí puedo decir que mi mayor logra ha sido, por un lado, la satisfacción del deber cumplido, además de haber formado a más de 5000 estudiantes de licenciatura y 85 doctores. Otro de mis mayores logros ha sido haber promocionado a Córdoba y a su universidad en más de 30 países. Por último, resaltaría el haber contribuido a la mejora del sistema universitario español por mi pertenencia a comités pioneros en la evaluación y la calidad.*

P. ¿Siempre fue uno de los mejores de su clase?

R. *Sí. Obtuve el premio extraordinario de licenciatura, el premio extraordinario de doctorado y el premio "Ciudad de Sevilla" por mi expediente académico. No obstante, esto es circunstancial, pues depende de los compañeros de curso y por tanto de la competitividad. Tuve la suerte de destacar en mi curso. En el anterior, me hubiera sido más difícil, por ejemplo.*

P. ¿Qué se siente al saber que tu esfuerzo es muy reconocido?

R. *Yo creo que exageradamente reconocido a nivel nacional e internacional. ¿Mis sentimientos? muy variados…un mix. El principal el de agradecimiento a todos los que han formado parte de mi equipo de investigación. Muchas veces me siento como corredor de Fórmula 1: si se triunfa en una carrera es fruto de una labor colectiva de ingenieros, diseñadores, mecánicos, controladores de tiempo, etc. En segundo lugar, siento una necesidad de compartir los éxitos con los compañeros que han hecho tantos méritos como yo y no han tenido el merecido privilegio de ser reconocidos con distinciones. En tercer lugar,*

una gran responsabilidad cuando te distinguen, pues a partir de este momento siempre serás mirado con lupa. Siento también remordimiento por no haber cumplido plenamente con la familia y no haber visto crecer a mis hijos, pues la labor docente e investigadora es como una esponja que te absorbe el tiempo y la dedicación. Si pudiese coger la moviola actuaría de otra manera. Además, siento a veces frustración por haberme sentido traicionado por aquellos en quienes confié.

P. ¿Ha tenido que hacer muchos sacrificios a lo largo de su carrera?

R. *Indudablemente, no ha sido un camino de rosas. Las espinas han abundado también. Me pagué la carrera trabajando los meses de verano en la Costa Brava sin descanso (de domingo a domingo) de camarero, tendero, guía turístico, etc. Cuando pude liberarme, no me fui de vacaciones, sino a Alemania a trabajar. Solo tuve vacaciones cuando me casé. He sacrificado no ver crecer de cerca a mis hijos, como he comentado anteriormente Además, no he cultivado mis hobbies (pintura, fotografía, poesía) como debería haber hecho.*

P. En su trayectoria científica ha pasado por diferentes etapas. Ha trabajado en Alemania, Estados Unidos y Reino Unido, ¿cuándo supo que quería dedicarse a la enseñanza-investigación?

R. *Me di cuenta de mi vocación docente cuando, haciendo la tesis en Sevilla, tuve que impartir enseñanzas teóricas y prácticas a los estudiantes de licenciatura. Me di cuenta de lo importante que es la formación y la gran responsabilidad de hacerlo bien. Un reto. Me apasionó la investigación al trabajar dos años en un departamento de investigación en siliconas en la BAYER (Alemania). El permanente reto de conseguir logros me "enganchó".*

P. ¿A lo largo de su vida laboral ha notado algún cambio en lo referente al papel de la mujer en la ciencia?

R. *Indudablemente. Es una realidad comprobable que el número de mujeres científicas ha crecido enormemente. En los últimos años he constatado que las mujeres que han hecho la tesis doctoral en nuestro grupo han encontrado trabajo en empresas privadas con puestos de responsabilidad.*

P. El número de mujeres en su grupo de investigación era elevado comparado con otros grupos. ¿A qué atribuye su confianza en el papel de la mujer científica?

R. *Sí era elevado: superior a la media, es cierto. En general, mi criterio de selección ha sido el conocimiento a través de las clases y los exámenes de las asignaturas de la licenciatura. No solo buscaba a los de notas elevadas, sino a los que tenían "chispa", personalidad, iniciativa, inconformistas. Con estos criterios seleccioné más mujeres que hombres, y ya está. En este contexto quiero reconocer el don natural que tengo para seleccionar a los mejores. A mi entender las mujeres son más trabajadoras y críticas. Estas son dos virtudes contrastadas durante 47 años.*

P. ¿Ha recibido alguna crítica por parte de sus colegas por este hecho?

R. *Muchos me han llamado "califa" por ello. No he sido machista nunca. Siempre me ha importado poco estas críticas. La verdad es que mi confianza plena en la mujer científica me ha reportado numerosos beneficios. Por ejemplo, en los diez últimos años, todos los años algún miembro de nuestro grupo ha recibido un premio extraordinario de doctorado, siendo la mayor parte para mujeres.*

P. Su mujer es científica también, ¿cómo ha influido esto en sus vidas personales?

R. *Fueron muy frecuentes y erróneos los matrimonios entre científicos. La dedicación exhaustiva impedía una vida personal más plena y, claro, al tener a una posible pareja tan cerca y a la que conoces bien, el final era el previsible. Desde el principio fuimos conscientes del peligro que implicaba no diferenciar la vida personal con la profesional. Por ello, decidimos mantener dos grupos diferentes con dos líneas de investigación también lejanas. El respeto mutuo en lo profesional ha aliviado tensiones familiares. No tenemos más del 1% de artículos publicados en los que aparezcan nuestros nombres.*

P. ¿Podría resaltar alguna característica de la mujer que la haga una buena científica?

R. *En general, el carácter de la mujer aporta valiosos soportes para que la investigación científica sea de calidad, a saber: seriedad, intuición, autocritica, habilidades, trabajo en grupo, lealtad, entre otras.*

P. ¿Qué opina de que pocas mujeres dirijan un organismo público de investigación en España? ¿A qué cree que se debe?

R. *Me parece muy mal. No hay razón objetiva alguna para que una mujer no pueda ocupar altos cargos de responsabilidad científica, con las excepciones destacables de cuatro rectoras entre 70, dos directoras de centros relevantes de investigación. La causa es el machismo todavía imperante en muchos ámbitos. Muchos hombres no soportan que*

les dirija una mujer. Es el denominado "techo de cristal" que entre todos debemos romper. Después de 47 años de profesión les aseguro que se puede confiar plenamente en la mujer científica.

P. Desde su punto de vista, ¿cómo se podría mejorar la presencia de las mujeres en la ciencia y la investigación?

R. *La presencia de la mujer en la ciencia es casi satisfactoria. Hay ya mayor número de mujeres, pero en los puestos más bajos del escalafón. La mejora que propongo sería potenciar la presencia de la mujer en los cargos directivos de los centros de investigación, como he propuesto antes.*

P. ¿Cómo pueden contribuir las mujeres para alcanzar la plena igualdad en el ámbito científico?

R. *Hay dos estrategias para que la mujer contribuya a mejorar su situación en el ámbito científico y se alcance la plena igualdad y tratamiento idéntico que los científicos. La primera es participar en manifestaciones, pancartas, huelgas, etc., que es perfectamente legítima, pero claramente insuficiente. La segunda, que es mucho más eficiente a largo plazo, es prepararse para ser una buena profesional, luchar para que en su ámbito específico se respete a la mujer por su comportamiento ejemplar. Sin embargo, no es justo que la mujer deba demostrar el doble que un hombre para obtener o mantener un puesto de trabajo.*

Miguel termina la entrevista regalándonos material muy interesante sobre el papel de la mujer científica y leyéndonos algunas frases que muestran la evolución de la valoración que se ha hecho sobre la mujer. Nos quedamos con un sentimiento de optimismo y de agradecimiento por habernos despertado el interés por la ciencia y reforzar la valía de la mujer.

Ciencia sin barreras

Patricia Pérez López
Profesora de Biología y Geología
IES Antonio de Mendoza, Alcalá la Real (Jaén)

Para comenzar, me gustaría presentarme: me llamo Patricia Pérez y soy profesora de Biología y Geología en el IES Antonio de Mendoza. Me considero una de esas mujeres que, con esfuerzo y dedicación, han conseguido formar parte de esta gratificante profesión.

Probemos con otra presentación: me llamo Patricia Pérez y soy doctora en Ciencia y Tecnología de los Alimentos por la Universidad de Granada. Me considero una de esas mujeres que, con esfuerzo y dedicación, han participado en la ¿gratificante? investigación científica.

Veamos lo que dicen las estadísticas.

Durante el curso 2015-2016, el 57,7% del profesorado de ESO y/o Bachillerato eran mujeres. Sin embargo, las cifras cambian si miramos hacia la universidad, donde, durante el mismo curso, tan solo encontramos el 39,9% de profesoras titulares. Y las cifras son aún menores si vamos ascendiendo en la "jerarquía" de la universidad, donde, por ejemplo, solamente el 20,9% son catedráticas. Cabe recordar que para ser profesor/a titular de una universidad pública es necesario ser doctor/a, y para ello se necesita diseñar, desarrollar y defender un proyecto de investigación o tesis doctoral. Y la cosa no termina aquí, sino que los miembros de la comunidad universitaria deben compaginar la docencia con la producción científica. Y es aquí es donde está la diferencia, en la investigación.

En el 2016, se defendieron un total de 18.757 tesis doctorales en las universidades públicas de nuestro país, de las cuales más de la mitad (9.527) fueron elaboradas por mujeres. ¿Cómo es posible que la investigación sea, por tanto, un obstáculo en el acceso de las mujeres a la universidad? Ahondemos un poco más en estas doctoras.

Por un lado, el 51,05% de las doctorandas finalizan su proyecto entre los 30 y los 39 años, después de, aproximadamente, entre 4 y 6 años de duro trabajo de investigación, al que le anteceden otros tantos años de estudios universitarios de grado y posgrado. Para poder continuar con la carrera investigadora, es frecuente que haya que pasar varios años investigando en centros extranjeros. Por tanto, al finalizar esta etapa, las científicas se tienen que enfrentar con preocupantes rechazos sociales, y en ocasiones familiares, que las hacen responsables de sacrificar "su misión en el mundo como formadoras y cuidadoras de familias" en pro de la investigación y el desarrollo. Y, por tanto, abandonan su carrera investigadora.

Por otro lado, tan solo el 27,61% de las tesis defendidas están dedicadas a la ciencia y la tecnología, y un mísero 5,89% de las doctoras investigan en áreas como la ingeniería, la industria o la construcción. Y es que, a pesar de que las mujeres ocupan la mayor parte de las aulas universitarias, eligen ámbitos de estudios como educación, artes y humanidades, y ciencias sociales y jurídicas, donde desarrollan magníficas labores sin que su futuro laboral les obligue a dedicar gran parte del tiempo al I+D+i. De hecho, la carrera universitaria con más alumnas (el 90% del alumnado total) es Magisterio de Educación Infantil, mientras que Ingeniería Electrónica o Mecánica tan solo cuenta con un 5% de alumnas. No sé a vosotros, pero a mi estas cifras me recuerdan a lo que podemos observar en un patio de recreo: niñas jugando a ser maestras y niños "trasteando" con coches y herramientas.

Pero los obstáculos no terminan aquí. Además de las barreras sociales y familiares que desaniman a las mujeres a continuar su carrera investigadora en ciencias experimentales y técnicas, el sacrificio personal que implica dedicarse a esa profesión, la falta de conciliación familiar que dificulta la labor de la mujer y madre trabajadora, y el escaso apoyo gubernamental que aún hoy tiene el I+D+i en España, está la desigualdad laboral en la sociedad científico-tecnológica. Y a los datos me remito:

- El porcentaje de mujeres investigadoras en I+D en los sectores de ciencia y tecnología se sitúa alrededor al 30%, siendo aún menor en sectores de alta tecnología como fabricación de productos informáticos o aeronáuticos.

- Los hombres con estudios superiores tienen menos paro que las mujeres (un 17,2% frente al 20,5% de ellas).
- Las mujeres tituladas sufren más la precariedad laboral: tienen menos contratos indefinidos (ellas: 40,1%, ellos: 59,9%), más contratos temporales (ellas: 38%, ellos: 27%) y más trabajos a tiempo parcial (ellas: 30%, ellos: 16%).
- Las mujeres tituladas ganan, de media, en torno a un 10% menos que los hombres titulados.
- Solamente 1 de cada 5 puestos directivos relacionados con investigación están ocupados por mujeres. Por ejemplo, tan solo hay 5 mujeres al frente de alguna de las 50 universidades públicas españolas, y tan solo 1 de los 8 organismos públicos de investigación, el Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas, está dirigido por una mujer.

Debemos ser conscientes de que, en ocasiones, es la propia mujer la que decide no seguir avanzando; pero a veces lo hace lastrada por barreras sociales que se lo impiden, y es ahí donde es necesario actuar. Tenemos que reconocer la injusticia que vive esa científica que tiene que renunciar a su vocación porque siente que no está haciendo lo correcto; como igual de injusto es tener que decir adiós a la que podría haber sido una brillante carrera investigadora porque no le queda tiempo para ello. He conocido magnificas científicas que sacrifican gran parte de su vida personal porque tienen una familia que atender, una casa que llevar y, encima, tienen que demostrar más que sus colegas hombres para obtener el mismo reconocimiento. No podemos permitir que, para que la mujer científica tenga éxito y sea valorada, tenga que ser poco menos que "superwoman".

Cuando "jugaba a ser científica" presencié las dificultades con las que se encuentran las mujeres en esta rama del desarrollo, y ahora que soy docente compruebo a diario que el cambio se sustenta en la educación. Debemos mostrar a nuestro alumnado que no existen "carreras de niños y carreras de niñas". Debemos desmitificar la idea de que las mujeres que quieren dedicarse a la ciencia y la tecnología, u ocupar cargos de responsabilidad, tienen que sacrificar más que los hombres. Debemos educar a chicos y chicas socialmente responsables, que reclamen estrategias y políticas reales de igualdad. Debemos colaborar con las familias en enseñar a niños y niñas que ambos son iguales en deberes y derechos dentro del hogar, para que respeten esos derechos y deberes en su vida adulta. En definitiva, debemos educar a las mujeres y hombres como colaboradores y no como competidores.

Si no queremos ser parte del problema, solo podemos ser parte de la solución.

Fuentes consultadas:

Instituto Nacional de Estadística (INE)
Ministerio de Economía y Empresa
Ministerio de Educación, Cultura y Deporte
Base de Datos TESEO
Artículos publicados en medios digitales

Mujeres en la Ciencia

Teresa Álvarez Domínguez, 4º C; Lucía Fernández Gálvez (4º A); Nuria Pérez Hinojosa (4º A)
IES Antonio de Mendoza de Alcalá la Real (Jaén)

Han estado siempre, en todas las ciencias y a todos los niveles. Pero no las vemos, la historia se ha encargado de esconderlas. Han vivido, y todavía viven, a la sombra de sus colegas, relegadas por las élites intelectuales de cada época. Es el momento de que ocupen su lugar en esa historia.

Marie Curie (Polonia, 1867-1934)

Física y química polaca, pionera en el campo de la radioactividad, fue la primera mujer de la historia en ganar un premio Nobel. Para lograrlo tuvo que superar numerosos obstáculos(en Polonia las mujeres tenían prohibido acceder a la enseñanza superior). Años más tarde se convirtió en la primera mujer que llegó a catedrática en la Universidad de París. Compartió un premio Nobel con su marido.

Lise Meitner (Austria, 1878-1968)

La física responsable de la fusión nuclear y la única mujer que tiene un elemento de la tabla periódica en su honor: el meitnerio. Lise Meitner, tuvo que llevar a cabo sus experimentos de radioquímica lejos de los focos de los grandes investigadores en una época en la que las mujeres no tenían permitido pisar un laboratorio. Sus investigaciones sobre la fusión nuclear fueron cruciales para descubrir el meitnerio, que dio inicio a la era atómica.

Rachel Carson (Estados Unidos, 1907-1964)

Advertía sobre los efectos nocivos de los pesticidas en el medio ambiente y de la creciente contaminación. Su libro “Primavera silenciosa” logró erradicar el DDT (Dicloro Difenil Tricloroetano) y marcó el nacimiento de la preocupación por el deterioro del planeta debido a la acción humana. Su libro sigue siendo uno de los títulos de referencia del ecologismo.

Valentina Tereshkova (Rusia, 1937)

El 16 de junio de 1963 Valentina se convirtió en la primera mujer en viajar el espacio exterior.

La misión de duró tres días en la que consistía ver una serie de experimentos para saber cómo reaccionaba el cuerpo femenino a las condiciones del espacio exterior. Eso sí,

tuvieron que pasar otros 19 años para que Rusia enviara a otra mujer al espacio.

Posteriormente estuvo ejerciendo en el ejército con altos cargos donde se le atribuyeron diferentes premios, entre ellos el de Héroe de la URSS. Actualmente es General de División de la Fuerza Aérea de Rusia

Rosalind Franklin (Reino Unido, 1920-1958)

Biofísica y cristalógrafa, sus investigaciones sobre el ADN permitieron los avances científicos producidos en el siglo XX. Muchos de sus descubrimientos fueron robados y permitieron a otros investigadores (hombres) ganar el Premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1962. Watson (investigador) puntualizó que Franklin debió haber sido galardonada también gracias a su descubrimiento que mostraba la estructura de doble hélice del ADN.

Inge Lehmann (Dinamarca, 1888-1993)

Primera sismóloga en afirmar que el núcleo terrestre se divide en una parte sólida y otra líquida. Sus estudios sobre el núcleo de la Tierra se llamaron “discontinuidad de Lehmann”. También demostraron que la Tierra no es una esfera compacta e inactiva, como se creía.

Katherine Johnson (Estados Unidos, 1918)

Su destino como mujer y negra parecía decidido. Pero Katherine pronto empezó a destacar por su control de los números y las matemáticas. Su intelecto le permitió graduarse en matemáticas y francés a la temprana edad. Trabajó como profesora durante años y en 1953 comenzó a trabajar en el departamento de cálculo de la NASA donde realizaba todas las operaciones que necesitaban los ingenieros aeronáuticos. Fue la responsable de la trayectoria parabólica del primer vuelo tripulado al espacio. También calculó la trayectoria del Apolo 11 que llevaría al hombre a la luna y fue clave en el retorno del Apolo 13.

Ada Lovelace (Reino Unido, 1815-1852)

Lovelance fue la primera persona en desarrollar un código de computación y una adelantada a su tiempo. Descubrió que, a través de una serie de símbolos y normas matemáticas, se podían calcular grandes series de números, adelantando así las capacidades que más adelante tendrían las máquinas. Hija de una matemática y activista política y del poeta George Byron esto, le permitió desarrollarse educativamente.

Mary Anning (Reino Unido, 1799-1847)

La primera paleontóloga en identificar correctamente un esqueleto de ictiosauro, reptil marino de la época del Jurásico. Encontró los primeros dos esqueletos de plesiosauros y el primero de pterosaurio fuera de Alemania. Realizó importantes aportaciones a la paleontología y la geología Sin embargo, sufrió la desigualdad de género de la época, vivió el desprecio de muchos paleontólogos varones, que durante años se apropiaron de sus descubrimientos y estudios.

Barbara McClintock (Estados Unidos, 1902-1992)

Una de las grandes científicas en el campo de la genética, fue Premio Nobel de Medicina en 1983, aunque no lo tuvo fácil como mujer investigadora. Sus innovadores resultados llegaron de la mano del maíz y de la investigación de su genoma. Descubrió que existían una serie de secuencias genéticas en el ADN que podían cambiar su posición. Produjo el primer mapa genético del maíz, que más tarde serviría para demostrar los mecanismos del cambio y de la regulación genética.

Hedy Lamarr (Viena, 1914 – Estados Unidos 2000).

Se llamaba originalmente Hedwing Eva María Kiesler. Actriz e ingeniera, conoció de cerca los horrores de la Segunda Guerra Mundial al casarse obligada con un alemán fascista. Cuando puedo ir a Estados Unidos, utilizó la información que tenía del régimen para colaborar con los norteamericanos. Se puso a trabajar en sistemas de comunicación por frecuencias y en tecnologías militares, llegando a patentar, junto con el compositor George Antheil, un Sistema de comunicación secreto.

Hedy tuvo una idea para resolver el problema del control por radiofrecuencia de un torpedo. Unida a George Antheil , un compositor, patentó el llamado System Division. En 1962 lo patrocinaron después de que caducase la patente.

Hoy en día muchos sistemas de voz y datos, como el WIFI, se basan en este invento.

Evelyn Boyd Granville (Estados Unidos, 1924)

Es una matemática, física teórica y astrónoma afroamericana, fue la segunda mujer afroamericana en doctorarse en Matemáticas. Se dedicó gran parte de su vida a la docencia, teniendo que soportar toda clase de prejuicios por ser una mujer, inteligente y negra.

En el año 1962 entró a formar parte de un grupo de investigación de la NASA, en la compañía de Aviación, que le permitió enviar a varias personas a la luna. Al año siguiente a IBM donde hizo trabajos similares, y más tarde continuó con sus labores en la docencia.

Participó de forma activa en el Movimiento de Derechos Civiles para los afroamericanos, liderada por Martin Luther King.

En 1989 le fue otorgado un doctorado honorífico siendo la primera mujer negra en recibirlo de una institución americana.

Jane Goodall (Reino Unido, 1934)

Jane siempre fue una apasionada por los animales . En 1960 le ofrecieron la posibilidad de estudiar los chimpancés salvajes en el Parque Nacional de Gombe , Tanzania , donde se traladó y fue el comienzo de una vida dedicada a la investigación de estos primates, a su lucha por la supervivencia y al medio ambiente. Estudió el comportamiento social de los chimpancés con métodos novedosos.

En 1965 obtuvo el doctorado honorario en Etología por la Universidad de Cambridge. En 1977 creó el "Instituto Jane Goodall para la Investigación , Educación y Conservación de la Vida Salvaje", aparte de recibir más de 100 premios internacionales. Pertenece al comité del Proyecto de los Derechos Humanos desde su fundación en 1996.

Gabriella Morreale (Italia, 1930, España, 2017)

Aunque italiana de nacimiento, Gabriella Morreale es española de adopción, ya que se afincó en Málaga con tan solo 11 años. Estudió y se doctoró en Química en la Universidad de Granada, y llegó a ser miembro del CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas). Ha recibido innumerables premios y reconocimientos, como el Premio Nacional de Medicina o el Premio Reina Sofía de Prevención de la Discapacidad.

A lo largo de su vida, está investigadora realizó importantes contribuciones científicas que tuvieron un gran impacto sobre la salud pública en nuestro país. Entre otras cosas, luchó por la introducción de la sal yodada en España para la prevención del bocio, introdujo la prueba del talón, un simple pinchazo a las pocas horas de nacer y que es capaz de detectar de manera temprana algunas enfermedades congénitas, y demostró la importancia de las hormonas tiroideas maternas en el desarrollo del cerebro del feto.

Gracias a la prueba del talón, que se introdujo en España en los años 80, se han podido prevenir más de 6500 casos de discapacidad intelectual, cretinismo o hipotiroidismo, entre otras enfermedades.

Sus investigaciones sobre el yodo ayudaron a redefinir la importancia de este mineral durante el embarazo. Tanto es así que en 1990 la OMS (Organización Mundial de la Salud) recogió el derecho de consumo de yodo durante el embarazo.

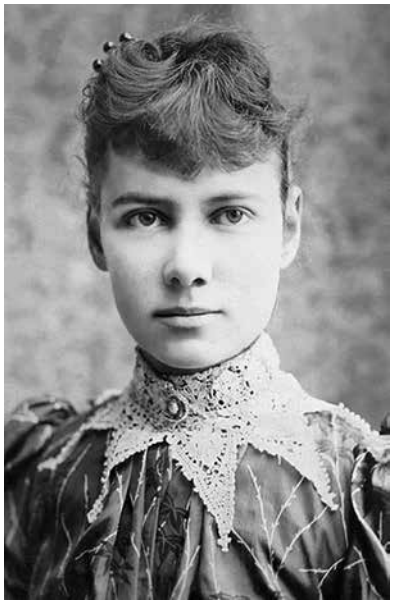
Las mujeres que superaron a Phileas Fogg

Antonio Quesada Ramos
IES Zaidín Vergeles. Granada

Los Viajes Extraordinarios son un conjunto de novelas escritas por Julio Verne con un marcado carácter didáctico en las que imaginaba grandes viajes y fabulosos descubrimientos científicos. Una de las más conocidas es *La Vuelta al Mundo en 80 días,* relato que vio la luz por entregas en 1872. En ella, Phileas Fogg, un excéntrico caballero británico apuesta 20.000 libras de la época, la mitad de su fortuna, a que sería capaz de dar la vuelta al mundo en ochenta días utilizando los medios de transporte de la época y según el cálculo establecido por un periódico, el *Morning Chronicle.* Las etapas que proponía eran Londres, Brindisi, Suez, Bombay, Calcuta, Hong Kong, Yokohama, San Francisco, Nueva York y Londres. En la ficción, el héroe consiguió su objetivo. Sin embargo, en el mundo real no sería un hombre, sino dos mujeres quienes lograron dar la vuelta al mundo en menos tiempo del empleado por el personaje verniano. Y de la misma manera que un periódico inspiró a Phileas Fogg su viaje, fue la rivalidad entre dos periódicos lo que hizo posible el gran logro de estas dos mujeres estadounidenses.

Dos mujeres y un mismo propósito

Nellie Bly -cuyo verdadero nombre era Elizabeth Jane Crochran- tuvo la idea de dar la vuelta al mundo en un domingo de 1888 en el que había pasado parte del día y de la noche pensando en ideas para un artículo para el periódico en el que trabajaba. A las tres de la madrugada se fue a la cama pensando que ojalá estuviese en otra parte del mundo y en ese momento le llegó la inspiración. Recordó el relato de Verne y pensó que por qué no hacer algo similar; y no solo eso, ¿por qué no hacerlo más rápido que Phileas Fogg?



Nellie Bly
(Wikimedia Commons)

Al día siguiente fue a ver a su editor y le planteó tal empresa. Joseph Pulitzer, dueño del periódico *New York World* y posteriormente recordado por el premio de periodismo que lleva su nombre, le contestó que ya había tenido esa idea, aunque había pensado en que fuese un hombre el que viajase. Le dijo que era imposible para ella pues era mujer. En el mejor de los casos necesitaría ir con un protector masculino y tendría que ir con tanto equipaje que le resultaría imposible hacerlo en ese tiempo; además, no hablaba ningún otro idioma salvo el inglés. La respuesta de Nellie fue que en cuanto un hombre iniciase ese viaje ella partiría simultáneamente y lo vencería, pero el mérito se lo llevaría otro periódico.

Un año más tarde fue convocada por el editor, quién le planteó si podría iniciar su viaje en tan solo un par de días. Le dijo que había tomado la decisión tras haber so-

ñado que ella regresaba con lágrimas en los ojos diciendo que había perdido la carrera. La falta de sueño había inspirado una gesta y un mal sueño iba a hacer que fuese posible.

El 14 de noviembre de 1889 Pulitzer hizo público que ese mismo día Nellie Bly, de 25 años, iba a iniciar un viaje en el que intentaría dar la vuelta al mundo en menos tiempo del empleado por Phileas Fogg en la obra de Verne. Y esa misma mañana y nada más saberlo, John Brisban Walker, el director de la revista *Cosmopolitan,* consciente de la publicidad que supondría convertir el reto en una competición, decidió financiar su propio viaje. Y al igual que Nelly, la viajera debía ser una mujer. Walker pensó en la editora literaria de la revista, una joven de 28 años llamada Elizabeth Bisland. Pero al contrario que Nellie, ella no estaba interesada para nada en participar en la empresa. Le dijo que no quería ir; adujo que tenía invitados al día siguiente en su casa, que no tenía ropa adecuada para tan largo viaje y, sobre todo, que detestaba la notoriedad y la fama que le proporcionaría la gesta. La realidad fue que solo seis horas más tarde emprendió la aventura. En menos de una hora el editor, en palabras de la propia Elizabeth, le propuso argumentos sustanciales que la persuadieron para acometer el reto de dar la vuelta el mundo en menos tiempo.

Nellie Bly en el momento de su partida (Wikimedia Commons).

Cuando Nellie Bly supo que iba a partir, encargó un vestido y compró un bolso de mano con la intención de limitar su equipaje. Alguien le sugirió llevar un revólver con ella durante el viaje; sin embargo ella estaba convencida de la bondad de las personas y rehusó llevarlo. Finalmente partió con un único vestido, un abrigo, un bolso de mano con unas cuantas mudas, lápices, plumas, papel, doscientas libras, algo de oro y algunos dólares con los que quería comprobar si podría utilizar dicha moneda en otras partes del mundo. Le preocupaba el lavado de la poca ropa que llevaba, algo que no se hacía en los trenes ni en todos los barcos, aunque sí en los puertos. Elizabeth Bisland, por el contrario, partió con varios baúles y maletas en las que llevaba toda la ropa posible para los distintos climas y necesidades que pudiese encontrar durante su viaje.

Elizabeth Bisland (Wikimedia Commons)

El jueves 14 de noviembre de 1889 Nellie Bly inició su viaje a las 9:40:30 en el barco a vapor *Victoria Augusta* en dirección a Europa. El tiempo era espléndido, aunque se tornaría inestable, con un mar agitado mientras cruzaba el Atlántico en dirección al puerto de Southampton. Ese mismo día, Elizabeth Bisland partió en tren hacia San Francisco, en dirección opuesta a la de su competidora. Atravesó el continente americano en cuatro días y 20 horas y a las tres de la tarde del jueves 21 de noviembre zarpó en el vapor White Star en dirección a Yokohama, en Japón.

El encuentro con Jules Verne

Nellie arribó al puerto de Southampton el 21 de noviembre; allí la esperaba el corresponsal de su periódico en Londres, quien le hizo saber que los señores Verne, Jules y Honorine, le habían enviado una carta preguntándole si sería posible que los visitara en la ciudad francesa de Amiens. Aceptó y modificó su itinerario y los trenes que tenía que tomar para hacerlo posible.

En el andén de la estación de Amiens fue recibida por el escritor, su esposa y un periodista de París que les sirvió de intérprete. Una vez en su casa, Nellie se interesó en cuál fue la inspiración de Verne para escribir *La vuelta al mundo en ochenta días.* Le contó que tomó la idea de un periódico en el que surgió un debate sobre cuánto tiempo llevaría hacer un viaje alrededor del mundo, tiempo que se estimó en 80 días. En estos cálculos no se había considerado la diferencia de meridianos, algo que decidió incluir en el desenlace de su novela y que finalmente le daría la victoria a Phileas Fogg. Le dijo que solía viajar con su yate a lo largo del mundo estudiando localizaciones para incluir en sus novelas aunque entonces, ya mayor y enfermo, lo hacía a través de la lectura. Verne le preguntó qué itinerario seguiría y comprobó que, al contrario que su héroe, no tenía previsto pasar por Bombay; Nellie se justificó aduciendo la necesidad de ganar tiempo.

Antes de irse, pidió ver el estudio donde Verne escribía, a lo que amablemente accedió. Esperaba una sala amplia, bien amueblada y con pinturas en las paredes. Muy al contrario, se encontró una sala modesta, muy pequeña, con una mesa, un montón de cuartillas, un bote de tinta, el soporte para la pluma y el manuscrito de la novela que le ocupaba. Seguidamente la llevó hasta un mapa con marcas azules que señalaba el camino seguido por Phileas Fogg y sobre el que marcó las diferencias con el viaje que iba a realizar Nellie. Al despedirse, Verne le deseo suerte y le dijo que aplaudiría si lograba hacerlo en 79 días; ella se dio cuenta que Verne no confiaba en que consiguiese su propósito.

La carrera contra el tiempo

Tras despedirse, se dirigió a la estación donde tomó el tren que se dirigía a Calais; de ahí a Brindisi, donde embarcó con destino a Alejandría. Las siguientes etapas del viaje serían Port Said, Ismailía y Suez, todas ellas ciudades de Egipto; Adén (Yemen), Colombo (Sri Lanka, Ceilán), Penang (Malasia), Singapur, Hong Kong (China), Yokohama (Japón), San Francisco y finalmente Nueva York.

Mientras tanto Elizabeth Bisland hacía el mismo viaje en sentido contrario. El día 8 de diciembre llegó a la bahía de Yokohama, en Japón, desde donde se dirigió a Hong Kong. Fue justamente en este lugar cuando Nellie Bly supo que otra mujer competía con ella, treinta y nueve días después de su partida. Cuando se dirigió a la oficina de la compañía naviera para preguntar cuando partía el primer barco para Japón, un hombre, tras saber quién era, le dijo que iba a ser vencida. Ella se sorprendió y le respondió que no corría contra nadie, sino contra el tiempo. Entonces le informó que otra mujer había partido de Nueva York el mismo día que ella con el objetivo de vencerla y de que no estimaría en pagos y sobornos con el fin de cumplir sus objetivos. Bisland había abandonado Hong Kong tres días antes, por lo que probablemente se habrían cruzado en el estrecho de Malaca.

A pesar del contratiempo, Nellie decidió no competir; llegó a escribir que si alguien quería hacer el viaje en menos tiempo, no era asunto suyo; su compromiso había sido dar

la vuelta al mundo en menos de 75 días.

Bly permaneció durante cinco días en China; el día de Navidad se dirigió en barco desde Hong Kong a Cantón, donde visitó una prisión y la zona en la que se ajusticiaba a los reos condenados a muerte. Allí supo de la existencia de diferencias en la forma de ejecutar a hombres y mujeres convictos. Los primeros eran decapitados y tenían una muerte rápida; las segundas tenían una muerte atroz: eran atadas a cruces y posteriormente descuartizadas. Los hombres únicamente sufrían el destino de las mujeres en el caso de que hubiesen cometido grandes atrocidades; las mujeres, siempre, fuese cual hubiese sido su culpa. También supo de las distintas formas de tortura que empleaban. Tuvo curiosidad por visitar la ciudad de los leprosos; éstos vivían en cabañas de bambú en la más absoluta miseria. Les era permitido casarse y, en palabras de Nellie, se traía un número sorprendente de niños enfermos a una infeliz y maldita existencia.

Finalmente embarcó hacia Yokohama, en Japón. En este caso la travesía fue agradable y celebró el año nuevo en el mar. En esta ciudad pasó otros cinco días, en un ambiente mucho más agradable que el que había vivido en China.

Dejó Yokohama en una mañana soleada. Cuando Nellie Bly desembarcó en San Francisco se encontró un tren especialmente fletado para ella con el que completar su viaje. El tren había sido bautizado como Miss Nellie Bly Special. Las felicitaciones se sucedieron a lo largo de todo el viaje a través del continente. Cuando pasaba por Chicago le fue entregado un telegrama que le causó gran placer. Textualmente decía así: El señor Verne desea que el siguiente mensaje sea entregado en mano a Nellie Bly en el momento que toque suelo americano. Los señores Verne transmiten su sincera felicitación a la señorita Nellie Bly en el momento que esa intrépida joven pisa el suelo de América. Tras cuatro días de viaje en el que el tren batió records de velocidad -llegó a alcanzar los 60 kilómetros por hora- llegó a Nueva Yersey el 25 de enero de 1890. Había dado la vuelta al mundo en 72 días, 6 horas y 11 minutos y 14, casi ocho días menos del tiempo empleado por Phileas Fogg en la obra de Verne.

Mientras tanto, Elizabeth Bisland había seguido el recorrido opuesto. El 23 de diciembre llegaba a Singapur; celebraba la Navidad en el barco frente a las costas de Sumatra. De ahí a Penang y a Ceilán. Allí la esperaba el barco australiano Britania camino de Brindisi, y desde este puerto en tren a través de Italia y Francia hasta Calais, donde embarcó de nuevo hacia Inglaterra.

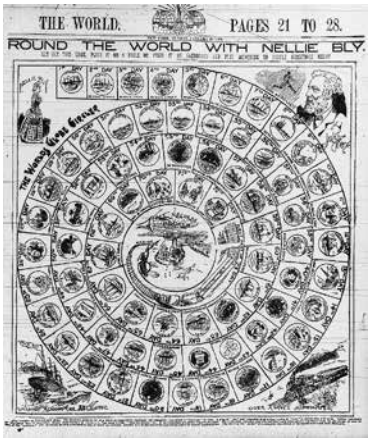
Cuando llegó a Londres tenía previsto tomar en Southampton el vapor alemán Ems, un barco muy rápido con destino a Nueva York. Pero al llegar a la estación de Charing Cross recibió informaciones contradictorias. Por un lado le dijeron que ese barco no zarparía hasta unos días después; por otro lado, un empleado le dijo que ya había partido. En ese momento no tuvo posibilidad de ponerse en contacto con su periódico, confió en lo que le dijo el empleado y decidió no arriesgarse. Sin perder tiempo se dirigió a Queenstown, en Irlanda, donde embarcó en otro vapor, el *Bothnia,* probablemente uno de los barcos más lentos de entonces; el viaje de vuelta fue horrible. La decisión le costó llegar varios días después que su competidora. Elizabeth arribó a Nueva York el 30 de enero. Las frases con las que concluye su relato dicen: *Mi viaje está hecho. He ido alrededor del mundo en setenta y seis días.* Había empleado cuatro días más que su rival pero cuatro menos que el héroe de Verne.

Dos mujeres, dos estilos de vida

A lo largo del viaje, Nellie Bly escribió una serie de crónicas al periódico narrando las peripecias del viaje. Serían recogidas en el libro *Around the world in seventy two days,* cuya edición contenía un juego similar a la Oca con su imagen. A lo largo de su vida continuó ligada al mundo del periodismo; de hecho fue una de las primeras reporteras de guerra de la historia al cubrir la I Guerra Mundial. Era una mujer de acción que se jugaba la vida, algo que demostró en su viaje y que también se mostraba en su forma de escribir, seca y sin florituras.

Elizabeth Bisland recogió sus experiencias en el libro *In seven stages: a flying trip around the world.* Aunque nunca antes había salido de su país a partir de esta vivencia se le despertó una afición por viajar que la acompañaría el resto de su vida. Intentó evitar la fama y de hecho se marchó a Gran Bretaña, donde vivió durante el año posterior al viaje. Dejó el periodismo y se dedicó a la literatura con un estilo más sofisticado y culto; continuó escribiendo hasta el final de su vida. En 1927, a los 65 años, publicó su última colección de ensayos, titulada *La verdad acerca de los hombres y otros asuntos,* obra en la que consideraba las relaciones entre sexos.

Nellie Bly murió de neumonía el 27 de enero de 1922 a los 57 años de edad en Nueva York. Elizabeth Bisland murió el 6 de enero de 1929 a la edad de 67 años, también de neumonía, en Charlottesville (Virginia). Quiso el destino que las mujeres que partieron en direcciones opuestas dando la vuelta al mundo y superando a Phileas Fogg se acercaran en su último viaje: ambas están enterradas en el mismo camposanto: el cementerio de Woodland, en la ciudad de Nueva York, el lugar donde ambas comenzaron su aventura.



El juego de la Oca que acompañaba el libro de Nellie Bly (Wikimedia Commons)

Referencias

Bly, Nellie (1890): *Around the world in seventy two days. The pictorial weekley Company. http://digital.library.upenn.edu/women/bly/world/world.html*

Bisland, Elizabeth (1891): *In seven stages: a flying trip around the world. New York: Harper and Brothers. http://digital.library.upenn.edu/women/bisland/stages/stages.html*

Aplicación de restos de poda de olivar y su influencia en el suelo

[1]Reyes, F.; [2]Noguera, L.; [3]Sánchez, S.T. y [3]Sánchez, J.A.

RESUMEN

El mantenimiento continuado de una cubierta inerte con los restos picados de la poda del olivo, durante diez años, ha protegido al suelo contra los agentes erosivos y la desecación, y ha restituido parcialmente la extracción de nutrientes y ha causado modificaciones físicas y químicas en el mismo. Los resultados revelan un aumento del porcentaje de materia orgánica en el horizonte superior que determina un descenso de la densidad aparente y de la resistencia a la penetración en las parcelas enmendadas. Las concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio aumentan con los residuos, comparado con lo que ocurre en el suelo desnudo, pero esta relación se invierte cuando se considera la zona bajo la copa del árbol.

1.- INTRODUCCIÓN

En Andalucía el olivar tiene una gran variedad estructural, agronómica y productiva. El manejo tradicional de los olivares es en secano, con baja densidad de árboles (≈ 100 árboles ha^{-1}), con 2 o 3 pies por olivo, control de malas hierbas mediante productos químicos y/o laboreo (Saavedra y Pastor, 2002) y limitación del tamaño de copa para asegurar la productividad y la supervivencia de la plantación en condiciones de escasez de agua (García-Ortiz y col, 2004).

En numerosos casos, intentando mejorar la producción y minimizar los costes de cultivo se han generado serios problemas en el olivar al no tener en cuenta otros posibles efectos. Beaufoy (2001) señaló vías hacia una degradación ambiental como resultado de prácticas agrícolas inadecuadas, la proliferación de plantaciones intensivas y el descenso en la entrada de nutrientes en el sistema. Algunos de estos problemas son:

- Erosión del suelo y desertificación, con pérdida por arrastre de las partículas más finas y fértiles (Caravaca y col, 1999). La falta de vegetación en la superficie del suelo y las técnicas de cultivo han producido tasas de erosión muy elevadas en el olivar (Gómez y col, 2009). Además, las elevadas pendientes en las que se suele cultivar acentúan más este grave problema (Francia y col, 2006).

- Sobreexplotación y contaminación de aguas. El vertiginoso desarrollo del riego en el sector del olivar junto con las altas dosis de agua que necesitan las plantaciones intensivas están favoreciendo el agotamiento de acuíferos (Beaufoy, 2011). Además, el uso inapropiado de fertilizantes químicos y herbicidas pueden contaminar las aguas, tanto superficiales como subterráneas (Saavedra y Pastor, 2002)

[1] ANECOOP
[2] AGROCOLOR
[3] Departamento de Agronomía. Área de Edafología y Química Agrícola. Universidad de Almería.

- Biodiversidad. El dominio del monocultivo (eliminando restos de vegetación natural) y el uso de herbicidas ha disminuido las poblaciones de flora y fauna del olivar.

Sistemas de cultivo en olivar.
Un sistema de cultivo adecuado debería permitir:
- Óptimo empleo del agua disponible.
- Óptima utilización del suelo.
- Conservar el suelo, minimizando la erosión.
- Ser de coste barato y facilitar la realización de las diferentes operaciones de cultivo.

Los métodos de laboreo han sido ampliamente utilizados (Tabla 1). El laboreo tradicional mantiene el suelo desnudo de vegetación la mayor parte del año que, entre otros efectos negativos, aumenta considerablemente la erosión (Aguilar y col, 1990). En el no laboreo, se eliminan las labores aumentando significativamente la producción ya que se incrementa la densidad de raíces y la fertilidad del suelo (Saavedra y Pastor, 2002). Las cubiertas vegetales, vivas o muertas, son una de las grandes apuestas agro-ambientales en el cultivo del olivar. Su principal objetivo es proteger el suelo de la degradación y la erosión producidas por el agua de lluvia y el viento. Permiten controlar las malas hierbas y actuar como alternativa a las labores del suelo (Nieto, 2011). Resaltar la función de enmienda orgánica, porque aumenta el contenido de materia orgánica y mejora la estructura y la fertilidad del suelo, especialmente en el horizonte superficial (Ordóñez y col. 2002. Ramos y col, 2010).

Con este estudio, se pretende evaluar las modificaciones físico-químicas que se producen en el suelo como consecuencia del mantenimiento continuado de restos picados de poda de olivar en su superficie.

Tabla 1.- Sistemas de manejo de suelos en el olivar

• Suelos sin vegetación	- Laboreo - No laboreo	
• Suelos cubiertos	- Cubiertas vegetales vivas	• Espontánea • Especies sembradas (gramíneas, leguminosas…)
	- Cubiertas inertes (restos de poda triturados, paja, piedras….) - Olivar ecológico	

2.- MATERIAL Y MÉTODOS

Los restos de hojas y restos de cosecha picados se añadieron durante 10 años, sobre la superficie del suelo en las calles del olivar (Fotografías 1 y 2), limpiando el suelo bajo la copa del olivo para facilitar la recolección de la aceituna.

Fotografía 1.- Detalle de la hoja sobre la calle olivar y labores de limpieza bajo la copa del árbol.

Fotografía 2.- Detalle del espesor de hoja acumulado

Se consideraron dos zonas de muestreo por cada sistema de cultivo: bajo copa (**No hoja**) y en las calles o entre líneas (**Hoja**) (Fotografía 1). En cada sistema de cultivo se tomaron un total de 12 muestras del horizonte superficial que se mezclaron para conseguir la muestra bruta, teniendo especial atención en no mezclar las muestras entre los sistemas de cultivo, obteniendo un total de 150 muestras.

El porcentaje de materia orgánica se estimó previa oxidación de la muestra con dicromato potásico. El fósforo disponible se obtuvo con el método de Olsen-Watanabe. La capacidad de cambio y el potasio disponible se estimó en un extracto del suelo con acetato amónico, determinando la concentración en un espectrofotómetro de emisión atómica. El porcentaje de nitrógeno orgánico se determinó por el método Kjeldahl, basado en la digestión de la muestra con ácido sulfúrico concentrado, destilación de la solución así obtenida como amoníaco en presencia de hidróxido sódico, y titulación del mismo con ácido sulfúrico. La velocidad de infiltración se determinó por el método del doble anillo. Para medir la densidad aparente se usó un cilindro de volumen conocido y para el agua útil usamos la Membrana de Richards. Toda esta metodología está descrita en Marañés y col. 1998. Para el estudio microscópico se han realizado láminas delgadas de los diferentes sistemas de cultivo para su posterior estudio con Microscopio Óptico y con Microscopía Electrónica de Barrido (Reyes, 2011).

3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La parcela donde se ha realizado el ensayo está situada en el paraje "Puntal Sabino" del Término Municipal de Ibros (Jaén), con una extensión de 15.816 m^2, en pendiente suave hacia el Norte y con cultivo de olivar en no laboreo, con marco de plantación irregular, debido a que se realizó siguiendo las curvas de nivel. Se trata de un suelo desarrollado en una ladera con una pendiente media del 12% y desarrollado sobre coluvios de margas miocénicas, con textura arcillosa, pH = 8,4 y un elevado contenido de $CaCO_3$ (56,6 %) (Reyes, 2011).

En la tabla 2, podemos observar la variación en los dos sistemas de cultivo de distintos parámetros edáficos que dependen de aporte de los restos orgánicos de la poda del olivar, con aumentos significativos de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, agua útil y capacidad de cambio en **"Hoja"**, mientras que la densidad aparente disminuye. Este parámetro tiene interés desde el punto de vista del manejo del suelo, ya que da información sobre la compactación de los diferentes suelos y nos permite deducir las posibles dificultades para la emergencia de las plantas, el enraizamiento y la circulación del agua y el aire. En nuestro caso, nos indica que en el sistema de **Hoja**, las condiciones edáficas son óptimas para el desarrollo del cultivo del olivar porque aumenta su fertilidad química, mientras que los problemas de compactación y erosión del suelo, derivados de las malas características físicas por su alto contenido en arcilla, tan frecuentes en el olivar, se reducen notablemente. Este dato también se confirma con el aumento de la Velocidad de Infiltración.

TABLA 2.- Resultados analíticos de los dos sistemas de cultivo

MUESTRAS	**DA** *g cm³*	**Agua útil** *mm*	**MO** *%*	**N** *%*	**P_2O_5** *mg/100g*	**K_2O** *mg/100g*	**CC** *cmol+ k⁻¹*	**VI** *mm/h*
Hoja	1,29	11,2	8,7	1,1	85,7	56,1	19,2	125
No hoja	1,39	8,8	2,4	0,4	42,2	42,9	13,6	60

DA: densidad aparente. **MO:** materia orgánica. **N:** nitrógeno. **CC:** capacidad de cambio. **VI:** velocidad de infiltración

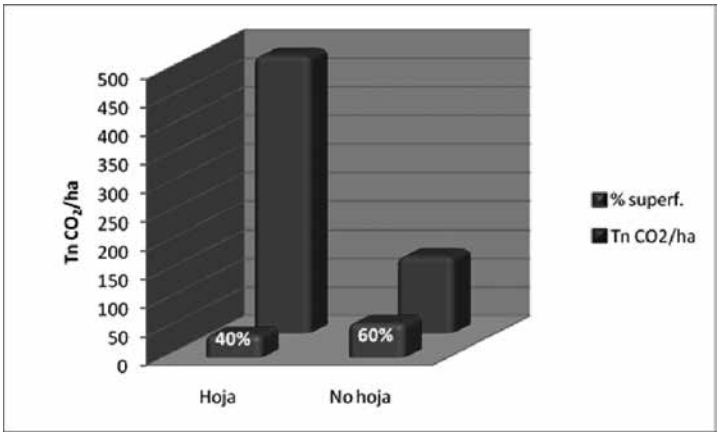


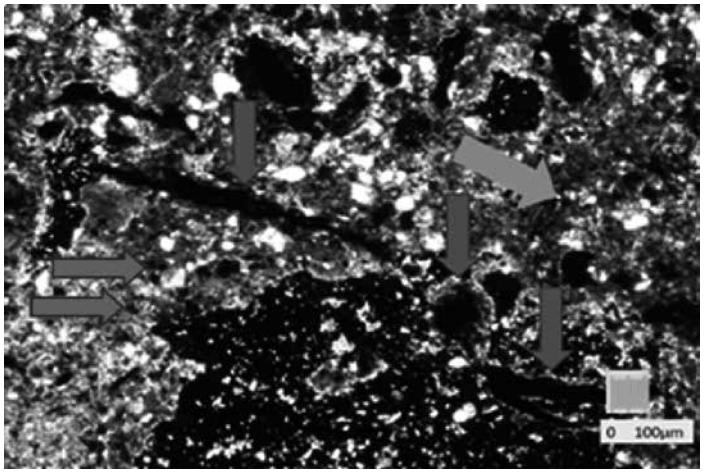
Figura 1.- Secuestro de carbono en los sistemas de cultivo Hoja y No hoja.

Por otro lado, si estimamos la captura de carbono en ambos sistemas de cultivo (Fig. 1), se aprecia una diferencia abismal entre ambos tratamientos del suelo, siendo en el suelo con **Hoja** donde más carbono se captura, aun representando éste un 40% de la superficie.

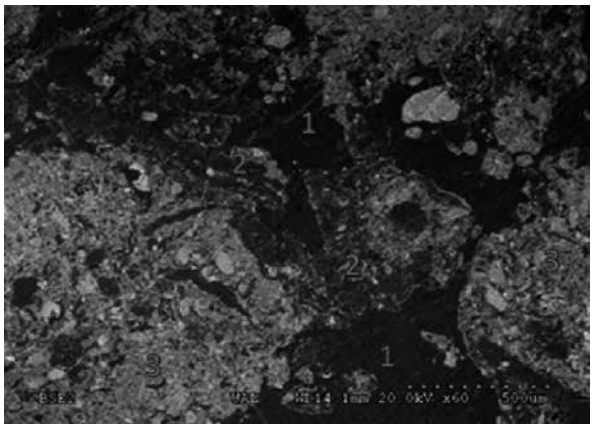
Si adaptamos estos valores obtenidos por hectárea a la superficie real de la parcela, se obtiene que en 6326,4 m^2 de suelo con cubierta vegetal secuestra un total de 468,9 t de CO_2 y 9489,6 m^2 de suelo desnudo captura 128,1 t de CO_2.

En general, y como también manifiestan otros trabajos, el empleo de sistemas de manejo del suelo que favorecen la entrada de residuos vegetales incrementan la incorporación de carbono al suelo en cantidades muy elevadas, disminuyendo las emisiones de CO_2 y mejorando la fertilidad del suelo.

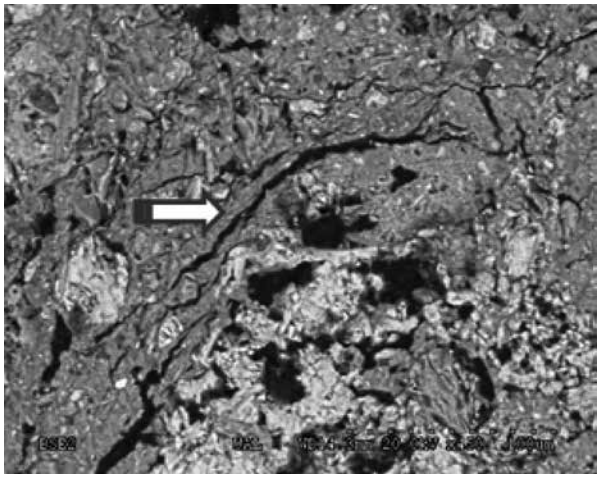
Por último, el estudio por microscópico óptico podemos observar como la materia orgánica se va incorporando a la fracción mineral del suelo ya que al ser isótropa no deja pasar la luz (Fotografía 3).



Fotografía 3. Aspecto de la materia orgánica incorporándose a la matriz inorgánica del suelo. Fotografía obtenida con microscopio petrográfico y nicoles cruzados.



Fotografía 4.- Aspecto general del sistema de cultivo Hoja. 1: hueco relleno de resina. 2: materia orgánica con diferente grado de incorporación a la matriz del suelo. 3: matriz del suelo con débil incorporación de materia orgánica. Imagen tomada por Microscopía Electrónica de Barrido.



Fotografía 5.- Aspecto general del sistema de cultivo No hoja. Imagen tomada por Microscopía Electrónica de Barrido.

Al comparar la muestras del sistema de cultivo Hoja (Fotografía 4) y No hoja (Fotografía 5) podemos apreciar que la coloración del sistema en el sistema Hoja es bastante más oscura que en el sistema No hoja, como también se pone de manifiesto en el microanálisis realizado por microsonda de RX (Tabla 3).

Tabla 3.- Composición química utilizando una microsonda de rayos X tipo EDX (espectrómetro de dispersión de energía). C1: Zona de acumulación de restos orgánicos (Hoja). C2: Matriz del suelo en la muestra Hoja. NH: Matriz del suelo en el sistema No hoja. Nd: no detectado.

Elemento (% Peso)	**C1**	**C2**	**NH**
C	44,56	13,29	6,38
O	43,66	49,7	49,18
Mg	nd	0,58	1,19
Al	1,08	1,59	5,71
Si	3,94	5,32	18,31
K	0,71	0,59	2,42
Ca	4,52	27,58	11,54
Ti	nd	nd	0,63
Fe	1,53	1,35	4,64

4.- CONCLUSIONES

El ensayo pone de manifiesto cómo la incorporación continuada al suelo de los restos de poda en el olivar ha mejorado las características físicas y químicas del mismo. El incremento de materia orgánica observado en el sistema de cultivo Hoja determina una mejor estructura de estos suelos con respecto a los del sistema de cultivo No hoja. El efecto de la enmienda se ha hecho sentir en la fertilidad del suelo con incrementos en la concentración de N, P, K.

5.- BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, J., Fernández, J., de Haro, S., Fernández, E., Sánchez, J.A. (1990).- Parameters affecting olive grove yield. A study of the province of Jaén, Spain. Proceedings of 14th International Congress of Soil Science. Japan.
- Beaufoy, G. (2001).- EU polices for olive farming. Unsustainable on all counts. BirdLife International – WWF.
- Caravaca, F., Lax, A., Albadalejo, J. (1999).- Organic matter, nutrient contents and cation exchange capacity in fine fractions from semiarid calcareous soils. Geoderma 93. pp 161 – 176.
- Francia, J.R., Durán, V.H., Martínez, A. (2006).- Environmental impact from mountains olive orchards under different soil management systems (SE Spain). Science of the Total Environment 358. pp 46 – 60.
- García- Ortiz, A., Humanes, J., Pastor, M., Morales, J., Fernández, A. (2004).- Poda. En D. Barranco, R. Fernández Escobar, L. Rallo eds. El cultivo del olivo, 5ª ed. Mundi Prensa y Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. pp 373 – 417.
- Gómez, J.A., Giráldez, J.V., Vanwalleghem, T. (2008).- Comments on "Is soils erosion in olive groves as bad as often claimed? by F. Fleskens and L. Stroosnijder. Geoderma 147. pp 93 – 95.
- Marañés, A., Sánchez, J.A, de Haro, S.; Sánchez, S.T.; del Moral, F. 1998. Análisis de suelos. Metodología e Interpretación. Servicio de publicaciones Universidad de Almería. Almería. 184 pp.
- Nieto, O. (2011).- Soil propierties in olive grove under different soil management systems. Simulation of soil organic carbon stocks using the Rothic model. Tesis Doctoral Universidad de Granada. 256 pp.
- Ordóñez, R., Pastor, M., Ramos, F.J., González, P. y Giráldez, J.V. (2002).- Influencia de la aplicación continuada de restos de poda de olivo sobre las propiedades físico químicas de un suelo de olivar. Eds. J. J. López, M. Quemada.
- Ramos, M.E., Benítez, E., Gracía, P.A., Robles, A.B. (2010).- Cover crops under different mangements vs. frequent tillage in almond orchards in semiarid conditions: effects on soil quality. Applied Soil Ecology 44. pp 6 – 14.
- Reyes, F. (2011).- Efecto de la aplicación continuada de restos de cultivo en las propiedades físico-químicas del suelo en una finca de olivar situada en el T.M. de Ibros (Jaén). Proyecto Fin de Carrera Ingeniero Agrónomo. Universidad de Almería.
- Saavedra, M.M y Pastor, M. (2002).- Sistemas de cultivo en olivar. Manejo de malas hierbas y herbicidas. Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid. 439 p.

La verdad relativa

Santi García Cremades
Universidad Miguel Hernández

Presentación

Un año más el departamento de matemáticas del IES Antonio de Mendoza, en colaboración con el del IES Alfonso XI hemos organizado varias conferencias de divulgación científica con la intención de acercar a nuestro alumnado y al resto de la población alcalaína, de sus aldeas y alrededores las matemáticas y la ciencia de una forma amena.

En este sentido, fue todo un privilegio contar con la presencia de Santi García Cremades y Manuel González con nosotros. Con ellos pasamos una tarde muy agradable entre risas y fórmulas. Fruto de aquella jornada es el siguiente artículo que Santi García ha tenido la amabilidad de escribir para el Pasaje a la Ciencia.

Santiago García Cremades es Doctor en Matemáticas por la Universidad de Murcia y profesor Asociado de la Universidad Miguel Hernández de Elche. Colabora en una sección de Matemáticas en Las Mañanas de RNE con casi medio millón de oyentes de media (cada martes alrededor de las 10:30). Es presentador de Telecienciario "El Intermedio" de la Ciencia, junto con Javier Santaolalla, proyecto financiado por el diario EL MUNDO. Participa en varios proyectos de divulgación científica como por ejemplo en I LOL CIENCIA en formato de vídeo o PROTOON de humor gráfico con el dibujante Dani Gove. Colaborador de Órbita Laika: La nueva Generación, programa de televisión de divulgación científica de RTVE, presentado por Goyo Jiménez, con la sección de "Historias de la Ciencia". También es director y presentador de la sección "LlámaloX" del programa de ciencia Kitaro: La Vida es Ciencia, así como finalista de los premios Bitácoras 2015 y miembro del grupo de humoristas y monologuistas científicos "Big Van" con más de 100 actuaciones en Teatros, Institutos, Congresos, etc.

En definitiva, y para resumir, podríamos abreviar diciendo que contamos con un matemático, investigador, divulgador científico, periodista, presentador de televisión y radio, conferenciante, colaborador experto en ciencia, humorista, youtuber, y un largo etc, que además no ha querido dejar pasar la ocasión de colaborar con nuestro Pasaje a la Ciencia.

Departamento de matemáticas del IES Antonio de Mendoza

Hace poco estuve en un pueblo de Jaén, muy cerquita de Granada. Un pueblo precioso, en ese momento me pareció el más bonito de los que había visto. Su nombre, Alcalá La Real. Su belleza reside en su sencillez, en su luz. Su acogida la traza su entorno y la colorea su gente, su acento armónico. La Fortaleza de la Mota preside la visión que tienes del pueblo a lo lejos, y aunque todo parece más bonito de lejos que de cerca, este castillo nazarí, tan lleno de historia, mejora de cerca. La fuente de la Mora te enamora por su frescura y su leyenda, y un balcón que no puedo nombrar te hace sentirte en familia entre sus calles y su gente. Parece todo una opinión sesgada, y lo es, siempre lo es. No porque sea mentira, sino porque nuestro mundo lo percibimos con sensaciones, sentidos, variables

inexactas. Las matemáticas son absolutas, pero el resto de cosas no. “Todo es relativo”, es lo típico que se dice de Einstein (menos la velocidad de la luz). Pero casi nunca nos referimos al tiempo, ni a la gravedad. Si digo que Alcalá La Real es el pueblo más bonito que he visto es una sensación, pero es inexacto. Todo depende, que diría Pau Donés, haciendo otro guiño al sabio con la lengua fuera.

Foto: Ayuntamiento de Alcalá la Real

¿Eres rico? ¿Eres guapo? ¿Juegas bien al fútbol? Todo esto depende de con quién lo compares, y sobre todo, de lo que tengas alrededor. Y decir cuál es la mejor opción entre varias no siempre es sencillo. Porque la naturaleza busca engañarte para sobrevivir. Por eso existen plantas carnívoras, setas venenosas, o, por ejemplo, la lagartija colirroja. La *Acanthodactylus erythrurus* desarrolla una coloración rojiza en su cola y patitas de atrás para atraer a los depredadores a zonas no vitales. Esto se llama “efecto señuelo”. La naturaleza dotó a esta especie de una característica que dominó ante otras por su ventaja evolutiva.

Foto: fotonatura.org

Pero con los números también hay señuelos. En marketing se utiliza todo el rato el "efecto señuelo". Cada vez que hay rebajas (¿acaso habéis comparado con el precio que había antes?), cada cartel de oferta 3x2 (que son 6), o cosas más sutiles. Otros señuelos juegan con que no comprobamos los resultados. Muy mal.

Por ejemplo, 1 litro de helado (de turrón, a ser posible) cuesta 10€, medio litro cuesta 4€. Claramente cogemos el de medio litro y si queremos 1 litro cogemos dos de medio litro y nos sale a 8€. Aquí parece claro. Pero, y si ponen 0'80 litros por 7€... ¿Es una ganga o es un señuelo? Hacemos cuentas que eso no engaña. Vamos a sacar un número entero de litros con grupos 0'80 litros, tendríamos que tener 5 paquetes y comprar 4 litros de helado, es decir, sería 5·7€=35€. Pues eso mismo, los 4 litros, en 8 paquetes de medio litro nos daría 8*4€=32€. Por tanto, sigue siendo más barato el de medio litro. El otro no era una ganga, ¡era un señuelo! Claro que pocas veces nos ponemos a hacer estas cuentas en el supermercado, porque tenemos poco tiempo o por impaciencia. Pero como todo es relativizar. Bueno, todo menos la velocidad de la luz y las Matemáticas.

También hay algunos señuelos que nos sirven para echarnos unas risas. Usad las Matemáticas, que no nos engañen, que nos digan la verdad...

Ofertas que miden tu CI.

Ofertas sinceras.

Ofertas homeopáticas.

En algunas ocasiones, se utiliza el Marketing para confundir productos y elegir el ejemplar menos malo entre los posibles. Por ejemplo, si tenemos memoria USB de 8 Gb por 5€, y otra de 32 Gb por 30€, es posible que el de 32 Gb nos parezca excesivo gasto y compremos el de 8 Gb. Pero si añadimos un tercer producto, una memoria USB de 24 Gb por 35€, este último sería un producto señuelo, y hace parecer más atractivo el de 32 Gb. Los números y la psicología, ese mundo de engaño y subjetividad.

Por eso es importante saber Matemáticas, por sólo Aritmética básica, sino la actitud matemática de por sí. Con una actitud matemática no te van a engañar fácilmente, te hace inteligente y te permite distinguir entre la verdad y la mentira, entre lo bonito y lo que "parece bonito".

Pues esto es posible que me pasase con Alcalá La Real, necesito seguir estudiando su belleza. Igual venía de una semana mala, y fue un oasis en el desierto, o puede que lo tengan todo estudiado y sea un efecto señuelo, o puede que sea una verdad absoluta. O sencillamente, puede que mi novia venga de ese pueblo, y me esté diciendo ahora mismo que hablo bien de su pueblo o no me lleva más… Todo es tan relativo (menos la velocidad de la luz y las Matemáticas, ojo).

La nictografía de Lewis Carroll

José Luis Ruiz Fernández
Profesor de Matemáticas del IES Alfonso XI de Alcalá la Real (Jaén)

Cuentan que a la reina Victoria le gustó tanto *Alicia en el país de las maravillas* (1865) que ordenó que le enviaran el siguiente libro que escribiera su autor. No podía imaginar que dos años después recibiría en sus aposentos una copia del *Tratado elemental de los determinantes* que, por supuesto, no le divirtió en absoluto. Esta anécdota, tan popular como improbable, sirve para recordar que tras el pseudónimo del genial e intrigante Lewis Carroll se ocultaba tímidamente Charles L. Dodgson, un brillante matemático y divulgador, y protagonista de este artículo que os traemos al pasaje de la Ciencia.

Lewis Carroll, nacido en 1832 fue una persona compleja, como la Inglaterra victoriana que le tocó vivir, donde nada era lo que parecía y en donde las apariencias, el puritanismo, la vida ordenada, la religiosidad y el decoro, escondían de cara al público, a los verdaderos sentimientos e instintos naturales. Y Carroll era así: un Carroll circunspecto y un Carroll excéntrico e imaginativo. O, para expresarlo con mayor rigor, que hay una sola persona bifurcada en otras dos: Charles L. Dodgson, por una parte, y, por otra parte, Lewis Carroll.

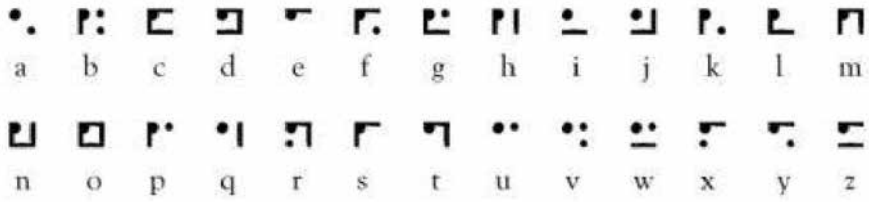
De camino, aprovecho para recomendar al lector una brillante obra relacionada con las matemáticas, que de forma sutil muestra la sociedad británica de esa época, "Planilandia" de E. Abbot (1884).

Pero bueno, volviendo sobre lo que nos ocupa, aparte de escritor, el señor Carroll como antes comentamos, era un gran matemático, son destacables sus trabajos sobre geometría, álgebra y en especial, de lógica, con dos excelentes libros como son, "Lógica simbólica" y "Juego de lógica". De hecho, algunos autores piensan que *Alicia* y *Al otro*

lado del espejo no serían sino el repertorio de los errores y perplejidades a que el lenguaje nos conduce cuando no lo usamos con cuidado.

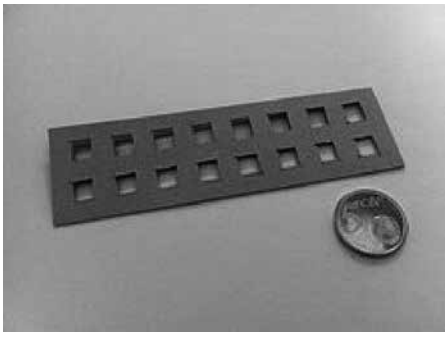
Así mismo, Carroll se convierte en un pionero de la divulgación matemática a través de juegos, problemas y paradojas para niños y adultos. Por ejemplo, como muestras de sus habilidades, comentar que fue capaz de encontrar un método para averiguar el día de la semana en el que cae cualquier fecha. "John Conway, uno de los matemáticos más brillantes del siglo XX, propondría un algoritmo similar cien años después".

Llegados a este punto, estarán pensando, que qué tiene que ver todo esto con el tema que nos ocupa, la criptografía. ¿Algo tendrá que ver, pensará el lector? Pues, equilicuá. Relacionamos la figura de Lewis Carroll con un sistema de cifrado por sustitución ingenioso. Bueno, empecemos definiendo lo que es un sistema de cifrado por sustitución. Un cifrado de este tipo es aquel cifrado que sustituye cada letra o grupo de letras por otra letra o grupo de letras distinta/s para cifrar el texto en claro. Los primeros y antiguos métodos de cifrado, el cifrado Vigènere o el cifrado de César (su nombre se debe al emperador Julio César) se basaban en este principio. Pues bien, el sistema de criptografía inventado por Carroll, se basaba en la sustitución de las letras del alfabeto por un sistema de puntos y trazos, con un denominador común, siempre había un punto en la esquina superior izquierda para facilitar la orientación. El sistema fue motivado a que se despertaba a menudo de noche y quería anotar rápidamente los pensamientos que le venían a la cabeza, sin tener que perder el tiempo en encender una lámpara para apagarla poco después. Carroll también habría inventado el primer nictógrafo, el utensilio con el que practicar la nictografía. Al principio, Carroll usaba un rectángulo de cartón junto a otro rectángulo recortado en el centro para guiar su escritura en la oscuridad. Pero parece que los resultados no eran demasiado legibles. La última versión mejorada de su nictógrafo quedó registrada en su diario el 24 de septiembre de 1891.



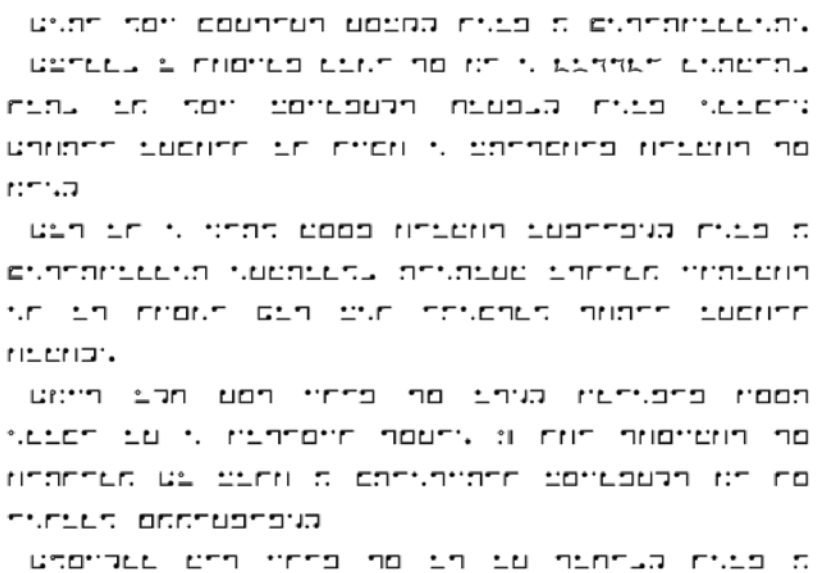
El cifrado inventado por Lewis Carroll. Imagen de Lewis Carroll Society of North America.

El dispositivo consistía en una tarjeta cuadriculada con dieciséis cuadrados perforados. Carroll escribiría uno de sus símbolos en cada casilla y después movería la tarjeta hacia abajo para escribir la siguiente línea, y así sucesivamente. El escritor podía reproducir al día siguiente sus pensamientos nocturnos a partir de ese especial cifrado.



En 2005, Alan Tannenbaum (miembro de la Lewis Carroll Society of North America) construyó la fuente del alfabeto cuadrado de Carroll, transcribió y produjo una edición limitada de Las Aventuras de Alicia

en el País de las Maravillas. En 2011 se publicó Alice's Adventures in Wonderland: An edition printed in the Nyctographic Square Alphabet devised by Lewis Carroll, el libro de Alicia escrito en este especial alfabeto inventado por Carroll. El aspecto de una página es el siguiente:



Fuente:
Web https://culturacientifica.com/2017/02/01/cifrado-sustitucion-la-nictografia/

Mujeres alcalaínas a la luz (2018)
Ana Isabel García López

La Redacción

Iniciamos esta sección local de nuestra revista, haciéndonos eco de las actividades realizadas por el Área de Igualdad del Ayuntamiento de Alcalá la Real, con motivo de la celebración del Día Internacional de la Mujer. Este año, dentro de su programa "Mujeres Alcalaínas a la luz", ha reconocido la labor científica de Ana Isabel García López, profesora e investigadora de la Universidad de Granada y colaboradora de Pasaje a la Ciencia en varias ocasiones, también en el presente número. En el acto, celebrado el 7 de marzo, participaron varias alumnas de nuestro centro con una lectura y un vídeo sobre el matriarcado en China.

ACTOS CONMEMORATIVOS DEL DÍA INTERNACIONAL DE LA MUJER

7 DE MARZO
19.00 HORAS.
AULA MAGNA DEL CONVENTO DE CAPUCHINOS

- Actuación de las alumnas de **Alcalá Baila** con un espectáculo de Danza Oriental.

- **MUJER ALCALAÍNA "A LA LUZ".** Reconocimiento a **Ana Isabel García López**. Licenciada en Química Industrial, es docente e investigadora en la Universidad de Granada y está comprometida con la cultura científica.

- **Voces de mujeres.** Espacio donde las mujeres de la localidad, toman la palabra y leen manifiestos a favor de la igualdad. Este año, un grupo del IES Antonio de Mendoza participará con una lectura y un vídeo sobre el matriacrado en China.

Mujeres Alcalaínas a la Luz

Este año resaltamos la labor CIENTÍFICA de:

ANA ISABEL GARCÍA LÓPEZ

Nació el 20 de mayo de 1966 en la calle Sagrada Familia de Alcalá la Real (Jaén) hija de Pedro y Mercedes; junto con Pedro, Mercedes, Juan y Jaime, formaban una numerosa familia educada en el valor del trabajo, el esfuerzo y la honestidad.

Estudió bachillerato en el Instituto Alfonso XI de Alcalá la Real obteniendo la calificación de Sobresaliente Honor en junio de 1984.

En junio de 1990 se licenció en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada, con la especialidad de Química Industrial. En 1997 obtiene el título de Doctora en Químicas con la calificación de Cum Laudem por unanimidad.

Contrae matrimonio con Juan Lizana Esteo en 1998 y en 2004 y 2005 nacen Ana y Arturo, respectivamente.

Quien la conoce dice de ella que es muy familiar, respetuosa y humilde.

En 2001 obtiene la titularidad como profesora de universidad, dedicándose a la docencia e investigación.

Desde el año 2008 realiza tareas de gestión universitaria, primero como Vicedecana de Investigación y Actividades Culturales y Científicas en la Facultad de Ciencias, y actualmente como Directora de la Unidad de Cultura Científica y Directora del Seminario de Medio Ambiente y Calidad de Vida de la Universidad de Granada.

Imparte docencia en los Grados de Química, Ingeniería Química, y en los Máster de Ingeniería Química, en el Máster en Avances en Calidad y Tecnología Alimentaria y en el Máster en Ciencias y Tecnologías Químicas, KHEMIA.

Las actividades de gestión universitaria que realiza están dirigidas al fomento de la cultura científica y de las vocaciones científicas como "La Noche de los Investigadores", "Semana de la Ciencia", "Café con Ciencia", Proyecto de Inicio a la Investigación e Innovación en Secundaria.

Su actividad investigadora comienza en el tercer curso de licenciatura, cuando junto con otros/as compañeros/as, le fue concedida una beca para el estudio de la depuración de alpechín. Actualmente su labor investigadora se centra en la caracterización de tensioactivos para la formulación de detergentes biodegradables así como, en el estudio de procesos para el control de la contaminación atmosférica y la revalorización de residuos.

Ha participado en un total de 18 proyectos de investigación y contratos de I+D en los que en 11 ha sido la investigadora responsable.

Siempre ha mostrado un compromiso con la institución en la que trabaja, formando parte de comisiones, coordinando y dirigiendo proyectos de innovación docente y cursos de formación.

Su inquietud por la mejora de la calidad docente se ha plasmado en numerosas publicaciones docentes, ponencias en Congresos, nacionales e internacionales, proyectos de Innovación etc. Ha dirigido y/o coordinado más de 20 cursos del Centro Mediterráneo y del Centro de Formación Continua de la Universidad de Granada.

8 de Marzo 2018

Ayuntamiento Alcalá la Real

El astrolabio andalusí de Alcalá la Real

Azucena Hernández Pérez
Universidad Complutense de Madrid

La producción de astrolabios en al-Andalus, desde el siglo X hasta la caída de Granada en 1492, ocupa un lugar relevante, tanto en la historia de la instrumentación científica, como en la manufactura artística medieval en metal. Los astrolabios, paradigma de sinergia entre arte y ciencia, ayudan a comprender cómo fueron las redes de intercambio de saberes científicos y técnicos y de referentes estéticos en al-Andalus y el Mediterráneo durante el periodo bajomedieval.

El modelo tipológico de astrolabio andalusí se fue estableciendo en los periodos califal, taifa y almohade y los realizados durante el periodo nazarí (siglos XIII a XV), de los que nos han llegado once, resultan particularmente interesantes por su diversidad, tanto en aspectos técnicos como estéticos. Esta variedad responde a lo que debió ser la tónica en la producción astrolabista nazarí: la equidistancia entre la tradición y la innovación. Ésta se materializa en la incorporación de la novedosa *Lámina General* de Ibn Bāṣo para uso en todas las latitudes, como ocurre en el astrolabio que se presenta en estas páginas, el firmado por Aḥmad ibn ʻAlī al-Šarafī en 1328 que se conserva en el Statens Sjöhistoriska Museum de Estocolmo (Fig. 1). El astrolabio, de 12,8 cm de diámetro y poco más de un kilo de peso, incluye una inscripción que dice: *Obra de Aḥmad ibn ʻAlī al-Šarafī*

Fig. 1: Frente y dorso del astrolabio de Aḥmad ibn ʻAlī al-Šarafī (Alcalá la Real, 729H/1328-1329). Statens Sjöhistoriska Museum de Estocolmo (nº inv. S1565). Imagen de la autora con la cortesía del Statens Sjöhistoriska Museum de Estocolmo

en Alcalá año 729 de la Hégira. Hasta el momento se desconoce la identidad del firmante pero su potencial vinculación a Alcalá la Real parece la hipótesis más plausible. Esta ciudad fronteriza del reino nazarí de Granada se nombra en las fuentes andalusíes como *Qal'at Asṭalir* o *Qal'at Yaḥṣub* desde el siglo VIII hasta el XII, *Qal'at Banī Sa'īd* o *Qal'a Sa'īdiyya* a partir del siglo XII y simplemente al-Qal'a, como figura en el astrolabio, en las fuentes más tardías como los textos de historia de Ibn Jaldūn.

Un astrolabio es una representación bidimensional de la esfera celeste capaz de reproducir, de forma manual, su movimiento de rotación diario. Es un instrumento de precisión cuyo uso principal fue astronómico y matemático cuando se inventó en Alejandría en torno al siglo I a.C. pero cuya progresiva sofisticación le hizo servir para muchas otras funciones, principalmente la medida de alturas y profundidades y el cálculo del tiempo.

Los astrolabios más antiguos que nos han llegado se realizaron en Bagdad en el siglo VIII y son el punto de partida del proceso de sofisticación de este instrumento. El extraordinario desarrollo de la astronomía y las matemáticas en la cultura islámica, a la que contribuyó brillantemente al-Andalus, se plasmó en los astrolabios. Todos los que nos han llegado son de latón, una aleación de cobre y zinc de aspecto dorado y algunos conservan pequeñas incrustaciones en plata (no es el caso del astrolabio de al-Šarafī que nos ocupa).

Un astrolabio consta de varias partes: *madre, dorso, araña, láminas y trono,* ensambladas como recoge la Figura 2. De entre todas las partes, es la *araña,* la parte frontal del astrolabio, la que incorpora los elementos decorativos que dotan al instrumento de una dimensión estética que siempre fue apreciada por las élites políticas y religiosas que promovieron su construcción. La araña es un mapa estelar en el que las posiciones de las estrellas se señalan mediante punteros. La *araña* consta de dos coronas, una cerrada más interior y otra abierta en el borde exterior. La circular cerrada representa la eclíptica que es la trayectoria que describe la Tierra en su giro anual en torno al Sol pero que en la Edad Media se definía como la trayectoria que describe el Sol en torno a la Tierra (modelo geocéntrico del Universo) y lleva grabados los doce signos del zodiaco (Aries, Tauro, Géminis, Cáncer,

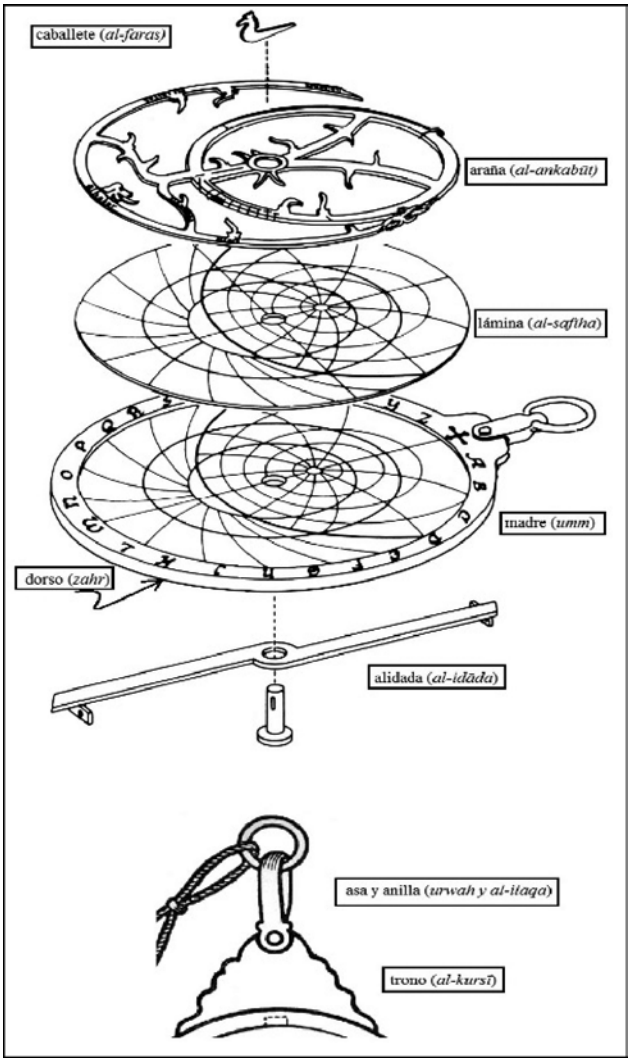


Fig. 2 Partes de un astrolabio

Leo, Virgo, Libra, Escorpio, Sagitario, Capricornio, Acuario y Piscis). La del borde exterior y abierta representa el trópico de Capricornio, el límite geográfico más al sur del cual no se puede usar este tipo de astrolabios.

Fig. 3: *Araña* del astrolabio de Aḥmad ibn ʻAlī al-Šarafī (Alcalá la Real, 729H/1328-1329). Statens Sjöhistoriska Museum de Estocolmo (nº inv. S1565). Imagen de la autora con la cortesía del Statens Sjöhistoriska Museum de Estocolmo

La *araña* del astrolabio de Aḥmad ibn ʻAlī al-Šarafī presenta un total de 29 punteros estelares de formas geométricas y tres elementos decorativos circulares (Fig. 3). Los nombres de cada una de las 29 estrellas están grabados en árabe en la base de ca puntero. Esos nombres, traducidos al que se usa hoy en castellano son, por orden alfabético: Acubens, Aldebarán, Alfard, Algol, Alkaid, Alphecca, Altair, Antares, Arturo, Azimech, Baten Kaitos, Betelgeuse, Capella, Caph, Deneb, Deneb Algedi, Deneb Kaitos, Gienah Corvi, Ji Pegasi, Procyon, Ras Alhage, Regulus, Rigel, Scheat, Sirio, Tania Australis, Tania Borealis, Unukalhai y Vega.

En lo que se refiere a su dimensión estética, la *araña* responde a un modelo casi estándar desde el periodo almohade con unos punteros estelares de forma geométrica con base lobulada dotada de pequeñas perforaciones semiesféricas que quizá alojasen incrustaciones de plata como se han conservado en otros astrolabios. Los tres elementos decorativos son de forma circular, se ubican en los extremos y el centro de la banda ecuatorial y el central aloja un puntero estelar, el correspondiente a la estrella Sirio. La banda equinoccial de la *araña* que es la que la cruza horizontalmente de derecha a izquierda, se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal, algo habitual en los astrolabios andalusíes. Esta opción puramente estética y no relacionada con la estructura geométrico-astronómica de la *araña,* la dota de un dinamismo visual y permite más libertad a la hora de anclar los punteros estelares.

El *dorso* del astrolabio contiene en su borde exterior una escala graduada en grados sexagesimales y el *calendario zodiacal* compuesto por dos escalas circulares, la más externa con los doce signos del zodiaco y la más interna con los doce meses del calendario juliano (Enero, Febrero…., Diciembre).

Las *láminas,* que se sitúan bajo la *araña*, están grabadas por ambas caras y cada una sirve para ser utilizada en una determinada latitud. Cada *lámina* lleva grabadas en su mitad superior las curvas almicantares y azimutales (las curvas almicantares u horizontales son a la esfera celeste lo que los paralelos son a la terrestre y las curvas azimutales o ver-

ticales juegan el mismo papel en la bóveda celeste que los meridianos en la terrestre), que conforman el sistema de coordenadas que permite ubicar los astros en la esfera celeste respecto al horizonte del observador. En la parte inferior se encuentran las doce curvas horarias que permiten el uso del astrolabio como reloj, llevando intercaladas las marcas de las horas de rezo que fija el Corán.

Fig. 4: *Lámina* de Granada y Málaga con detalle de su inscripción *"Garnata y Malaqa y todo lugar con latitud 37º30'y horas 14h 38min"*. Astrolabio de Aḥmad ibn ʻAlī al-Šarafī (Alcalá la Real, 729H/1328-1329) del Statens Sjöhistoriska Museum de Estocolmo (nº inv. S1565). Imagen de la autora con la cortesía del Statens Sjöhistoriska Museum de Estocolmo.

El astrolabio de Aḥmad ibn ʻAlī al-Šarafī tiene un total de nueve *láminas* de las cuales cinco responden al modelo habitual ya descrito (Fig. 4), dos son especiales (de tipo universal) y dos están en blanco, como si el astrolabio estuviera inconcluso. Las cinco básicas sirven para su uso en diez latitudes, con un rango entre 30º y 66º frecuente en la producción andalusí. Cinco de esas latitudes corresponden a ciudades peninsulares y llevan sus nombres rotulados en ellas: Granada, Málaga, Córdoba, Jaén, Sevilla, Toledo, Talavera, Tudela y Pamplona. El resto se vincula a lugares relevantes del Islam medieval como Meca, Cairo, Bagdad o Marrakech.

De las dos *láminas* especiales que incorpora este astrolabio destaca la *Lámina General* para todas las latitudes de Ibn Bāṣo. Esta innovadora *lámina* fue inventada por el granadino Abū ʻAlī al-Ḥusayn ibn Muḥammad ibn Bāṣo. Este polifacético intelectual fue teólogo, matemático, astrónomo, y autor de un importante tratado del astrolabio para uso en todas las latitudes: *Tratado sobre la Lámina General para todas las Latitudes (Risālat al-safīha al ŷāmia li-ŷami al-urūd)* que terminó en el año 673 de la Hégira que se corresponde con 1274-1275. La *Lámina General* de Ibn Bāṣo permite el uso del astrolabio en cualquier lugar del hemisferio norte terrestre y representa la síntesis de los instrumentos universales inventados en al-Andalus en el siglo XI, las azafeas de Ibn al-Zarqālluh y la *lámina universal* de ʻAlī ibn Jalaf. La otra pieza especial de la que está dotado el astrolabio de al-Šarafī es la denominada *ṣafīḥa al-āfāqiyya (lámina de horizontes)* del astróno-

mo y matemático abasí Ḥabaš al-Ḥāsib (s. IX). La variedad de *láminas* que incorpora este astrolabio alcalaíno es una de sus características más destacables.

Todos los detalles, las inscripciones y las características físicas del astrolabio firmado por Aḥmad ibn ʻAlī al Šarafī, ponen de manifiesto la buena salud de la que aún gozaba el diseño y la manufactura de astrolabios en el reino nazarí a pesar del aislamiento que ya vivía al-Andalus en el siglo XIV respecto a los avances científicos y técnicos que tenían lugar tanto en el Islam oriental como, y sobre todo, en los reinos cristianos occidentales.

BIBLIOGRAFIA

AHMAD, M.S. (1992), "Cartography of al-Sharīf al-Idrīsī", en J.B. Harley y David Woodward (eds.), *Cartography in the Traditional Islamic and South Asian Societies (The History of Cartography, Vol. Two. Book One),* Chicago & London, The University of Chicago Press, pp. 156-174.

CALVO, E. (1992),"La ciencia en la Granada nazarí" en Juan Vernet y Julio Samsó (eds.), *El legado científico andalusí. Catálogo de la exposición del Museo Arqueológico de Madrid, Abril-Junio 1992,* Madrid, Ministerio de Cultura, pp. 117-126.

CALVO, E. (1993), *Risālat al-safīha al ŷāmia li-ŷami al-urūd (Tratado sobre la Lámina General para todas las Latitudes),* Madrid, CSIC.

CANO ÁVILA, P. (1990), *Alcalá la Real en los autores musulmanes,* Jaén, Diputación Provincial de Jaén.

CHARETTE, F. (2003), *Mathematical Instrumentation in fourteenth-century Egypt and Syria. The illustrated Treatise of Najm al-Dīn al-Mīṣrī,* Leiden-Boston, Brill.

D'HOLLANDER, R. (1999), *L'Astrolabe. Histoire, théorie et pratique,* París, Institut Océanographique.

HERNÁNDEZ PÉREZ, A. (2017), "Arte y ciencia en al-Andalus: el astrolabio nazarí de Alcalá la Real", *Boletín del Instituto de Estudios Giennenses,* 215, pp. 259-284.

HERNÁNDEZ PÉREZ, A. (2018), *Astrolabios en al-Andalus y los reinos medievales hispanos,* Madrid, La Ergástula.

HERNÁNDEZ PÉREZ, A. (2014) "Astrolabios andalusíes e hispanos: de la precisión a la suntuosidad», *Anales de Historia del Arte,* 24, pp. 289-305.

HERRERA CASAIS, M. (2009), "Granada en los Atlas Naúticos de al-Šarafī e identificación de un modelo mallorquín para la carta de al-Mursī", *Al-Qantara,* XXX-1, pp. 221-235.

IBN JALDUN (1977), *Introducción a la Historia Universal (Al-Muqaddimah). Estudio preliminar, revisión y apéndices de Elías Trabulse,* México, Fondo de Cultura Económica.

KING, D.A. (2005), "A checklist of Islamic astronomical instruments to ca.1500, ordered chronologically by region" (Part XVIII), en David A. King (dir.) *In Synchrony with the Heavens. Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization. Volume Two: Instruments of Mass Calculation (Studies X-XVIII),* Leiden-Boston, Brill, pp. 993-1020.

KING, D.A (2014), "On the role of the muezzin and muwaqqit in medieval Islamic societies" (Part V), en David A. King (dir.) *In Synchrony with the Heavens. Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization. Volume One: The Call of the Muezzin (Studies I-IX),* Leiden-Boston, Brill, pp. 623-677.

MAYER, L.A. (1956), *Islamic astrolabists and their works,* Ginebra, Ed. Albert Kundig.

MORRISON, J.E. (2007), *The Astrolabe,* Rehoboth Beach (Delaware-EEUU), Janus.

NORTH, J.D. (1974) "The Astrolabe", *Scientific American,* 230, pp. 96-106.

PROCTOR, D. (2005), "The construction and use of the astrolabe", en Koenraad Van Cleempoel (ed.), *Astrolabes at Greenwich. A Catalogue of the Astrolabes in the National Maritime Museum Greenwich,* Oxford, Oxford University Press, pp.15-22.

SAMSÓ, J. (2011), *Las Ciencias de los Antiguos en al-Andalus (2ª edición con addenda y corrigenda de J. Samsó y M. Forcada),* Almería, Fundación Ibn Tufayl de Estudios Árabes.

VIDAL CASTRO, F. (2004), "Terminología castral árabe de época nazarí en la frontera de Jaén y Granada" en Francisco Toro Ceballos y José Rodríguez Molina (cords.), *V Estudios de Frontera: Funciones de la Red Castral Fronteriza,* Jaén, Diputación Provincial de Jaén, pp. 785-794.

VILADRICH, M. (1985), "El astrolabio", en Juan Vernet y Julio Samsó (eds.), *Instrumentos astronómicos en la España medieval y su influencia en Europa,* Catálogo de exposición en Santa Cruz de la Palma junio-julio de 1985, Madrid, Ministerio de Cultura, pp. 25-30.

VILADRICH, M. (1992) "Astrolabios andalusíes" en Juan Vernet y Julio Samsó (eds.), *El legado científico andalusí.* Catálogo de la exposición del Museo Arqueológico de Madrid de Abril-Junio 1992, Madrid, Ministerio de Cultura, 1992, pp. 53-65.

Epidemia de viruela en Alcalá la Real (1873-1877)

Antonio Heredia Rufián
Profesor jubilado del IES Antonio de Mendoza
Antonio Quesada Ramos
Profesor de Biología del IES Zaidín Vergeles (Granada)

I. INTRODUCCIÓN

La mortalidad en las poblaciones humanas del pasado se caracteriza por un ritmo de fondo, normalmente estacional o periódico, sobre el que aparecen episodios con frecuencias anormalmente altas de fallecimientos; estos se denominan crisis de mortalidad y es útil su detección pues responden a epidemias, hambrunas o episodios bélicos. Tal es su interés que existen diversos modelos para su detección. En nuestros estudios sobre la mortalidad en Alcalá la Real en el siglo XIX hemos detectado una serie de episodios de crisis cuya importancia varía según los métodos considerados[1]. El método de Del Panta y Livi-Bacci (1977, 1979) -más restrictivo- únicamente detecta en todo el siglo XIX una crisis de mortalidad de intensidad pequeña en el año 1834. Por el contrario, el procedimiento de Dûpaquier (1979) -más sensible a crisis menores- muestra un número sensiblemente mayor. Según este método, a lo largo del siglo XIX se han producido un total de 16 crisis: una fuerte (1834), 4 medias (1835, 1848, 1876 y 1893) y 11 menores (1812, 1813, 1814, 1849, 1855, 1859, 1864, 1875, 1883, 1891 y 1892). La aplicación de los métodos anteriores se ha realizado a partir de las series de defunciones anuales recopiladas por Serrano y Álvarez[2].

El gráfico 1 muestra la evolución de la mortalidad a lo largo del siglo XIX. En oscuro se muestran las frecuencias absolutas de defunciones para cada año mientras que en gris más claro se señala la tendencia temporal de la mortalidad, calculada como la media móvil de la frecuencia de defunciones de los años inmediatamente anteriores y posteriores al considerado. En él se muestran los picos que definen las crisis señaladas en el párrafo anterior, de las que hemos estudiado las correspondientes a 1834 y 1855, ambas causadas por epidemias de cólera (*op cit*). Para simplificar únicamente se muestran la más importante -la debida al cólera de 1834- y la ocasionada por la epidemia de viruela en 1876 objeto de este artículo, aunque es necesario señalar que los fallecimientos por esta enfermedad se produjeron también en años adyacentes, en los que se puede observar en el gráfico una frecuencia de defunciones por encima de la tendencia general. En otra ocasión estudiaremos las crisis de 1892 y 1893.

[1] HEREDIA RUFIÁN, A. y QUESADA RAMOS, A.: "Crisis de mortalidad en el ocaso de la abadía". *IV Jornadas de Historia en la Abadía,* en Alcalá la Real (2003), pp. 193-205.
[2] SERRANO PÉREZ, F. y ÁLVAREZ GARCÍA, F. J.: *Evolución de los movimientos naturales de población en Alcalá la Real.* Cámara Oficial de Comercio e Industria de Jaén, 1985.

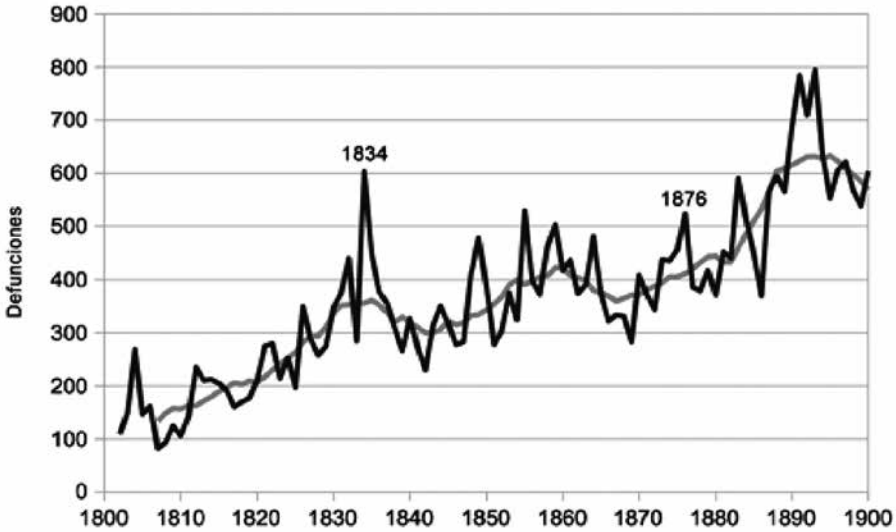


Gráfico 1. Evolución de la mortalidad a lo largo del siglo XIX

En este sentido, de los años estudiados en este trabajo (década de los setenta del siglo XIX), con registros altos de muertes por viruela, 1876 constituye una crisis media y 1875 una crisis menor según el método de Dûpaquier. En nuestros trabajos hemos detectado otro brote de viruela en 1850 con 53 muertes aunque no llegó a alcanzar la consideración de crítico al no superar el límite mínimo de fallecimientos anuales que se requiere para ello[3]; si bien sabemos que a estos casos de viruela se respondió con un fomento de la vacunación, según se desprende de varias actas de la Junta de Beneficencia[4].

II. DESARROLLO

Los resultados sobre las crisis de 1875 y 1876 no han sido una sorpresa pues los datos recogidos de forma individual en los libros de defunciones confirman valores elevados de mortalidad, en gran parte debidos a los numerosos casos de viruela[5]. Ambas crisis tienen un inicio y un final que van más allá de los dos años citados, pues la epidemia comienza en octubre de 1873 y finaliza en 1877, tal como se puede observar en la tabla 1.

	1871	1872	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880
Mort. Total	529	512	581	574	609	649	524	541	560	509
Viruela	2	2	15	99	114	45	12	0	0	0
Viruela %	0,37	0,39	2,58	17,24	18,71	6,93	2,29	0	0	0

Tabla 1. Mortalidad general y mortalidad por viruela

[3] HEREDIA RUFIÁN, A. y QUESADA RAMOS, A.: "La mortalidad en Alcalá la Real a mediados del XIX (II). Las causas". *Programa a la Patrona,* 2002, pp. 88-97.
[4] HEREDIA RUFIÁN, A.: "Aproximación a la vacunación contra la viruela en Alcalá la Real en el siglo XIX". *Pasaje a la Ciencia,* 19. IES Antonio de Mendoza y Consejería de Educación de la Junta de Andalucía, 2017, pp. 69-73.
[5] REGISTRO CIVIL. *Libros de defunciones,* 1 al 26 (1871-1880)

De esta epidemia de viruela ya se hizo eco el Cabildo Municipal en algunas ocasiones. En sesión celebrada el 4 de marzo de 1874, era el inicio, se acordó solicitar del Gobernador Civil la vacuna necesaria para evitar la propagación de la enfermedad, así como convocar la Junta de Sanidad para la adopción de medidas. Pensamos que la vacunación no se realizó o no tuvo éxito pues la epidemia siguió e incluso aumentó en 1875. No hemos podido conocer las medidas tomadas por la Junta de Sanidad pues no se conservan en el Archivo Municipal las actas de este periodo, sí las de mediados del siglo XIX.

Los datos recogidos nos permiten realizar un estudio por sexo, edad, estacionalidad y domicilio. No hay diferencias en el número de muertes en función del sexo. En el cólera, por el contrario, morían más mujeres que hombres.

En cuanto a la edad observamos que las muertes se producen principalmente en niños (gráfico 2). Casi el 20% de los fallecimientos registrados corresponden a niños con menos de un año. Los porcentajes van descendiendo hasta situarse por debajo del 1% (en líneas generales) a partir de los 8-9 años de edad. Las muertes a edades superiores a los 10 años representan un 17,5% del total. Igualmente se ha descrito una mayor incidencia de defunciones en las edades más jóvenes aunque también se han descrito frecuencias elevadas en personas mayores que no se observan en esta epidemia de Alcalá la Real[6]. Esto habría que interpretarlo en términos de vacunación o de inmunización de la población por haber padecido antes viruela y haber sobrevivido. Tenemos constancia de que se vacunaba a los niños, como queda reflejado en la documentación que se conserva de los expósitos de ese tiempo[7]; sin embargo, es posible que se vacunara antes a los adultos que a aquellos o que incluso estos no se vacunaran si había falta de vacunas; otra posibilidad es que la vacuna no prevenía la aparición de la enfermedad si se administraba cuando el periodo de incubación ya estaba avanzado; pudo ser posible que, ante la epidemia, se vacunara a niños ya contagiados para los cuales ya no fue efectiva. Por otra parte que muera una menor proporción de adultos también podría indicar bien que habían sobrevivido a otras anteriores por lo que eran inmunes o que seguían las pautas adecuadas de vacunación y revacunación.

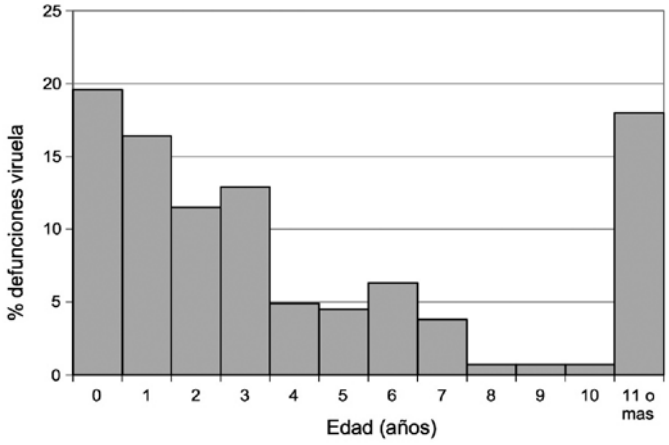


Gráfico 2. Distribución de la mortalidad, por edades, debida a la viruela.

[6] NIHIURA, H., BROCKMANN, S.O. y EICHNER, M. (2008): "Extracting key information from historical data to quantify the transmission dynamics of smallpox". *Theoretical Biology and Medical Modelling doi:* 10.1 186/1742-4682-5-20.

[7] HEREDIA RUFIÁN, A.: *op. cit.*

En el gráfico 3 se muestra la evolución de la enfermedad, por años y meses, a lo largo del tiempo durante el que se extiende la epidemia. Se producen máximos en los meses fríos, concretamente centrados en noviembre, diciembre y enero. Esto coincide con lo citado en otras poblaciones, en las que se han descrito máximos en enero y en los que se ha propuesto que el contagio se vio favorecido por periodos secos[8]. Consideramos que este último aspecto no sería determinante en Alcalá la Real por cuanto los meses en los que se daban los máximos suelen ser húmedos. En cualquier caso, se trata de un patrón estacional diferente al característico de la época, definido por máximos estivales debidos principalmente a enfermedades gastrointestinales.

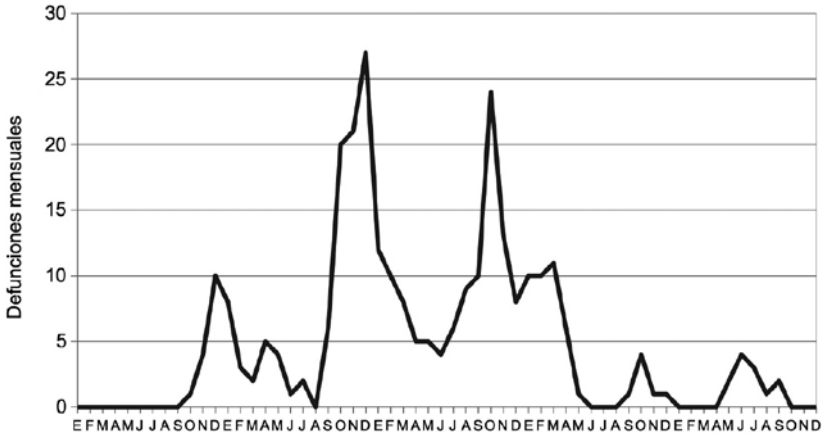


Gráfico 3. Distribución mensual de fallecimientos por viruela durante los años de la epidemia. Aspecto estacional de la misma

En cuanto al domicilio de los fallecidos (gráfico 4) observamos que el tanto por ciento de fallecidos en el casco urbano (63%) era muy superior al registrado en las aldeas (37%), a pesar de que en esas fechas la población en éstas (53,4%) era ligeramente superior a la primera (46,6%)[9]. Con estos datos hemos calculado la proporción de muertes por viruela entre los habitantes de las dos zonas, resultando un 2,57% para el casco urbano y un 1,22% para las aldeas, quedando confirmada la afirmación anterior, a pesar de que la asistencia sanitaria, sería mejor en el casco urbano ya que las actuaciones preventivas llegaban antes. La existencia de defunciones en la misma calle y en otras cercanas en los mismos días (sirva de ejemplo los siete casos registrados en la calle Tejuela en noviembre de 1873) indica que la proximidad o aglomeración de la población favorece la transmisión de la enfermedad.

[8] NIHIURA, H., BROCKMANN, S.O. y EICHNER, M.: *op. cit.*
[9] Los datos de población corresponden a 1867, fecha muy cercana al periodo que estamos estudiando.

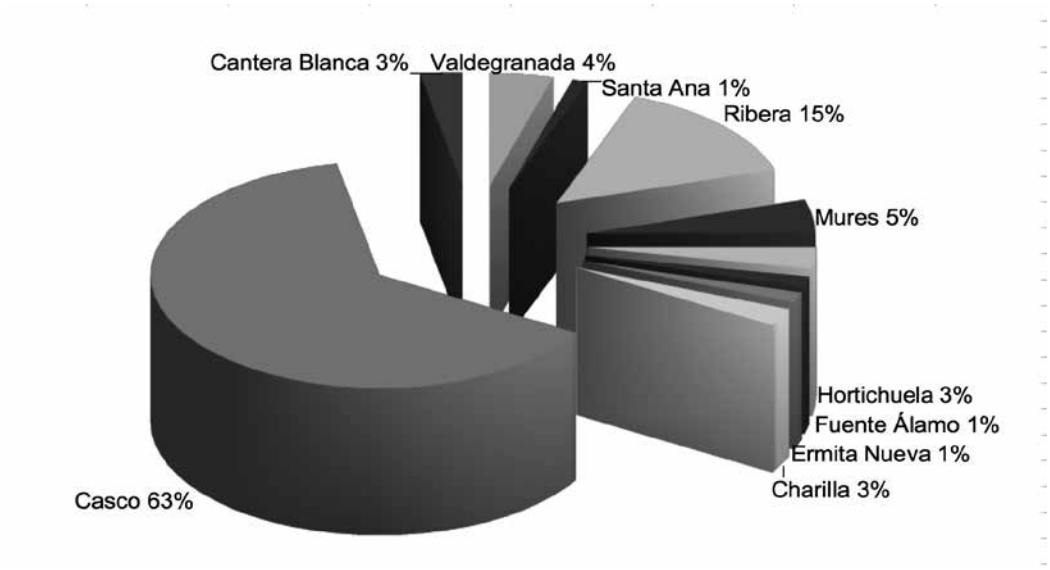


Gráfico 4. Defunciones en el casco urbano y en las aldeas

Mención especial merece el caso de la Ribera con 42 casos, la mayoría en 1876, y un 14,7% del total de defunciones. Con una población cercana a los 920 habitantes da una proporción de muertes por viruela de 4,56%, superior a la registrada para el casco y para la media de las aldeas. De esta epidemia hemos encontrado noticia en acta de cabildo de 7 de agosto de 1876. En ella, Rafael Torres Callejas, practicante del Hospital Civil, solicitaba al Ayuntamiento se le pagaran los servicios prestados en la primavera pasada en la Ribera, donde tuvo que ir hasta dieciocho veces para atender a los enfermos de viruela, siguiendo las indicaciones del alcalde y de la Junta de Sanidad, relativas a la vacunación y revacunación de sus habitantes, por delegación del facultativo correspondiente. Se acordó conceder la gratificación, aunque el solicitante renunció a ella y sólo pidió lo correspondiente al alquiler de las caballerizas (108 reales). Este acta nos indica que se practicaba la vacunación y revacunación pues se sabía que era necesario vacunar varias veces a lo largo de la vida para que hubiese una inmunización total.

3. CONCLUSIONES

Entre las crisis de mortalidad recogidas hay dos, según el método de Dûpaquier, que tienen que ver con las muertes por viruela: una media (1876) y una menor (1875). Éstas coinciden en gran parte con la evolución de los casos de muerte por viruela que alcanza sus mayores registros en 1874 y 1875. El método no detecta como crítico 1874 a pesar de tener 101 fallecimientos por esta enfermedad; el hecho de que aumente el número de fallecimientos en los años adyacentes puede hacer que no se alcance el nivel necesario para que el método lo estime como crítico. La década empieza con pocos casos, continua con un incremento considerable en los años centrales en los que se registra la mayoría de las defunciones y finaliza con cero registros en los tres últimos años. En cualquier caso, las muertes por viruela en la década de los setenta son muy superiores a las registradas en la década de los cincuenta, a pesar de que se supone que las vacunaciones fueron en

aumento. Seguramente falló el proceso de vacunación y revacunación, bien porque no hubo continuidad, porque no llegó a todas las personas y a todos los lugares, o porque no siempre la vacuna estaba en buen estado o no siempre se administraba bien. La elevada frecuencia que aparece entre los más jóvenes nos induce a pensar que probablemente la vacuna no resultara efectiva si se administraba a niños ya contagiados; mientras que los mayores o bien estaban vacunados previamente o habían padecido la enfermedad y se habían hecho inmunes. Todos estos factores han sido muy bien estudiados por Perdiguero Gil y otros para el caso de Alicante[10]. La falta de documentación de la Junta de Sanidad nos ha impedido conocer mejor esta casuística. Tampoco las actas de cabildo proporcionan mucha información, salvo el conocimiento del inicio de la epidemia y toma de medidas (1874) y la epidemia en la Ribera (1876).

En cuanto al estudio de los resultados hay que destacar que la viruela afectó por igual a hombres y mujeres, más a la población infantil, especialmente a los niños con menos de un año, y que se daban más casos en otoño e invierno. En cuanto al domicilio de las personas fallecidas subrayamos una mayor incidencia en el casco urbano, a pesar de que su población era inferior a la de las aldeas, y en la Ribera debido al alto número de registros en 1876 (31 casos de enero a mayo).

4. FUENTES DOCUMENTALES Y BIBLIOGRÁFICAS

4.1. Fuentes documentales:

AMAR. Legajo A-102. *Libro de actas de Cabildo* (1872 a 1875).

Legajo A-103. *Libro de actas de Cabildo* (1876 a 1885).

REGISTRO CIVIL DE ALCALÁ LA REAL. *Libros de defunciones,* 1 al 26 (1871 a 1880).

4.2. Fuentes bibliográficas:

HEREDIA RUFIÁN, A y QUESADA RAMOS, A.: "La mortalidad en Alcalá la Real a mediados del siglo XIX (II). Las causas". *Programa A la Patrona,* 2002. pp. 88-97.

"Crisis de mortalidad en el ocaso de la abadía". *IV Jornadas de Historia en la Abadía, en Alcalá la Real* (2003), pp. 193-205.

HEREDIA RUFIÁN, A.: "Aproximación a la vacunación contra la viruela en Alcalá la Real en el siglo XIX". *Pasaje a la Ciencia,* 19. IES Antonio de Mendoza y Consejería de Educación de la Junta de Andalucía. 2017, pp. 69-73.

NIHIURA, H., BROCKMANN, S.O. y EICHNER, M. (2008): "Extracting key information from historical data to quantify the transmission dynamics of smallpox". *Theoretical Biology and Medical Modelling. doi:* 10.1 186/1742-4682-5-20.

PERDIGUERO GIL, E., BERNABEU-MESTRE, J. y PASCUAL ARTIAGA, M.: "Una práctica inconstante: la vacunación contra la viruela en el Alicante del siglo XIX". *Asclepio-* vol. LVI-1-2004, pp. 111-143.

SERRANO PÉREZ, F. y ÁLVAREZ GARCÍA, F. J.: *Evolución de los movimientos naturales de población en Alcalá la Real.* Cámara Oficial de Comercio e Industria de Jaén, 1985.

[10] PERDIGUERO GIL, E., BERNABEU-MESTRE, J. y PASCUAL ARTIAGA, M.: "Una práctica inconstante: la vacunación contra la viruela en el Alicante del siglo XIX". Asclepio- vol. LVI-1-2004, pp. 111-143.

Investigación de materia extraterrestre desde el Observatorio Andaluz de Astronomía

Francisco Ángel Espartero Briceño
Director Observatorio Andaluz de Astronomía

Atender con rigor y entusiasmo el deseo de satisfacer el hambre de conocimiento de nuestros conciudadanos (que tan mal atendido y entendido está por la mayoría de las administraciones) a la par que nuestra propia hambre de conocimiento, es una noble misión que nos enriquece a todos.

Pero la situación de la Astronomía es algo peculiar. Esta ciencia es quizás la única que cuenta con la excepcional contribución, seria y profesional de un cuerpo "amateur", con resultados científicos bien visibles, pero también con una impagable labor de difusión de la ciencia, la "educación científica" como se le llama en otros países, de primerísima categoría.

A diferencia del conocimiento religioso o espiritual, que se basa en proteger ciertas ideas preestablecidas (o dogmas) del contraste con la realidad mediante la introspección o la fe, todo conocimiento científico es y debe ser criticable. Dado que todas las teorías e hipótesis científicas deben ser expuestas públicamente para poder ser objetadas o refutadas, a nadie se le debe escapar que una parte fundamental del trabajo científico es la comunicación de resultados e ideas entre los propios científicos.

Una característica importante de las publicaciones científicas es que en las de mayor relevancia o alto impacto, los manuscritos se someten a un proceso de revisión por pares, o peer review. Durante este proceso, uno o –habitualmente– varios científicos externos evalúan el estudio que se presenta para determinar si es suficientemente inteligible, si contiene errores, si está basado en información confiable y si tiene calidad suficiente para ser publicado en la revista a la que se envía el artículo. Finalmente, un miembro del consejo editorial de la revista decide, basándose en los informes de los evaluadores externos, si el estudio es publicado. Este proceso puede durar varios meses, desde que se envía el primer "borrador" del artículo en cuestión, hasta que definitivamente es publicado.

El artículo con el que la Sociedad Einstein de Astronomía colabora con la presente edición de Pasaje a la Ciencia, es un resumen extenso de un trabajo publicado recientemente en la prestigiosa revista japonesa "Earth, Planets and Space" (este año 2018 cumple su XX aniversario); publicación de alto impacto entre la comunidad científica astronómica internacional.

¿Por qué publicar en el idioma de Shakespeare? El inglés es la lengua vehicular de la ciencia, como antes lo fue el latín y, durante un cierto tiempo, el francés (el español jamás gozó de ese privilegio). La comunidad científica no entiende de fronteras: La Ciencia sólo habla inglés.

El original completo de este trabajo (in english, of course) puede ser visto y/o descargado gratuitamente desde https://doi.org/10.1186/s40623-017-0768-2

Francisco Montes.
Jefe de Proyectos OAA.

RESUMEN.

Presentamos un sistema de observación de meteoros basado en la captura de imágenes a través de CCD, objetivos de gran campo y red holográfica de difracción. Este sistema está formado por dos espectrógrafos independientes con distinta configuración, lo que permite capturar imágenes de bólidos y meteoros con distinto campo de visión y sensibilidad. El equipo completo, forma un pequeño observatorio autónomo, compuesto de una caja estanca con techo móvil, estación meteorológica y ordenadores para procesado y almacenamiento de datos.

Este nuevo dispositivo de captura de imágenes espectroscópicas, ha sido diseñado con la finalidad de obtener espectros de emisión más detallados y completos, procedentes de bólidos y meteoros brillantes. Desde 2015 han sido estudiados varios meteoros a través de las imágenes capturadas por estas cámaras y sus dispositivos auxiliares obteniéndose buenos resultados, como el ejemplo que se muestra al final de este trabajo.

INTRODUCCIÓN.

La espectroscopia de meteoros se fundamenta en la emisión de líneas atómicas (espectros de emisión), junto a otras bandas moleculares y la radiación continua, para lo que se proporcionaron amplias listas de identificación de líneas en espectros fotográficos de alta dispersión.

Los estudios de espectro de meteoros comenzaron en la década de 1860. Desde finales del siglo XIX se han usado técnicas fotográficas para observar los espectros de meteoros y a partir de la década de 1950 las rejillas de difracción comenzaron a reemplazar los prismas en los espectrógrafos de meteoros.

A partir de 1971, se empezaron a usar nuevas técnicas en video para estudiar espectros de meteoros y nuevos métodos y procesos en TV para reducción de datos. Las técnicas de video permiten grabar meteoros relativamente débiles en comparación con las capturas de imágenes fotográficas, por lo que solo puede detectar algunas líneas de emisión como el Na, Mg, Ca y Fe, además de las emisiones de origen atmosférico O, N y N_2 (espectrografía a baja resolución). Con nuestros equipos de video podemos capturar meteoros de un rango de magnitud visual aparente de 3 ± 1 pero los equipos de fotografía (espectrógrafos) son más efectivos en el estudio de fireballs a partir de una magnitud aparente de -4.

La luz emitida por los meteoros durante el proceso de ablación en la atmósfera terrestre, permite estudiar, a través de los espectrógrafos, la naturaleza química de su objeto progenitor. Así, el análisis del espectro del meteoro, puede proporcionar distinta información, sobre el proceso de ablación, el plasma del meteoro y la composición química del meteoroide e incluso información relevante sobre su cuerpo progenitor

INSTRUMENTACIÓN.

El equipo espectrográfico se encuentra instalado en el Observatorio Andaluz de Astronomía (37º 24´54”N, 3º 57`12” W) a 1030 msnm, en el sur de España (Alcalá la Real). Los instrumentos han sido conectados a una estación meteorológica que regula el correcto funcionamiento de los espectrógrafos. La estación permite que los equipos comiencen a funcionar automáticamente al atardecer y que se desconecten al amanecer de forma sucesiva cada noche.

Usamos dos espectrógrafos diferentes, con distintas configuraciones ópticas y diferentes cámaras CCD, para intentar conseguir imágenes, con distinto campo y sensibilidad, del mismo fireball. La combinación de estas imágenes debe permitir capturar el fenómeno completo del fireball y obtener detalles precisos del mismo.

Espectrógrafos.

Los dos espectrógrafos tienen el mismo diseño pero distinto tamaño. Están formados básicamente, por una cámara CCD con objetivo de gran campo, red holográfica de difracción y protecciones adecuadas contra las inclemencias meteorológicas. Tanto las CCD's como los objetivos son de diferentes modelos y para ello se han tenido que adoptar diferentes configuraciones para obtener imágenes de calidad. Esta configuración puede permitir obtener dos imágenes diferentes del mismo objeto, con detalles distintos y complementarios de las principales líneas de su espectro de emisión.

Para ensamblar los dispositivos que configuran el espectrógrafo, se han tenido que ajustar mecánicamente los elementos para conseguir una buena focal y su estabilidad. A continuación se ha insertado el bloque resultante, en el interior de dos tubos concéntricos de polivinilo clorado (PVC) en cada uno de los dos espectrógrafos. En su extremo superior están recubiertos por un vidrio especial, perfectamente sellado con un elastómero de silicona, que permite su impermeabilización además de posibilitar que las diferencias de temperaturas no deterioren la junta de unión (imagen 1).

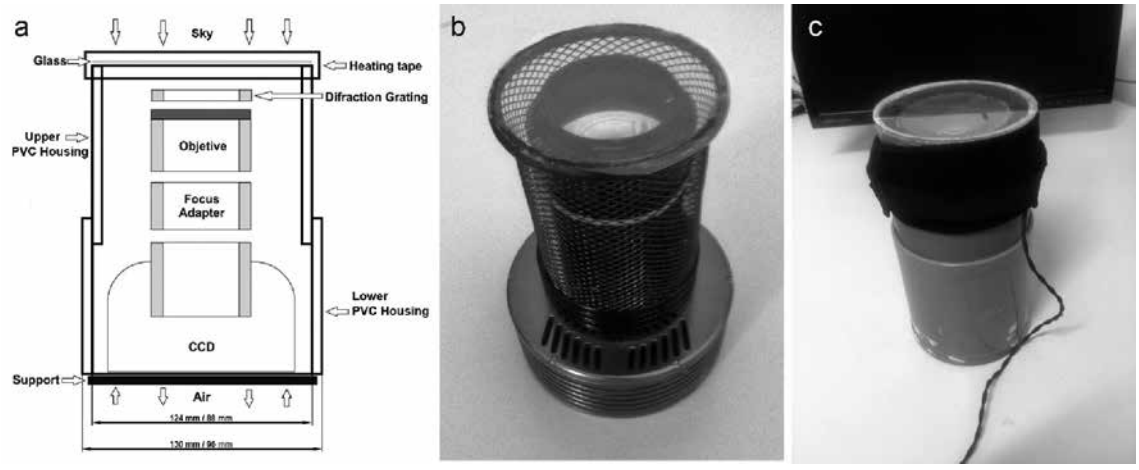


Imagen 1. Los dos espectrógrafos tienen el mismo diseño, aunque diferente tamaño.
a) Esquema y dimensiones. b) Espectrógrafo sin protecciones. c) Espectrógrafo completo.

Los espectrógrafos están ubicados en una caseta metálica que les sirve de soporte y protección. y están conectados a una estación meteorológica que mide el índice de nubosidad de manera que cierra el techo de la caseta y deja todos los equipos en modo de stand-by caso de riesgo de lluvia.

Todo el conjunto está conectado a dos ordenadores, para descargar en los discos duros las imágenes capturadas. Además se pueden regular y programar todos los dispositivos que conforman este equipo de espectrógrafos, cuyos principales elementos se detallan a continuación.

Cámaras CCD.

Se han usado dos cámaras CCD's de diferente configuración para cada uno de los espectrógrafos.

CCD 1: El espectrógrafo 1 está compuesto por una cámara CCD Atik 314L+, la cual proporciona muy buenos resultados. De uso contrastado por su buen rendimiento, proporciona una buena regulación de temperatura, que le permite conseguir una buena refrigeración. El bajo ruido y su extraordinaria linealidad, nos permite usarla regularmente para la obtención de datos científicos.

CCD 2: El espectrógrafo 2, incorpora una cámara CCD Atik 11000, que es una cámara de alta resolución y gran formato. Esta cámara logra un excelente resultado en la captura de imágenes.

Objetivos de Campo Amplio y Red de Difracción.

Los objetivos usados son también distintos, para cada una de las CCD. Por un lado, se incorpora un objetivo Sigma de 4.5 milímetros a f/2 para la Atik 314 L+, que proporciona un campo de visión de 120º. Por otro lado, un objetivo Nikon de 50 mm de focal a f/1.2, para la Atik 11000, con un campo de visión de 15º.

Delante de cada uno de los dos objetivos y a sólo a 2/3 mm como máximo de separación, se incorpora la red holográfica de difracción de 1000 líneas por mm. El sistema permite su manipulación de una forma rápida y sencilla, para las tareas de mantenimiento, ya que cada seis meses como máximo, es necesario cambiar la red de difracción para obtener un óptimo resultado y evitar su deterioro (la radiación solar y los cambios de temperatura deterioran la junta de unión de la red con el objetivo, provocando su desprendimiento) lo que perjudicaría las imágenes obtenidas.

Soporte y Protección.

Los sistemas de protección de los espectrógrafos, han sido diseñados y creados expresamente, para este conjunto de elementos y según las dimensiones y necesidades de cada uno. La protección individual de PVC de cada espectrógrafo, consiste en dos tubos concéntricos cuyas medidas permiten encajar la CCD y el resto de elementos que configuran nuestro dispositivo. Los tubos de PVC tienen un diámetro que solo varía 4 mm, lo que permite que puedan ajustarse uno dentro del otro y moverse entre sí. Sirven de sujeción y anclaje para las cámaras y los sistemas ópticos. La parte superior tubo está cubierta por vidrio flotado de 1 milímetro de espesor y el mismo diámetro que el tubo, para que encaje bien y pueda sellarse con un cordón de silicona especial para vidrio y exteriores.

El último elemento que conforma este sistema es la cinta de calefacción de intensidad regulable, que se acopla a la parte superior del tubo, rodeando el vidrio de protección. Esta cinta evita la formación de escarcha y la condensación en el vidrio por humedad, tanto interior como exterior.

Para que los espectrógrafos puedan operar de un modo eficaz y duradero de forma autónoma, se ha fabricado un Sistema de Protección Automático (Automatic Enclosure -opening/closing- System, AES). Esta caseta dispone de un sistema electromecánico que abre o cierra un doble techo corredizo para proteger la instrumentación durante el día o en caso de nubes o riesgo de lluvia por la noche durante la adquisición de imágenes. (imagen 2)

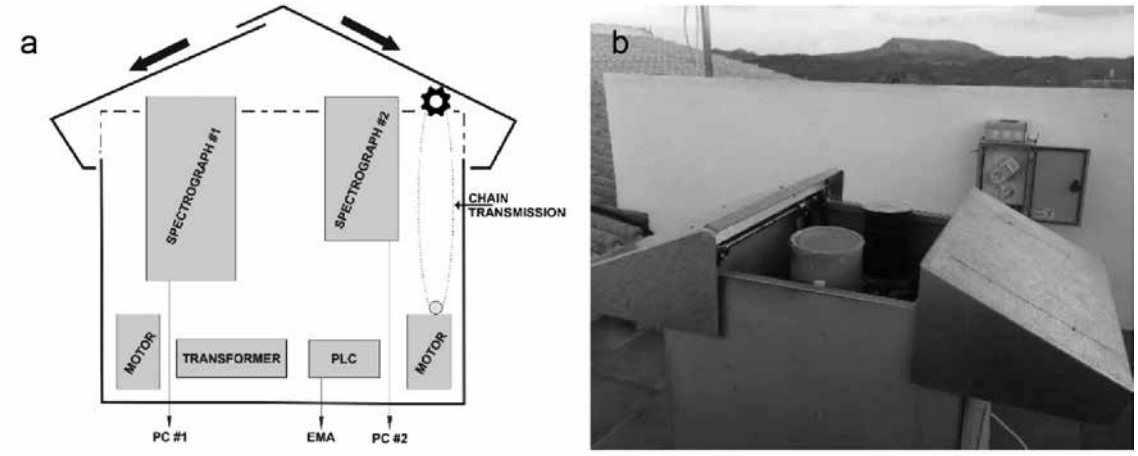


Imagen 2. Sistema de Protección Automático (AES).
(a) Esquema general del interior con sus componentes principales. (b) Imagen con el techo abierto.

Estación Meteorológica para Astronomía (EMA).

Se ha instalado una estación meteorológica especialmente diseñada para controlar y medir los parámetros atmosféricos y de calidad de cielo, que más nos interesa para el uso de los espectrómetros.

La Estación Meteorológica para Astronomía (EMA) mide entre otros, el brillo y la calidad del cielo nocturno, (Sky Quality Meter), la velocidad del aire (Anemómetro) o el índice de nubes (con un sistema peltier que mide la diferencia de radiación infrarroja entre el suelo y el cielo), siendo este último el indicador más relevante para nuestro sistema de protección, ya que a partir del 70 %, optamos por cerrar la protección como medida de seguridad. Llegado este punto la EMA envía una señal al módulo automático de protección para que cierre su techo corredizo, al tiempo que las CCD's quedan en "stand-by". El sistema no se apaga. Entra en modo stand-by hasta que se reduce la nubosidad y vuelve a funcionar.

El proceso que permite un correcto funcionamiento del sistema (módulo de protección, espectrógrafos y ordenadores) es bastante intuitivo. Todo el conjunto está conectado a la EMA del Observatorio Andaluz de Astronomía, que activa el sistema al atardecer y lo desactiva al amanecer, permitiendo su desconexión y que el módulo de protección permanezca cerrado en las horas diurnas para proteger la instrumentación de los rayos del Sol. Al conectar/desconectar en función de la magnitud de brillo de cielo, no es necesario actualizar ningún reloj astronómico ni temporizador con el paso de los días, ya que su autorregulación es autónoma y diaria.

Diariamente las operaciones comienzan con la apertura del AES, poco después del atardecer, siempre que el valor de brillo de cielo supere las 12 mag/arcsec^2 (magnitud visual límite -3), ya que con valores inferiores las imágenes obtenidas se saturan. Cuando este valor desciende poco antes de amanecer, loa sistemas dejan de funcionar y la AES cierra. Los PC's quedan en modo stand-by cada amanecer, de manera que vuelven a activarse automáticamente al anochecer, al igual que los espectrógrafos, volviendo a capturar imágenes en sus discos duros.

Los espectrógrafos obtienen distintos tipos de imágenes en función de sus limitaciones ópticas y de las propias CCD's. Con el espectrógrafo 1 se obtienen imágenes de hasta 250 Kilobites en un campo de 120º y con el espectrógrafo 2 se obtienen imágenes de 2,2 Megabites en un campo de 15º llegando a la magnitud visual 9 y 11 respectivamente, si las condiciones de calidad atmosférica y seeing son óptimas. La notable diferencia de memoria requerida para cada captura, repercute en el tiempo de descarga de cada imagen en el PC, siendo muy distinta de un sistema a otro. Estos tiempos perjudican sensiblemente la posibilidad de que las capturas se realicen de forma continuada, por lo que se ha tenido que optimizar al máximo el tiempo de captura frente a los tiempos de descarga.

Técnicas de Reducción de Datos y Espectro de Emisión.

Los datos son almacenados en los discos duros de dos ordenadores (uno para cada espectrógrafo), de forma que cuando se recibe una alerta de posible fireball a través de la Spanish Meteor Network (SPMN), se procede a localizar las imágenes por su hora y fecha. Estas capturas se descargan junto a sus imágenes anterior y posterior, que junto a los dark y flat de cada instrumento, nos permiten reducir las imágenes con el software MaximDl, para poder analizar posteriormente los espectros.

Los primeros y segundos órdenes del espectro están presentes y en algunos casos, debido al intenso brillo del firebal, la señal correspondiente al primer orden puede saturarse durante una parte de su trayectoria atmosférica. Para este fin se ha utilizado el software específico Chimet, que mediante espectro sintético, permite obtener datos muy fiables sobre los objetos estudiados.

Las cámaras pueden capturar imágenes de meteoros a partir de la magnitud visual aparente de -4 y sus espectros de baja resolución, como resultado de la interacción lumínica de la luz emitida con la red holográfica de difracción. Para que los objetos figuren en las imágenes capturadas con calidad suficiente, es necesario una integración mínima de al menos 2 segundos (para tiempos inferiores y meteoros con intensidad inferior a la de un fireball, no es recomendable este sistema espectrográfico). A veces, el resultado obtenido puede no ser bueno, ya que también depende de la posición geométrica de la red de difracción con respecto al ángulo de incidencia de la emisión espectral. Los primeros y segundos órdenes del espectro pueden estar presentes dependiendo del tiempo e intensidad luminosa del meteoro, pero en algunos casos y debido al intenso brillo del fireball, la señal correspondiente al primer orden puede saturarse durante una parte de su trayectoria atmosférica, por lo que para su correcto análisis, será necesario recurrir al segundo orden del espectro.

Los principales espectros de fireballs capturados por este sistema espectrográfico han sido obtenidos como un perfil de intensidad comparando el brillo de pixel, en intensidades arbitrarias frente al número de pixeles. Estos espectros son analizados y calibrados automáticamente, en intensidad y longitud de onda con la ayuda del software Chimet, para identificar las principales longitudes de onda con diferentes especies químicas, como el Na, Mg, Fe, Ca o Cr. Para este fin, el citado programa emplea una base de datos en la que figuran las principales frecuencias y emisiones típicas de espectros de meteoros. De esta forma el software puede superponer las líneas espectrales teóricas con las nuevas líneas del espectro analizado. A continuación se seleccionas algunas líneas conocidas del

espectro, como el Na y Mg, y el software fija automáticamente las distintas posiciones de las líneas teóricas conocidas.

EL ESPECTRO DEL FIREBALL DE ALCALÁ LA REAL.

En este trabajo se muestra el procedimiento descrito con el meteoro M20160930_213851, capturado por los dos espectrógrafos el día 30 de septiembre de 2016 a las 21 horas, 38 minutos y 51 segundos (imagen 3). El código empleado se corresponde con la terminología científica: M de meteoro, seguido de la fecha (año YYYY, mes MM, día DD) y tiempo en U.T. (hora HH, minuto MM y segundo SS).

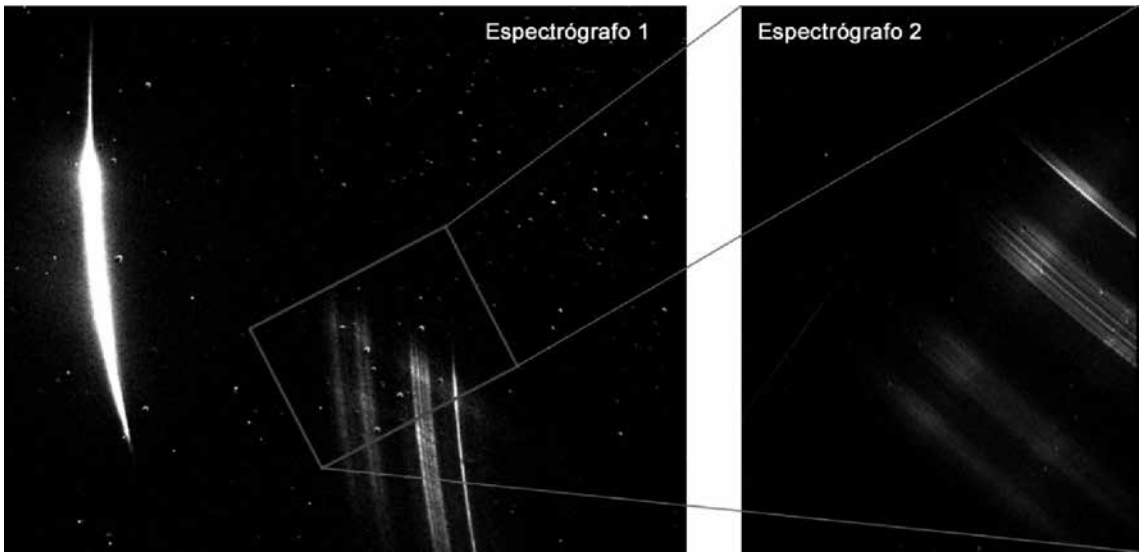


Imagen 3 Imágenes del espectro del Firebal M20160930_213851, obtenidas simultáneamente utilizando los dos espectrógrafos descritos en este artículo.

El fireball registrado por nuestros espectrógrafos y las cámaras de video de la SPMN, indican que la magnitud de su brillo llego a -7, pero no se consigue identificar la procedencia de este meteoro, por lo que se considera de origen esporádico. El análisis de sus líneas espectrales indica claramente la emisión más destacada de las líneas de Na I-1 (5889 Å), Mg I-2 (5167 Å) junto a los multipletes de Fe I-15 (5269 Å y 5429Å).

Además también destacan claramente en el primer orden del espectro, las contribuciones de los tripletes de Fe I-41 (4404 Å), Fe I-42(4380Å), Cr I-1, Fe- I-43, Mn I-2 y la presencia de Ba-I. En el segundo orden, es notable la presencia en el infrarrojo de las líneas de Na I-5 y Fe I-318, además de otros compuestos como el N2 (imagen 4).

Por otro lado es de notar, la escasa presencia de elementos refractarios como el Ca y el Al, lo que es un fenómeno habitual, en el caso de encontrarnos con un meteoroide que presenta una baja velocidad heliocéntrica. Esto es debido a la ineficiencia de aportar todo el Ca o Al disponible en su fase de vapor. De esta forma, se observó previamente que en los meteoroides condríticos, los elementos Ca y Al, están asociados con minerales refractarios que no completan su vaporización durante la fase de ablación.

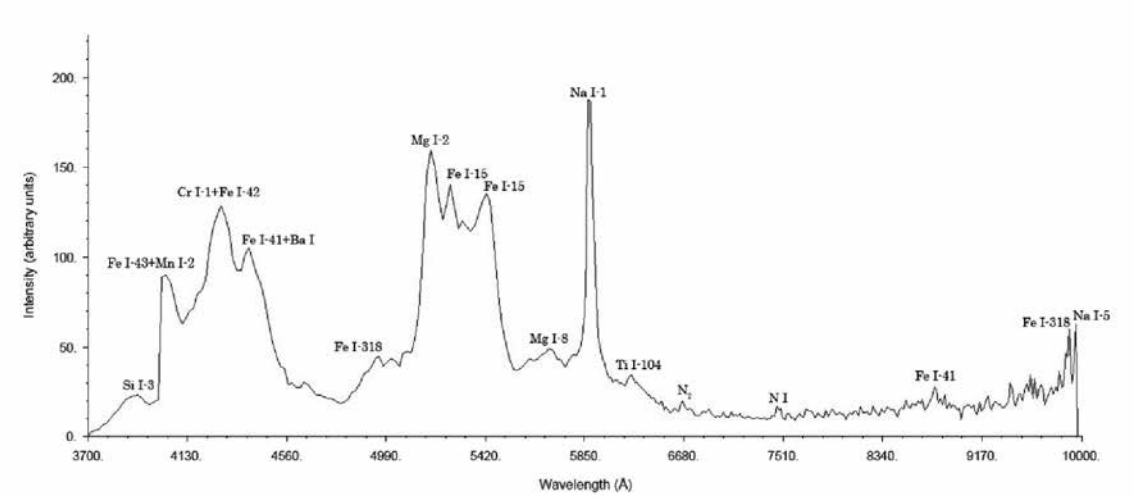


Imagen 4. Espectro de emisión (obtenido por el espectrógrafo 1) para el fireball descrito en el artículo

Las abundancias químicas de los principales elementos espectrales de un meteoro ofrecen una información más detallada si atendemos a la clasificación de sus poblaciones y a la comparación de los ratios de sus elementos químicos mediante diagramas ternarios. Estas técnicas nos permiten estudiar la naturaleza de los fireball capturados por nuestros espectrógrafos desde 2013 a 2016 y que en algunos casos, se ha podido disponer de imágenes de video desde dos o más estaciones, que posibilitan completar nuestro trabajo con el análisis orbital de sus cuerpos progenitores, proporcionado su radiante y parámetros orbitales más relevantes.

CONCLUSIONES.

1. La imágenes de espectros obtenidos por este sistema, permiten analizar meteoros con un brillo superior a una magnitud aparente de -4 y cuya trayectoria con este brillo sea de al menos de 2 segundos.

2. Los espectros obtenidos pueden abarcar desde los 3700 Å a los 10000 Å, incluyendo detalles de las líneas de primer y segundo orden de la emisión espectral del meteoro.

3. Las abundancias químicas analizadas en el espectro del fireball de este trabajo indican que podría tratarse de un objeto esporádico de naturaleza condrítica.

4. Para el futuro, planeamos utilizar ópticas tipo “ojo de pez” en los espectrógrafos, para poder capturar las bolas de fuego cercanas al horizonte. La adquisición de imágenes también debe configurarse alternativamente para cubrir continuamente el cielo visible.

Nuestro objetivo es ampliar la red de espectrógrafos, incorporando al menos dos nuevas estaciones, a más de 100 km de distancia entre sí, lo que permitirá en conjunto de toda la red, determinar la trayectoria atmosférica, el radiante aparente en el cielo y calcular la órbita del objeto principal o progenitor en el Sistema Solar.

Carmen Juan, un referente inequívoco

Desde Pasaje a la Ciencia tenemos palabras de agradecimiento y recuerdo a Carmen Juan Lovera que nos ha dejado hace unos días. Incorporamos una reseña sobre esta entrañable alcalaína, que nace de la pluma de uno de sus alumnos, que trabajó en este centro como profesor y director. Como muchos están pensando, se trata de Antonio Heredia Rufián.

La Redacción

Mis primeras palabras quiero que sean de agradecimiento a Carmen, por su colaboración con esta revista. Lo hizo en dos ocasiones, en 2005 cuando celebramos en nuestro centro el Primer Centenario de la Teoría de la Relatividad, y en 2007 con una reseña sobre el doctor alcalaíno Baldomero Sánchez Cuenca, que da nombre a la Residencia de Crónicos Psíquicos Gravemente Afectados de nuestra ciudad, que tantas veces visitó. Gracias, por sus palabras de ánimo que nunca faltaron y que siempre estuvieron presentes en el momento en que le entregaba la revista, en fechas cercanas a la celebración de su onomástica, en su despacho, en la sede actual de la biblioteca, en Capuchinos.

Mucho podría escribir sobre el currículum de Carmen Juan, así es conocida por muchos alcalaínos, sobre su obra, sus méritos y galardones. Otros lo harán en estos días mejor que yo. Me voy a detener en algunos momentos en los que estuve más cercano a ella, que coinciden con sus principales ocupaciones y empleos durante su larga y fructífera vida. No me olvidaré de resaltar algunas de sus muchas cualidades personales.

En la segunda mitad de la década de los sesenta del pasado siglo empecé a visitar la Biblioteca Pública Municipal, que entonces tenía su sede en los bajos

del Ayuntamiento, casi siempre para leer los comics de Tintín. Allí estaba ella, como archivera y bibliotecaria, rodeada de papeles y legajos. De fondo, la música de Serrat. Poco después, pasó a ser mi profesora de Historia y de Filosofía y como tal me introdujo en nuevas lecturas como las biografías de personajes históricos. Imposible olvidar que en ese tiempo fue la preparadora del equipo de Cesta y Puntos del antiguo COPEM que participó en varias ocasiones con muy buenos resultados en TVE. Tuve el honor de participar en uno de esos equipos. Mucho podría escribir sobre este tema pero sólo voy a indicar que consiguió que todo un pueblo y muchos alcalaínos emigrantes se volcaran en este proyecto. Mis años de estudios en Jaén y de trabajo fuera de Alcalá me alejaron algo de ella, aunque en los veranos la visitaba en la nueva sede de la biblioteca, en la calle Antonio Machado. Coincidiendo con mi etapa de director en el C.P. Alonso de Alcalá, tuve la suerte de acercarme de su mano al conocimiento de este personaje que fue un erudito alcalaíno de los siglos XV y XVI, que participó en la elaboración de la Biblia Políglota Complutense, y de comprobar su generosidad para con el centro con multitud de detalles. La AMPA de este colegio lleva su nombre. Carmen también me ayudó en los inicios de mis trabajos de investigación sobre expósitos y me aproximó, cuando cambié de destino, a la figura de Antonio de Mendoza, virrey de Nueva España y Perú, que da nombre a nuestro instituto.

Pero en esta breve reseña quiero resaltar sobre todo algunas de sus cualidades personales. Tomo tres que ella atribuía a Einstein en una de las colaboraciones antes citadas: tenacidad, sinceridad y generosidad. Tenacidad en su labor investigadora. Fruto de su trabajo es una producción muy extensa formada por varios libros, otras tantas colaboraciones y cientos de artículos en publicaciones provinciales y locales, que nos han ayudado a conocer mejor la historia local. La sinceridad fue otra de sus cualidades a destacar pues siempre daba su opinión sobre lo que otros investigadores escribían, con respeto, educación, equilibrio y ánimo. A su tenacidad y sinceridad unió Carmen una enorme generosidad, hija de la bondad de su corazón. Generosidad con su familia y amigos. Generosidad con sus compañeros investigadores, con los que solía realizar colaboraciones conjuntas. Generosidad con los colegios. Generosidad con los más necesitados.

Quiero finalizar destacando que Carmen Juan era una mujer de Letras pero su vasta cultura la llevó también a todos los campos del saber, incluidas las Ciencias. Fue, en suma, un referente inequívoco en esos dos campos del conocimiento.

GRACIAS, CARMEN. GRACIAS, MAESTRA.

Antonio Heredia

Mis impresiones sobre el lado humano de Albert Einstein

Carmen Juan Lovera
Instituto de Estudios Giennenses. Cruz de Alfonso X el Sabio

En primer lugar –dado el año que estamos– quiero destacar su quijotismo, puesto de manifiesto en esta carta a su amigo Max Born, donde dice: *He leído con gran interés tu conferencia contra cuanto en nosotros, los científicos, integra el elemento quijotesco, ¿o debo llamarlo tentador? Donde falta por completo ese vicio aparece el burgués sin esperanza...*

Antiburgués reconocido, verdaderamente quijotesco, se muestra Einstein al recibir en el año 1923 el Premio Nobel, negándose a vestir chaqué y enviando todo el dinero del premio a su primera mujer, Mileva Maric, de la que se había divorciado hacía cuatro años.

Quisiera resaltar también su espíritu tenaz y sincero, que se refleja de modo muy claro en esta anécdota relatada por Carl Seelig, su biógrafo. En 1938, al salir del Instituto de Estudios Avanzados de Princeton, en Estados Unidos, le comunicaba feliz al economista rumano David Mitrani, pues el camino a sus casas era el mismo:

- ¡Por fin he hallado la clave de la teoría del campo unitario!

Medio año después reconocía:

- En aquella ocasión me equivoqué. Mis cálculos han resultado inexactos.

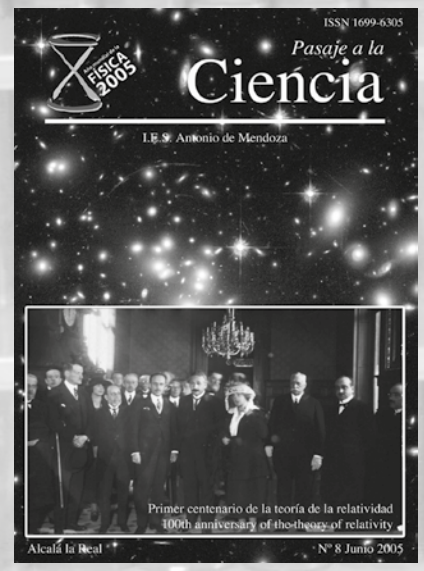
- ¿Y ahora qué? Le preguntó el profesor Mitrani.

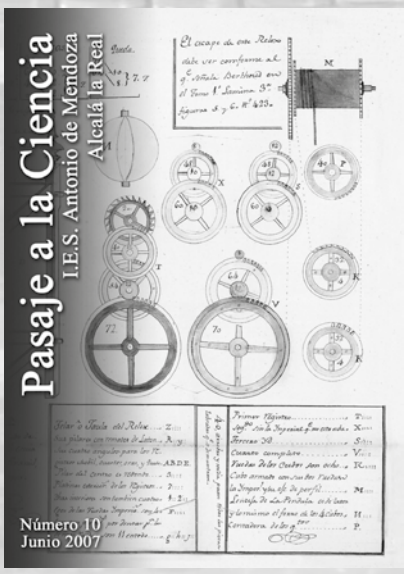
- Pues a pesar de todo, voy a publicar el trabajo.

- ¿Para qué, si ha resultado no exacto?

- Porque quizá así podré evitar que otro loco dedique un par de años a la misma idea.

Y es que a su tenacidad y sinceridad unió Einstein una enorme generosidad, hija de la bondad de su corazón.





Baldomero Sánchez Cuenca-Mudarra

Carmen Juan Lovera

Hijo de Baldomero Sánchez Mudarra y de Mercedes Cuenca Guardia, nació en Alcalá la Real el 24 de julio de 1896. Sintió desde muy pequeño curiosidad por las enfermedades de los seres vivos y su curación, estimulada o favorecida por la profesión de su padre y de su abuelo, veterinarios los dos. Pero él se inclinó pronto por la ciencia médica, cursando con tanto éxito la carrera en la Universidad granadina que sus maestros aconsejaron su traslado a Madrid, donde no tardó en convertirse en un valor positivo de la medicina española.

Se licenció en la Universidad Central en el año 1924 y en 1925 fue pensionado por la Junta de Ampliación de Estudios para trabajar en Viena con el profesor Eppinger en la clínica del profesor Wenkebach.

Fue nombrado profesor auxiliar de la cátedra de Patología Médica del profesor Jiménez Díaz, con quién publicaría numerosos trabajos. Entre ellos, las primeras observaciones sobre los procesos alérgicos y patología alergológica, publicados conjuntamente por ambos médicos entre 1925 y 1928. La tesis doctoral de don Baldomero se tituló *Las polinosis en la Península Ibérica* y fue dirigida por Jiménez Díaz y leída en 1928 resultando premiada por la Academia de Medicina.

En 1928 acudió a Mannheim, en Alemania, para estudiar con el profesor Lesser el mecanismo de acción de la insulina.

También es de destacar su estudio, por primera vez en el mundo, de gases en sangre obtenidos directamente mediante sondaje del corazón derecho, realizado por el Dr. Sánchez Cuenca en su propia persona el año 1929.

Fundó en 1945 el *Instituto Antiasmático de Santa Florentina* bajo los auspicios de la Fundación Fierro, ubicado en la calle madrileña de Covarrubias, con el deseo de iniciar una auténtica lucha social antiasmática. En este centro se han iniciado muchos especialistas en asma y alergia, tanto españoles como extranjeros.

Miembro de numerosas academias, desde 1953 lo fue también de la *American Achademy of Allergy.*

A su labor de médico unió Sánchez-Cuenca la de humanista, como continuador de la tradición iniciada por Gregorio Marañón, llegando a confeccionar una bella edición manuscrita de su puño y letra del Quijote.

Pese a su enorme actividad no perdió nunca su contacto con la tierra que le vio nacer, siguiendo con gran interés su vida cultural, a la que colaboró en todo momento.

Baldomero Sánchez-Cuenca falleció en Madrid el 31 de octubre de 1967 de un proceso canceroso. Alcalá la Real ha conservado su memoria dando el nombre de Doctor Sánchez-Cuenca a la *Residencia de Crónicos Psíquicos Gravemente Afectados* inaugurado el diecisiete de diciembre de 1996.

¿Quién dijo que la Ciencia es aburrida?

Ainhoa Ávila y Julia Cano, 4º A
IES Antonio de Mendoza de Alcalá la Real (Jaén)

Desde el año 2005 se viene celebrando un **concurso internacional de monólogos científicos**, llamado **Famelab**. Su principal objetivo es fomentar la divulgación la ciencia a través de este formato innovador. Hoy en día participan más de 30 países. En España, Famelab cuenta ya con cinco ediciones, que comprenden las siguientes fases: la primera de participación y preselección a través de la web del concurso, seguida de unas semifinales que tuvieron lugar el pasado 6 de Abril en Zaragoza, y una final que tendrá lugar el próximo 17 de Mayo en Madrid. El ganador presentará en junio a España en el Festival de Cheltenham de Ciencia, en Inglaterra.

En esta edición, entre los 8 monologuistas finalistas tenemos a un alcalaíno brillante, **Francisco Jesús Martínez Murcia**.

Jesús nació en Alcalá la Real, estudió preescolar en el Martínez Montañés, primaria en el José Garnica y finalizó 5º y 6º de primaria en el Alonso Alcalá y la secundaria en el Alfonso XI. Posteriormente estudió Ingeniería de Telecomunicaciones en la Escuela Técnica Superior de Informática y Telecomunicaciones, de la Universidad de Granada. En 2017 se doctoró en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Actualmente es investigador "postdoc", investigando sobre nuevas metodologías de aprendizaje profundo ("Deep learning") para el análisis y modelado de la neuroimagen.

Y además, ¡todo esto con tan solo 30 años! Sin duda es un investigador brillante, pero como dijo Albert Einstein, *"Si no lo puedes explicar de forma sencilla es que no lo has entendido bien"*, y él lo es, prueba de ello es que fue el ganador de la I edición del concurso de divulgación "3 minutes Thesis". Y ahora está a las puertas de añadir un mérito más a su currículo con su monólogo titulado ***"LAS MÁQUINAS TAMBIÉN APRENDEN"***.

Este monólogo habla sobre la inteligencia artificial o de como las máquinas pueden aprender. La razón está detrás del aprendizaje profundo. Jesús nos cuenta una serie de historia sobre las redes neuronales utilizando un símil basado en una clase de niños en la que su propósito es clasificar imágenes. A los últimos de la fila (repetidores) los ponen a buscar patrones, y una vez que los hayan reconocido, se lo pasan a la fila de delante, que tienen que reconocer formas construidas por esos patrones, a su vez luego se lo pasan a los de la fila de delante para que reconozcan las combinaciones de estos patrones. La primera fila (empollones) tiene que averiguar de qué se trata y explicárselo a sus compañeros. Este proceso se repite hasta que todos sepan identificar los patrones.

Poco más podemos decir de él, solo animarle a que su inquietud no encuentre nunca límites y no deje enriquecer a nuestro pueblo con sus aportaciones. ¡Suerte, Jesús! ¡A por el Famelab 2018!

Nota: Finalmente, no hubo suerte.

La cristalización de la ciencia - el proyecto

Eva Aguilera Herrador
IES Antonio de Mendoza de Alcalá la Real (Jaén)

¿Qué mejor manera de enseñar Ciencia que "haciendo Ciencia" como lo hacen los científicos y las científicas en la vida real? Este es el planteamiento que dio lugar al proyecto ganador del Concurso de Cristalización en la Escuela de Andalucía en su edición 2017-2018.

Justificación

Uno de los retos que se plantean al docente es conseguir motivar al alumnado a través de actividades educativas y relacionadas con el currículum, a la par que atractivas. La cristalización es, sin lugar a dudas, un tema que cumple estas características. Los cristales se convierten en varitas mágicas que hacen que el alumnado aprenda el proceder científico y que pida trabajar en los recreos y por las tardes, y que incluso entristezcan cuando algún día no pueden ir a trabajar al laboratorio.

Esta fascinación por los cristales despertó en el alumnado de 1º ESO del IES Antonio de Mendoza durante una práctica de laboratorio con la materia Biología y Geología. Aprovechando las ganas de aprender se organizó un Taller de Cristalización en el Centro como actividad complementaria-extraescolar. Finalmente la mayor parte de dicho taller quedó dominado por el sector femenino, con más de un 80% de jóvenes científicas.

Objetivos pedagógicos y competencias clave

Con el desarrollo del proyecto se pretendía acercar a los educandos a la ciencia y hacerles conocedores del método científico. Además, se perseguía que aprendieran a trabajar en equipo y valorar el esfuerzo y la dedicación.

Cristalizar implica más que hacer crecer cristales: implica estudiar las variables que influyen en el proceso, establecer hipótesis sobre los resultados a obtener o realizar cálculos de proporciones y concentraciones (todas éstas habilidades que permiten desarrollar la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología). Pero además, el alumnado ha de aprender a tomar notas de las experiencias y resultados de forma exhaustiva en un cuaderno de laboratorio y expresarlos ante el jurado del concurso (competencia lingüística), preparar manualidades para la presentación del trabajo (competencia en conciencia y expresiones culturales), innovar en la materia (sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor) y trabajar de manera colaborativa en un laboratorio con otros estudiantes (competencias sociales y cívicas).

Metodología

Se pretendió llevar a cabo un acercamiento real a la ciencia, por lo que se creó una universidad con una serie de departamentos y grupos de investigación, y definimos para cada uno una serie de líneas de investigación que marcarían la tarea a realizar. Se hizo

al alumnado partícipe de su propio aprendizaje, pues se les dio el papel de científicos y científicas y una libertad guiada para crear/investigar.

El concurso

El Concurso de Cristalización en la Escuela de Andalucía lo organiza La Factoría Española de Cristalización y la Fundación DESCUBRE, con la colaboración de las Universidades Andaluzas y la Fundación Española para la Ciencia y la Tectonología (Fecyt), y el apoyo de la RSEQm el GE3C, la Sociedad Española de Mineralogía (SEM) y las empresas Tourline Express de Granada y Grontal Soluciones Biotecnológicas. La coordinación en Jaén corrió a cargo de África Yebra Rodríguez.

Durante la final, que se llevó a cabo en la Universidad de Granada, se simula la celebración de un congreso científico en el que cada grupo ha de exponer su trabajo mediante un póster científico (ver imagen del póster) y presentar sus cristales a un jurado formado por científicos y expertos de alto prestigio.

En la final de Andalucía participaron 23 grupos seleccionados entre 51 grupos en las finales provinciales, con alumnado de ESO y Bachillerato, siendo los alumnos del IES Antonio de Mendoza los más jóvenes.

El premio

A pesar de su juventud y de ser la primera vez que se presentaban al concurso, los alumnos y las alumnas de 1º ESO del taller de cristalización del IES Antonio de Mendoza se hicieron con el Primer Premio.

Además de la perfecta presentación que hicieron las representantes, el jurado valoró muy positivamente el hecho de crear una universidad con sus propios departamentos y líneas de investigación y utilizar nuevas tecnologías, como una sonda de prospección para inspeccionar las geodas elaboradas. Pero lo que más captó la atención del jurado fue la iniciativa de escribir una publicación científica ficticia siguiendo los pasos y requerimientos de las revistas científicas y que se muestra a continuación:

La cristalización de la ciencia

Elvira Jiménez Ruiz[1], Sandra Pérez Dupont[1], María Roda Hidalgo[2]

[1] Departamento de Cristalización, Crystaldoza University, IES Antonio de Mendoza, Alcalá la Real, Jaén, España

[2] Departamento de Medio Ambiente, Crystaldoza University, IES Antonio de Mendoza, Alcalá la Real, Jaén, España

Abstract

The present paper describes the study of the process of crystallisation and the production of geodes thanks to an approach that has involved the study of the scientific procedure. With this purpose in mind, a new public research institution has been created, the Crystaldoza University (UCRY). A series of research departments and investigation groups have been formed, each of which have been assigned with different functions and duties. Their coordinated work has led to a wide range of crystals and geodes. The product used in order to carry out all the experiments was ammonium dihydrogen phosphate (ADP).

Keywords: Cristallisation, ADP, scientific method, geodes.

Resumen

En el presente trabajo se ha estudiado el proceso de cristalización y la formación de geodas a través de un enfoque que ha llevado ligado el estudio del proceder científico. Así, se ha creado un centro de investigación público, la universidad Crystaldoza University (UCRY), y se han formado una serie de departamentos y grupos de investigación, cada uno de los cuales ha sido asignado con unas funciones y obligaciones y que han debido de trabajar de forma coordinada. Para llevar a cabo la experimentación la sal empleada para la cristalización ha sido en todo caso fosfato de monoamonio (ADP).

Palabras clave: Cristalización, ADP, método científico, geodas.

1. Introducción

La cristalización es el fenómeno de formación de sólidos cristalinos en una solución. Implica dos procesos, el primero es de nucleación, que consiste en la formación de agregados sólidos de pequeñas dimensiones que pueden crecer hasta formar cristales macroscópicos de forma irreversible. El segundo es el proceso de crecimiento del cristal. Para que el proceso tenga lugar se suele partir de disoluciones sobresaturadas, es decir, aquellas que contienen una concentración de la sal mayor a la de equilibrio.[1,2]

Una de las formaciones naturales resultado del proceso de cristalización son las geodas. Se trata de estructuras normalmente huecas presentes en las rocas y cuyo interior está tapizado de cristales de cuarzo, calcita o yeso, entre otros minerales.[3]

El fosfato de monoamonio, $NH_4H_2PO_4$, ADP de sus siglas en inglés (ammonium dihydrogen phosphate) constituye una sal de fácil cristalización que ofrece cristales llamativos en un tiempo prudencial.[4] Es por ello que se ha empleado como recurso educativo en este proyecto. El ADP se usa extensamente como fertilizante, aportando nitrógeno y fósforo al suelo. Además, tiene otros usos como material piezo-eléctrico y en el análisis con rayos-X, lo que ha supuesto un estudio de su cristalización exhaustivo.[5] Varios investigadores han estudiado la cristalización del ADP, prediciendo que su forma natural es una bipirámide tetragonal.[6,7] Esta cristalización se ve influida por varios factores, entre los que destacamos ahora la presencia de sustancias dopantes.[8]

El método científico es un conjunto de pasos ordenados basados en la experimentación que permite el avance de los conocimientos en las ciencias. El método hipotético-deductivo comienza con el planteamiento de un problema y el establecimiento de una hipótesis que ha de ser comprobada o refutada mediante experimentos que conducen a unos datos que permiten obtener conclusiones para poder seguir avanzando o reformular la hipótesis planteada.[9]

El presente trabajo ha tenido como objetivos el valorar el trabajo científico a través del desarrollo de experiencias de cristalización; conocer "cómo se hace ciencia" y el método científico; conocer diferentes elementos y materiales del laboratorio, así como las normas de seguridad del mismo; y valorar el trabajo en equipo.

2. Metodología

Para trabajar de manera coordinada y conocer cómo "se hace Ciencia" se ha creado un centro de investigación público, la universidad "Crystaldoza University" y se han diferenciado una serie de departamentos en la misma:

A. Departamento de cristalización: A su vez se divide en dos grupos de investigación:

A.1. Grupo de investigación UCRY-100, cuya línea de investigación principal es la cristalización de ADP con objeto de conseguir cristales con las características deseadas en cada tipo de geoda.

A.2. Grupo de investigación UCRY-301, con línea de investigación: optimización del procedimiento más adecuado para crear geodas e identificación del material más adecuado para su fabricación.

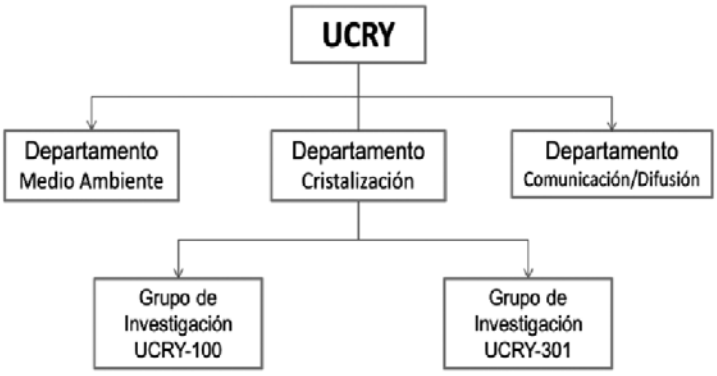


Figura 1. Organigrama de la Universidad creada.

B. Departamento de Medio Ambiente, con la finalidad de velar por la correcta actuación de los diferentes grupos de investigación, respetando el medio ambiente y velando por la seguridad en el laboratorio. Tiene como tareas específicas buscar información toxicológica sobre los reactivos empleados; poner a disposición de los compañeros las fichas técnicas de las sustancias químicas empleadas; gestionar de manera adecuada los residuos generados; velar por el cumplimiento de las normas de seguridad en las experiencias de los compañeros.

C. Departamento de comunicación y difusión, encargado de procurar la difusión eficaz de los resultados de las experiencias. Tiene como tareas procurar una correcta y diaria toma de datos en el cuaderno de laboratorio; diseñar el cuaderno de laboratorio, el blog y el póster científico; idear y editar el video de presentación; diseñar las camisetas para el concurso; diseñar y preparar la presentación del material.

El organigrama se muestra en la Figura 1.

3. Experimental

3.1. Materiales y reactivos

3.1.1. Sustancias químicas

Para llevar a cabo los experimentos de cristalización se han empleado como sustancias químicas fosfato de monoamonio de Triana (ADP_T en adelante) y ADP a granel (ADP_G), este último obtenido de Fertiberia (España); colorantes alimenticios de diferentes tonalidades, tinta de rotuladores fluorescentes y antocianina extraída de col lombarda; sustancias dopantes: cloruro de hierro (III), cloruro de estaño (II), sulfato de cobre, azulete y sulfato de aluminio y potasio (alumbre en adelante).

3.1.2. Utensilios y equipos de laboratorio

Para los experimentos de cristalización se ha hecho uso de cacerolas, placas calefactoras, varillas de vidrio, termómetros; el Kit Triana con vasos, tapaderas de plástico y recipientes aislantes; recipientes aislantes de poliestireno y fabricados con poliuretano; sonda de prospección, microscopios, lupas binoculares, lámpara de luz negra y morteros.

3.1.3. Material específico para la fabricación de geodas

Para hacer las geodas se han utilizado como materiales un huevo de avestruz, vendaje de yeso; arcilla polimérica y de secado al aire; resina polimérica y poliuretano; semillas de cristales obtenidas por el grupo UCRY-100; material de cristalización optimizado por el grupo UCRY-100.

4. Procedimiento

4.1. Procedimiento empleado en la cristalización

Para llevar a cabo las cristalizaciones se ha seguido de forma generalizada el siguiente procedimiento: Preparación de la disolución: en una balanza se pesa la cantidad deseada de la sal, en general 300 gramos, y se añade junto con el volumen de agua requerido (normalmente 500 ml) a una olla que se calienta en una placa calefactora con remoción intermitente con una varilla de vidrio. En caso de coloración se añade además colorante y

se remueve hasta su disolución. Se lleva a ebullición hasta completa disolución de la sal. Cuando la mezcla alcanza 80ºC se pasa al recipiente adecuado y se aísla.

En el caso de la cristalización de ADP_G se añadieron sustancias dopantes después del enfriamiento (sulfatos) o durante el calentamiento (resto de dopantes). En el caso de utilizar alguna semilla de cristal como centro de nucleación ésta se añadió una vez la disolución alcanzó 40 o 50ºC

La técnica de cristalización empleada en la mayoría de los casos fue la técnica de enfriamiento lento y en algunas ocasiones la de SSE (slow solvent evaporation) sin agitación continua.

Para llevar a cabo el aislamiento se emplearon los contenedores de aislamiento proporcionados por Triana y se fabricaron otros forrando con poliuretano.

4.2. Procedimiento empleado en la cristalización de geodas

En todo caso, para añadir la cantidad de disolución en la concentración adecuada se midió el volumen de agua que cabe en cada geoda y se calculó la cantidad de sal a añadir para obtener una disolución saturada. Después se habría de esperar hasta que se alcanzara la temperatura adecuada (40ºC) para añadir la disolución a la geoda. En la mayoría de las ocasiones se añadió a la disolución un colorante, empleándose en las GEODAS 2, 8 y 9 tinta de rotulador fluorescente.

5. Resultados y discusión

5.1. El estudio del proceso de cristalización

5.1.1. Estudio de las variables

El trabajo abordado por el grupo de investigación UCRY-101 ofrece los siguientes resultados:

a) Buscando cristales grandes. Se han estudiado los siguientes factores: sal empleada - los cristales más grandes se obtienen con ADP_T; velocidad de enfriamiento - a menor velocidad, los cristales son más grandes; el uso de semillas - los cristales son más grandes cuando partimos de semillas o centros de nucleación.

b) Buscando cristales transparentes: los factores que han permitido obtener cristales más transparentes son la recristalización, el uso de agua destilada y de ADP_G sin dopar.

c) Cristalización de ADP_G: inicialmente se vio que el ADP_G cristalizado según el procedimiento anterior ofrece formas masivas. Se probó su cristalización sobre ADP_T y utilizando dopantes. Con azulete se obtuvieron cristales interesantes pero sin la forma deseada; con $SnCl_2$ no conseguimos ningún cristal. Los mejores resultados se han ob-

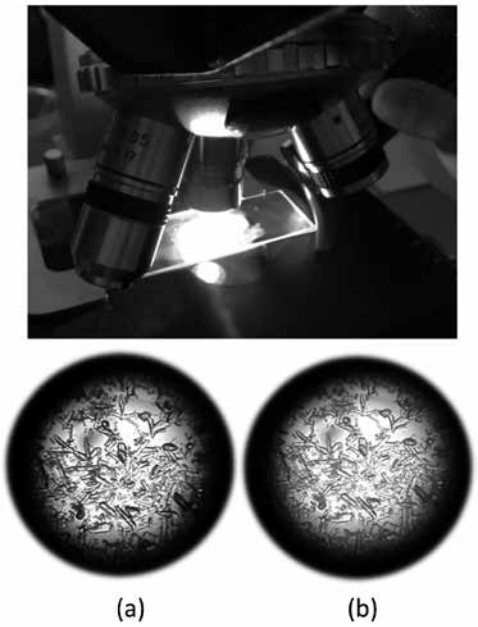


Figura 2. Estudio de la retención de la tinta de los rotuladores fluorescentes con microscopía óptica y lámpara de luz negra.

tenido con 1% en peso de $FeCl_3$, pero el cristal queda muy amarillo. Se probaron concentraciones menores de este dopante pero los cristales, aunque menos amarillos, no tenían la forma deseada. Para las geodas se ha optado por utilizar sulfato de aluminio y sodio con semillas de ADP_G, que ofrece cristales transparentes aunque no muy grandes.

d) La coloración de los cristales: se ha probado la coloración de los cristales con colorantes alimenticios líquidos. Los que permiten una mejor coloración son el azul, verde y amarillo. No se ha conseguido un color morado, pues EL ADP_T no retiene el rojo y el ADP_G no absorbe el azul.

e) Cristales fluorescentes: se probó a formar cristales coloreados utilizando la tinta de rotuladores fluorescentes y se estudió con el microscopio óptico mientras la muestra se iluminaba o no con lámpara de luz negra. Se observó que parte del colorante pasa al cristal. Se probó a mezclar varios colores pero las mezclas generaban residuos sólidos que han quedado retenidos en algún cristal, siendo las zonas en las que se encuentran las que presentan fluorescencia. Ver Figura 2.

5.1.2. La geometría de los cristales

Se han estudiado cristales con geometría diversa en los que las caras destacadas son diferentes.

Como se muestra en la Figura 3, los cristales de ADP a granel sin dopar presentan un mayor crecimiento de las caras 100, siendo pronunciada también las pirámides tetragonales. Cuando a estos cristales se les añaden los dopantes se observa el crecimiento de las cara 301, al igual que ocurre en el ADP proporcionado por Triana.

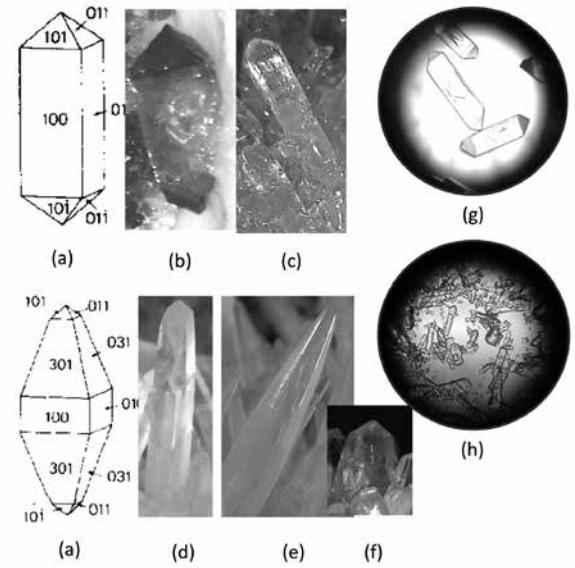


Figura 3. Geometría de los cristales (a) imagen de la referencia 5 (b) ADP granel colorante morado sin dopar en geoda de arcilla polimérica 2; (c) ADP granel con alumbre en geoda de arcilla polimérica (d) ADP granel con alumbre en geoda de resina polimérica 2 (e) ADP Triana en geoda de yeso 2 (f) ADP granel con alumbre en cristal; (g) ADP granel sin dopar con microscopio óptico. (h) ADP Triana con microscopio óptico.

5.2. Optimización del proceso de fabricación de geodas

5.2.1. Geodas en yeso

Se creó el molde utilizando un globo que se envolvió con vendaje de yeso. Se pinchó el globo y se extrajo. Una de las geodas (GEODA 1) se dejó abierta y la otra (GEODA 2) se cerró por completo, se abrió por la mitad para colocar las semillas, se volvió a cerrar con vendaje y se hizo un agujero para añadir sendas disoluciones de ADP_T.

5.2.2. Geodas en arcilla polimérica

Se hizo el molde forrando una bola de papel de aluminio con arcilla y se secó al horno a 150ºC. En una primera aproximación se forró el interior con silicona y no se añadieron semillas (GEODA 3). En un segundo intento (GEODA 4) se colocaron semillas en las paredes. En los dos casos se cristalizaron abiertas, con ADP_T la primera y ADP_G la segunda. La GEODA 4 se volvió a cristalizar a poca temperatura, obteniéndose cristales muy pequeños sobre otros más grandes. Los grados 5 y 6 se cristalizan en ADG_G.

5.2.3. Geoda en huevo

Se partió un huevo de avestruz previamente cristalizado con sulfato de cobre por evaporación del disolvente (GEODA 7) y se recristalizó con ADP_T y colorante azul a temperatura ambiente, obteniéndose cristales aciculares.

5.2.4. Geodas en resina polimérica

El molde se hizo llenando un globo con resina polimérica transparente y dejando secar durante 24 h moviendo el globo para que la resina quedara por las paredes. En la geoda de cristalización abierta (GEODA 8) se cortó el globo por la mitad, se forró con arcilla de secado al aire, se añadieron semillas y se cristalizó con ADP_G. En las geodas cerradas se hizo un agujero en el globo y se añadieron semillas mezcladas con algo de resina. Después se dejó curar la resina 76 horas. La GEODA 9 se dejó cristalizar sin aislamiento con ADP_G y las otras (GEODAS 10 y 11) se aislaron térmicamente con poliuretano y se les añadieron disoluciones de ADP_G a la primera y de ADP_T a la segunda. La geoda 9 se ha dejado cerrada y el resto se ha cortado por la mitad. Gracias al uso de la sonda de prospección se pudo seguir el proceso.

5.2.5. Discusión de resultados

Las primeras experiencias no llevaron a buenos resultados, pues los cristales no "agarraban" en las paredes. Se concluyó que debíamos añadir semillas a las paredes de la geoda previa cristalización.

Las geodas más llamativas son las que ofrece el ADP_T.

El material que permite obtener geodas con una mejor calidad sin hacer una elevada inversión de dinero y tiempo es el yeso, pero ha mostrado problemas de pérdidas de líquido a pesar de revestirlo con pintura impermeable. En el futuro se prevé llevar a cabo esta impermeabilización también en el interior de la geoda. Este problema se elimina con la arcilla y la resina polimérica. Esta última permite una iluminación externa para observar además la geoda por dentro con la sonda y se podría observar la geoda desde el exterior con globos totalmente transparentes.

6. Conclusiones

A través de la cristalización hemos aprendido a aplicar el método científico y cómo se hace ciencia. Los resultados obtenidos han sido posibles gracias al trabajo en equipo y la organización y división de las tareas entre todos nosotros en los diferentes grupos de investigación. Finalmente el trabajo, además de en las geodas y cristales obtenidos, ha cristalizado en un resultado final: un paper o artículo científico que presentamos como la imagen GEODA 12, y que permite la difusión del saber, pues no hay ciencia si no hay difusión de lo creado.

Agradecimientos

Agradecemos al a profesora Eva Aguilera Herrador, por su orientación y ayuda para elaborar este proyecto. Queremos dar gracias también al IES Antonio de Mendoza por permitirnos trabajar por las tardes en el laboratorio para hacer nuestros cristales y a la organización del concurso de Cristalización en la Escuela por movernos a descubrir el mundo cristalino.

Bibliografía

1. *Introducción a la cristalografía,* Donald E. Sands, Gabriel Martín Guzmán, Editorial Reverté, 2011.

2. *Cristalización en disolución.* F. Grases, A. Costa Bauzá, O. Söhel. Editorial Reverté SA. 2000.

3. *La geoda gigante de Pulpí: patrimonio geológico y minero.* J.M. Calaforra et al. Geodiversidad en Andalucía. Disponible en la Consejeria de Medio Ambiente.
https://web.archive.org/web/20070819163506/http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/contenidoExterno/Pub_revistama/revista_ma37/ma37_7.html

4. *The rapid growth of ADP single crystal,* Y. Lian, L. Zhu, et al., CrystEngComm, 2016, 18, 7530–7536.

5. *Theoretical growth and equilibrium forms of ADP (NH_4H2PO_4),* M. Aguil y C. F. Woensdregt, J. Cryst. Growth, 1987, 83(4), 549–559.

6. *The effect of supersaturation on growth features on the {100} faces of ammonium dihydrogen phosphate crystals,* R. J. Davey y J. W. Mullin, J. Cryst. Growth, 1975, 29(1), 45–48.

7. *Relationships between supersaturation, solution velocity, crystal habit and growth rate in crystallization of NH_4H2PO_4,* H. Takubo, S. Kume and M. Koizumi, J. Cryst. Growth, 1984, 67(2), 217–226.

8. *An Interesting Correlation between Crystalline Perfection and Second Harmonic Generation Efficiency on KCl- and Oxalic Acid-Doped ADP Crystals.* G. Bhagavannarayana et al. Crystal Growth & Design, Vol. 8, No. 2, 2008, 446-451.

9. *Física y Química,* 4º ESO. J.M. Vílchez et al. Editorial Anaya, 2016.

La cristalización de la Ciencia

Autores 1º ESO: Elvira Jiménez Ruiz, Sandra Pérez Dupont and María Roda Hidalgo
Profesora: Eva Aguilera Herrador
Centro: IES Antonio de Mendoza, Alcalá la Real (Jaén)

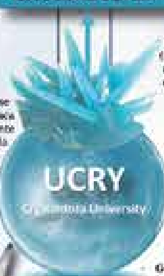
Objetivos generales

- Valorar el trabajo científico a través del desarrollo de experiencias de cristalización.
- Conocer "cómo se hace ciencia", el método científico y las diferentes etapas del mismo.
- Conocer diferentes elementos y materiales del laboratorio y las normas de seguridad.
- Valorar el trabajo en equipo.

Introducción

En el presente trabajo se ha estudiado el proceso de cristalización y la formación de geodas a través de un enfoque que ha llevado ligado el estudio del proceder científico. Así, se ha creado un centro de investigación público, la universidad Crystaldoza University (UCRY), y se han formado una serie de departamentos y grupos de investigación, cada uno de los cuales ha sido asignado con unas funciones y obligaciones y que han debido de trabajar de forma coordinada. La sal empleada para la cristalización ha sido en todo caso fosfato de monoamonio $NH_4H_2PO_4$ (ADP en adelante).

Departamento de Cristalización



Grupo de investigación UCRY-100

Línea de investigación: cristalización de ADP con objeto de conseguir cristales con las características deseadas en cada tipo de geoda.

Materiales:

Sustancias químicas:

- Fosfato de monoamonio de Triana (ADP, en adelante) y ADP a granel (ADP$_G$).
- Colorantes alimenticios, tinta de rotuladores fluorescentes y antocianina extraída de col lombarda.
- Sustancias dopantes (cloruro de hierro(III), cloruro de estaño(II), sulfato de cobre, azulete y sulfato de aluminio y potasio (alumbre en adelante).

Utensilios y equipos de laboratorio:

- Cacerolas, placas calefactoras, varillas de vidrio, termómetros.
- Kit Triana con vasos, tapaderas de plástico y recipientes aislantes.
- Recipientes aislantes de poliestireno y fabricados con poliuretano.
- Otros: Sonda de prospección, microscopios, lupas binoculares, lámpara de luz negra y morteros.

Procedimiento:

- **Preparación de la disolución:** en una balanza se pesa la cantidad deseada de la sal, en general 300 gramos, y se añade junto con el volumen de agua requerido (normalmente 500 ml) a una olla que se calienta en una placa calefactora con remoción intermitente con una varilla de vidrio. En caso de coloración se añade además colorante y se remueve hasta su disolución. Llevamos a ebullición hasta completa disolución de la sal. Cuando la mezcla alcanza 80º C la pasamos al recipiente adecuado y se aísla. En el caso de la cristalización de ADP$_G$ se añadieron sustancias dopantes después del enfriamiento (sulfatos) o durante el calentamiento (resto de dopantes). En el caso de utilizar alguna semilla de cristal como centro de nucleación ésta se añadió una vez la disolución alcanzó 40 o 50 ºC.
- **Técnica de cristalización:** en la mayoría de los casos se empleó la técnica de enfriamiento lento y en algunas ocasiones la de SSE (slow solvent evaporation) sin agitación continua.
- **Aislamiento:** Se emplearon los contenedores de aislamientos proporcionados por Triana y se fabricaron otros forrando con poliuretano.

Resultados y conclusiones:

Buscando cristales grandes: se han estudiado los siguientes factores:
. Sal empleada: los cristales más grandes se obtienen con ADP$_T$.
. Velocidad de enfriamiento → a menor velocidad, los cristales son más grandes.
. El uso de semillas → los cristales son más grandes cuando partimos de semillas o centros de nucleación.

Buscando cristales transparentes: los factores que han permitido obtener cristales más transparentes son la recristalización, el uso de agua destilada y de ADPG sin dopar.

Cristalización de ADP$_G$: Inicialmente se vio que el ADP$_G$ cristalizado según el procedimiento anterior ofrece formas masivas. Se probó su cristalización sobre ADPT y utilizando dopantes. Con azulete se obtuvieron cristales interesantes pero sin la forma deseada; con $SnCl_2$ no conseguimos ningún cristal. Los mejores resultados se han obtenido con 1% de $FeCl_3$, pero el cristal queda muy amarillo. Para las geodas se ha optado por utilizar sulfato de aluminio y sodio con semillas de ADP$_T$, que ofrece cristales transparentes aunque no muy grandes.

La coloración de los cristales:
Se ha probado la coloración de los cristales con colorantes alimenticios y sacando la tinta de rotuladores fluorescentes. Los que permiten una mejor coloración son el azul, verde y amarillo. No se ha conseguido un color morado, pues EL ADP$_T$ no absorbe el rojo y el ADP$_T$ no absorbe el azul. Sí se consiguieron con col lombarda.

Cristales fluorescentes e indicadores de pH
Se probó a formar cristales coloreados fluorescentes utilizando la tinta de rotuladores y se estudió con el Microscopio óptico mientras la muestra se iluminaba con lámpara de luz negra. Se observó que parte del colorante pasa al cristal. Por otro lado, se probó la obtención de cristales indicadores del pH haciendo cristalizar el ADP en extracto de lombarda.

Grupo de investigación UCRY-301

Línea de investigación: desarrollo del procedimiento más adecuado para crear geodas e identificación del material más adecuado para su fabricación.

Materiales:

- Huevo de avestruz, vendaje de yeso; arcilla polimérica y de secado al aire; resina polimérica y poliuretano.
- Semillas de cristales obtenidas por el grupo UCRY-100.
- Material de cristalización optimizado por el grupo UCRY-100.

Procedimiento:

Optimización de la fabricación de la geoda:

- **Geodas en yeso:** se creó el molde utilizando un globo que se envolvió con vendaje de yeso. Se pinchó el globo y se extrajo. Una de las geodas (GEODA 1) se dejó abierta y la otra (GEODA 2) se cerró por completo; se abrió por la mitad para colocar las semillas, se volvió a cerrar con vendaje y se hizo un agujero para añadir sendas disoluciones de ADP$_T$.

Geodas en arcilla polimérica: se hizo el molde forrando una bola de papel de aluminio con arcilla y se secó al horno a 150ºC. En una primera aproximación se forró el interior con silicona y no se añadieron semillas (GEODA 3). En un segundo intento (GEODA 4) se colocaron semillas en las paredes. En los dos casos se cristalizaron abiertas, con ADP$_T$ la primera y ADP$_G$ la segunda. La GEODA 3 se volvió a cristalizar a poca temperatura, obteniéndose cristales muy pequeños sobre otros más grandes. Las GEODAS 5 y 6 se cristalizaron cerradas con ADP$_T$ y la 5 se forró con fosato para aclararla y simular una geoda ágata.

- **Geoda en huevo:** se partió un huevo de avestruz previamente cristalizado con sulfato de cobre (GEODA 7) y se volvió a cristalizar con ADP$_T$ sin aislar, obteniéndose cristales aciculares.

- **Geodas en resina polimérica:** el molde se hizo llenando un globo con resina polimérica transparente y dejando secar durante 24h moviendo el globo para que la resina quedara por las paredes. En la geoda de cristalización abierta (GEODA 8) se cortó el globo por la mitad, se forró con arcilla de secado al aire, se añadieron semillas y se cristalizó con ADP$_T$. En las geodas cerradas se hizo un agujero en el globo y se añadieron semillas mezcladas con algo de resina. Después se dejó curar la resina 76 horas. La GEODA 9 se dejó cristalizar sin aislamiento con ADP$_T$ y las otras (GEODAS 10 y 11) se aislaron con poliuretano y se les añadieron disoluciones de ADP$_T$ a la primera y de ADP$_T$ con alumbre y luego con CIP_4 a la segunda. La geoda 8 se ha dejado cerrada y el resto se ha cortado por la mitad. Gracias al uso de la sonda de prospección se pudo seguir el proceso.

Preparación de la disolución: En todo caso, para añadir la cantidad de disolución en la concentración adecuada se midió el volumen de agua que cabe en cada geoda y se calculó la cantidad de sal a añadir para obtener una disolución saturada. Después se habría de esperar hasta que se alcanzara la temperatura adecuada (40ºC) para añadir la disolución a la geoda. En la mayoría de las ocasiones se añadió a la disolución un colorante, empleándose en las GEODAS 2, 5, 10 y 11 tinta de rotulador fluorescente y en la 6 col lombarda.

Resultados y conclusiones:

- En las primeras experiencias los cristales no "agarraban" en las paredes. Se concluyó que debíamos añadir semillas a las paredes de la geoda antes de la cristalización.
- Las geodas más llamativas son las que ofrece el ADP$_T$.
- El material que permite obtener geodas con una mejor calidad sin hacer una elevada inversión de dinero y tiempo es el yeso, pero ha mostrado problemas de pérdidas de líquido a pesar de revestirlo con pintura impermeable. En el futuro se prevé llevar a cabo esta impermeabilización también en el interior de la geoda.

Este problema se elimina con la arcilla y la resina polimérica y además la última permite una iluminación externa para observar la geoda por dentro con la sonda y se podría observar la geoda desde el exterior con globos totalmente transparentes.

Departamento de Comunicación

Finalidad: Procurar la difusión eficaz de los resultados de las experiencias.

Tareas:

- Procurar una correcta y diaria toma de datos en el cuaderno de laboratorio.
- Diseñar el cuaderno de laboratorio, el blog y el presente póster.
- Idear y editar el vídeo de presentación.
- Diseñar los contactos para el concurso.
- Diseñar y preparar la presentación del material.

Departamento de Medio Ambiente

Finalidad: velar por la correcta actuación de los diferentes grupos de investigación, respetando el medio ambiente y velando por la seguridad en el laboratorio.

Tareas específicas:

- Buscar información toxicológica sobre los reactivos empleados.
- Poner a disposición de los compañeros las fichas técnicas de las sustancias químicas empleadas.
- Gestionar de manera adecuada los residuos generados.
- Velar por el cumplimiento de las normas de seguridad en las experiencias de los compañeros.

Conclusiones generales

A través de la cristalización hemos aprendido a aplicar el método científico y cómo se hace ciencia. Los resultados obtenidos han sido posibles gracias al trabajo en equipo y la organización y división de las tareas entre todos nosotros en los diferentes grupos de investigación. Finalmente el trabajo, además de en las geodas y cristales obtenidos, ha cristalizado en un resultado final: un paper o artículo científico que presentamos como la imagen GEODA 12, y que permite la difusión del saber, pues no hay verdadera ciencia si no hay difusión de lo creado.

Bibliografía

[illegible]

Esto y mucho más en nuestro blog

I.E.S. ANTONIO DE MENDOZA
ALCALÁ LA REAL - JAÉN