

investigación de la construcción

J. M. TOBIO, Profesor de Investigación

070-5



sinopsis

Ahora que está tan de moda hacer previsiones a largo plazo —25 años por lo menos— no hemos podido resistir a la tentación de llevar a cabo algunas reflexiones sobre tan importante enunciado que, como es obvio, condiciona la propia razón de ser del Instituto Eduardo Torroja y nuestra propia actividad.

No descubrimos nada si decimos que la opinión más frecuentemente sustentada por científicos y técnicos en nuestro campo es que «en la construcción poco queda por inventar». Esto se refiere principalmente a los materiales llamados TRADICIONALES. Incluso, en reuniones internacionales de alto nivel se ha llegado a manifestar, por ejemplo, que en el tema del cemento «ya estaba todo investigado».

Como nuestra opinión —y suponemos que la de muchos colegas— no es ésta, nos hemos permitido esta pequeña divagación que, huelga decirlo, no tiene otro valor que expresar la opinión PERSONAL del autor.

La brillantez literaria es un don que rara vez se da en los científicos. Acorde con ello, nuestra exposición ha de tener enormes defectos de forma y de fondo. Vaya, pues, por delante, nuestra humildad en aceptar las críticas, expresadas o no, que se nos hagan.

A

Dificultades que se presentan

La industria de la construcción no se parece demasiado a las que se suelen tomar como tipo: química, electrónica, espacial, aeronáutica, naval, etc. Es, en primer lugar, una industria de «reacciones lentas». En el mejor de los casos, desde que un individuo o grupo decide llevar a la práctica una obra —edificación o pública— hasta que la obra está acabada pueden pasar cinco o más años.

Retrasos de esta índole no favorecen ciertamente los avances en la técnica de la construcción. Hay demasiados riesgos, económicos sobre todo, que impiden o retrasan toda suerte de innovaciones.

La compleja cadena de: cliente-arquitecto-constructor-suministradores-consultores - subcontratistas-etc., presentan dificultades de comprensión y comunicación casi insalvables. Esta falta de fluidez se refleja inexorablemente en los programas a largo plazo, complicados casi siempre por dificultades financieras.

Las industrias clave de un país suelen estar en pocas manos. Recuérdese la construcción

de barcos, computadores o la gran industria petroquímica. La construcción, por el contrario, está en todas partes, forma parte de la propia vida de la nación, por cuanto condiciona la forma de vivir de los habitantes.

Aun cuando la industria de la construcción viene a representar la octava parte del Producto Nacional Bruto, de cuyo total casi la mitad corresponde a materiales, resulta casi increíble que en el mundo existan unas 100.000 empresas constructoras. Si analizamos con más detalle la estructura de nuestra industria, tal como hacemos en el cuadro siguiente,

CUADRO I

Estructura de la industria de la construcción

N.º de productores	% del valor total	% del total de firmas
0 - 10	15	81
10 - 50	22	15
50 - 100	11	2,3
100 - 250	13	1,1
> 250	39	0,6

podremos sacar algunas conclusiones. En primer término, vemos que las empresas medias

(10-50 productores) contribuyen en forma sustancial al producto total de esta industria, mientras que los «grandes» alcanzan un modesto 39 %.

Si comparamos la cifra de negocios de uno de los más grandes de la construcción en cualquier país, con la misma cifra referida a un consorcio químico poderoso, veremos que este último puede representar una potencia económica, en cifras de ventas, cinco a seis veces superior a la de la construcción. Si la comparación la hacemos en instalaciones, inversiones y, sobre todo, en investigación, el resultado sería aún más dramático.

La industria de la construcción es, por tanto, una industria fragmentada (81 % de empresas con 10 ó menos empleados). Si suprimiésemos de golpe las empresas punteras de la construcción, en cualquier país, posiblemente no pasaría nada. Si hiciésemos lo mismo en el campo químico, esta industria desaparecería totalmente.

Este minifundismo es de fundamental importancia cuando se piensa en programas de investigación y desarrollo, sobre todo a largo plazo. Y sin esos programas no es posible pensar en convertir a la construcción, de la noche a la mañana, en una operación basada en la ciencia moderna.

Del total de personas que interviene en la construcción, aproximadamente un 40 % están dedicadas a la reparación y conservación. Pero este 40 % sólo produce un 25 % del monto total, en dinero, que representa el negocio de la construcción. Se trata, pues, de una infrutilización de la mano de obra que, se quiera o no, incide en el mediocre rendimiento de la industria.

Esta anomalía puede representar dos cosas: o que las construcciones resultan más caras que lo que generalmente se piensa, o que, realmente, nuestras construcciones son menos duraderas de lo que debieran.

En cualquier caso, este 40 % no puede ser tomado en cuenta —o muy poco— a la hora de pensar en planes de investigación.

B

La industrialización

Nunca se ha hablado tanto como ahora de la industrialización. Podemos decir que es un tema que tiene muy buena prensa y que sus detractores serán automáticamente anatematizados. Pensamos, no obstante, que merece la pena exponerse.

En primer lugar, no es un tema nuevo. Históricamente, el ladrillo puede ser el primer hito en la industrialización. Pero debemos reconocer que los intentos de acomodar a la construcción los estudios científicos basados en aplicar las disciplinas —técnicas, económicas y de gestión— de otros campos industriales, no han dado, hasta ahora, el resultado apetecido. La construcción continúa siendo un proceso artesano.

La aplicación del control de costes, estudios de movimientos, informática, etc., a las técnicas de la construcción ha conducido a un algo que muchos llaman «industrialización», pero que sería más ajustado definir como «construcción tradicional racionalizada». Pero la definición no importa. Tanto si la construcción es industrializada, como si es tradicional o tradicional racionalizada, los materiales básicos para todo ello son los mismos: cemento, ladrillo, madera, acero, piedra, mármol, vidrio, aluminio y... a veces plásticos. Pero de éstos hablaremos más adelante.

La cruda verdad es que el hombre, al menos por ahora, cuando piensa en vivienda piensa en un refugio, una cueva, lo más confortable posible. No es aventurado suponer que, dentro de 25 años, las casas serán casi como las actuales en lo que se refiere a su principal función de hacer habitable una parte del espacio. El cemento y el acero seguirán siendo los «reyes» en cuanto a soportar estructuras.

Las casas-burbuja de plástico, las viviendas inflables y otros artefactos más o menos decorativos, seguirán siendo «novedades» dentro de un cuarto de siglo. Y, por supuesto, «vedettes» en exposiciones y ferias y materia de especulación para arquitectos futuristas.

Pero si las construcciones no van a cambiar en lo sustancial, sí lo harán en otro aspecto

que es el de los servicios. El usuario va a exigir (ya lo está haciendo) más altos niveles de confort, de iluminación, de ventilación, de control de aire, de insonorización, etc.; todo lo cual habrá de hacer que se desarrollen ciencia y tecnología para que estos logros se consigan, realmente, a un costo moderado.

La ciencia-ficción nos muestra a todo color las casas del futuro. Pero el problema de su discutible éxito no es sólo técnico, sino social, humano, psicológico. Probablemente existan ventajas en algunos de los nuevos y audaces diseños —sería estúpido negarlo—, pero es dudoso que la humanidad, después de habitar durante siglos en casas-caja, que por otra parte, constituyen una de las mejores formas de aprovechar el terreno, vaya a cambiar de forma de pensar en menos de una generación.

Por otra parte, la presión demográfica se opone a estas audacias. La inevitable socialización, que avanza como marea incontenible, obligará a «densificar» nuestro habitat y —repetimos— el modo más económico de albergar personas (o tornillos), sigue siendo la caja, la casa-caja. Esta presión y el creciente aumento del coste de la mano de obra empujarán, que duda cabe, hacia la industrialización.

Pero, aun suponiendo que se pudieran conformar casas de 10 plantas con una prensa gigante —lo que ya es suponer—, tal como se estampan las carrocerías de los automóviles, es dudoso que los individuos aceptasen la estética del monstruo. Pronto surgirían los partidarios del Alfa-Romeo y del Rolls y... volveríamos al comienzo.

Para concluir, diremos que la industrialización va a rendir, en los años próximos, inestimables servicios a la construcción, en cuanto a desarrollar métodos muy racionalizados de trabajo y aliviar la incidencia de la mano de obra sobre los costes. Y esto ya es un avance de consideración.

La construcción tradicional se hará menos artesana y más mecanizada. Probablemente ganaremos en calidad, uniformidad y permanencia de uso, a costa de perder algo de estética. Puede que valga la pena.



Los materiales

Si admitimos que en los próximos 25 años los materiales «mayores» utilizados en la construcción han de ser los mismos que los de ahora (luego veremos las excepciones), debemos pensar que dichos materiales serán mejor conocidos en lo que concierne a sus propiedades y durabilidad, se racionalizarán más, se prefabricarán piezas más complejas y, en definitiva, se sacará de ellos el máximo partido posible.

Es en este campo donde la investigación continuada, sin descanso, puede rendir inestimables servicios. La investigación en abstracto, privada, estatal, universitaria, capitalista o socialista, no importa quién la realice, está superando metas hasta hace poco impensables. Y no nos referimos, por supuesto, a la astronáutica o a la electrónica, sino a otras ramas que, no por más modestas, deben ser minusvaloradas.

Imaginamos que la «casa del futuro», dramáticamente distinta de la de hoy, seguirá siendo, dentro de un cuarto de siglo, la casa del futuro. No nos parece que, en tal plazo, exista la posibilidad de que materiales totalmente nuevos vengan a reemplazar a los tradicionales en la construcción convencional, aunque, seguramente, tengan gran aceptación en las viviendas o laboratorios lunares.

No podemos pensar que un ladrillo hecho de plástico pueda competir con el de barro cocido. Ni que ningún mortero u hormigón de polímeros vaya a hacer perder terreno al portland, o que el plástico reforzado con fibras pueda enmendar la plana a la madera.

Los materiales sintéticos son relativamente costosos, aun tomando como base los bajos precios de los derivados del petróleo. Así, si consideramos el precio por kg o por peso/ /superficie, los plásticos se hallan en franca desventaja respecto a los materiales tradicionales. Los plásticos son maravillosos para recubrimientos, tuberías, adornos, etc.; pero sólo en casos muy especiales puede pensarse en ellos para hacer muros, tabiques, forjados y, en ningún caso, como elementos estructurales.

Los plásticos son generalmente materiales de bajo módulo elástico, mientras que la construcción depende, principalmente, de la rigidez. El plástico es quizá una de las formas más caras de comprar rigidez.

Son, además, inflamables (1) y las especificaciones contra el fuego son cada día más estrictas. Son ligeros —poco densos—, lo cual más que ventaja representa un inconveniente. La ligereza es una propiedad que se cotiza poco en la construcción, sobre todo si pensamos en el confort acústico. Diríamos que los polímeros hubieran sido de gran interés hace 15 ó 20 años, cuando no existían las ordenanzas contra el ruido.

Hay, sin embargo, algunos campos en los que han penetrado profundamente; por ejemplo: en el aislamiento de conductores eléctricos, como impermeabilizantes o como recubrimientos decorativos. Y, a propósito de esto, no nos resistimos a relatar una anécdota que tuvimos ocasión de padecer. Varios aparatos de luz de nuestra propia vivienda provocaban, al cabo de pocas horas de funcionamiento, espectaculares cortocircuitos en la instalación eléctrica. Los cables, de excelente aspecto, estaban recubiertos con el mejor aislante plástico. El calor desarrollado por las lámparas, fundiendo el plástico, hacía que los conductores de cobre entrasen en contacto.

Hecha la oportuna reclamación al fabricante de los aparatos de iluminación, nos cedió amablemente unos metros de cable anti-calor que, ¡oh sorpresa!, no era más que un conductor en el cual entre la funda plástica y el cobre se había colocado una camisa de tejido de amianto: material supertradicional e inorgánico.

Uno de los elementos de gran importancia en la edificación es el área de fachada, cuyo coste puede alcanzar hasta un 10 % del valor de la infraestructura del edificio. Estructuralmente, tal elemento no suele soportar cargas (incluso en edificios de pocas plantas) y, en contrapartida, la estética juega un papel preponderante. Debemos esperar, por tanto, que los materiales sintéticos ganen aquí terreno.

(1) «Materiales de construcción contra el fuego». Informes de la Construcción, núm. 243, pág. 49 (1972).

Sin duda, la industria de los sintéticos desarrollará materiales, probablemente plásticos reforzados, que resistan bien la intemperie, que sean durables y que no se dilaten mucho por el calor (como le ocurre por ejemplo al PVC) y, sobre todo, que sean estéticos y no precisen entretenimiento a lo largo de la vida del edificio.

No obstante, debemos pensar que aun la más simple fachada es un complejo de muchos componentes que deben cumplir una serie de requisitos funcionales, especialmente expansión controlada frente al soleamiento y, que sepamos, aún no se ha descubierto el mágico material que lo satisfaga todo.

D

El efecto catalizador

No están nada lejanos los tiempos en que, cuando aparecieron los primeros paneles acrílicos ligeros, irrompibles, absolutamente transparentes, algunos vaticinaron el fin del vidrio.

Lo mismo puede decirse de las tuberías metálicas frente a las de PVC, las losetas polímeras frente al parquet clásico o las moquetas de fibra sintética respecto a la lana.

La verdad es que estamos asistiendo al proceso inverso. El verdadero mérito de la industria química de síntesis es que ha servido como acicate, como catalizador, a la intensiva producción de materiales tradicionales mejorados.

Nunca se ha fabricado —y vendido— tanto vidrio como ahora. Las superficies acristaladas aparecen por doquier y las fábricas de cristal están en franca expansión. La madera en la vivienda es un elemento noble —al cual aspiramos todos— y del que estamos asistiendo a un resurgir sin precedentes.

Los suministradores de parquet de roble, castaño, pino noble, e incluso eucalipto, no dan abasto... gracias a los plásticos. Desde que se introdujeron las tuberías de plástico flexible o rígido, nunca se ha vendido tanto cobre para fontanería. El latón, el bronce y el acero inoxidable son buscados, en la era del plástico, como no lo han sido nunca.

La industria de cerámicos está conociendo una expansión sin precedentes. A los materiales sanitarios, cuya posición en la construcción parece imbatible, se han unido ahora un sinfín de losetas, azulejos, baldosas que, incluso, se importan del extranjero. Toda esta familia de materiales no tiene nada que temer del plástico y sí mucho que agradecerle.

Los materiales de síntesis han servido para que apreciemos aún más los elementos tradicionales y asistamos, por vez primera desde hace tiempo, a que la demanda supere a la oferta. Sabemos de muchos proyectos que se encuentran en dificultades porque los suministradores de madera, cerámicos o vidrio no pueden satisfacer los pedidos.

Y es que no debemos olvidar lo que decíamos al principio. Investigamos y construimos para el individuo. Sus gustos, sus preferencias, sus apetencias, deben ser la regla de oro para técnicos y científicos, por encima de cualquier otra consideración más o menos lógica.

No tendría sentido, desde el punto de vista humano, establecer unos criterios, todo lo racionalistas que se quiera, que no fueran aceptados por los individuos. Sus apetencias —incluso equivocadas— son ley y debemos trabajar con la vista puesta en realidades; no utopías.

No dejaría de ser un contrasentido que una ciencia —la construcción—, cuya finalidad es mejorar el nivel de vida del hombre, olvidase el factor principal: su voluntad para elegir aquello que más le agrada. No vale como pretexto intentar cosas para la «humanidad» sin contar con el individuo, pues aquélla sin éste es pura ficción, un engaño a escala cósmica. Un fraude.

E

Los servicios

Es quizá este campo, el de los servicios, el que en el futuro puede sufrir una profunda evolución y mejora. Es un terreno abierto a la investigación que deberá tenerse presente. El incremento de la contaminación ambiental, la escasez de agua y las disponibilidades de energía son los factores determinantes para una investigación programada en este sentido.

No cabe duda que las instalaciones de control de aire —acondicionamiento— deberán mejorarse y hacerse asequibles al mayor número de viviendas posible. Deberán ser más sencillas en cuanto a instalación y funcionamiento y muy seguras en su explotación.

El problema social del ruido se va agudizando exponencialmente (como los decibelios) y nos ha preocupado en alguna ocasión (1). Es relativamente fácil organizar estructuras de una gran inercia y cerramientos aislantes desde el punto de vista acústico. Pero no es posible evitar la entrada del terrible ruido urbano por ventanas, puertas y grietas en los paramentos.

De lo que se deduce la íntima relación entre la consecución de una atmósfera interior controlada y el aislamiento acústico. He aquí un campo fructífero a la investigación tecnológica.

Las instalaciones se mejorarán en los próximos años, pero habrá que barajar los costes del material y la economía en la mano de obra. Todo ello complementado con la seguridad en el servicio, con lo que ahora llamamos fiabilidad.

No tendría sentido, por ejemplo, tratar de sustituir las tuberías metálicas, rígidas pero dúctiles (valga el contrasentido), por las de PVC u otros polímeros, rígidas pero quebradizas. Nos duele, a este respecto, comprobar, en las obras que visitamos, cómo la mayoría de las cañas plásticas preparadas para ser instaladas están ya rotas antes de su puesta en obra. Todo ello en aras de una falsa economía de costes. Y la cuestión no es tan baladí como pudiera parecer a primera vista. Cuando se trata de instalaciones eléctricas, por ejemplo, la falta de protección de los tubos puede dar lugar a averías provocadas por humedad, generalmente de costosa reparación.

Si el metal ha de ser reemplazado en los años venideros, tengamos la seguridad de que no lo será por los materiales existentes **ahora**. Los dos grandes problemas de las tuberías plásticas para fontanería son su coeficiente

(1) «Aislamiento acústico». Informes de la Construcción, núm. 222, pág. 55 (1970).

de expansión-dilatación y el tiempo y coste de su instalación, sin olvidar tampoco el de las juntas.

Probablemente se necesitarán materiales más flexibles, tal como algunos politenos de cadenas cruzadas, nylon modificado o cauchos de butilo, u otros que se inventen y cumplan con las especificaciones mecánicas y térmicas que los metales satisfacen con toda seguridad.

Otro buen problema es el tratamiento del agua, estudiado con detalle en otro lugar (1). Las nuevas viviendas necesitan más agua potable, tanto en términos absolutos como relativos. La elevación del nivel de vida lleva consigo un consumo mayor de agua per cápita. Pero así como la humanidad se multiplica, el agua no. Es ahora prácticamente la misma que en tiempos de los nabateos.

Será necesaria una profunda investigación en técnicas y materiales nuevos para la purificación del agua, problema ligado muy íntimamente al de las disponibilidades de energía. Aquí hay otro buen campo de desarrollo para nuevas resinas cambiadoras que no presenten problemas de regeneración.

Una vivienda normal de 5 personas viene a consumir unas 150.000 ptas./año en energía. La cifra es más que suficiente para que se justifique una profunda investigación en este terreno, especialmente en el desarrollo de pequeñas pero eficientes unidades de potencia, con un entretenimiento mínimo y una gran seguridad de funcionamiento.

Las células de combustible parecen una respuesta al problema, hasta tal punto que nos hacen pensar si el establecimiento de grandes —y costosas— redes de energía eléctrica y de gas, a escala nacional e internacional, no serán un despilfarro injustificado, en especial para nuestros descendientes.

Esto **ya es** especialmente cierto para localidades remotas, viviendas muy aisladas y lugares residenciales de playa o montaña. No es difícil predecir que dentro de 20 años exis-

(1) «Potabilización del agua de mar». Informes de la Construcción», núm. 231, pág. 55 (1971).

tirán unidades de potencia, llave en mano, de funcionamiento seguro y ocupando poco espacio, que constituirán una solución alternativa —y posiblemente competitiva— a los suministros de energía que ahora conocemos.

La vivienda ocasional, el segundo hogar —refugios, caravanas, chalets aislados, etc.—, constituyen un campo aparte con un gran futuro. La tendencia del habitante urbano a escapar hacia zonas más tranquilas es ya incontenible. La investigación tecnológica tiene aquí un enorme futuro en cuanto a encontrar soluciones prefabricadas, paneles sandwich, conductos plásticos, etc., con muchas menos restricciones que las que existen para la vivienda urbana.

Ciertas construcciones: auditorios, campos de deportes, supermercados, etc., podrán beneficiarse grandemente de estas técnicas de preformación y prefabricación de grandes unidades, muchas de ellas en material sintético, y con soluciones constructivas audaces y originales.

F

Economía, negocios y política

El entramado en que está inserta la industria de la construcción es de tal modo complejo que no existen soluciones sencillas (recuérdese la ley del suelo). En general, hay pocos campos en los cuales las posibilidades técnicas sean tan amplias y excitantes, pero donde las dificultades resultan casi insuperables desde el punto de vista económico.

Para el científico y el técnico resulta sumamente fácil olvidar las reglas básicas que gobiernan un mundo como éste, en el cual hay una gran diferencia entre lo que puede suceder y lo que realmente acontecerá. Toda investigación de desarrollo necesita dinero, de tal modo que la laguna entre posibilidad y actualidad es, en el fondo, un ahorro económico.

Una industria tan compleja como la construcción no se rige estrictamente por la ley de la oferta y de la demanda. No creemos necesario insistir en este punto, pero debemos olvidarnos ya que no es posible establecer una simple teoría.

Volvamos, por ejemplo, al tema del mantenimiento, esbozado en el apartado A. Para cualquier país, una distribución estadística del dinero que se mueve en la construcción podría ser como la reflejada en el cuadro siguiente:

CUADRO II

Distribución de gastos en la construcción

CONCEPTO	Importe total (%)	Materiales (%)
Vivienda	31,1	16,7
Otras construcciones .	26,7	13,4
Reparación y mantenimiento	26,7	7,8
Ingeniería civil	15,5	8,9
Totales	100,0	46,8

Observemos la importancia económica que representa el renglón del mantenimiento, especialmente en cuanto a mano de obra se refiere. Esto constituye una pesada carga sobre la renta. Probablemente, el empleo de materiales de más alta calidad y una ejecución más cuidada rebajarían este importante porcentaje del 26,7. Se trataría, sin duda, de una buena inversión.

Pero hemos de reconocer que ambos conceptos: coste inicial y mantenimiento, van totalmente divorciados. Recuérdense grandes urbanizaciones que, a los pocos años de uso, han tenido que ser reparadas totalmente. Reconozcamos que los presupuestos operan sobre una estricta base de coste, sin la menor concesión al mantenimiento subsiguiente. Hasta tal punto es así, que tratar de vender un producto de alta calidad en el mercado de la construcción es casi una proeza. El volumen de edificación por unidad de coste es casi el único criterio financiero al uso.

En algunos países las cargas de reparación son deducibles de los impuestos, lo cual da pie para fomentar la construcción de edificios baratos y de mantenimiento caro.

Existe, además, una profunda laguna entre la propia industria de la construcción y sus abastecedores de materiales. La mayor parte de la investigación de desarrollo que actualmente se hace no la financia la propia indus-

tria de la construcción, con lo cual la consecución de resultados espectaculares aparece como muy remota.

La industria de la construcción necesita con urgencia investigaciones con base científica, a largo plazo. Pero no está preparada para financiarlas. Tampoco debe «esperar sentada» a que otras industrias, por ejemplo la química, le saque las castañas del fuego, y ello por dos razones: en primer término, la industria química conoce los problemas de la construcción a través de una información de segunda mano; la industria, en general, tiene mucho que enseñar a la construcción si ambas encuentran una base común de entendimiento.

Por otra parte, la química y la construcción pertenecen a mundos extraños, en el plano económico, aunque no desconocemos que existan excepciones a la regla. Deberán encontrarse, pues si la construcción ha de ser algún día industrializada eficazmente necesitará nuevas tecnologías basadas en nuevos materiales (o a la inversa), y esto sólo puede lograrse de una inteligente combinación de nuevos métodos y nuevos materiales.



Futuro

Todo lo que acabamos de decir no significa que se apliquen masivamente recursos a la investigación en la construcción, tal como se hace, por ejemplo, en la defensa, en ciertos países. No se necesita un nuevo esfuerzo sino más bien un encauzamiento adecuado de lo que ya existe, produzca o no dividendos inmediatos, económicos o políticos.

Hay que dirigir y fomentar especialmente ciertos tipos de investigaciones, sin olvidar las que hemos dado en llamar clásicas: cementos, hormigón, ladrillos, yesos, etc., que aún pueden dar mucho de sí, si se cuenta con la garantía de continuidad de la que hablaba el Profesor Lora en una de sus conferencias.

En efecto, la investigación sin continuidad no es nada, es una parodia, un quiero y no puedo y, al final, un desperdicio de dinero y esfuerzos. No desconocemos que existen opiniones que consideran a la investigación como ser-

vicio. La ayuda técnica a la industria es, sin duda, necesaria, conveniente y rentable. Y, además, un acercamiento entre los centros y la industria, que no podemos desconocer como mutuamente beneficioso. Pero no lo es todo. Es una herramienta, un aspecto más del mundo de la ciencia y de la técnica que produce al investigador tantas alegrías y sinsabores.

No quisiéramos terminar sin advertir contra el significado de frases como «la ciencia lo puede todo», o «nadie cree en lo imposible hasta que sucede».

Recordamos algo oído hace unos días y que, según el comentarista de turno, debe atribuirse al Profesor Lain en una de sus conferencias. Parece que había expresado que «el hombre puede hacer todo excepto dos cosas: estar en dos lugares a la vez y ser inmortal».

Ni que decir tiene que estamos en completo desacuerdo con el profesor, puesto que añá-

diríamos, por nuestra cuenta, que puede hacer todo excepto lo que no puede. Si se escribiera algún día la historia de los fracasos científicos, suponemos que los Comptes Rendus resultantes serían casi tan voluminosos como las aportaciones positivas que la humanidad posee.

Afirmaciones así perjudican más que favorecen a la Ciencia y a los científicos, por cuanto fomentan el sentimiento de frustración de éstos y defraudan a la humanidad, que no puede alcanzar cómo los científicos no resuelven todos sus problemas.

Este trabajo no pretende ser una visión recortada o retrógrada de la investigación, sino realista. Cada cosa es lo que es, con todas sus limitaciones, y no lo que imaginamos que pudiera ser.

La investigación es lo que tiene que ser, pero no más.

résumé

Recherche de la construction

J. M. Tobío, Professeur de recherche

Maintenant qu'il est très à la mode de faire des prévisions à long terme —25 ans au moins—, nous n'avons pu résister à la tentation de faire quelques réflexions sur un énoncé si important qui, comme il est évident, conditionne la propre raison d'être de l'Institut Eduardo Torroja et notre propre activité.

Nous ne découvrons rien si nous disons que l'opinion le plus souvent soutenue par des scientifiques et des techniciens dans notre domaine est que «dans la construction il reste peu à inventer». Cela concerne principalement les matériaux dits TRADITIONNELS. Même, lors de réunions internationales de haut niveau, on a manifesté, par exemple, qu'au sujet du ciment «on avait déjà fait toutes les recherches».

Comme nous ne partageons pas cette opinion —et nous supposons que beaucoup de nos confrères ne la partagent pas non plus—, nous nous sommes permis cette petite divagation qui, inutile de le dire, n'a autre valeur que d'exprimer l'opinion PERSONNELLE de l'auteur.

L'expression brillante littéraire est un don qui se manifeste rarement chez les scientifiques. En accord avec cela, notre exposé aura d'énormes défauts de forme et de fond. Que notre humilité aille donc de l'avant pour accepter les critiques, exprimées ou non, qui nous soient faites.

summary

Building Research

J. M. Tobío, Research professor

Now that it is so fashionable to make long-term forecasts —25 years at least— we have not been able to resist the temptation of making some reflexions on such an important title which obviously is the actual reason d'être of the Eduardo Torroja Association and our own activity.

We have discovered nothing if we say that the opinion most frequently expressed by scientists and technicians in our field is that «in building there is little left to invent». This refers mainly to the so-called TRADITIONAL materials. Even in high level international meetings it has been declared, for example, that on the subject of cement «everything had been investigated».

As our opinion —and we presume that of many colleagues— is not such, we have taken the liberty of making this small digression which, needless to say, has no other value than to express the author's PERSONAL opinion.

Literary brilliance is a gift which is rare in scientists. Thus, our exposé must have great defects in form and basis. Of course we are very willing to humbly accept any criticisms of the opinions expressed in this paper.

zusammenfassung

Forschung in der Konstruktion

J. M. Tobío, Versuchsprofessor

Da es heute so modern ist, langfristige Vorhersagen —wenigstens für 25 Jahre— zu machen, konnten wir nicht der Versuchung widerstehen, über ein so wichtiges Thema Überlegungen anzustellen, welches offensichtlich die eigentliche Daseinsberechtigung des Institutes Eduardo Torroja und unsere eigene Tätigkeit bestimmt.

Wir machen keine Entdeckung wenn wir sagen, dass die Meinung, die am häufigsten von Wissenschaftlern und Technikern in unserer Spezialität geäußert wird, dahin geht, dass «in der Konstruktion kaum noch etwas zu erfinden bleibt». Das bezieht sich vornehmlich auf die sogenannten TRADITIONELLEN Materialien. Sogar bei internationalen Tagungen von hohem Niveau wurde zum Beispiel geäußert, dass hinsichtlich des Zementes «bereits alles erforscht ist».

Da unsere Meinung —und wir nehmen an, die Auffassung vieler Kollegen sich dem nicht anschliessen kann, haben wir uns diese kleine Abweichung erlaubt, die —das braucht nicht eigens betont zu werden— keinen anderen Wert hat, als die PERSONLICHE Meinung des Autors auszudrücken.

Das literarische Talent ist eine Gabe, die sich bei Wissenschaftlern nur selten findet. Daher wird unsere Darlegung grosse Mängel an Gehalt und Gestalt aufweisen. So wollen wir also zuerst erklären, dass wir in aller Bescheidenheit bereit sind, die Kritiken anzunehmen, sei es dass sie stillschweigend oder laut geäußert werden.