
ARTICULO ORIGINAL

Ciento Sesenta años de Geología Aplicada a la Farmacia. En la encrucijada de Bolonia.**Hundred Sixty years teaching Applied Geology to Pharmacy. At the crossroads of Bologna Process.**

Delgado Calvo-Flores R, Delgado Calvo-Flores G, Martín García JM, Gámiz E, Márquez Crespo R, Párraga J

Dpto. Edafología y Química Agrícola (Grupo de Investigación RNM127, Ciencias del Suelo y Geofarmacia).

Facultad de Farmacia, Universidad de Granada. Campus Universitario de Cartuja, 18071, Granada; email:

rdelgado@ugr.es

RESUMEN

El estudio de las materias primas farmacéuticas y cosméticas de origen mineral, sus propiedades, métodos de investigación específicos, normas de obligado cumplimiento para el uso y otros nuevos ámbitos y aplicaciones de carácter sanitario que se han ido abriendo con el desarrollo de la Ciencia y la Técnica durante las últimas décadas, ha sido una asignatura de obligada impartición en los estudios de Farmacia hasta la implantación del Nuevo Grado auspiciado por la puesta en práctica del Plan Bolonia.

En esta Comunicación se relata la historia de la asignatura, sus diferentes denominaciones y profesores que ha tenido; se analizan en detalle sus contenidos científicos actuales y sus retos futuros: Todo ello en el marco del papel jugado hasta el presente en la Facultad de Farmacia en la formación del farmacéutico, y para componer una base científica y argumental, que permita analizar objetivamente la situación actual y las perspectivas futuras.

ABSTRACT

The study of pharmaceutical and cosmetic mineral raw materials, their properties, their specific research methods, regulating norms and test for their use, and other new applications for the human health that have been opened during the last decades owing to the development of Science and Technology, has been a obligatory subject of teaching in the Pharmacy studies of the Granada University until the implantation of the new studies of Grade promoted by the Bologna Process.

This communication relates the history of the subject "Applied Geology to Pharmacy", their different denominations and Professors who have had, analyzes in detail the current scientific content and its future lines of research and challenges. All these discussions in the context of the role that has played until today in the Faculty of Pharmacy as in the training of pharmaceuticals. And to compose a scientific basis and line of thinking, which allows to objectively analyze the current situation and future of the subject "Applied Geology to Pharmacy".

PALABRAS CLAVE: naturaleza de productos sanitarios; materias primas farmacéuticas

minerales; polimorfismo farmacéutico; control de calidad de productos sanitarios; estructura cristalina de las biomoléculas.

KEYWORDS: Nature of pharmaceutical materials, pharmaceutical raw materials of mineral origin, pharmaceutical polymorphism, quality control of pharmaceutical materials; crystal structure of biomolecules

INTRODUCCIÓN

La calificación en un plan de docencia de unos conocimientos como “obligatorios” u “optativos”, se puede abordar desde diversos puntos de vista: El “científico-pedagógico” o el “normativo”. El futuro Plan de Estudios de Grado de Farmacia, al que hace referencia este trabajo, ha sido regulado por el Acuerdo de Mínimos entre las Universidades Andaluzas¹.

Como antecedentes necesarios también se pueden mencionar algunas de las investigaciones que los autores han realizado en el campo científico de la Geología Aplicada a la Farmacia, como la Monografía del Talco de la Farmacopea Europea² (profesores de nuestro Departamento fueron nombrados expertos del Ministerio de Sanidad de España y del Consejo de Europa) o las publicaciones en revistas internacionales^{3,4,5,6,7,8,9,10,11}.

El objetivo que se pretende es analizar el caso de la asignatura “Geología Aplicada a la Farmacia”, que hasta el presente curso ha sido obligatoria en la Licenciatura de Farmacia y en el futuro Grado de Farmacéutico tendrá la calificación de optativa; todo ello en la Universidad de Granada. Evidenciaremos la trascendencia del cambio.

LA GEOLOGÍA APLICADA Y LA FUNDACIÓN DE LA FACULTAD DE FARMACIA DE GRANADA

La “Geología Aplicada a la Farmacia” (a partir de ahora GAF) es una ciencia con una importante historia en la Universidad y en particular en la Facultad de Farmacia de Granada. Se enseñaba como una parte de la denominada “Materia Farmacéutica”.

En palabras de Amo y Mora¹², Catedrático y Decano fundador de la Facultad de Farmacia de Granada: “La Materia Farmacéutica tiene por objeto describir los materiales medicamentosos, distinguir los verdaderos de los falsos o adulterados y dar a conocer las alteraciones que podrán experimentar con el transcurso del tiempo”. Se componía de tres partes, Mineral, Animal y Vegetal. Para titular a la GAF en los textos universitarios de esa época de las décadas finales del siglo XIX y las iniciales del XX se pueden encontrar también los nombres de “Mineralogía Farmacéutica”, simplemente “Mineralogía”, y hasta “Nociones de Geología”. A partir de 1944, la GAF se separa de la Zoología y la Parasitología, y pasa a denominarse ya con su título, coincidente con el actual. Mucha historia y trabajo de una larga cadena de profesores para ser olvidada a artificioso golpe de legislación y normativa.

Seguro se tacharía de imperfecta esta descripción histórica, si omitiéramos los nombres de profesores que se han dedicado al cultivo de la GAF, así como sus obras más significativas. Hemos mencionado a Mariano del Amo y Mora (1809-1894), Catedrático de Materia Farmacéutica y fundador y primer Decano de la Facultad entre 1850 y 1892. Autor del primer tratado de la GAF¹² (Figura 1). Carlos Rodríguez López-Neyra de Gorgot (1885-1958), Catedrático de Mineralogía y Zoología Aplicadas a la Farmacia, desde 1911 hasta 1945, también Decano de la Facultad. Su libro sobre la GAF¹³ ya es un texto bastante moderno, que versa no sólo sobre las especies minerales de utilidad farmacéutica, sino que también incluye nociones de Cristalografía. Ángel Hoyos de Castro (1913-1987), Catedrático de GAF entre los años 1945 y 1962 y Decano. Autor de numerosos textos de apoyo a la docencia¹⁴. Finalmente, Miguel Delgado Rodríguez (1921-2003), Catedrático de Geología Aplicada y Edafología, desde 1963 hasta 1987. Iniciador de las actuales investigaciones sobre minerales de aplicación farmacéutica y cosmética en nuestro Departamento. Autor de numerosas publicaciones¹⁵.

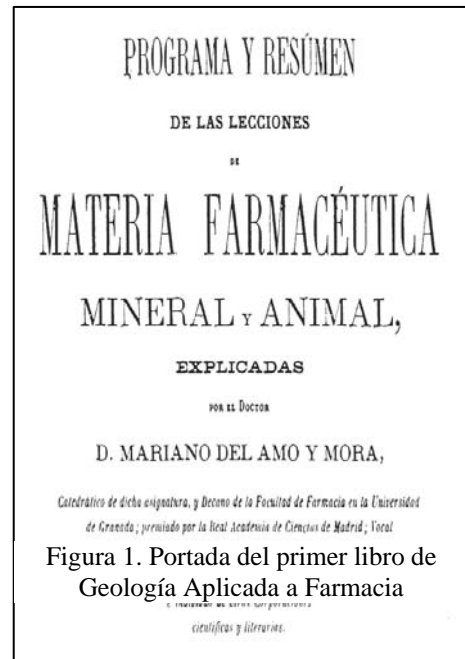


Figura 1. Portada del primer libro de Geología Aplicada a Farmacia

PROGRAMA DE GEOLOGÍA APLICADA A LA FARMACIA EN EL CURSO 2009-2010

Con el análisis de los programas de docencia también podemos acometer la valoración del carácter obligatorio u optativo de nuestra asignatura; primer punto de vista y criterio aludido en el apartado de Introducción: el “científico-pedagógico”.

Un bloque inicial de dos temas se dedica al concepto de la asignatura y a conocer los fundamentos de la Cristalografía Aplicada a la Farmacia. Entre las propiedades de mayor trascendencia para la sistematización del estudio de la materia cristalina y los cristales se halla la simetría, que resulta básica en los métodos de determinación de las estructuras cristalinas.

El bloque temático segundo se ha sido denominado “Síntesis, propiedades y métodos de estudio específicos de sólidos cristalinos”, compuesto de seis lecciones. La cristalización es un proceso esencial en la Tecnología Farmacéutica. De entre las propiedades destacamos el polimorfismo, descubierto para los productos farmacéuticos en la década de los sesenta del pasado siglo XX y que ha permitido controlar la biodisponibilidad de los fármacos.

El bloque temático tercero recibe el nombre de “Otras aplicaciones sanitarias de los sólidos cristalinos. Principios de Biocristalografía”. Una de las últimas e importantes aportaciones de la Cristalografía a la Ciencia, ha sido la Biocristalografía, dedicada a la determinación de las complejas estructuras de las macromoléculas biológicas como pilar básico de la Biología Molecular.

El bloque temático cuarto se denomina “Materias primas minerales farmacéuticas y cosméticas. Minerales tóxicos”. Su interés reside en que muchos minerales son materias primas cuya Sistemática se desarrolla aquí. Algunos incluso resultan tóxicos. Todos, conocimientos imprescindibles.

El bloque cinco trata de la “Aptitud de las materias minerales” para su empleo en Farmacia y Cosmética. Se plantean las dos posibilidades de empleo de los minerales en Farmacia: como principio activo, o como excipiente, y su uso en Cosmética. Incluye la valoración de su aptitud en las principales farmacopeas.

Finalmente, el bloque sexto: “Biominales humanos Relación de los minerales con la vida”, trata la interesante cuestión de la relación entre los minerales y los seres vivos abarcando los principales biominales humanos del hueso, diente, otolitos, litiasis y otros biominales humanos, la replicación de biomoléculas en soportes minerales, y las más recientes hipótesis sobre el origen mineral de la vida.

Todo este conjunto de conocimientos sobre GAF requieren de una enseñanza práctica que los ilustre y los convierta en una realidad desde el punto de vista de la investigación. Las clases prácticas se desarrollan en cuatro sesiones. Por otra parte, hemos empleado la figura de las clases en seminario, como apoyo de las clases de teoría y práctica.

COMPETENCIAS FORMATIVAS ALCANZADAS CON LA GEOLOGÍA APLICADA A LA FARMACIA

Desde el segundo punto de vista que exponíamos en la Introducción, el “normativo”, el análisis de los contenidos de la GAF también permite afirmar que los alumnos alcanzan competencias formativas propias de las asignaturas obligatorias. Emplearemos para ello los citados Acuerdos¹. La GAF alcanza competencias de los Módulos Formación Básica, Química, Farmacia y Tecnología, Biología y Medicina y Farmacología.

Concretamente, el Bloque 1 “Concepto de la asignatura y fundamentos de Cristalografía”, permitiría al alumno “Conocer y comprender [...] los diferentes estados de la materia...”, “Conocer y comprender las propiedades características [...] de compuestos...”, o “Conocer el origen, naturaleza [...] de productos sanitarios” (competencias del Módulo de “Química”). El Bloque temático 2 cumple entre otros “Conocer la estabilidad de los principios activos y formas farmacéuticas así como conocer los métodos de estudio” (polimorfismo) (M. de Farmacia y Tecnología). El Bloque 3, “Principios de Biocristalografía”, recoge “Conocer las estructuras (cristalinas) de las biomoléculas...” (M. de Biología). Los bloques cuarto y quinto, “Materias primas minerales farmacéuticas y cosméticas. Minerales tóxicos” y “Aptitud de materias minerales”, respectivamente, vuelven a recoger competencias como: “Diseñar, optimizar y elaborar las formas farmacéuticas...” y “Aplicar el control de calidad de productos sanitarios...” (M. de “Farmacia y Tecnología”); “Identificar, [...] principios activos [...] y otros productos y materiales de interés sanitario”, “Estimar los riesgos asociados a la utilización de sustancias...” y “Conocer y comprender las propiedades características [...] de

los compuestos, así como su aplicación...” (M. de Química); también, “Conocer la naturaleza [...] de tóxicos...” (M. de Medicina y Farmacología).

Teniendo en cuenta que la elaboración de los planes de estudios en el marco de los Acuerdos¹ no se basan en el nombre de las asignaturas ni tan siquiera en el de los Departamentos o Áreas, sino en las competencias que se deben alcanzar, a la luz de todo lo expuesto en los párrafos anteriores, se aprecia claramente que al pasar la GAF de obligatoria a optativa la formación de los alumnos se verá mermada de conocimientos básicos que vienen recogidos como competencias en la normativa.

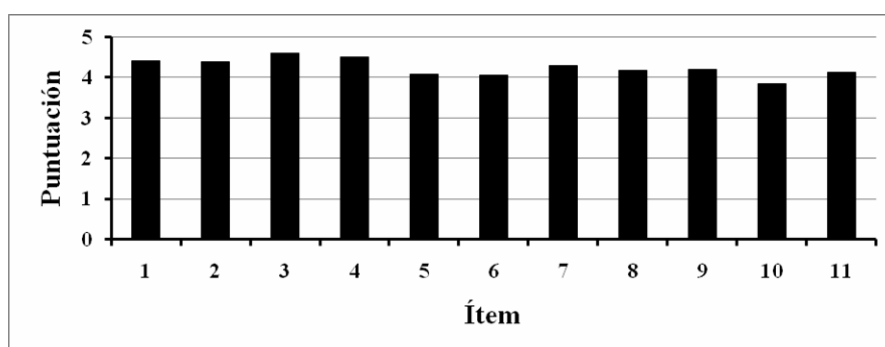
ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DE LOS ALUMNOS

La encuesta de satisfacción evalúa los verdaderos resultados de una asignatura. Éste es otro de los pilares del argumento “científico-pedagógico” planteado en la Introducción.

La GAF, de clásico, ha sido una materia altamente valorada por el alumnado en los procesos evaluativos de la Universidad de Granada. En este último curso 2009-2010, y ante la necesidad de disponer en pocas semanas de datos para este estudio, el propio Departamento de Edafología y Química Agrícola promovió una consulta anónima a los alumnos cuyos resultados se publican aquí como primicia. Se exploraron once ítems de interés, valorados de 1 a 5, en el sentido negativo a positivo (Figura 2).

Las puntuaciones son cercanas o superiores a cuatro. Las de las preguntas 9, 10 y 11 nos deberían hacer pensar en el acierto o desacierto de las modificaciones realizadas en el nuevo Grado. También por la vía de la opinión del alumnado se cuestiona el cambio de la categoría de la GAF de asignatura de obligatoria a optativa.

Figura 2. Resultados de la encuesta. Curso 2009/2010. Asignatura Geología Aplicada a la Farmacia. Número de alumnos encuestados 367.



Ítems: **1.** ¿Las técnicas docentes (apuntes publicados, exposición mediante power point, clases magistrales, prácticas, trabajos personalizados de los alumnos, etc.) te han resultado?; **2.** ¿Cómo ha sido a tu parecer el desarrollo de la asignatura?; **3.** ¿Han cumplido los profesores de esta asignatura con sus obligaciones docentes?; **4.** ¿El trato recibido por parte de los profesores ha sido correcto?; **5.** ¿Has percibido en el profesor interés hacia ti como alumno?;

6. ¿Te han gustado las clases prácticas? ¿Las consideras interesantes?; 7. ¿Piensas que has adquirido conocimientos que te han capacitado en los contenidos siguientes: Principios de Cristalografía aplicada a la Farmacia; biocristalografía (macromoléculas biológicas). Minerales de interés y aplicación en Farmacia, Cosmética y otras Ciencias de la Salud: principios activos, excipientes y tóxicos (fibras). Biominerales humanos (huesos, dientes, litiasis)?; 8. La ciencia que te han enseñado ¿es moderna y de vanguardia?; 9. ¿Piensas que cursando esta asignatura has aprendido algo valioso para tu carrera?; 10. ¿Esta asignatura ha despertado tu interés científico y personal?; 11. A tu parecer, ¿deberían estudiar todos los alumnos de Farmacia, obligatoriamente, esta asignatura?

CONCLUSIONES

No siempre los objetivos de mejoría que se persiguen con la reforma de los planes de estudios se logran. Tal es lo que ha sucedido, y creemos haberlo demostrado palmariamente con todo el desarrollo anterior, en los estudios de grado en Farmacia de la Universidad de Granada, al modificar la calificación de la Geología Aplicada a la Farmacia de materia obligatoria a optativa.

Y si hemos demostrado la relevancia de los contenidos de la GAF para la formación del farmacéutico no es menos cierto que como campo de investigación tiene gran futuro. Destacaríamos el desarrollo de nuevas formas polimórficas de uso farmacéutico, los avances en el campo de la cristalografía de macromoléculas (esencial en la Biología Molecular), o el estudio avanzado de los biominerales humanos, para el diseño de futuros frentes de lucha de patologías de difícil etiología y tratamiento. Un ejemplo podría ser el de los cristales de apatito del hueso para el caso de la osteoporosis, denominada “La epidemia silenciosa del siglo XXI”. Tampoco hay que olvidar las nuevas formulaciones farmacéuticas en base a las especies minerales empleadas como excipientes o principios activos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acuerdo de Mínimos entre las Universidades Andaluzas para el título de Graduado en Farmacia. Report intern. 15, septiembre, 2008.
2. Delgado Calvo-Flores R, Gámiz E, Linares González J. International Harmonization Pharmacopoeia. Talcum Monograf. 20 pp. Pharmeuropa, 1995.
3. Gámiz E, Delgado Calvo-Flores G., Delgado Calvo-Flores R. Characterization of Spanish kaolins for pharmaceutical use. II. Assays according British Pharmacopoeia. Bolletino Chim. Farm. 1988; 127: 138-143.
4. Gámiz E, Delgado Calvo-Flores G, Párraga J, Delgado Calvo-Flores R. Étude de talcs espagnols à usage pharmaceutique. Essais des pharmacopées. Ann. Pharm. Franc. 1989; 47: 33-41.
5. Gámiz E, Linares J, Delgado Calvo-Flores R. Assessment of two spanish bentonites for pharmaceutical uses. Appl. Clay Sci. 1992; 6: 359-368.

6. Delgado Calvo-Flores R, Gámiz E, Delgado Calvo-Flores G, Ruiz A, Gallardo V. The crystallinity of several spanish kaolins. Correlations with sodium amylobarbitone release. *Clay Miner.* 1994; 29: 785-797.
 7. Párraga J, Rivadeneyra MA, Delgado Calvo-Flores R, Iñiguez J, Soriano M, Delgado Calvo-Flores G. Study of biomineral formation by bacteria from soil solution equilibra. *React. Funt. Polym.* 1998; 36: 265-271.
 8. Soriano M, Melgosa M, Sánchez Marañón M, Delgado Calvo-Flores G, Gámiz E, Delgado Calvo-Flores R. Whiteness of talcum powders as a quality index from pharmaceutical uses. *Color Res. Appl.* 1998; 23: 178-185.
 9. Llacer J, Gallardo V, Delgado Calvo-Flores R, Párraga J, Martín D, Ruiz A. X-ray diffraction and electron microscopy in the polymorphism study of Ondansetron hydrochloride. *Drug Develop Ind. Pharm* 2001; 27: 899-908.
 10. Soriano M, Sánchez-Marañón M, Melgosa M, Gámiz E, Delgado Calvo-Flores R. Influence of chemical and mineralogical composition on color for commercial talcs. *Color Res. Appl.* 2002; 27:430-440.
 11. Gámiz E, Melgosa M, Sánchez Marañón M, Martín García JM, Delgado Calvo-Flores R. Relationships between chemico-mineralogical composition and colour properties in selected Spanish natural and calcined caolins. *Appl. Clay Sci.* 2005; 28: 269-282.
 12. del Amo y Mora M. *Materia Farmacéutica Mineral y Animal Explicadas*. Imprenta Ventura, Granada. 1864.
 13. Rodríguez López-Neyra de Gorgot C. *Tratado Elemental de Mineralogía. Aplicada a las Ciencias Químicas, Farmacia e Industrias*. Imprenta Ventura, Granada. 1925.
 14. Hoyos de Castro A. *Mineralogía. Una Introducción al Estudio Químico-Estructural de los Minerales*. Imprenta Ventura, Granada. 1947.
 15. Delgado Rodríguez M. *Soil Micromorphology. Proceedings of the Fifth International Working Meeting on Soil Micromorphology (Vol. I and II)*. Dpto. Edafología, Granada. 1978.
-