

EL BOTIQUÍN DE CASA: UNA FORMA DE APRENDER QUÍMICA

Soledad Esteban Santos

Dpto. Química Orgánica y Biología – Facultad de Ciencias – UNED

C/ Senda del Rey, 9 – 28040 Madrid

e mail: sesteban@ccia.uned.es

RESUMEN

La información proporcionada por los envases y, sobre todo, por los prospectos de los medicamentos puede constituir una eficaz herramienta didáctica en el aula de química. Muchos contenidos teóricos y prácticos pueden abordarse por una vía diferente y más próxima a nuestra realidad, como serían fundamentalmente ejercicios de formulación o la realización de algunos experimentos sencillos relativos a la química orgánica. Permite así, por una parte, la posibilidad de ofrecer una perspectiva CTS al estudiar esos temas. Pero, por otra, tanto la síntesis de nuevos fármacos como otros aspectos estrechamente conectados con la salud, abren el debate sobre cuestiones de tipo ético de gran actualidad. Con lo cual y abordado de esta manera, este aspecto de la química podría contribuir a la educación en valores de nuestros alumnos.

Palabras clave: *medicamentos, fármacos, contenidos de química orgánica, educación en valores.*

INTRODUCCIÓN

Casi todos tenemos en casa un pequeño botiquín, una caja con productos farmacéuticos o como queramos llamar a ese lugar donde guardamos los medicamentos, gasas, mercromina.... Con todos ellos, nos cuidamos, nos aliviarnos de ciertos dolores, curamos algunos accidentes domésticos y tratamos algunos pequeños trastornos de nuestro organismo. En suma, nos sirven para velar por nuestra salud. Y, si entre todos esos productos nos centramos en los medicamentos y los analizamos desde un punto de vista didáctico, comprobaremos que nuestro botiquín constituye un asequible, y no por ello menos importante, medio de aprender química. O, al menos, de reforzar la que ya sabemos.

Lo que aquí se presenta no consiste en obtener de un botiquín productos para realizar algún sencillo experimento en casa (Bueno Garesse, 2004). Se trata más bien de que simplemente "mirando" atentamente los medicamentos que allí se encuentran, podamos extraer de ellos un conocimiento acerca de muchos conceptos y términos químicos. Porque los medicamentos contienen una información muy valiosa desde una perspectiva pedagógica que, mediante una estrategia didáctica adecuada, puede hacer de aquéllos una eficazísima vía de educación no formal (Jacobi y Schiele, 1990; Lucas, 1991), con la que se refuerce el aprendizaje tanto de contenidos científicos como el de

valores, actitudes y normas. Y esa información, por otra parte, supone una serie de contenidos CTS que son clave en el currículo de química (Caamaño, 2003).

Nuestro *objetivo* es, pues, discutir una estrategia mediante la cual la información contenida en medicamentos muy comunes pueda ser convertida en un apoyo didáctico eficaz al estudiar química.

Pero, *¿cuál es esa información?* y *¿dónde se encuentra?* Antes de responder a estas preguntas es conveniente atender a algunas consideraciones previas.

CONSIDERACIONES PREVIAS: CONCEPTOS Y TÉRMINOS QUE HAN DE TENERSE CLAROS

Al discutir en el aula la información aportada por los medicamentos, han de comentarse previamente a los alumnos algunas ideas básicas sobre los mismos. Ante todo, ¿por qué relacionamos química y medicamentos? O, en términos más generales, ¿por qué relacionamos química y salud? Cuando hablamos de salud, inmediatamente asociamos esa palabra con la medicina, pero no tanto con la química. Pero si pensamos sobre esto algo más despacio, seremos capaces de ir relacionando poco a poco la palabra "medicamento" con la química: farmacia, fármaco, laboratorio, productos químicos...La misma palabra "fármaco" deriva del término griego *pharmakon*, utilizado en la antigüedad entre los alquimistas griegos para referirse a los reactivos químicos. Por otra parte, generalmente tomamos la palabra "fármaco" como sinónimo de medicamento, lo cual no es del todo cierto. Debemos poner siempre atención a nuestro *lenguaje* científico, cuidándolo incluso en nuestra conversación cotidiana. Por ello, en primer lugar atenderemos a éste y algunos otros aspectos esenciales para lograr nuestro objetivo.

TERMINOLOGÍA

Hay un matiz muy importante a tener en cuenta que es la causa de la diferencia entre fármaco y medicamento. Como *fármaco* se entiende toda sustancia químicamente pura que presenta una acción biológica, lo cual no significa que pueda ser siempre utilizada con fines terapéuticos; y puede proceder bien de fuentes naturales -materia prima de origen vegetal, animal o, incluso, mineral- o bien ser un producto sintetizado en un laboratorio. Mientras que *medicamento* hace referencia a todo fármaco cuya actividad biológica se utiliza ya para fines terapéuticos. Es decir, no todos los fármacos pueden ser empleados como medicamentos, lo cual tiene una fácil explicación ya que muchos fármacos, aunque tengan una actividad biológica apropiada para ciertos fines, pueden presentar unos efectos secundarios en absoluto deseables para el hombre o los animales a los que fueran destinados. Además, un medicamento puede estar constituido por uno o varios fármacos.

Así, antes de que un fármaco pueda ser convertido -en su caso- en un medicamento, ha de pasar por una serie de controles, tanto farmacológicos y toxicológicos (tipo de actividad, efectos secundarios y laterales, carencia de actividad carcinogénica, etc.) como químicos, sobre todo analíticos (pureza, composición química, etc.). Y una vez

que el fármaco supera esos controles, se le aprueba oficialmente para su introducción en el mercado de medicamentos. Otro término que no debe confundirnos es el de *droga*: aunque en nuestro lenguaje cotidiano solemos emplearlo con una acepción negativa, en realidad hace referencia a la materia prima de origen animal o vegetal que posee actividad biológica, pero que no ha sido manipulada.

MECANISMO DE ACCIÓN DE LOS FÁRMACOS

Para comprender mejor el mecanismo de acción de fármacos y medicamentos en nuestro cuerpo, es decir, cómo actúan para sanarnos, hay que atender a otro concepto. Es el de *principio activo*, que se define como el grupo atómico responsable de la actividad biológica del fármaco, que sería así la parte del fármaco que actúa dentro de determinados puntos de nuestro organismo. Una de las primeras teorías en este sentido daba una explicación muy sencilla: determinados grupos funcionales (oxhidrilos, anillos aromáticos, átomos de nitrógeno básicos, etc..) se combinarían con ciertos *puntos receptores* del organismo en cuestión, siendo ese punto receptor el lugar donde el fármaco se encaja mediante una reacción química. Esta teoría fue elaborada a finales del siglo XIX y sus ideas básicas aun subsisten en la actualidad, aunque con variaciones conceptuales debidas a los avances en el conocimiento científico. Antes de llegar a ese punto receptor el fármaco debe atravesar una serie de tramos dentro de nuestro organismo, pasando por muy diversos fluidos, membranas, etc... procesos en los que hay que tener en cuenta fenómenos de tipo químico y también fisicoquímico.

Por esta razón, el medicamento se ha de presentar al mercado bajo una forma determinada (píldoras, inyectables, supositorios, etc..) y con determinados excipientes, de tal manera que así pueda ser suministrado al paciente. Esto es causa de que la acción farmacológica de un medicamento no dependa tan sólo de la naturaleza química del fármaco, sino de esos otros factores. Por ejemplo, del tamaño del cristal o de sus partículas; del grado de hidratación del cristal; del excipiente o aglutinante; si está en disolución o en forma salina; del pH del medio, etc...

FORMA DE NOMBRAR LOS MEDICAMENTOS

Es ésta una importante cuestión y más compleja de lo que pueda parecer. En primer lugar, como los fármacos son compuestos químicos, tendrán un *nombre químico* regido por las reglas generales para nombrar éstos, es decir, las de la IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) y las de la IUB (International Union of Biochemistry). Pero debido a la complejidad de las moléculas de los fármacos, estos nombres resultan poco prácticos; son demasiado complicados y largos, difíciles de retener en la memoria y no dan idea de su utilidad desde el punto de vista terapéutico. Por esa razón se recurre a otro tipo de nombres, que poco o nada tienen que ver con su estructura química: se trata de los llamados *nombres genéricos* o *Denominaciones Comunes Internacionales (DCI)* según la unificación y sugerencias de la Organización Mundial de la Salud (OMS). La OMS aconseja que los nombres genéricos no sean muy largos; que resulten fáciles de pronunciar y deletrear; que se

diferencien unos de otros fonética y ortográficamente para no crear confusiones; que no contengan ningún término que pueda inducir al paciente a asociaciones negativas (como el término de "cáncer", por ejemplo). Y, sobre todo, si un fármaco pertenece a un grupo de sustancias emparentadas farmacológicamente, su nombre debe mostrar claramente esa relación. Para esto se utilizarán una serie de partículas -sufijos o prefijos- como por ejemplo: acetamol, -ciclina o cort-, sulfa-, etc.

Por último, dado el peso y volumen económico de la industria farmacéutica, son importantísimas las *patentes*, por lo que los medicamentos tienen también una *marca registrada*, impuesta por la empresa propietaria de la explotación de la patente y que normalmente indica muy poco de su naturaleza química. Es, pues, el *nombre comercial* y se reconoce porque en la parte derecha del nombre lleva un superíndice con una R dentro de un círculo, ® (por ejemplo, Gelocatil®). Esto da también lugar a que el mismo principio activo pueda aparecer en el mercado farmacéutico bajo nombres comerciales diferentes, a veces muy numerosos, como ocurre por ejemplo en el caso del paracetamol (DCI), que actualmente se encuentra con unos treinta marcas registradas (Gelocatil, Acertol, Actron, Apiretal, Dafalgan, Panadol, Termalgin, etc.). Esto, evidentemente, da lugar a confusiones, por lo cual hay que tener presente que es con el nombre genérico, DCI, con el que se identifica verdaderamente el fármaco o principio activo. No obstante, aunque el mismo nombre genérico corresponda al mismo fármaco, al ser de marca comercial distinta no siempre su acción farmacológica es la misma, ya que ésta depende no sólo de la naturaleza química del fármaco, sino de otros factores, como antes se señaló.

Con esto entramos también el tema de los *medicamentos genéricos*, de los que tanto se trata actualmente en los medios de comunicación. Un medicamento genérico no es más que un medicamento en el que la patente de su correspondiente principio activo ya ha caducado, por lo que su precio de mercado no está recargado con el porcentaje destinado a los gastos de investigación y desarrollo. Ésta es, pues, su gran y evidente ventaja, la de ser más baratos para el consumidor y para la Seguridad Social.

INFORMACIÓN CONTENIDA EN LOS MEDICAMENTOS

Ya podemos abordar las cuestiones planteadas al principio de este artículo. La información que nos ofrece un medicamento está contenida en su prospecto, en su envase y en el aspecto del medicamento en sí mismo, con lo que respondemos a la segunda de esas cuestiones. Pero en cuanto a la primera, sobre cuál es esa información, hay que considerar que los datos que más nos interesan desde el punto de vista científico y didáctico están contenidos en los *prospectos*. Y nos dan la clave para conocer:

- Cuál es su principio o principios activos (algunas veces se nombran así expresamente y otras se da tan sólo el nombre de los fármacos correspondientes).
- Cuál es el excipiente (así como si tiene otros posibles componentes).

- Cuál es la acción biológica (muchas veces se señala directamente y otras con términos tales como analgésico, antipirético, antifúngico, etc...).
- A qué grupo de fármacos pertenece (aunque no siempre se dice).

Sin embargo, en los *envases* aparece también otra información que si bien no es de tipo químico es conveniente que sea conocida por los alumnos (como la caducidad, lote de fabricación, si se suministra con receta médica, si requiere condiciones especiales de conservación, etc..). Son una serie de símbolos, siglas y números, que en general resultan incomprensibles para el usuario. Los más importantes y frecuentes son:

Símbolos:

- ✕ : caducidad inferior a cinco años
- : se expende con receta médica ordinaria.
- ◉ : se expende con receta médica ordinaria pero requiere un seguimiento especial (para sustancias psicotrópicas).
- : se expende con receta especial y requiere talonarios específicos (en sustancias estupefacientes).

(Si no hay ningún círculo, no precisa ningún tipo de receta)

- ❄ : condiciones de conservación especial (en el frigorífico)
- ☢ : material radiactivo.

Números

Aparece un número de seis cifras que comienza por 6, 7, 8 ó 9 que es el *código nacional* y que identifica al medicamento.

Siglas

A veces aparecen los siguientes grupos de letras: EPF ó especialidad farmacéutica publicitaria (se trata de medicamentos que pueden ser publicitados en los medios de comunicación, y que no son pagados por la Seguridad Social); ECM ó de especial control médico (el farmacéutico debe notificar el número de medicamentos de esta clase que haya expedido así como el nombre de los médicos que los hayan recetado); TLD ó tratamiento de larga duración (medicamentos para enfermedades de tipo crónico, de largo tratamiento); DH ó de diagnóstico hospitalario (medicamentos que exigen pruebas de diagnóstico hospitalario antes de su prescripción, como por ejemplo, antibióticos de nueva generación, anticancerígenos, etc..).

Fecha de caducidad y lote de fabricación

La fecha de caducidad viene reflejada con el mes y el año. Suele aparecer una letra en mayúscula seguida de un número: la letra corresponde al año de fabricación (ejemplo; H, año 1993; I, 1994; J, 1995; K, 1996, etc..) y el número es el del lote.

Cupón de precinto

Es el rectángulo que recorta el farmacéutico para unirlo a la receta de la Seguridad Social. Está compuesto por un código de barras y una serie de letras y símbolos, con lo que figura esta información: importe del medicamento reembolsado por la Seguridad Social (ASSS); nombre del laboratorio, nombre del medicamento y cantidad de unidades (como comprimidos, supositorios, mililitros, etc); código nacional (otra vez); código de barras.

ESTRATEGIA DIDÁCTICA

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, cabrían diversas posibilidades de dar un enfoque didáctico a toda esa información. Veamos algunas de ellas:

- Mostrar a los alumnos el *prospecto* de algunos medicamentos usuales, incluso con la ayuda de transparencias, y se irían señalando los distintos componentes del medicamento en cuestión (resaltando los que constituyan los principios activos), su acción farmacológica, etc.. Asimismo, se pueden comentar algunos de esos símbolos, siglas y números que aparecen en los *envases* de los medicamentos.
- Escribir en la "pizarra" -o exponerse también mediante una transparencia- la *fórmula* de un determinado fármaco y señalar en ella ciertos tipos funcionales orgánicos: un grupo fenilo, un grupo OH, un grupo COOH, etc... De esta manera, los alumnos tendrán la oportunidad de reconocer la relación entre tantos medicamentos que nos resultan familiares y la química. En casos de estructuras relativamente sencillas, puede proponerse como ejercicio escribir el nombre según las reglas correspondientes a la nomenclatura de la química orgánica. Tal es el caso de medicamentos como la aspirina, el ibuprofeno, la anfetamina, alguna sulfamida sencilla, etc...
- Estudiar "sobre el papel" la *síntesis* de algún fármaco, siempre y cuando fuera sencilla: se representaría en la pizarra y se discutiría cómo determinados grupos funcionales reaccionan para dar la nueva molécula del fármaco.
- Incluso, profundizando en el sentido anterior, llevar a cabo en el laboratorio la obtención de algún fármaco, consultando la bibliografía pertinente. Y bien podría obtenerse por un proceso de síntesis, eligiendo los casos en que éste no resultara complicado, como el de la aspirina (o mejor dicho, del ácido acetilsalicílico), o bien por un proceso de extracción, como obtener cafeína a partir de café o de las hojas del té.

Todo esto constituiría un buen refuerzo didáctico al tratarse en el aula los temas de la Química del Carbono (Esteban, 1995).

Y ya en *otra línea* se podría:

- Proponer determinadas lecturas sobre fármacos y cuestiones de salud, en general, utilizando no ya sólo textos específicos, sino los medios de comunicación. Frecuentemente aparecen artículos y noticias de este tipo en los

medios impresos, no sólo en de terminadas revistas de divulgación de acreditada validez, como pueden ser *Muy Interesante, Quo, Conocer, etc...*, sino que la prensa diaria dedica casi siempre alguna página a aspectos relacionados con nuestra salud.

- Suscitar en el aula algún debate acerca de ciertos temas de actualidad relacionados con estos aspectos, como son, entre otros, la clonación de genes o la utilización de células madre. Son de especial interés los que tratan acerca de los aspectos éticos de la ciencia, con lo cual también se puede hacer una confrontación con la ideología del medio de comunicación donde aparezcan, contribuyendo todo ello al aprendizaje de valores de los alumnos.

UN EJEMPLO CONCRETO: LA ASPIRINA

Podríamos integrar todo lo anterior centrándonos en un medicamento muy común, de lo cual constituye la *aspirina* el prototipo de medicamento casi "idóneo" para esta clase de ejercicios. De esta manera:

- Mostraríamos en clase un prospecto de aspirina, señalando en él:
 - i. su principio activo, el ácido acetilsalicílico, como también aparece nombrado explícitamente (nombre químico).
 - ii. otros componentes que actúan como excipientes, etc..
 - iii. sus acciones farmacológicas (analgésico, antipirético, etc..)
 - iv. el símbolo ® que aparece como superíndice en su nombre comercial y discutir su significado.
- Mostrar un envase de aspirina y comentar sus símbolos y siglas (por ejemplo, el símbolo Σ)
- Escribir su fórmula estructural y distinguir en ella los grupos funcionales (anillo bencénico, grupo OH, grupo ester).
- Justificar el nombre de "ácido acetilsalicílico" partiendo de esa fórmula.
- Escribir su esquema de síntesis, explicarla y discutir en clase sus diversos pasos (exponer la reacción , ajustarla, etc..).
- Realizar en el laboratorio su síntesis "real".
- Realizar algún comentario sobre determinados aspectos históricos relativos a este medicamento (como, por ejemplo, que desde la antigüedad se conocía ya el poder curativo para el dolor o la fiebre de infusiones de corteza de sauce; historia de su síntesis industrial, etc..).
- Trabajar sobre alguna lectura relacionada con la aspirina (sus propiedades terapéuticas, su historia, alguna noticia de la prensa, etc..).

Pero en todos los casos habría que tener muy presente el nivel del curso y las características del alumnado.

REFLEXIÓN FINAL

Éstas han sido tan sólo sugerencias para la utilización de ciertos aspectos relacionados con los medicamentos desde una perspectiva pedagógica. Y es innegable que meditando acerca de este enfoque se puede potenciar la rentabilidad didáctica del mismo. Tomando siempre como punto de referencia el nivel de nuestros alumnos, su preparación y su interés, pueden conseguirse estrategias más adecuadas al mismo fin. Teniendo en cuenta la zona geográfica y las tradiciones del medio donde nos movemos, se encontrarán formas de mejorar y hacer más atractivas para los alumnos estas posibilidades.

Por otra parte, hay que resaltar el hecho de que muchos trabajos e investigaciones sobre la síntesis de nuevos fármacos estén rodeados en la actualidad de cuestiones de tipo moral y ético, planteados por la sociedad ante una nueva vertiente de la ciencia. Estas cuestiones requieren también unas nuevas disposiciones legales y que se haga un balance entre los posibles perjuicios que puedan surgir y los innegables avances que esos estudios proporcionan para aliviar el dolor humano. Pero existen otros problemas, asimismo íntimamente conectados con los medicamentos -como son los originados por ciertas enfermedades como el sida, neumonía atípica, gripe aviar, etc.-, que lo que demandan son otras normas en nuestra convivencia y en nuestros hábitos cotidianos. Todo ello hace necesaria una especial concienciación de la ciudadanía. Y es éste otro aspecto interesantísimo de este tema para la perspectiva aquí propuesta: el de su capacidad para contribuir a educar en ese sentido a nuestros alumnos, ciudadanos con responsabilidad plena en un inmediato futuro. Los medicamentos constituirían así una importante vía de educación no formal tanto para el estudio de contenidos científicos como para la educación en valores actitudes y normas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUENO GARESSE, E. (2004). Aprendiendo química en casa. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1 (1), pp. 44-51. En línea en: http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen1/Numero_1_1/Vol_1_Num_1.htm.
- CAAMAÑO, A. (2003). La Enseñanza y el Aprendizaje de la Química. En M. Pilar Jiménez Aleixandre (coord.): *Enseñar Ciencias*, pp.203-228. Barcelona: Ed. Grao.
- ESTEBAN, S. (1995). *Química del Carbono en las Enseñanzas Medias*. Madrid: Ed. UNED (Colección Educación Permanente).
- JACOBI, D. y SCHIELE, B. (1990). La vulgarisation scientifique et l'éducation non formelle. *Revue française de pédagogie*, 91, pp. 81-111.
- KORAN, J.J. Y ELLIS, J. (1994). La recherche en milieu informel. *Publics & Musées*, 4, pp. 47-69.
- LUCAS, A.M. (1991). "Info-tainment" and informal sources for learning science. *International Journal of Science Education*, 13 (5), pp. 495-504.

FUENTES

- AVENDAÑO, C. (coordinadora) (2001). *Introducción a la Química Farmacéutica*. Madrid: 2ª edición. Mc Graw Hill Interamericana.
- DELGADO CIRILO, A., MINGUILLÓN LLOMBART, C. y JOGLAR TAMARGO, J. (2000). *Introducción a la Química Terapéutica*. Barcelona: PPU, S.A. (Promoción y Publicaciones Universitarias, S.A.).
- ESTEBAN, S. (2001). *Introducción a la Historia de la Química*. Madrid: Ed. UNED (Colección Cuadernos de la UNED).
- KOROLKOVAS, A. y BURCKHALTER, J.H. (1979). *Compendio Esencial de Química Farmacéutica*. Barcelona: Ed. Reverté, S.A.
- THOMAS, G. (1996). *Chemistry for Pharmacy and the Life Sciences*. Londres: Prentice Hall.
- WITTCOFF, H.A. y REUBEN, B.G. (1999). *Productos Químicos Orgánicos Industriales*. México: Limusa.