



Chemistry and Industry for Teachers in European Schools

QUÍMICA: MOTOR DE LA SOCIEDAD

Preservativos: ¡La evolución de la
química!

Tony Ryan (con permiso de la Royal Society of
Chemistry), Keith Healey

Traducción y adaptación llevada a cabo por:

IQS

Universitat Ramon Llull



Education and Culture

Socrates
Comenius

CITIES (*Chemistry and Industry for Teachers in European Schools*) es un proyecto COMENIUS cuyo cometido es el desarrollo de materiales educativos que ayuden a los profesores a hacer sus clases más atractivas colocando la química en el contexto de la industria química y la vida cotidiana.

Forman parte del proyecto CITIES las instituciones siguientes:

- Goethe-Universität Frankfurt, Germany, <http://www.chemiedidaktik.uni-frankfurt.de>
- Czech Chemical Society, Prague, Czech Republic, <http://www.csch.cz/>
- Jagiellonian University, Kraków, Poland, http://www.chemia.uj.edu.pl/index_en.html
- Hochschule Fresenius, Idstein, Germany, <http://www.fh-fresenius.de>
- European Chemical Employers Group (ECEG), Brussels, Belgium, <http://www.eceg.org>
- Royal Society of Chemistry, London, United Kingdom, <http://www.rsc.org/>
- European Mine, Chemical and Energy Workers' Federation (EMCEF), Brussels, Belgium, <http://www.emcef.org>
- Nottingham Trent University, Nottingham, United Kingdom, <http://www.ntu.ac.uk>
- Gesellschaft Deutscher Chemiker GDCh, Frankfurt/Main, Germany, <http://www.gdch.de>
- Institut Químic de Sarriá (IQS), Universitat Ramon Llull, Barcelona, Spain, <http://www.iqs.url.edu>

Otras instituciones asociadas al proyecto CITIES son:

- Newcastle-under-Lyme School, Staffordshire, United Kingdom
- Masaryk Secondary School of Chemistry, Prague, Czech Republic
- Astyle linguistic competence, Vienna, Austria
- Charles University in Prague, Prague, Czech Republic



Este proyecto ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea. Esta publicación solo refleja los puntos de vista de su/s autor/es, la Comisión Europea no puede ser considerada responsable de cualquier uso que pueda hacer con la información contenida en el mismo. El equipo CITIES advierte a cualquiera que use los materiales experimentales de CITIES, que debe conocer y respetar las medidas de seguridad adecuadas de acuerdo con una práctica profesional responsable y con las regulaciones nacionales y de su institución. CITIES no es responsable de los daños que puedan resultar de un uso incorrecto de los procedimientos descritos.

PRESERVATIVOS: ¡LA EVOLUCIÓN DE LA QUÍMICA!

Una historia desde la antigüedad hasta hoy en día

El uso de preservativos es uno de los sistemas de prevención del embarazo más fiables y más usados en el mundo; además protegen contra enfermedades de transmisión sexual como el SIDA, la gonorrea, la sífilis, etc.

Los condones son fáciles de fabricar y son producidos a partir de productos naturales renovables, por ello son baratos y asequibles para la mayoría de la población mundial.

Pero no siempre ha sido ni tan fáciles de conseguir ni tan seguros... ¡hasta que llegó la química!

¿Cómo y dónde comenzó todo?

El preservativo es la primera y más antigua forma de contracepción artificial conocida. Se sabe que se ha venido usando desde hace más de 6.000 años.

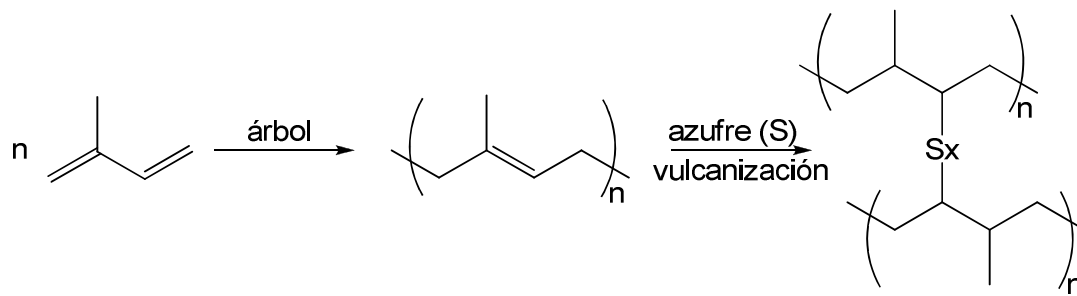
Se cree que la denominación de *condón* -el más común de sus nombres- se debe a un distinguido miembro de la corte del rey Carlos II de Inglaterra. Sin embargo, es probable que este apelativo derive de la palabra latina *condus*, que significa recipiente.

Una de las primeras evidencias de su existencia son las fundas de lino para protegerse del contagio de la sífilis que se usaban en el antiguo Egipto. Sin embargo, la primera referencia sobre su empleo en Europa -las pinturas rupestres de Combarelles, Francia- data del siglo primero después de Cristo, una fecha bastante más reciente.

En los siglos XVIII y XIX su uso estaba muy extendido por el mundo y era relativamente sencillo conseguir preservativos, que estaban hechos con tripa de animal.

La primera intervención de la química: la vulcanización.

La verdad es que el uso de la tripa para la elaboración de preservativos los hacía poco fiables. Por ello, con el descubrimiento de la vulcanización en 1843 -patentada por Thomas Hancock y pocos meses después por Goodyear- se impuso la fabricación a partir de goma elástica vulcanizada.



Cierto tipo de árboles producen de forma natural y abundante caucho. Este material está compuesto por cadenas -polímeros- de *cis*-poliisopreno que el árbol fabrica a partir de moléculas simples -monómeros- de isopreno. Sin embargo, por sus características, este caucho aún no es útil para fabricar los preservativos.

Para convertirlo en la goma elástica que se necesita, debe vulcanizarse. Este proceso es una reacción química de las cadenas de polímero con azufre que crea uniones entre ellas, confiriéndole al material unas características de elasticidad y resistencia mucho mayores.

La hegemonía de la producción de preservativos a partir de la goma elástica ya vulcanizada duró 90 años, hasta la introducción de la tecnología del látex en los primeros años de la década de 1930.

La revolución del látex: ¡la química vuelve a superarse!

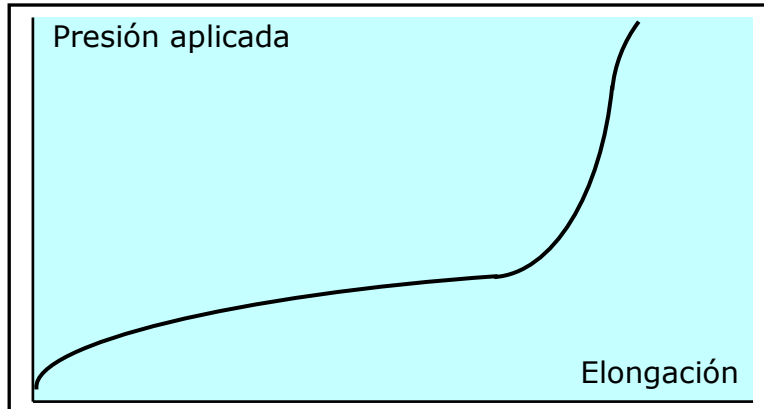
La introducción del látex líquido como material para la obtención industrial de preservativos supuso tal revolución que desplazó a los métodos que usaban la goma elástica vulcanizada tradicional y aún continúa siendo la base del sistema productivo en la actualidad.

La ventaja fundamental es que el proceso de fabricación es mucho más simple: sólo hace falta sumergir unos cilindros de vidrio con la forma deseada en el látex líquido.

Otra ventaja de este nuevo sistema de fabricación es que el látex natural líquido es un recurso natural renovable que se extrae en forma de fluido -de aspecto lechoso- del árbol *Hevea brasiliensis*. La goma para fabricar los preservativos se encuentra dispersa en el líquido -fundamentalmente agua- en forma de partículas estabilizadas por la acción de proteínas que las solubilizan.

Además la goma obtenida mediante esta tecnología tiene mejores propiedades:

- Formación de películas muy delgadas: usualmente entre 100 y 500 μm .
- Muy buena resistencia al reventón: dependiendo del grueso del film se soporta mayor o menor presión antes de la rotura. Por ejemplo los preservativos ultrafinos deben soportar hasta dos litros de agua.
- Alta resistencia e integridad.
- Gran elongación: superior al 1000% antes de la rotura.
- Blando.



¡Vamos a experimentar!

- (1) ¿A qué no lo haces explotar?: intenta incharlo al máximo soplando en su interior. ¿Has podido estallar? Los estándares europeos fijan que un condón debe ser capaz de expandirse hasta un volumen de 18 litros antes de estallar, aunque algunos pueden llegar hasta los 40 litros.
- (2) Observa lo resistente que puede llegar a ser un condón: toma un preservativo y llénalo con cantidades de agua cada vez mayores. Observa cuánto llega a deformarse antes de romperse.

El proceso de fabricación

El proceso de fabricación se puede dividir en 11 grandes etapas:



Control de calidad (etapa 2)

Tras ser extraído el látex de los árboles de la plantación y antes de que el fabricante decida comprarlo para usarlo para producir preservativos, se analizan las materias primas para certificar que cumplen los requisitos necesarios.

Cuando cada cargamento de látex llega a los centros productivos es analizado de nuevo con los mismos criterios para asegurar que el proceso de transporte no ha estropeado la materia prima: si supera de nuevo los análisis, recibe un código único que lo identifica y ya entra en el proceso industrial.

Así mismo, para asegurar la calidad del producto final se realizan análisis durante todo el ciclo productivo.

Preparación del látex y prevulcanización (etapa 3)

Se le añaden al látex agentes entrecruzadores y acelerantes. Tras la mezcla, se calienta para realizar una prevulcanización. Este tratamiento le confiere estabilidad y resistencia -gracias a la formación de unos primeros puentes de azufre entre las cadenas- y lo deja suficientemente activo como para que sea más reactivo en la gran etapa de vulcanización posterior.

Los aditivos que se añaden y su proporción -el conjunto recibe el nombre de formulación- son específicos de cada fabricante y específicos para la utilidad que se le quiera dar al material. Por ejemplo, en el caso de los preservativos los aditivos deben asegurar que sean resistentes, seguros y, al mismo tiempo, con una respuesta alérgica al látex pequeña. Estas formulaciones suelen ser el resultado de un largo proceso de investigación y desarrollo.

Maduración (etapas 4 y 8)

Antes de ser usado, el látex debe reposar durante 21 días para estabilizar sus propiedades antes de la siguiente etapa de producción: o bien la inmersión -látex en forma de fluido-, o bien el análisis electrónico -látex en forma de preservativo-.

Sin embargo, antes de ser utilizado siempre es sometido a análisis que aseguren su poder de formar películas -en el primer caso- o que cumple con los requisitos legales -en el segundo caso-.

Inmersión (etapa 5)

Tras la primera etapa de maduración, el látex es transferido a unos contenedores termostatados ubicados en el área de producción, que está aislada del exterior para minimizar la presencia de partículas de polvo.

A continuación, una ristra de limpios moldes de vidrio con forma fálica es sumergida en el tanque de látex. En todo momento cada uno de los moldes es rotado, de esta manera todos se recubren con una fina película de la solución de igual grosor en toda la superficie.

Posteriormente los moldes son secados para consolidar la película formada.

A partir de este punto puede repetirse el proceso entero las veces que sean necesarias hasta conseguir el grosor conveniente o pasar a la siguiente etapa de producción, la vulcanización.

Vulcanización (etapa 6)

La línea continua de moldes pasa a través de un horno para vulcanizar el látex: en este momento se concluyen las reacciones químicas iniciadas en la etapa de prevulcanización, con ello se aseguran la elasticidad y la resistencia finales que tendrán los preservativos.

Retirado del molde (etapa 7)

Por acción del agua a presión los condones son retirados de los moldes. Además, se los somete a un lavado intensivo que elimina cualquier sustancia soluble en agua que pueda quedar y son espolvoreados con productos farmacológicamente seguros -por ejemplo carbonato de magnesio o de calcio- para evitar que se enganchen los unos con los otros.

Análisis y control electrónico (etapa 9)

Para asegurar que los preservativos obtenidos son de la máxima calidad, se toman algunos como muestra en cada lote de producción durante todo el ciclo de fabricación -desde la primera a la última etapa- para realizar rigurosos exámenes. Los más relevantes son:

- (1) Inspección visual de desperfectos
- (2) Detección de poros por llenado de los condones con agua
- (3) Determinación de la resistencia a la tensión
- (4) Determinación de la resistencia a la explosión por inflado con aire
- (5) Medida del grosor y longitud de los preservativos

Algunos fabricantes, además, realizan controles electrónicos: se toman los condones, se llenan con agua y se sumergen en un baño del mismo líquido; a continuación se los somete a alto voltaje; puesto que el material del preservativo debería actuar como aislante, si la corriente consigue circular significa que existen poros o imperfecciones y el preservativo debe ser desechado.

Enfundado (etapa 10)

Tras superar satisfactoriamente el control electrónico, los condones son automáticamente enrollados y transferidos a una máquina que los coloca en el interior de fundas individuales.

A continuación se inyecta en el interior de la funda el lubricante del preservativo y, si el producto debe tener un sabor o aroma concreto, también los aditivos correspondientes.

Ahora sí, las fundas son selladas térmicamente y en su exterior se estampa el lote de fabricación y la fecha de caducidad.

Para mayor seguridad, algunos de los preservativos ya envasados de cada lote son tomados para analizar si existen poros o imperfecciones en su funda de protección. Si así fuera, debería reenvasarse todo el lote completo.

Empaquetado (etapa 11)

Los preservativos ya enfundados son empaquetados en distintos formatos: cajas, bolsitas, ristras, etc., listos para ser comercializados. Sin embargo, antes de ser vendidos aún se les realizan algunos ensayos más para verificar que cumplan con los requisitos legales nacionales e internacionales.

Perspectivas de futuro

El consumidor siempre está en busca de nuevas experiencias, por tanto, la industria de producción de preservativos está constantemente desarrollando nuevos accesorios, lubricantes, sabores y formas para sus productos.

Pero también se está investigando el empleo de nuevas materias primas que sean biodegradables y que permitan reducir los problemas de alergia al látex: fruto de este esfuerzo son los preservativos de poliuretano y los de nitrilo.

¿Deseas saber más?

Si quieres, existe mucho material disponible para que puedas aprender más:

- <http://www.cexint.com/cexspain.swf>
- <http://www.durex.com>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Condón>

Traducción y adaptación realizada por:

Iñaki Galve,
Jordi Cuadros,
Merche Manresa,

a partir del documento original en inglés, en Barcelona en el mes de abril de 2009.



Esta obra está bajo una licencia Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas 3.0 España de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/> o envíe una carta a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.