

La investigación en el campo del vidrio y su estado actual en España*

JOSE MARIA FERNANDEZ NAVARRO
Doctor en Ciencias Químicas
Investigador Científico
Instituto de Cerámica y Vidrio, Madrid

RESUMEN

Tras una breve introducción acerca de la función que ha desempeñado el vidrio a través de los tiempos, se señala la atención que, por parte de varios países, viene dedicándose al estudio de este material, y se comentan brevemente las principales líneas de investigación desarrolladas en este campo.

A continuación se expone el estado actual de la investigación vidriera en España, dentro del contexto general de la investigación en nuestro país, haciendo especial mención de las posibilidades con que cuenta el Instituto de Cerámica y Vidrio del Patronato "Juan de la Cierva".

En el momento presente la investigación vidriera española debe programarse preferentemente con un carácter de aplicación orientado hacia las necesidades de este sector industrial. A fin de poder proceder al adecuado planteamiento de esta investigación se presenta la evolución experimentada en los últimos años por la industria vidriera española, y se analiza su actual estructuración y la distribución media de los establecimientos de fabricación en función de su magnitud. Estos factores justifican el interés y la necesidad de desarrollar una importante investigación en este campo.

Por último, se hacen algunas breves consideraciones acerca de los posibles sistemas de financiación de esta investigación.

SUMMARY

After a brief introductory remarks on the function which glass has performed throughout the ages, special mention is made of the studies made by several countries of this material as well as the main lines of research which have been developed in this field.

Afterwards, a report is made on the actual situation of glass research in Spain, within the general context of the research structures in this country, and making special mention of the assets of the Ceramics and Glass Institute.

* Conferencia pronunciada en la II Reunión Técnica del Vidrio, celebrada en Barcelona durante los días 15-18 de abril 1970.

In the present, the Spanish research on glass should be mainly of an applied character and be aimed to cover the needs of this industry. With this in mind, the evolution of the Spanish glass industry during the last few years is presented and its general structure and distribution of factories according to size is also mentioned. The view presented justify the interest and the necessity of further increasing the research effort in this field.

And finally, some brief statements are made regarding some possible systems of financing the research in this field.

I. Introducción

A pocos materiales salidos de la mano del hombre les ha cabido el privilegio de estar tan inseparablemente unidos al progreso humano, como le ha sucedido al vidrio. A lo largo de su historia, el vidrio ha ido incorporándose, en sucesivas etapas, primero al arte y a la cultura, y después, a la civilización, a la ciencia y a la tecnología de los pueblos.

Ya desde sus remotos orígenes, el vidrio fue considerado como un producto altamente valioso, hasta el punto de que las rudimentarias cuentas multicolores, elaboradas por los primitivos artesanos vidrieros sirios y egipcios, llegaron por su rareza a ser más apreciadas incluso que las piedras preciosas naturales.

Las nobles propiedades que distinguen al vidrio no tardaron en añadir un valor funcional al carácter puramente ornamental que le había distinguido en sus primeros tiempos. Durante la época de esplendor del antiguo Egipto, la artesanía vidriera alcanzó su primer momento estelar y, a partir de entonces, comienza a desempeñar un importante papel en el arte.

La gran expansión del vidrio no se produjo sin embargo hasta la época romana en la que convergieron una serie de circunstancias favorables para el desarrollo de este material. Al espíritu práctico que caracterizó al pueblo romano y a la potencialidad económica de su Imperio, vino a sumarse la incorporación de una nueva y valiosa técnica de trabajo recién importada por ese pueblo: el soplado del vidrio. La invención de la caña para soplar el vidrio supuso la primera innovación verdaderamente revolucionaria en sus métodos de elaboración. Con el uso de la caña se inicia la producción de vidrio hueco propiamente dicho. La importancia que representó la incorporación de esta nueva técnica a la artesanía vidriera, sólo es comparable a la que habían de tener cerca de veinte siglos después los modernos sistemas automáticos de moldeo. Pero, con todo, la significación más destacada que tuvo, hay que buscarla en la repercusión social que alcanzó. Al hacerse posible su fabricación en serie, los recipientes de vidrio cambiaron su antiguo carácter suntuario por un nuevo aspecto utilitario. El vidrio pasó de ser privativo de reducidas minorías privilegiadas a casi convertirse en lo que hoy llamaríamos un

producto de consumo, adquiriendo así una nueva dimensión social en nuestra civilización.

Durante la oscura Edad Media, de intensa ebullición intelectual, en que comienza a germinar el pensamiento científico que serviría de base de sustentación a nuestra tecnología actual, el vidrio, cuyos secretos de fabricación habían llegado a dominar con maestría insuperable los vidrieros venecianos, comienza a desempeñar su primer papel importante en el campo de la Ciencia. El hombre que había aprendido a moldear este material bajo infinidad de formas diferentes, empieza a aprender, sirviéndose de su transparencia, a moldear también la luz con él. Con las primeras lentes y los primeros instrumentos ópticos se inicia la más importante contribución que había de aportar el vidrio al conocimiento humano.

También cabría repetir en este lugar la observación (1) de que el destacado papel de difusión cultural y científica que representó la imprenta, no hubiera sido tan importante si, casi simultáneamente a su invención, no se hubieran fabricado las primeras lentes correctoras que hicieron posible la lectura de la letra impresa a un elevado número de personas que, por sus defectos visuales, se hubieran visto, de otro modo, privadas de ese beneficio.

Por el camino de la óptica se estrechó también la más fuerte vinculación del vidrio con el mundo científico, y esa misma vía no tardaría en conducir, a través de un progresivo perfeccionamiento del saber vidriero, hasta los umbrales de la investigación científica de este noble material.

A principios del siglo pasado las experiencias realizadas por Fraunhofer requirieron nuevos vidrios especiales de elevada calidad óptica. Pero la labor más importante en este sentido se debió a Otto Schott, el primer patriarca de la investigación vidriera, con quien, hace poco más de ochenta años, se inició en Alemania la verdadera era científica del vidrio. Schott, en estrecha colaboración con Ernst Abbé, desarrolló los primeros estudios científicos sistemáticos sobre las propiedades del vidrio en función de su composición, y de la fructífera asociación de ambos nació la firma Schott y Compañía establecida en Jena bajo una nueva concepción científica que le permitiría alcanzar en seguida un prestigio universalmente reconocido.

La revolución industrial producida a finales del siglo pasado supuso otro factor impulsor del desarrollo científico y tecnológico del vidrio. La producción vidriera a gran escala, determinada por las cada vez más numerosas aplicaciones que iba encontrando el vidrio, condujo a una creciente mecanización de sus procesos de fabricación. Así surgen en Estados Unidos las grandes instalaciones automáticas para el estirado continuo del vidrio y para el soplado

de recipientes y bombillas, unidas a las firmas de Fourcault, Libbey, Owens y Corning.

Durante los años de la primera guerra mundial, la investigación vidriera comienza a institucionalizarse en los centros universitarios y a organizarse en los establecimientos industriales de fabricación más importantes. En esa época nacen el Departamento de Tecnología del Vidrio, en la Universidad de Sheffield y los laboratorios de investigación de Corning, Saint Gobain y otros. Por entonces se fundaron también las primeras sociedades tecnológicas, como la American Ceramic Society, la Deutsche Glastechnische Gesellschaft y la Society of Glass Technology, cuya directa finalidad era la de promover la investigación vidriera y difundir, a través de sus publicaciones y reuniones, los conocimientos obtenidos en ese campo. A principio de los años 30, y a iniciativa del Profesor Turner, se creó el primer organismo científico vidriero internacional: La Comisión Internacional del Vidrio. El clima previo, necesario para estimular la investigación científica del vidrio ya se había producido en los países de mayor nivel, y esta inquietud investigadora había conseguido encontrar en las instituciones organizadas el cauce más adecuado para su desenvolvimiento.

A partir de este momento, la investigación vidriera se desarrolla aceleradamente y de forma simultánea en todos sus campos de aplicación. Las conquistas del vidrio se suceden cada vez con mayor espectacularidad, y la interdependencia de su tecnología con el avance de otras ramas del saber humano hace muy difícil el establecimiento de su apretada cronología científica, que en los últimos cincuenta años ha superado en la intensidad y en la variedad de sus realizaciones a las conseguidas en los 7.000 años de su historia anterior. El vidrio, en todas sus diversas manifestaciones, se halla ligado cada vez más inseparablemente a nuestra civilización técnica, hasta el extremo de que se requeriría un verdadero alarde imaginativo para poder concebir nuestra vida actual, si tuviéramos que prescindir de los inestimables servicios que diariamente nos presta este material. Pero a pesar de su milenaria historia, el vidrio es todavía un material cuyo desarrollo, más que al pasado, pertenece a un presente y a un futuro inmediato que justifica las cuantiosas inversiones y la creciente atención que en casi todos los países se dedica a este viejo material de todavía insospechadas posibilidades y revolucionarias aplicaciones.

II. Líneas de investigación

La investigación que en estos últimos años ha venido realizándose en el campo del vidrio es realmente ingente. De su volumen pueden dar fe las

230 comunicaciones presentadas al último Congreso Internacional del Vidrio, celebrado en Londres en 1968, y los numerosos trabajos que mensualmente salen a la luz en las 60 revistas especializadas que se publican en el mundo. Bucear a través de esta abundante bibliografía con la pretensión de ofrecer una revisión de los trabajos más destacados, aun procediendo con el criterio selectivo más riguroso, obligaría a rebasar ampliamente los límites de esta exposición.

Así pues, sin entrar en detalle, se hilvanará un breve apunte de algunas de las líneas fundamentales por las que esta investigación discurre.

El estudio de la estructura del vidrio continúa siendo, y todavía lo será por varios años, objeto principal de atención por parte de muchos investigadores.

Tras una larga serie de hipótesis, constituye hoy un hecho incuestionable el carácter microheterogéneo que, por efecto de una demisción, presenta el vidrio. La separación de fases líquido-líquido se ha comprobado que tiene lugar, en muchos vidrios, por debajo de la temperatura de liquidus y varios autores han llegado a establecer los límites de esta inmiscibilidad, tanto en el caso de que se trate de una inmiscibilidad metaestable, como espinodal o inestable. Se ha podido observar en algunos diagramas de composición-temperatura, que existen unas áreas de inmiscibilidad separadas por dos curvas de forma más o menos parabólica, una de las cuales limita en su interior la zona inestable o espinodal, en la que se produce una separación de fases de dimensión constante. Entre ambas curvas queda comprendida otra zona de metaestabilidad, donde la nucleación precede a la demisción. Al conocimiento de este fenómeno han contribuido las finas técnicas de difracción de rayos X bajo pequeño ángulo y la microscopía electrónica.

Otras técnicas muy valiosas para el esclarecimiento de diversos problemas estructurales, especialmente aquellos relacionados con el índice de coordinación de algunos elementos en el vidrio, han sido la espectroscopía infrarroja y visible, el efecto Mössbauer y, sobre todo, la resonancia magnética nuclear y electrónica. Esta última ha sido la que ha dicho la última palabra sobre la anomalía bórica, permitiendo determinar cuantitativamente la relación de átomos de boro coordinados triangular y tetraédricamente. Y así ha podido demostrarse que el número de boros en coordinación tetraédrica no alcanza un valor máximo en función del contenido alcalino del vidrio, como se pensaba que ocurría, sino que continúa creciendo con dicho contenido. También la resonancia magnética nuclear ha contribuido a establecer la coordinación del aluminio en los vidrios "cabal", y la resonancia magnética de protones ha permitido la determinación exacta de la concentración de agua en algunos vidrios bóricos.

Dentro de este apartado de investigaciones estructurales, no pueden ser pasados por alto los estudios sobre la incorporación reticular de vapor de agua al vidrio y sobre la disolución física y química de algunos gases en vidrios fundidos.

Todos estos trabajos no sólo han tenido un importante valor teórico enriqueciendo considerablemente el caudal de conocimientos sobre la estructura del vidrio, sino que también han ayudado a esclarecer y, por lo tanto, a poder gobernar mejor, el mecanismo de muchos procesos de elevado interés práctico. Por ejemplo, los fenómenos de separación de fases han encontrado una importante aplicación práctica en el estudio de las propiedades de los vidrios del tipo Vycor y Pyrex y, sobre todo, en uno de los campos más jóvenes y, al mismo tiempo, más intensamente cultivados por las innumerables posibilidades que ofrece: el de los materiales vitrocerámicos o vitrocristalinos. Las especiales propiedades de estos materiales, entre las que destacan su alta resistencia al choque térmico y su elevada resistencia mecánica (unas 10 veces superior a la de los vidrios ordinarios) se basan, como es sabido, por un lado, en la devitrificación de fases microcristalinas de coeficiente de dilatación muy pequeño e incluso negativo y, por otro, en la homogeneidad de esa cristalización y en la ausencia, prácticamente, de defectos superficiales.

Otra interesante línea de investigación, con un prometedor futuro industrial, es la que se ha venido ocupando del estudio de vidrios fotocromicos, a cuya composición se incorporan pequeñas cantidades de haluros de plata, o de cobre y cadmio. Estos vidrios, al ser sometidos a la acción de una radiación luminosa, experimentan un oscurecimiento proporcional a la intensidad de la luz recibida, por efecto de la separación de núcleos de plata elemental menores de una micra. Cuando cesa la radiación, el vidrio recupera reversiblemente su transparencia inicial.

Una singular mención merecen asimismo los trabajos de investigación relativos al estudio y desarrollo de las fibras de vidrio, a las que de día en día se les abre un mercado cada vez más amplio, que en 1963 alcanzó una cifra mundial de ventas de 60.000 millones de pesetas. Su particular método de fabricación, por rápido estirado a altas temperaturas, evita la formación de microdefectos superficiales. Este hecho, unido a su anisotropía basada en una orientación monodireccional con predominio de las fuerzas de cohesión química, trae consigo un aumento de su resistencia mecánica que resulta unas 100 veces superior a la que presentaría el mismo vidrio bajo otras formas de moldeado. Debido a su elevada resistencia, las fibras de vidrio han encontrado aplicación para el reforzamiento de paneles de plástico, construcción de ca-

rrocerías de automóviles y embarcaciones, tejidos aislantes e incombustibles, etcétera.

Una interesante novedad, dentro de este tipo de fabricación, la constituyen las fibras de vidrio huecas que, sin merma de sus propiedades mecánicas, ofrecen la gran ventaja de su mayor ligereza.

Pero la aplicación más espectacular de las fibras de vidrio la han ofrecido las fibras ópticas que, como es sabido, consisten en delgados hilos de vidrio, recubiertos exteriormente por una película superficial de otro vidrio con menor índice de refracción. Estas fibras, agrupadas en forma de haces flexibles, constituyen auténticos conductores de la luz, que, por efecto de una serie de múltiples reflexiones totales, es transmitida de un extremo a otro a través de los más tortuosos itinerarios. No hace falta mencionar las transcendentales aplicaciones que estos paquetes de fibras han encontrado en los campos de la óptica, de la electrónica, medicina, etc. Sólo es de destacar, a título de información, por lo revolucionario del sistema, que el servicio británico de comunicaciones ha anunciado que, en un futuro próximo, reemplazará los cables metálicos de telecomunicación por otros formados por haces de fibras ópticas que servirán de medio material de propagación de la radiación de un láser infrarrojo. Por este procedimiento podrán transmitirse simultáneamente a través de las fibras, sonido e imagen modulados, con una capacidad de rendimiento superior a la de los actuales cables telefónicos coaxiales.

Entre todas las líneas de investigación desarrolladas en el campo del vidrio, una de las de mayor interés práctico es la que se refiere al estudio de su resistencia mecánica. El vidrio sería el material ideal si, junto a sus apreciadas propiedades, no presentara el grave inconveniente de su fragilidad. Por ello no es de extrañar que una parte muy considerable de su investigación se haya orientado a estudiar las causas de esa fragilidad, sus mecanismos de rotura, diferentes tratamientos superficiales protectores y, en definitiva, la forma de aumentar su resistencia mecánica.

Los trabajos realizados en este sentido han seguido orientaciones diferentes, algunas de las cuales se enumeran a continuación:

a) Estudio de nuevos vidrios de elevado módulo de elasticidad, basados en composiciones de los sistemas de silicoaluminato de berilio y de magnesio y de aluminato cálcico.

b) Curación de los defectos de la superficie del vidrio por sucesivos tratamientos con ácido fluorhídrico diluido en agitación continua.

c) Protección química, mediante la formación de una capa superficial de

dióxido de titanio obtenida por deposición y descomposición pirolítica de ésteres orgánicos de dicho elemento.

d) Temple térmico.

e) Desalcalinización superficial.

f) Intercambio iónico de cationes alcalinos por otros de mayor tamaño que originan capas superficiales sometidas a compresión.

g) Introducción de iones de cambio, seguida de un tratamiento ulterior de recocido para dar lugar a un estado más o menos avanzado de devitrificación superficial de fases cristalinas de bajo coeficiente de dilatación.

Los procesos de cambio iónico se llevan a cabo por inmersión de las piezas de vidrio en un baño de sales fundidas y ocasionalmente se aceleran electro-líticamente. Por estos diversos procedimientos ha sido posible obtener vidrios con una resistencia mecánica de hasta 100 Kp/mm², es decir unas 15 veces superior a la que presentan los vidrios ordinarios y aproximadamente 5 veces más elevada que la de los vidrios templados térmicamente.

De gran importancia en estos últimos años ha sido la investigación de nuevas composiciones para vidrios de usos tecnológicos específicos, tales como los vidrios con alto contenido en óxidos de tierras raras, destinados a la construcción de sistemas ópticos especiales y a la fabricación de barras de emisión para láser; vidrios de fluoberilato de elevada transmisión en el dominio ultravioleta, favorecida por la incorporación de óxido de manganeso; vidrios transparentes a elevadas longitudes de onda de la radiación infrarroja, constituidos por sulfuro de arsénico y otros calcogenuros; vidrios semiconductores de la electricidad formados por pentóxido de vanadio y pentóxido de fósforo y también por calcogenuros; vidrios con propiedades termoluminiscentes y termoeléctricas, etc., etc.

En lo que se refiere a vidrios para usos arquitectónicos, hay que mencionar la variedad de tipos que, sin apenas disminuir la transmisión de la luz visible, presentan una elevada absorción de la radiación calorífica. Este efecto puede conseguirse por la adición de determinados óxidos a la composición del vidrio, o bien por un fino recubrimiento superficial de óxidos especiales, a los que, a veces, se incorporan dispersiones de oro coloidal.

Con fines aislantes han encontrado aplicación los bloques y paneles de espuma de vidrio o vidrio celular, que consisten en piezas expandidas, con más de un 90 % de su volumen constituido por poros cerrados, obtenidas por calentamiento hasta la temperatura de reblandecimiento, de polvo de vidrio en presencia de agentes que se descomponen térmicamente liberando gran cantidad de gases.

Por último, cerrando este resumen, no pueden omitirse algunas de las innovaciones introducidas durante los pasados años en los procesos de fabricación, tales como el vidrio flotado, la coloración en *feeder*, las nuevas máquinas de soplado automático simplificado, la producción de envases de paredes delgadas, los nuevos procedimientos de moldeo de recipientes y la decoración electrostática.

III. Organización de la investigación vidriera

En primer lugar hay que establecer una distinción entre la investigación estatal y la que llevan a cabo con sus propios medios de financiación las industrias privadas.

La investigación oficial está repartida en el mundo entre unos 65 centros estatales o paraestatales con la distribución por países que muestra la tabla I.

Estas cifras, si bien reales, pueden proporcionar una imagen excesivamente optimista, ya que muchos de los centros incluidos en esta clasificación corresponden a pequeños laboratorios universitarios (2) constituidos por un reducido equipo y donde los estudios relativos al vidrio sólo representan una pequeña parte de la investigación general que llevan a cabo.

TABLA I

PRINCIPALES CENTROS ESTATALES Y PARAESTATALES DE ENSEÑANZA SUPERIOR E INVESTIGACION EN EL CAMPO DEL VIDRIO

EUROPA		AMERICA	
Alemania	7	Estados Unidos	17
Bélgica	3		
Checoslovaquia	1	ASIA	
España	1	India	3
Francia	4	Japón	6
Hungría	1		
Italia	4	AFRICA	
Noruega	1	Egipto	1
Países Bajos	2		
Reino Unido	5	OCEANIA	
Suecia	2	Australia	1
U. R. S. S.	7		

Procediendo a una selección más rigurosa, el número de centros e instituciones estatales más importantes, dedicados específicamente a la investigación vidriera, queda reducido a unos 10 en Europa occidental, cerca de otros tantos en los países del bloque del Este, alrededor de 8 en los Estados Unidos y 3 ó 4 en Japón. Dentro de ellos, la contribución universitaria, en contraste con lo que sucede en otros campos de la tecnología, resulta inexplicablemente baja, y llama la atención que, entre los países europeos occidentales, sólo la Alemania Federal y Gran Bretaña cuenten con centros vidrieros universitarios de gran envergadura.

En la relación de centros oficiales anteriormente expuesta se han incluido también, por contar con una financiación parcial por parte del Estado, aquéllos que funcionan bajo un régimen económico de asociación industrial. Los países europeos que cuentan con instituciones de esta naturaleza son: Bélgica, Francia, Gran Bretaña, Italia y Suecia.

Prescindiendo de estos casos intermedios, debe ser citada aparte la investigación desarrollada por la industria en sus propios laboratorios. El número de empresas que poseen laboratorios de investigación vidriera es del mismo orden y sigue aproximadamente la misma distribución que los centros oficiales (5 ó 6 en Europa, a cargo de Schott, Glaverbel, Saint Gobain, Pilkington y Philipps entre otros) una decena en Estados Unidos y 2 ó 3 en Japón.

A pesar de esta semejanza numérica, vuelve a sorprender la gran desproporción que existe entre el volumen de la investigación desarrollada por los centros oficiales y el de las empresas particulares, con un balance muy positivo a favor de estas últimas.

El hecho de que las más importantes innovaciones tecnológicas en los procesos de fabricación hayan nacido en las plantas industriales, es fácilmente explicable atendiendo a razones de orden puramente competitivo. Pero en cambio resulta más sorprendente que muchos de los descubrimientos científicos más espectaculares producidos en el campo del vidrio, como los vidrios fotosensibles y fotocromáticos, los productos vitrocerámicos, las fibras ópticas y muchos otros de los anteriormente expuestos, hayan surgido también en los laboratorios privados, siendo así que el desarrollo de estos nuevos productos ha de ir necesariamente precedido de un profundo conocimiento de una serie de aspectos teóricos, más propios de una investigación básica que con frecuencia parece rehuir el espíritu de aplicación que caracteriza a la industria. Esto habla en favor del alto nivel científico que mantienen algunas empresas como la Corning Glass Works, Owens, Pittsburgh Plate Glass entre las firmas americanas más destacadas, cuyos nombres vienen a sumarse a los de las empresas europeas antes citadas. Para subrayar la atención que algunas de

estas grandes empresas norteamericanas dedican a la investigación vidriera, basta decir que la Corning invirtió en 1963 la cantidad de quince millones y medio de dólares (unos 1.100 millones de pesetas) cifra que corresponde a un 5,3 % de su volumen de negocio en el mismo año. A título de curiosidad puede añadirse que en los laboratorios de dicha empresa se funden diariamente, a escala experimental, un promedio de 200 vidrios nuevos de diferente composición.

Vuelve a ponerse de manifiesto una tercera desproporción que es la que existe entre el volumen de la investigación, desarrollada dentro del campo privado por las empresas norteamericanas, y la que se realiza en Europa, donde el porcentaje de las cifras globales de inversión en investigación está comprendido entre el 1,3 y el 1,5 % del volumen de negocio y sólo en algunas empresas se eleva hasta un 3 ó 4 %. Ello da lugar, a una marcada dependencia de la industria vidriera norteamericana por parte de muchas empresas vidrieras europeas.

A pesar de su considerable importancia, la investigación desarrollada por las grandes industrias del vidrio, sobre todo por las europeas, sólo cubre en parte el campo de los conocimientos básicos sobre el vidrio, polarizando fundamentalmente su atención hacia aquellos de que puedan derivarse realizaciones de orden práctico en su fabricación. A fin de estimular por una parte la investigación pura y ante la creciente multiplicación de los centros de investigación vidriera en los países del Este, por otra, se constituyó en 1966, a propuesta de la delegación belga, un grupo de cooperación internacional para la investigación científica sobre el vidrio, en el seno de la O. C. D. E. Con la creación de este grupo se pretendía, además, sincronizar los esfuerzos de diversos países, orientándolos hacia unas líneas comunes de investigación fundamental sobre sistemas de vidrios inorgánicos y sus posibles aplicaciones prácticas. De esta manera se evitaría la duplicidad de trabajos con la consiguiente economía material y de tiempo.

Los temas de investigación propuestos fueron los siguientes:

- a) Transmisión de calor en medios semitransparentes.
- b) Fijación de constituyentes minoritarios en vidrios fundidos y en estado rígido. Relación entre su comportamiento y sus propiedades.
- c) Sistemas fundidos formadores de vidrio.
- d) Estructura y procesos de alteración de la superficie del vidrio.

España estuvo representada por el Instituto de Cerámica y Vidrio en la primera reunión celebrada en París para discutir los mencionados proyectos.

Es de lamentar, sin embargo, que no pudiera prestar su cooperación, ya que sus posibilidades de investigación no le permitían mantener un nivel de equilibrada colaboración con los demás países.

IV. Estado actual de la investigación vidriera en España

Previamente, para comprender mejor la situación de la investigación vidriera española, es conveniente hacer unas consideraciones de carácter general sobre la investigación en nuestro país.

Hasta hace treinta o cuarenta años, la investigación científica constituía en España un fenómeno aislado y sólo se dedicaban vocacionalmente a ella unos pocos individuos. En nuestro tiempo, la investigación, aunque en ocasiones todavía requiera una buena dosis de abnegación por parte de los que a ella se dedican, ha empezado a estructurarse en nuestro país de una forma realista, convirtiéndose en una exigencia cotidiana impuesta por una evolución tecnológica inaplazable.

Son ya bastantes las empresas que, convencidas de la rentabilidad de la investigación, van integrando, aunque todavía en número insuficiente, a una serie de investigadores en sus cuadros de personal. Es un hecho evidente que el desarrollo económico de un país, en general, o el de una rama tecnológica, en particular, depende de los recursos que destine a investigación. Sin investigación no hay avance posible y es un axioma que "quien no avanza, retrocede". Los sectores tecnológicamente más avanzados se diferencian de los que se encuentran en vías de desarrollo, en que aquéllos comprendieron antes la utilidad de la investigación y se adelantaron a los demás en organizarla.

Unos datos, tomados del Anuario Internacional de la Investigación, pueden ilustrar comparativamente respecto a la situación general de la investigación en España en relación con la de otros países (tabla II). Si se toma como base comparativa la renta nacional, el porcentaje que dedica España a investigación resulta sólo del 0,25 %. Estas cifras, tristemente elocuentes, ponen de manifiesto una grave situación que repercute directamente en el nivel científico y tecnológico de nuestra industria, y como consecuencia, en el desarrollo general de la nación.

El progreso técnico en el mundo de hoy supone un proceso de aceleración continua que ni se puede ni interesaría tampoco frenar. Cualquier tipo de industria con actitud realista trata de incorporarse en marcha a esta evolución y, si no dispone de una investigación propia, sea privada, asociativa o estatal, tiene que recurrir necesariamente, para asegurar su subsistencia, a la investi-

TABLA II

TOTALIDAD DE LAS INVERSIONES ESTATALES Y PRIVADAS DESTINADAS A LA INVESTIGACION EN 1964

	INDICE		% P. N. B.
Estados Unidos	1.000	Estados Unidos	3,1
Francia	73	Francia	1,6
Japón	51	Japón	1,5
Italia	17	Bélgica	1,0
Bélgica	7	Noruega	0,8
Noruega	2,4	Italia	0,6
<i>España</i>	1,5	Austria	0,3
Austria	1,3	<i>España</i>	0,17
Irlanda	0,6	Irlanda	0,05
Grecia	0,5	Grecia	0,5

gación extranjera, solicitando su asistencia técnica o utilizando sus patentes. Esto retarda su progreso, manteniéndole siempre a la zaga de los demás países, y encarece considerablemente su desarrollo, ya que lleva implícito el pago de elevados royalties que debilitan la economía nacional. A la de nuestro país este concepto le representa una salida anual de diez mil millones de pesetas. Aparte del grave mal que supone, esto crea una situación paradójica, ya que así se contribuye a favorecer el progresivo distanciamiento entre nuestro potencial industrial y el de los países que nos venden su investigación, pues gran parte de los fondos que les suministra nuestra economía industrial, en vez de ir destinados a crear y fomentar la investigación propia, son invertidos en el desarrollo de la investigación ajena y en pagar un colonialismo industrial y económico. El pago de royalties, justificado en ciertas ocasiones, no debiera pasar en la mayoría de los casos de constituir una necesidad de carácter transitorio, comparable a la energía de activación o al motor de arranque preciso para superar el umbral que requiere toda puesta en marcha inicial. De otro modo supone crear una situación de "pan para hoy y hambre para mañana".

En cuanto a la investigación vidriera en nuestro país, hay que establecer la misma distinción hecha anteriormente entre la investigación oficial y la que particularmente lleva a cabo la industria con sus propios medios. Esta última es muy escasa, pudiendo decirse que, verdadera investigación, sólo la realizan un par de fábricas en España, y muy pocas más son las que llegan a tener un

completo laboratorio de ensayos y de control de sus productos. Hace dos años, el Patronato "Juan de la Cierva" realizó una encuesta, entre todos los sectores industriales españoles, sobre sus actividades de investigación científica y técnica en 1967. Los resultados de esta encuesta, recientemente publicados (3) no sirven a nuestro propósito, primero, porque los resultados aparecen englobando conjuntamente los sectores de vidrio y cerámica, y segundo, porque dentro de aquél sólo figura el nombre de una empresa.

Por parte estatal, la investigación vidriera queda reducida al Instituto de Cerámica y Vidrio.

Este Instituto está integrado dentro del Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Científica y Técnica, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y tuvo su origen en un Departamento de Silicatos constituidos en el año 1954, con el fin de desarrollar en España, dentro del marco oficial, un programa de investigaciones cerámicas. El entonces Departamento de Silicatos, integrado por cinco personas, se transformó en 1964, con una plantilla de 17, en el actual Instituto de Cerámica y Vidrio que hoy cuenta con un cuadro de 36 personas, de las cuales 20 son titulados de grado superior.

Entre las finalidades específicas del Instituto de Cerámica y Vidrio figuran la de desarrollar programas de investigación científica y técnica en el campo de la cerámica y del vidrio con especial atención a los que, por su carácter aplicado, contribuyan de un modo directo a mejorar el desarrollo técnico y económico de este sector de la industria nacional; y la de realizar investigaciones concertadas, informes, ensayos y determinaciones para la industria, a solicitud de empresas privadas o de grupos mancomunados.

Para su gobierno, el Instituto de Cerámica y Vidrio dispone reglamentariamente de director, vicedirector y secretario; una Junta de Gobierno integrada por los jefes de sección del Centro y de un Consejo Técnico Administrativo presidido por el director del Instituto y constituido por su secretario y por un número de vocales no inferior a seis —en el momento presente son 14— elegidos periódicamente entre personalidades industriales destacadas de los sectores de la cerámica y del vidrio.

Una de las funciones de este Consejo Técnico Administrativo es la de representar los intereses científicos y técnicos de la industria privada a que atiende el Instituto, orientando a su Dirección sobre los programas de investigación que pueden ser de mayor interés. Al propio tiempo, pone al Instituto en relación con los industriales de los sectores de su especialidad, a fin de que se les preste por parte del Instituto la más amplia asistencia técnica que permitan las instalaciones del mismo.

En cuanto a su organización interna de trabajo, el Instituto de Cerámica y

Vidrio está estructurado en un Departamento de Cerámica, una Sección de Ciencia Básica y una Sección de Vidrios, aparte de un laboratorio de análisis, un laboratorio de ensayos al servicio de la industria, biblioteca, administración y servicios generales.

Limitándonos al área del vidrio, la Sección de Vidrios de este Instituto nació hace escasamente cuatro años y está integrada en la actualidad por cuatro titulados superiores y un auxiliar de laboratorio. Se halla, pues, todavía en un estado incipiente, si bien es de esperar que este pequeño grupo de trabajo constituya un núcleo de crecimiento en el desarrollo futuro del Instituto.

Las líneas de investigación, iniciadas por la Sección de Vidrios durante su todavía corta existencia, se han orientado al estudio de los gases disueltos en el vidrio; nucleación y devitrificación en relación con el desarrollo de materiales vitrocristalinos en diferentes sistemas de composición; estudio de vidrios fosfóricos; estudio de propiedades magnéticas del vidrio, en sistemas con alto contenido en hierro, y estudio de propiedades eléctricas del vidrio en vidrios semiconductores. Tan pronto como las disponibilidades de material y personal lo permitan se desarrollarán otras investigaciones, algunas ya comenzadas, sobre decoloración de vidrios; estudio de propiedades mecánicas del vidrio y su mejoramiento por tratamientos superficiales.

En el orden académico, el Instituto de Cerámica y Vidrio ha tratado de complementar su labor investigadora con otra de tipo docente, a fin de despertar vocaciones dentro del campo de la especialidad que cultiva y de prestar un servicio de formación profesional al personal técnico de la industria privada.

En esta línea, el Instituto viene desarrollando desde 1961 un curso sobre Tecnología Cerámica y del Vidrio, compuesto por cuatro asignaturas monográficas, reconocidas por la Universidad de Madrid como válidas para el doctorado en Ciencias Químicas. Aunque estas cuatro asignaturas están orientadas a un nivel de titulación superior, pueden ser cursadas por cuantas personas lo deseen, independientemente de la titulación que posean.

La potencialidad, tanto investigadora como docente, del Instituto de Cerámica y Vidrio está limitada en la actualidad por dos causas importantes: una, las insuficientes condiciones de espacio y de instalaciones en su actual emplazamiento de 700 m² y otra, sus escasos medios presupuestarios.

La primera se encuentra en una rápida vía de solución, con la construcción de un nuevo edificio propio de una superficie edificada útil de 4.000 m² con posibilidad de ulteriores ampliaciones. Estas obras se iniciaron en el pasado mes de agosto y su terminación está prevista para finales del año en curso. Se espera que el Instituto pueda empezar a funcionar en su nuevo emplazamiento.

to en la próxima primavera. Este edificio permitirá una considerable ampliación de instalaciones y el acometimiento de programas más ambiciosos de investigaciones a escala semiindustrial, al mismo tiempo que un importante crecimiento de la dotación de personal del Centro que, de acuerdo con las previsiones realizadas, deberá pasar de las 36 personas que hoy la componen a 78 a finales de 1975.

En cuanto a la segunda limitación antes apuntada, la relativa a sus recursos de financiación, también existe la posibilidad de una solución favorable. El Instituto de Cerámica y Vidrio depende administrativamente, lo mismo que a todos los demás efectos, del Patronato "Juan de la Cierva". Su presupuesto se compone, casi en su totalidad, de la consignación anual que recibe de dicho Organismo, hecha excepción de los pequeños ingresos que obtiene por derechos de patentes y por los ensayos realizados a solicitud de la industria privada.

Considerando la insuficiencia de esta dotación presupuestaria para la acelerada expansión que requiere el Instituto en orden al desarrollo de una eficaz investigación industrial, su Consejo Técnico Administrativo acordó elaborar un proyecto de cooperación económica por parte de cuantas empresas de los diversos sectores de la cerámica y del vidrio desearan adherirse al mismo. Estas aportaciones voluntarias deberán ser fijadas con arreglo a un criterio lo más equitativo posible establecido sobre bases de producción, consumo de combustible, etc.

A cambio de sus aportaciones, las empresas asociadas gozarían de un régimen de prioridad en cuanto a asistencia técnica, programas de investigación, informes y ensayos, y de unas tarifas de preferencia.

El 25 % de las aportaciones fijas anuales quedaría a favor del Instituto, en concepto de ayuda a la investigación, destinándose a los programas generales de trabajo del Centro, y el 75 % restante constituiría un saldo que cada empresa podría reintegrarse a través de los estudios, informes y ensayos que solicitara al Instituto.

El importe de las investigaciones en las que, por su carácter general o por su amplitud, se hallará interesado todo un sector o varios de sus miembros integrantes, recaería sobre todas las empresas que mancomunadamente las hubieran solicitado, en la parte que se determinaría.

Este régimen permitiría un más estrecho contacto entre la industria y la investigación oficial, al propio tiempo que orientaría ésta de una forma realista hacia las necesidades industriales.

Al hablar de la investigación vidriera en España, constituiría una omisión imperdonable no mencionar a la Sociedad Española de Cerámica. Si bien los

finés específicos de esta Sociedad no son la realización propiamente dicha de programas de investigación, desde su fundación en 1961 ha desempeñado un importante papel estimulante del avance científico y técnico de esa rama de la industria, aglutinando esfuerzos comunes, estrechando los contactos mutuos entre los técnicos industriales y, a su vez, entre éstos y los investigadores que laboran en la misma especialidad, y sirviendo de cauce difusor de los conocimientos adquiridos en su campo, a través de sus publicaciones, reuniones, comités de trabajo y de sus servicios de documentación.

La Sección de Vidrios, nacida en su seno hace ahora casi tres años, se impuso, animada del mismo espíritu, extender esta tarea a todo el sector vidriero de nuestro país. Durante su todavía corta vida se ha esforzado en agrupar a todos cuantos dedican su quehacer profesional a los múltiples problemas del vidrio y en establecer unas actividades de interés común.

Tras este breve panorama de la investigación vidriera en España, tanto en su aspecto oficial como privado, se pone de manifiesto claramente su insuficiencia actual para poder atender a los requerimientos de asistencia técnica en nuestro país. Hay que destacar, sin embargo, un positivo hecho esperanzador, que es el de la inquietud que demuestra su iniciación y el de la creación de unas condiciones favorables para su desarrollo. Nos hallamos en un punto crítico de partida y de cuya acertada orientación inicial dependen la eficacia y el éxito de su futuro. Nuestra situación actual es comparable a la de los países europeos y a la de Estados Unidos en los años 20 en los que, como antes se ha visto, comenzó a institucionalizarse la investigación vidriera.

Afortunadamente, no puede decirse otro tanto de la industria vidriera española que, pese a la falta de esta investigación, y por lo tanto de una forma mucho más meritoria, ha conseguido alcanzar un alto nivel técnico y un destacado puesto en la economía nacional.

Antes de pasar a exponer el planteamiento de una posible investigación vidriera de cara a un futuro inmediato y a un porvenir de más largo alcance, deben tenerse en cuenta una serie de factores. En un país, como el nuestro, de pobres recursos de investigación, hay que proceder con el máximo realismo, cuidando de no incurrir en nuestro defecto frecuente de gastar la escasa pólvora en salvos.

La programación de toda investigación debe tener una primera justificación, que puede encontrar en el interés absoluto que en sí misma tenga o bien en función de sus repercusiones utilitarias. La primera línea conduce a la investigación básica y el segundo camino a la investigación aplicada. En el vidrio hallamos ambas justificaciones. En el primer caso, el interés que ofrece el vidrio como material de hoy y sobre todo del mañana justifica toda la

atención que pueda dedicarle nuestra investigación. Desde el punto de vista utilitario, esta investigación debe enfocarse atendiendo a las necesidades y a las características de estructuración de la industria a que ha de ir dirigida.

V. La industria del vidrio en España

La industria vidriera española abarca prácticamente la totalidad de las fabricaciones tradicionales de vidrio con la sola excepción de algunos tipos especiales.

En cuanto al volumen global de la industria del vidrio en nuestro país pueden darnos idea algunas cifras. Según datos facilitados por el Sindicato Nacional de la Construcción, Vidrio y Cerámica, la producción de vidrio alcanzó en 1967 un valor de 7.900 millones de ptas., de la cual corresponden 5.600 millones a fabricación y 2.300 millones a manufactura y transformación.

Atendiendo al fin que nos guía, más expresivas que estas cifras son las relativas a la evolución experimentada por la industria española del vidrio en los últimos años, y su comparación con las que corresponden a los países de la Comunidad Económica Europea. Entre 1960 y 1965, el crecimiento registrado por la industria del vidrio en Bélgica (4) fue del 11,9 %. Durante el mismo período supuso un 33,5 % en Alemania y alrededor de un 42 % en Francia e Italia. En España este crecimiento alcanzó un 118,4 % entre los mismos años, lo que representa una expansión casi tres veces superior al mayor de los índices anteriores. Esto se debe al hecho de hallarse España en una situación especial de desarrollo industrial, en tanto que los países miembros del Mercado Común ya han alcanzado una madurez productiva mucho más avanzada.

De todos modos, si se comparan las cifras absolutas de producción con las de los países anteriores, dejando aparte por su escasa contribución a Holanda y Luxemburgo, España sigue ocupando todavía un lugar de manifiesta inferioridad como demuestran los gráficos de las figuras 1 y 2 (4).

La producción española representaba en 1965 un 8,6 % del total de la producción de la Comunidad, correspondiendo un 6,5 % a vidrio plano y un 9,8 % a vidrio hueco. No obstante, si se mantiene el elevado índice de crecimiento de la producción vidriera española, es de esperar que, en breve plazo, nuestro país llegue a alcanzar un puesto de la mayor dignidad entre los restantes países europeos.

Si se consideran, como factor más representativo, los datos relativos al consumo aparente de vidrio por habitante, se llega igualmente a conclusiones

EVOLUCION DE LA PRODUCCION DE VIDRIO PLANO EN ESPAÑA
Y EN LOS PAISES DE LA C.E.E.

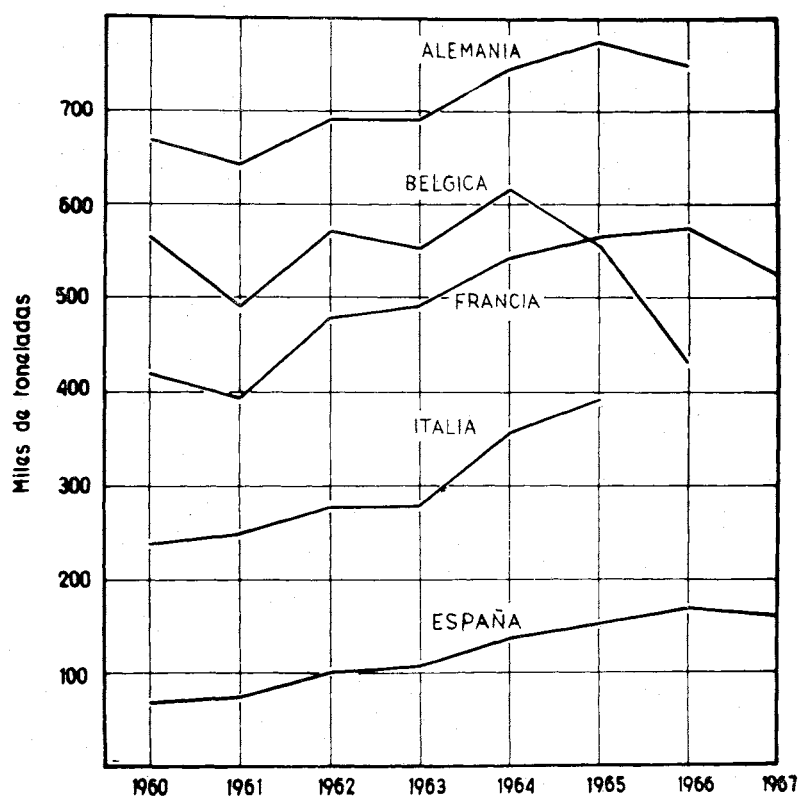


FIG. 1.

altamente esperanzadoras, ya que, entre 1962 y 1965, este consumo ha crecido en España más que en cualquiera de los países de la Comunidad Económica Europea, como puede verse en la figura 3.

Hasta aquí algunos datos sobre la producción global de vidrio. Pasemos ahora a analizar brevemente la situación y la estructura de nuestra industria vidriera nacional. El número de establecimientos de fabricación de vidrio en 1967 era de 105 y el de los centros de manufactura y transformación ascendía a 797, ocupando los primeros a un total de 18.667 empleados y a 9.346 los segundos (4). De aquí en adelante sólo se considerarán los centros de fabricación. Si contemplamos el panorama que ofrecen las dimensiones medias de tales empresas, llama la atención en primer lugar la evidente desproporción

relativa que existe entre su magnitud, que se pone de manifiesto al clasificarlas con arreglo a su volumen de personal, como muestra la figura 4. Esta clasificación permite observar que siguen una típica curva de distribución.

De las 105 fábricas existentes, sólo 9 de ellas, es decir, el 8,6 % cuentan con una plantilla superior a 500 empleados, reuniendo en total el 41,6 % del censo vidriero, mientras que el 54,3 % de los establecimientos de fabricación disponen de menos de 100 personas cada uno, cuyo total representa tan sólo el 10,7 % de dicho censo. Esta situación es una consecuencia de las peculiares características de la industria del vidrio y puede decirse que es similar a la que se da en casi todos los demás países. Ello se debe en buena parte a las costosas instalaciones de este tipo de fabricación, que requieren

**EVOLUCION DE LA PRODUCCION DE VIDRIO HUECO EN ESPAÑA
Y EN LOS PAISES DE LA C.E.E.**

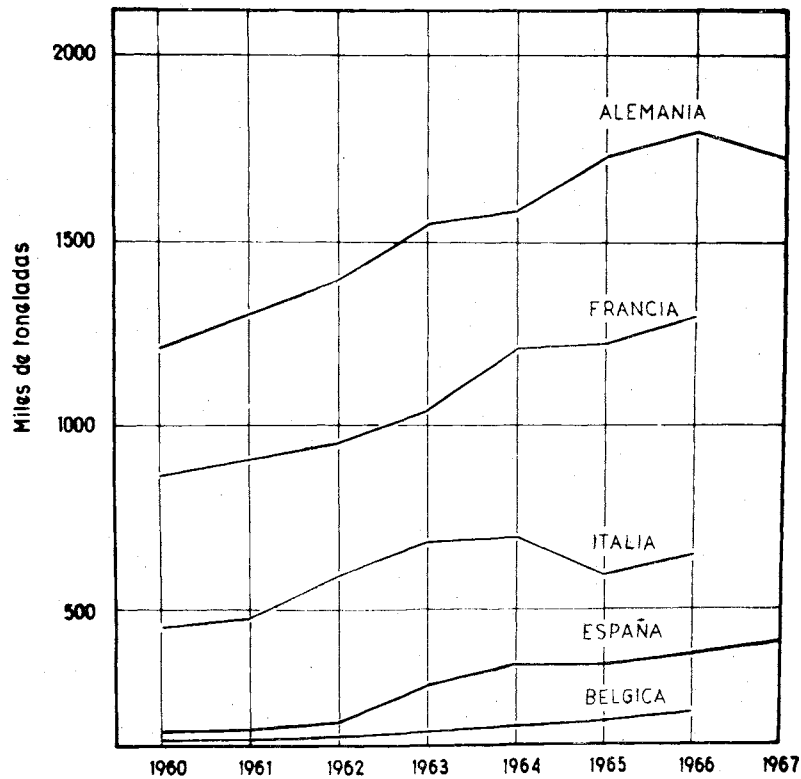


FIG. 2.

EVOLUCION DEL CONSUMO APARENTE DE VIDRIO
POR HABITANTE DESDE 1962 A 1965

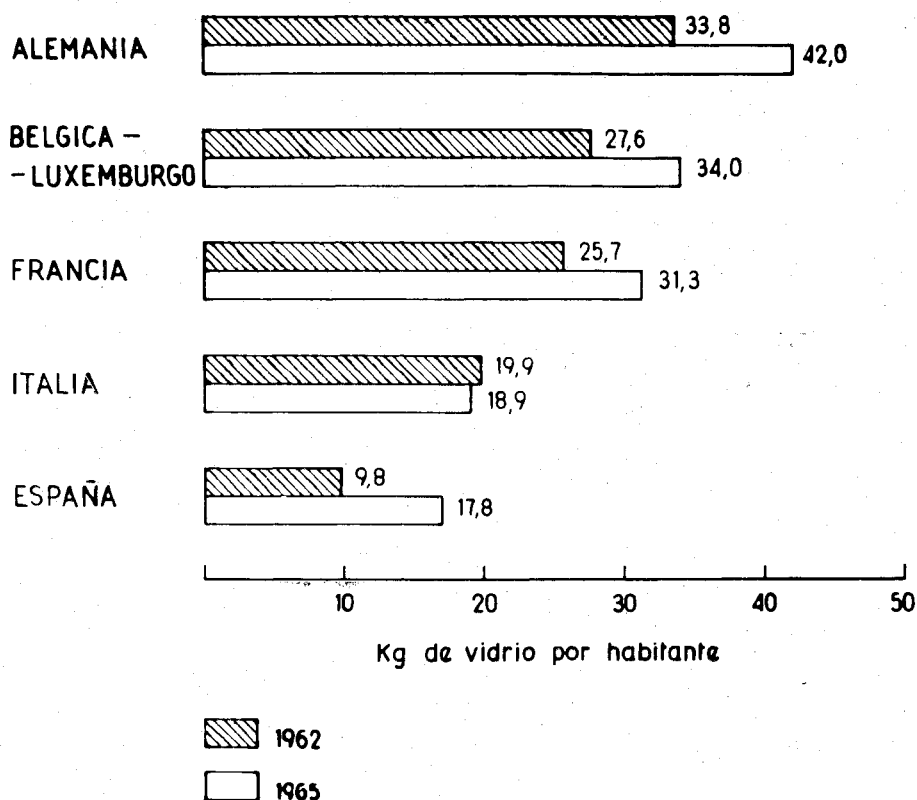


FIG. 3.

inversiones cuantiosas que con frecuencia han conducido a concentraciones importantes de capital que controlan —muchas veces a escala internacional— amplios sectores del mercado. El ejemplo más claro de este fenómeno es el del vidrio plano, cuyos requerimientos de fabricación imponen el más alto nivel tecnológico, dando lugar a un típico latifundio industrial en este subsector.

En contraste con ello, la fabricación de vidrio hueco está representada en España, junto a algunos grupos financieros importantes, por un elevado número de minifundios que ofrecen una panorámica mucho más equilibrada.

Otro factor a ser tenido en cuenta en la situación de la industria española

del vidrio es la magnitud de las inversiones de capital extranjero. Esta participación de capital se halla presente en un número importante de empresas y se eleva a más de la mitad en el 10 % aproximadamente de las fábricas, que corresponden precisamente a las más importantes.

Este breve resumen da idea de la importancia de la industria vidriera. El considerable volumen de su producción, su acelerada evolución y el creciente consumo de vidrio en nuestro país, unidos a una larga y arraigada tradición artesana e industrial, que alcanza su máxima concentración en la región catalana, constituyen factores que por sí mismos justifican cualquier esfuerzo investigador que pueda realizarse y que aseguran la inmediata aplicación de unos resultados que serían rápidamente asimilados por una industria en pleno auge.

DISTRIBUCION DEL NUMERO TOTAL DE EMPLEADOS Y DEL NUMERO DE FABRICAS DE VIDRIO CON ARREGLO AL VOLUMEN DE PERSONAL QUE OCUPAN

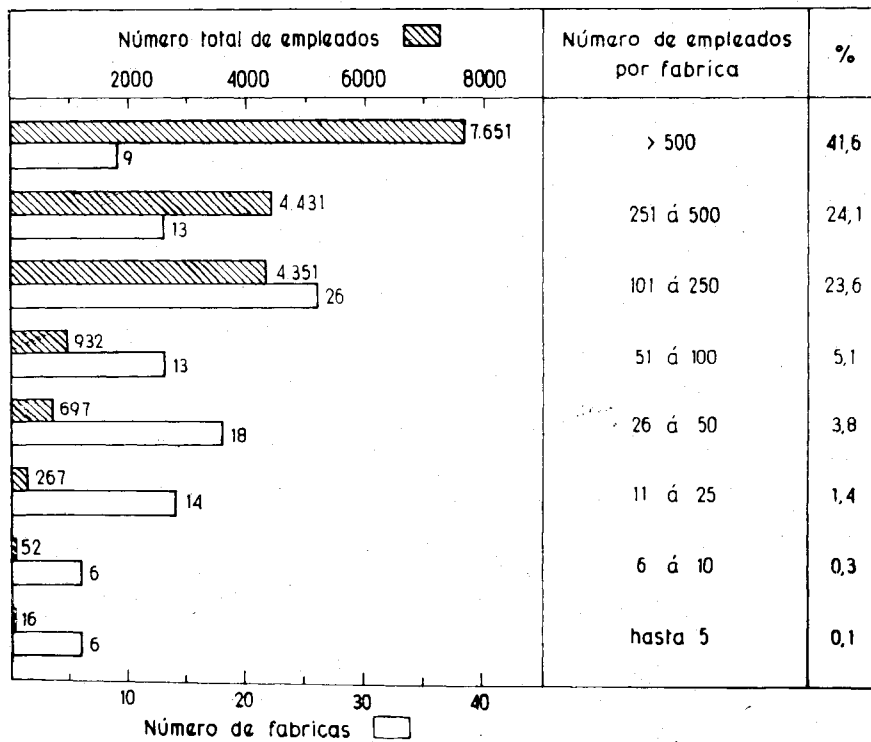


FIG. 4.

Quizá pudiera objetarse que, si el desarrollo de nuestra industria del vidrio ha sido tan satisfactorio a pesar de la falta de investigación y no precisamente merced a la misma, no debiera existir razón alguna de alarma para pensar en la necesidad y mucho menos en la urgencia de estimular una investigación.

No hay que olvidar, sin embargo, que esta privilegiada situación ha estado favorablemente determinada en los últimos años, primero, por una ley natural de crecimiento y, segundo, por la coincidencia con un aumento de expansión industrial del país y con un aumento del nivel de vida que han dado lugar a una coyuntura de fácil mercado con una importante demanda por parte de grandes consumidores como la industria de la construcción, la del automóvil, la de bebidas y la de otros productos envasados.

Por otro lado, también hay que tener presente que a este desarrollo han contribuido en buena parte las grandes empresas fabricantes de vidrio que cuentan en muchos casos con una valiosa asistencia técnica, la mayoría de las veces de fuera de nuestras fronteras.

Estas circunstancias no invalidan pues, en modo alguno, los argumentos en favor de la organización de una investigación vidriera, sino que, al contrario, los refuerzan.

Otro punto —quizá el más importante— a considerar a la hora de plantear esta investigación es la estructuración de la industria vidriera española. Según hemos visto anteriormente, de los 105 establecimientos de fabricación existentes en España, sólo llegan a nueve los que cuentan con más de 500 empleados, mientras que 57 fábricas, es decir el 54,3 %, ocupan a menos de 100 personas cada una. Existe, pues, un predominio numérico de empresas de reducida dimensión.

Esta es una situación que mueve a reflexión y que hace pensar en la necesidad de desarrollar toda una programación de investigación aplicada, que beneficie a corto plazo a este numeroso grupo de empresas medianas y pequeñas, cuya potencialidad de desarrollo, y en algunos casos, su propia supervivencia, depende de la incorporación de modernos procesos y de nuevos tipos de fabricación. Sólo los beneficios de una investigación dirigida les permitiría situarse en posiciones más competitivas con otras empresas de mayor envergadura.

VI. Aspectos económicos de la investigación

Desde el punto de vista económico puede argüirse que la investigación es cara, ya que requiere costosas instalaciones y un personal científico con una formación especializada larga y difícil de adquirir.

Sin embargo, se olvida con frecuencia que, junto a los beneficios de orden técnico que la investigación reporta, ofrece otro aspecto igualmente positivo que es el de la rentabilidad de las inversiones que se le dedican. Se ha comprobado en empresas norteamericanas que una inversión en investigación de un 3 % del volumen de ventas se ha traducido en un incremento del 14 % de las mismas. Naturalmente hay que tener presente que, para que la investigación sea útil, es necesario que la suma invertida alcance un cierto valor absoluto y que no llega a ser rentable hasta después de algunos años.

También se suele olvidar que las repercusiones económicas de la investigación aplicada no sólo se reflejan en el mejoramiento de niveles de calidad y en la ampliación de un mercado exterior, sino a veces, también pueden llegar a tener un alcance mucho mayor, de carácter nacional, en la exportación y explotación de patentes. El mejor ejemplo de esto lo ofrece el rápido florecimiento industrial experimentado por el Japón. A este respecto cabe citar aquí la frase de un premio Nóbel de que "los Estados Unidos no hacen investigación porque tengan posibilidades económicas para ello, sino que tienen posibilidades porque hacen investigación".

Sin embargo, no es menos cierto que, aun con el convencimiento profundo de esta rentabilidad, muchas empresas no pueden sostener instalaciones propias de investigación. Esta realidad les obliga a depender exclusivamente de la investigación oficial que, en el caso concreto que nos ocupa, se ha visto que resulta todavía insuficiente, o bien conduce a la necesidad de organizar una investigación financiada en régimen cooperativo, bajo la forma de asociaciones de investigación. Este sistema viene funcionando con resultado satisfactorio en muchos países, y en el nuestro, que ya cuenta con numerosos ejemplos de otros sectores industriales, representaría la solución más idónea para el desarrollo de una investigación vidriera aplicada. Por otra parte, una asociación de esta naturaleza constituiría un eficaz complemento de la investigación vidriera oficial. Esta asociación, que sería de carácter privado, podría funcionar, bien contratando sus programas de investigación con el correspondiente centro oficial —en este caso, el Instituto de Cerámica y Vidrio— o bien creando un centro propio de trabajo. En el primer caso se beneficiaría, con la consiguiente economía, de las instalaciones ya existentes. La creación de un centro propio le aseguraría en cambio una mayor autonomía. La existencia simultánea de estos dos centros, que en cualquier caso deberían mantener una estrecha relación, permitiría además cubrir un campo de investigación mucho más amplio repartiéndose adecuadamente sus funciones. El centro oficial orientaría sus actividades preferentemente hacia una investigación de carácter básico y hacia una investigación aplicada de más largo alcance. El centro de la asociación

50 % del presupuesto proyectado. La subvención estatal va disminuyendo a medida que aumentan los ingresos propios de la asociación, hasta llegar a desaparecer.

La elección del emplazamiento de ese posible centro de investigación vidriera asociativa, debería realizarse atendiendo a la concentración numérica de estas industrias en función de su distribución geográfica, que aparece representada en la figura 5. Como puede observarse, de todas las provincias españolas, la que ofrece la mayor densidad de establecimientos de fabricación es Barcelona, con 49 fábricas que corresponden al 46,7 % del total y al 34,7 % del censo laboral vidriero, seguida de Oviedo y Madrid con 4 y 11 establecimientos y con un 11,92 y un 11,36 % del censo de empleados respectivamente. No cabe duda, pues, que la sede de los laboratorios de dicha Asociación de Investigación Vidriera debería fijarse en la capital catalana.

Sin entrar en más consideraciones, que alargarían esta exposición, la organización de una investigación vidriera en nuestro país podría resumirse en los puntos siguientes:

VII. Conclusiones

- 1) La importancia de la industria española del vidrio justifica plenamente el desarrollo acelerado de esta investigación.
- 2) Debe fomentarse la creación de laboratorios especializados de investigación vidriera en las Facultades universitarias y en las Escuelas Técnicas Superiores.
- 3) Como único centro oficial ya existente es urgente que el Instituto de Cerámica y Vidrio consiga de la Administración un importante aumento de su dotación presupuestaria y subvenciones de la industria privada.
- 4) Constitución de una asociación de investigación vidriera y creación de sus laboratorios experimentales de investigación, ensayos y asistencia técnica.
- 5) Establecer un servicio de visitadores científicos o agentes consultores entre estos centros y las empresas privadas para conseguir la mayor eficacia de esa investigación.
- 6) Estrechar los contactos entre los científicos y técnicos que dedican su actividad profesional al vidrio y estimular el intercambio de conocimientos a través de publicaciones, servicios de documentación y reuniones técnicas promovidas por la Sección de Vidrios de la Sociedad Española de Cerámica.
- 7) Intensificación de la enseñanza especializada en el campo del vidrio, mediante cursos periódicos a niveles superior, medio y profesional.

JOSÉ MARÍA FERNÁNDEZ NAVARRO

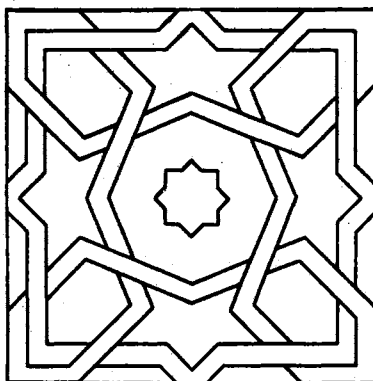
8) Institución de comités de normalización.

9) Integración activa de España en los organismos internacionales del vidrio.

Estamos al principio de este largo camino por el que sólo hemos dado nuestros primeros pasos. Confiamos en que éstos sean cada vez más firmes y que con la tenacidad de un esfuerzo colectivo podamos ocupar en breve plazo un destacado lugar en la investigación vidriera europea.

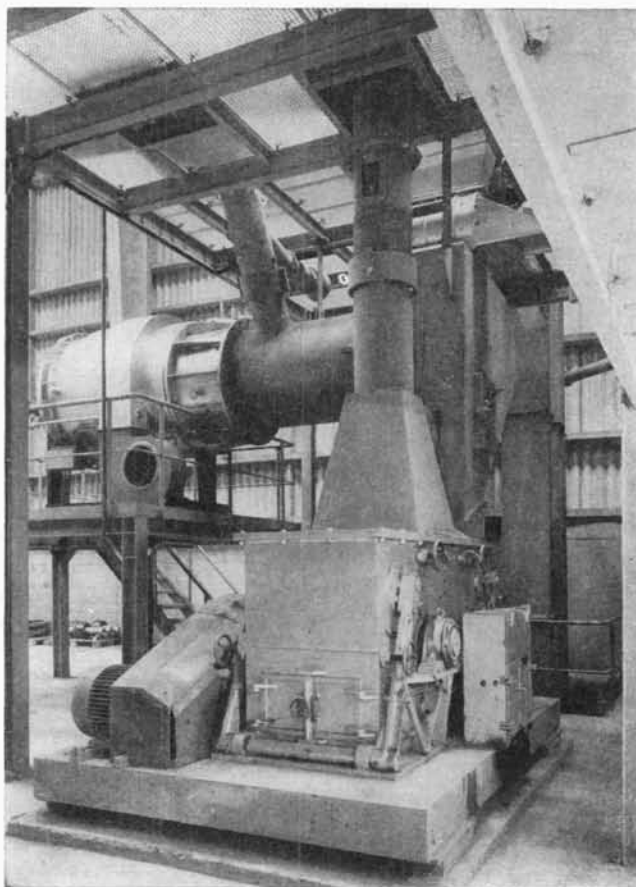
BIBLIOGRAFIA

1. JEBSEN-MARWEDEL, H., "Von der Forschung bis zum Industrieerzeugnis", *Sprechs.*, 101 (4), 125-130 (1968).
2. "L'enseignement et la recherche sur le verre dans les universités", Edit. Internat. Commission on Glass (1969).
3. "Encuesta sobre actividades de investigación científica y técnica en España en 1967", Edit. Patronato "Juan de la Cierva", Madrid (1970).
4. "España y el Mercado Común. La industria del vidrio", Edit. Cámara Ofic. Comerc. Ind. y Naveg. Barcelona, 1969.



Instalaciones
molturadoras-
secadoras

HAZEMAG



ARCILLA: En la industria cerámica, la molienda y desecación de las materias primas en el molino NOVOROTOR HAZEMAG garantizan productos de óptima calidad, aun partiendo de arcillas difíciles de manipular, húmedas y con inclusiones de impurezas de cal, yeso, pirita, etc. Los inconvenientes de estas impurezas quedan eliminados, gracias al grado de finura del producto molido.

CAOLIN: Las instalaciones molturadoras-secadoras HAZEMAG manipulan, por ejemplo, tortas de filtración de caolín con una humedad del orden del 30 %, aproximadamente, reduciéndolas a la finura de uso comercial (40 micras) y secándolas a una humedad residual inferior al 1 %.



HAZEMAG m. b. G.

44 Münster/Alemania Occ.
Postfach 3447
Teléf. 60 795. Telex 089 27 14.

Representante para España:

MAQUIOBRAS

Manuel González Longoria, 12
MADRID-10
Teléfono 257 06 00 *
Telex 22 610 mmosa e.