

## REFERENCIAS HISTÓRICAS Y EVOLUCIÓN DE LOS PLÁSTICOS

**Sergio García**

Universidad Politécnica de Valencia, Facultad de Bellas Artes, Departamento de escultura,  
España. Correo electrónico: sgd-78@hotmail.com

*Recibido: Octubre de 2008; Aceptado: Noviembre 2008*

### RESUMEN

Con el presente artículo realizamos una trayectoria histórica partiendo de los polímeros naturales que tenía el hombre para alcanzar sus pretensiones y que más tarde la evolución tecnológica y las investigaciones darían lugar al nacimiento del primer polímero sintético, derivando en los superpolímeros de hoy. Estudiamos cuáles han sido los indicios de las resinas de poliéster junto a los otros polímeros, todo de forma breve y concisa para que el lector tenga una idea inmediata de donde han surgido los polímeros que tenemos hoy en el mercado.

**Palabras claves:** Historia, sintético, polímeros, superpolímeros, poliéster.

### ABSTRACT

In this article we realize a historical path departing from the natural polymers that the man had to reach his pretensions and that afterwards the technological evolution and the investigations researches would give place to the birth of the first synthetic polymer, deriving in the today superpolymers. We study which you have been the indications of the resins of polyester close to other polymers, everything of brief and concise form in order that the reader has an immediate idea wherefrom there have arisen the polymers that we have today on the market.

**Key words:** History, synthetic, polymers, superpolymers, Polyester.

### INTRODUCCIÓN

**Antecedentes de los plásticos: los polímeros naturales.** Antes de crearse los polímeros, la madre naturaleza era la única y exclusiva fuente de materiales con que el hombre contaba para la realización de sus herramientas, útiles y objetos de uso cotidiano. Las propiedades que ofrecían las piedras, las maderas o los metales no satisfacían todas las demandas existentes así que, el hombre en su innato afán de investigación y búsqueda comenzó a aplicar sustancias que suplieran estas carencias; se manipulan los polímeros

naturales: el ámbar, el hasta natural, la goma laca y la gutapercha son los precursores de los polímeros actuales.

En la naturaleza, encontramos al ámbar como una resina de coníferas que tras derramarse del árbol, endureció y atrapó en su interior a insectos o plantas que quedando incluidos en ella han llegado hasta nosotros como fieles testimonios del pasado. Avanzando en el transcurso de la historia, se tiene conocimiento de que los egipcios en el año 2000 a.C, en la época de los faraones, además de usar resinas naturales para embalsamar a sus muertos también usaban el asta natural calentándolo para moldear figuras y recipientes. El hasta natural del mismo modo tuvo sus aplicaciones en *Europa* durante el medievo, los trabajadores del cuerno (asteros) realizaban objetos cotidianos con este material, como cucharas, peines o faroles. La goma Laca es un polímero natural producido por las secreciones de la hembra de un chinche llamado *lac*, originaria de la *India* y el sudeste de *Asia*. Esta secreción endurecida se disuelve en alcohol, y se puede aplicar sobre superficies produciendo un recubrimiento brillante, impermeable y casi transparente. Por último, la gutapercha es una goma vegetal similar al caucho que se extraía por sangrado al practicar incisiones a determinados árboles que se hallan en las Indias orientales y en Indonesia. Los indígenas la utilizan para recubrir objetos y recipientes.

Dejando atrás los polímeros naturales, surgen los primeros pasos hacia estireno, componente a partir del cuál, más adelante nacería el poliestireno y las resinas de poliéster. *Pedro Pablo Gallardo* relata como se hayan los primeros indicios ya en el año 1786, cuando en el Diccionario de la Química Práctica y teórica escrito por *William Nicholson*, describe como se destila el estorax, un bálsamo obtenido del árbol *Liquambar orientalis* [1]. Durante el siglo XIX, tuvo lugar el descubrimiento del caucho, la caseína, la ebonita y el celuloide, materiales considerados como los antecesores o padres de los plásticos modernos: en la publicación *Aplicaciones del plástico en la construcción*, su autor *Juan de Cusa*, relata cuando se tuvo noticia de la creación del caucho, en 1820, cuando se consiguió una masa plástica al tritular y mezclar goma cruda con una máquina ideada en Inglaterra por *Thomas Hancock*, el inconveniente es que la naturaleza de esta materia, no la permitía mantener una forma específica al ser extraída del molde, se deformaba y se aplastaba sobre si misma por el efecto de la fuerza de la gravedad, el aire no la secaba, una materia así no era útil [2]. Del mismo modo el autor nos explica como en 1839, *Charles Goodyear* remata la fase originada por *Handcock*, pues consigue transformar accidentalmente el caucho crudo en una material resistente y elástico al vulcanizarlo con azufre. *Handcock* lo denominó Vulcanización,

término que deriva del dios *Vulcano* (Dios del fuego) [3]. De esta forma nació el material con el que se realizarían los neumáticos en una industria automovilística cada vez más creciente. Asimismo, *Juan de Cusa* nos da a conocer quien creó la *Galatita* y de que materias deriva este nuevo polímero:

“1895. - *Emil Bertiner* materializa la *Galatita*, producto derivado de la caseína tratada con formol. El curioso nombre procede de la voz griega compuesta por gala, leche y litos, piedra. Literalmente leche de piedra” [4].

Nuevamente *Pedro Pablo Gallardo* nos comenta en su trabajo como otras materias se empiezan a fabricar a nivel industrial: la ebonita, obtenida en 1851 es un producto el de caucho endurecido resultante de añadir hasta un 50% de azufre al caucho, fruto de los trabajos de experimentación llevados a cabo por *Handcock* y *Goodyear*. *Nelson Goodyear* posteriormente patentó el proceso [5]. Un hecho destacable es el acaecido en 1855 cuando tiene lugar el descubrimiento de un nuevo material resultante de la disolución de dos elementos, se lo denominó *Parkesita*, conocido actualmente como celuloide. El nombre viene de su inventor el inglés *Alexander Parker*; el como se inventó y que particularidades tiene la *Parkesita* nos lo especifica *Juan de Cusa* en breves líneas:

“Descubrió que el nitrato de celulosa se disuelve en alcanfor fundido, con la ayuda de calor y que al enfriarse la disolución, antes de convertirse en una masa dura, pasaba por una fase intermedia de plasticidad, durante cuyo transcurso podía ser objeto de moldeo” [6].

La *Parkesita* evolucionó hacia otro material, los autores del trabajo *Industria del plástico*, *Richardson* y *Lokensgard* nos indican que después en 1870, *Wesley Hyatt*, basándose en la *Parkesita* (que a *Parkes* se le olvidó patentar), crea y patenta el celuloide, material más avanzado, resultante de la mezcla de piroxilina con goma de alcanfor pulverizada y con el que ganó una recompensa ofrecida por un editor que buscaba un material alternativo al marfil para realizar bolas de billar [7]. En 1828 es entonces cuando tiene lugar un hecho importante dentro de los avances en cuanto a formulación química de los polímeros se refiere: tiene lugar la primera síntesis dentro de la química orgánica; *Wöhler* la logra a partir de la urea y las investigaciones realizadas con el cianato de plata. Posteriormente nuevos avances en cuanto a la polimerización del estireno se suceden, el ya citado *Juan de Cusa* nos explica en su trabajo como en 1845 se consigue acelerar su polimerización a la cifra de una hora, puesto a 200° C, labor realizada por *Blyth* y *Hofman* [8]. Asimismo, en 1847 el glicerol y ácido tartárico son condensados y dan lugar a un

poliéster tridimensional, resultado obtenido derivado de los experimentos llevados a cabo por *Berzelius* [9].

**La génesis del primer plástico sintético.** En estos momentos entra en escena un material que supondría la revolución en el mundo de los polímeros y el primero de la ingente cantidad de nuevos plásticos que advendrían posteriormente. Tiene lugar la creación del primer plástico sintético termoestable a manos del químico *Leo Baekeland*, de la publicación realizada por *Antonio Miravete*: “Los nuevos materiales en la construcción”, es esencial entrecomillar el siguiente párrafo:

*“La bakelita fue el primer polímero completamente sintético, fabricado por primera vez en 1909. Recibió su nombre del de su inventor, el químico estadounidense Leo Baekeland. La baquelita es una resina de fenolformaldehído obtenido de la combinación del fenol (ácido fénico) y el gas formaldehído en presencia de un catalizador; si se permite a la reacción llegar a su término, se obtiene una sustancia bituminosa marrón oscura de escaso valor aparente. Pero Baekeland descubrió, al controlar la reacción y detenerla antes de su término, un material fluido y susceptible de ser vertido en moldes”* [10].



Figura 1. Carcasa de teléfono realizada en *Bakelita* negra.

Con este material se fabricaron carcasas de teléfonos (véase la Figura 1) y de radios, artículos de escritorio, ceniceros, etc. Se avecina una nueva era al saber que ya se podían obtener nuevos plásticos a partir de la química y que eran capaces de imitar y superar las prestaciones de los plásticos naturales, que ya evidentemente, quedaron obsoletos; todo esto acaece en una fase en que tenía lugar la industrialización y el crecimiento de la

comercialización de algunos polímeros como el acetato o las resinas urea-formaldehído con las cuales se podían elaborar objetos transparentes. La creciente demanda por parte de una sociedad cada vez más consumista sigue estimulando la producción masiva de objetos de plástico. Más avances se suceden, otro momento clave en la historia de los plásticos tuvo lugar en 1915 cuando se descubre la formación de polímeros por el encadenamiento molecular de dos o más monómeros de diferente naturaleza, lo que recibió el nombre de copolimerización [11]. Esto supuso la creación de una mayor variedad de plásticos que se adecuarían a una cada vez más amplia gama de fines. Llegados a 1930, durante esa década se consigue el desarrollo industrial de los polímeros más importantes de nuestra actualidad como el poli(cloruro de vinilo), el poliestireno, las poliolefinas y el poli(metacrilato de metilo) [12]. Sobre todo porque de 1930 a 1935 nació la técnica de los termoplásticos [13]. Lo que permitió desarrollar una noción más amplia acerca de las diversas herramientas y procedimientos de trabajo para tratar estos nuevos materiales. Asimismo en esta misma década la investigación con el poliéster gira entorno a su aplicación como pinturas y barnices y además surgirán lo que en el futuro supondrá un refuerzo muy utilizado en conjunción sinérgica con las resinas de poliéster conformando así los llamados plásticos reforzados, *Duillo D'arsie* así lo hace constar:

“ .....empiezan a producirse en escala industrial las primeras partidas de fibras de vidrio de pequeño diámetro, aptas para ser tejidas, como resultado de las intensas investigaciones iniciadas algunos años antes por la *Owens-Illinois Glass Co.* en *Estados Unidos*, seguida pronto por *Modigliani* en *Italia*, la *Saint-Gobain* en *Francia* y otros en *Alemania, Inglaterra, etc.*” [14].

En 1936 Se lanzó al mercado el poli(metacrilato de metilo), que es un vidrio orgánico, transparente, ligero y fácil de moldear, su nombre comercial es *Plexiglás* en *España y Alemania*, *Perpex* en *Gran Bretaña* y *Lucite* en los *EE.UU.* Durante la segunda guerra mundial, se empleó para fabricar ventanillas de aviones. Un año después tenemos que subrayar un hecho muy importante que atañe al desarrollo de las resinas de poliéster. *Carleton Ellis*, en 1937, también estimuló un mayor interés por la resina, al descubrir que con la adición de monómeros insaturados a poliésteres insaturados se reducía considerablemente el tiempo de reticulación y polimerización. *Ellis* es considerado como el padre de los poliésteres insaturados [15]. Años más tarde se utilizarán las resinas de contacto que serán las iniciadoras del empleo de materiales compuestos realizados con resinas de poliéster y que no necesitan presión externa (véase la Figura 2).



Figura 2. Material compuesto por cuatro estratos de fibra de vidrio Mat embebidos en matriz de poliéster insaturado.

Cabe destacar que a la vez se siguen descubriendo nuevos polímeros como las poliamidas cuyo nombre comercial será el *Nylon*, descubierto en 1928 por *Carothers* y el equipo que dirigía trabajando en la *DuPont* [16]; el politetrafluoretileno cuyo nombre comercial será Teflón, nació casualmente gracias a *Roy S. Plunkett* cuando trabajaba para la *DuPont* en 1938 [17], este material se caracteriza por soportar temperaturas de hasta 300°C. También se seguirán estableciendo las bases sobre las que nacerán otros nuevos, todo esto a un ritmo cada vez más frenético. También se seguirán estableciendo las bases sobre las que nacerán otros nuevos, todo esto a un ritmo cada vez más frenético.

**Avances técnicos en la investigación y desarrollo de polímeros.** Durante este periodo se produce un vertiginoso crecimiento del empleo de algunos polímeros para poder sustituir a otros materiales de difícil adquisición. Durante la Segunda Guerra Mundial, las tropas japonesas se hicieron con los territorios de las indias Orientales, quedando sin aprovisionamiento de caucho natural a los *EE.UU.*, se descubrieron los elastómeros sintéticos para suplir esa falta de materiales, nace el neopreno para fabricar neumáticos de aviones y vehículos militares. Las aplicaciones militares también disparan el uso de los plásticos reforzados formados por poliésteres insaturados y fibra de vidrio así como los hilos de *Nylon* se emplean para paracaídas. Nació una industria que será la de mayor producción mundial;

Siguen surgiendo y aplicándose nuevos polímeros: el polipropileno, la Bayer alemana descubre los poliuretanos, la *Dow Corning* y la *General Electric* desarrollan las aplicaciones de las siliconas, las resinas epoxidas se empleaban como adhesivos con el nombre de *Araldit*. Desde 1945 los estudios se encauzan hacia mejorar las cualidades de estos materiales y para promover el conocimiento científico y técnico de los plásticos, se crean sociedades como la SPE en 1942 [18].

A partir de la segunda mitad del siglo XX destacamos que las investigaciones se centran en el descubrimiento de nuevos modos de síntesis de polímeros, los ingenieros de materiales potencian las características de los polímeros ya existentes, nacen otros que pueden considerarse como derivados de los que ya se conocen, un ejemplo claro se sucede en 1951 cuando los laboratorios de la *Basf A.G. (Alemania)*, hallan el modo de producir espuma rígida al calentar el poliestireno dentro de un horno que contiene un agente de espumación. Se desarrolló el poliestireno expandible, la *Basf* lo patenta, *Antonio Miravete* relata como en 1971, cuando las fibras de aramida son creadas y comercializadas por la *Du pont*, con el nombre de *Kevlar* [19]. Durante la década de los cincuenta, *50 Karl Ziegler* y *Giulio Natta* realizan estudios e investigaciones sobre catalizadores metalocénicos, trabajo que culminó con el Premio *Nóbel* de la Química que recibieron ambos en 1963. No obstante antes de esta fecha, en 1953, *Ziegler* había creado un nuevo polímero, el polietileno; un año más tarde su compañero italiano *Giulio Natta* descubre el polipropileno [20].

Durante estos años, estos nuevos materiales ya no solo competirán entre sí, sino que del mismo modo también lo hacían con los tradicionales como pueden ser las maderas o los metales, así tenemos el caso del plástico reforzado a base de una matriz resinosa de poliéster y refuerzo de fibra de vidrio, que compiten con el aluminio por su ligereza y rigidez y que crean la base para la construcción de elementos estancos fabricados de una sola pieza con una resistencia, flexibilidad y ligereza muy superiores. En 1973 el desarrollo de los plásticos sufre un colapso debido a la crisis energética provocada por los países árabes que embargaron el petróleo a aquellos que apoyaron a *Israel* en la guerra de *Yom Kippur*, como a los *Estados Unidos* y a *Holanda*, lo que derivó en una desestabilización total de la economía mundial y el encarecimiento de los plásticos pues las materias primas para su elaboración, se obtienen a partir del “oro negro”.

**La era de los superpolímeros.** A partir de los años 70 tiene lugar el advenimiento de multitud de descubrimientos científicos y tecnológicos debido al mayor número de

científicos que operan en este ámbito así como herramientas tan avanzadas con que cuentan. Los adelantos de los científicos así como las empresas productoras de polímeros en *EE.UU* como la *Down Chemical*, *Hitachi*, *Du Pont*, *Unión Carbide New Kadel*, *Allied Corp*, *Allied Chemical*, la *Mitsubishi Chemical*, la NASA, los laboratorios de fuerzas aéreas y otras tantas de todo el mundo, fomentan la investigación sobre nuevos polímeros para mezclar o alear algunos inmiscibles entre sí. Los programas I + D (Investigación y desarrollo) crean constantemente nuevos materiales. Se perfeccionan la maquinaria y los medios productivos para los plásticos, se suceden avances en cuanto a los plásticos reforzados y materiales reforzados (“*composites*”), se descubren nuevos tipos de aditivos para polímeros y los que han nacido recientemente tienen sus propiedades aún más potenciadas como la aplicación a temperaturas más elevadas, resistencia al dañado por el uso, con mayores resistencias mecánicas y módulos elásticos así como más resistencia a los agentes químicos y a la corrosión. Son polímeros específicos para aplicaciones aeroespaciales. Citamos algunos extraídos de la recopilación de materiales que hace *Francisco Javier Melero Columbrí* en su trabajo:

“Recientemente, la firma *DuPont* ha presentado dos resinas de poliimida, denominadas *AVAMID-K* y *AVAMID-N*, que constituyen unas excelentes matrices termoplásticas con elevadas resistencias mecánicas a elevadas temperaturas, presentando buena resistencia al dañado por el uso. Se comienzan a emplear, preferentemente, en aplicaciones aeroespaciales y militares” [21].

La ciencia de los plásticos se interna en otras áreas: se estudian la modificación superficial de los nuevos polímeros para favorecer la biocompatibilidad con el cuerpo humano, surgen los biopolímeros como los producidos por fermentación bacteriana como el polihidroxibutirato (PHB), producido por fermentación bacteriana del “*Alcaligenes eutrophus*”. Aparecen en escena los polímeros conductores, polímeros termocromáticos, se investigan polímeros piezoeléctricos, polímeros cristalinos líquidos, materiales reforzados trenzados. Nacen nuevas fibras y filamentos a partir de una gran variedad de polímeros, por ejemplo, la fibra denominada *Spectra-900* de la *Allied Chemical*, una fibra a base de polietileno desarrollada entre los años 1985 y 90, es más ligera, resistente y con adhesividad mejorada. Utilizadas para protección balística y recipientes bajo fuertes presiones. Emergen elastómeros híbridos constituidos por gomas naturales y por gomas sintéticas o polímeros sintetizados para reproducir las mejores propiedades de las gomas sintéticas. Los polímeros se mezclan con otros materiales de diferente naturaleza: los cementos plásticos son cementos



ordinarios con una pequeña cantidad de agua y de polímero. Los plásticos han penetrado en la sociedad y hoy en día son cruciales pues han contribuido a facilitar nuestro modo de vida, la variedad de polímeros que están presentes en el mercado es muy grande, con lo cual se generan tantos residuos que en 1988 el *Bottle Institute de la Society of the Plastics Industry*, crea un sistema de códigos para identificar los recipientes de plástico. Cada código tiene un número dentro de un símbolo triangular y una abreviatura debajo a fin de identificarlos correctamente para un eventual reciclaje (véase la figura 3).

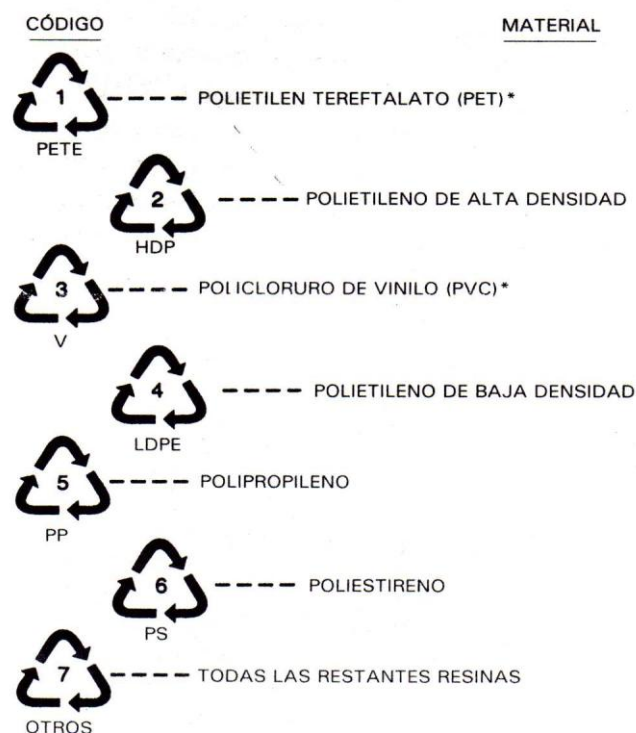


Figura 3. Códigos recomendados por el *Plastic Bottle Institute* para la identificación de plásticos.

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] Gallardo, Pedro Pablo. “Aspectos técnicos, teóricos y fundamentos del policloruro de vinilo (PVC) como soporte artístico e industrial”. Montilla (Córdoba),1997. Pag.12.
- [2] De Cusa, Juan. “Aplicaciones del plástico en la construcción”. Ed. CEAC. Barcelona,1979. Pags. 10-11.
- [3] De Cusa, Juan. “Aplicaciones del plástico en la construcción”. Ed. CEAC. Barcelona.1979. Pag. 11.
- [4] De Cusa, Juan. “Aplicaciones del plástico en la construcción”. Ed. CEAC. Barcelona, 1979.Pag. 12.
- [5] Gallardo, Montero.Pedro .Pablo. “Aspectos técnicos, teóricos y fundamentos del policloruro de vinilo (PVC) como soporte artístico e industrial”. Pag. 14.

- [6] De Cusa, Juan. “*Aplicaciones del plástico en la construcción*”. Ed. CEAC. Barcelona, 1979. Pag.11.
- [7] Richardson & Lokensgard. “*Industria del plástico*”. Ed. Paraninfo. Madrid, 2002. Pags.7-8.
- [8] De Cusa, Juan. “*Aplicaciones del plástico en la construcción*”. Ed. CEAC. Barcelona,1979. Pag. 11.
- [9] De Cusa, Juan. “*Aplicaciones del plástico en la construcción*”. Ed. CEAC. Barcelona,1979. Pag. 11.
- [10] Miravete, Antonio “*Los nuevos materiales en la construcción*”. Editorial Antonio Miravete. 2ª Edición. Universidad de Zaragoza, 1995
- [11] Molina, J. A. “*Los materiales básicos de la construcción*”. Ed. ProgenSA. Sevilla 1995. Pag. 212.
- [12] Gallardo, Montero. Pedro. Pablo. “*Aspectos técnicos, teóricos y fundamentos del policloruro de vinilo (PVC) como soporte artístico e industrial*”. Pag. 22.
- [13] Arredondo, F. y Soria, F. “*Estudio de materiales*”. Ed. Graf. Torroba. 4ª Edición. Madrid, 1967. Pag. 75.
- [14] D’arsie, Duilio. “*Los plásticos reforzados con fibras de vidrio*”. Ed. Distal-Mitre. 9ª Edición. Argentina. Pag. 17.
- [15] Richardson & Lokensgard. “*Industria del plástico*”. Ed. Paraninfo. Madrid, 2002. Pag. 553.
- [16] Richardson & Lokensgard. “*Industria del plástico*”. Ed. Paraninfo. Madrid, 2002. Pag.494.
- [17] <http://es.wikipedia.org/wiki/Politetrafluoretileno> 8/11/2007 a las 16:35
- [18] Richardson & Lokensgard. “*Industria del plástico*”. Ed. Paraninfo. Madrid, 2002. Pag. 35.
- [19] Miravete, A. “*Los nuevos materiales en la construcción*”. Ed. Universidad de Zaragoza. 2ª Edición. 1995. Pag. 35.
- [20] [http://es.wikipedia.org/wiki/Karl\\_Ziegler](http://es.wikipedia.org/wiki/Karl_Ziegler) 8/11/2007 a las 16:43
- [21] Melero Columbrí, F.J. “*Materiales y procesos avanzados*”. Editorial Dayton. Madrid, 1993