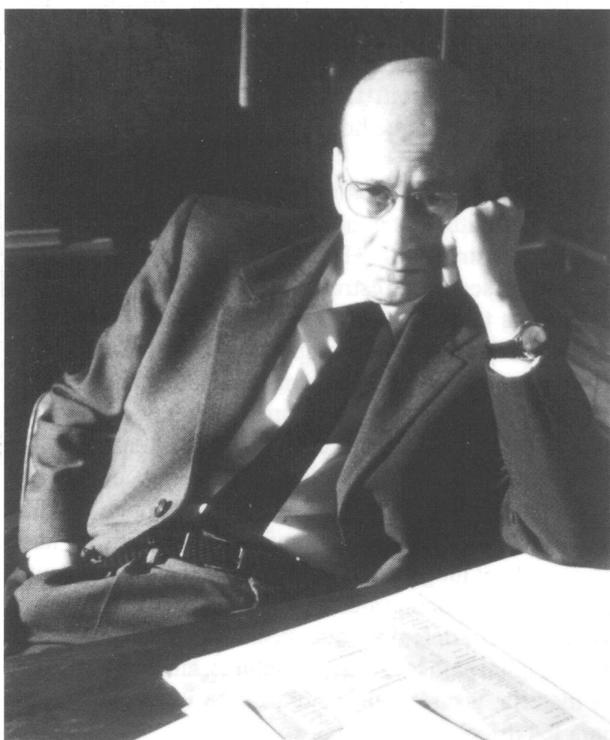


## CENTENARIO DE EDUARDO TORROJA (CIENCIA, TECNOLOGÍA Y EMPRESA)

M<sup>a</sup> del Carmen Andrade Perdrix\*

108 - 12

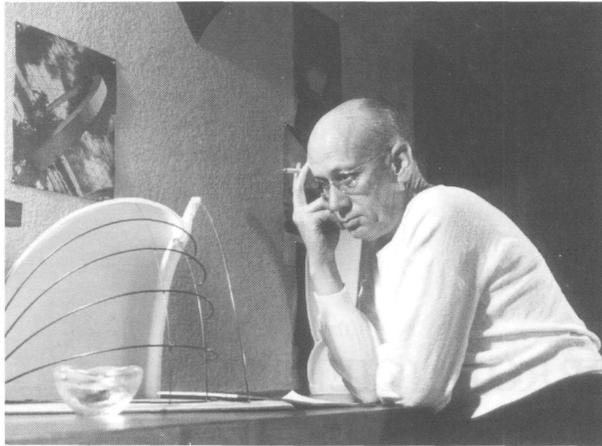


Con relación a la política científica de los países es frecuente que se plantee la controversia sobre si es más importante priorizar la investigación básica o apoyar el desarrollo tecnológico. Unos defienden apasionadamente la importancia de la ciencia básica como fundamento del desarrollo tecnológico y otros preconizan la necesidad de invertir los limitados recursos del país en investigaciones, en áreas y disciplinas cuya aplicación práctica pueda ser percibida por la sociedad en un plazo razonablemente corto.

Este dilema sobre la prioridad en el binomio ciencia-técnica es, sin duda, una de las claves del desarrollo tecnológico y, en forma indirecta, para el bienestar social de un país. Así se ha entendido por la Unión Europea al aprobar el V Programa Marco de Investigación, en el que las prioridades son puestas en el impacto social y tecnológico más que en el propio interés científico de las propuestas. Es conocido lo que ahora se llama la “paradoja europea”: en la Unión se produce y publica mucha y buena ciencia básica y, sin embargo, se va por detrás de Japón o EE UU en la exportación de tecnología. La producción de ciencia básica no es sinónimo inmediato de avance o bienestar social, ni siquiera de producción de tecnología. Es más, aquéllos que trabajan en un ámbito científico más aplicado, saben por experiencia que la ciencia básica si puede ser “productiva”, no se debe publicar inmediatamente, ya que otros con mejor preparación para acortar el tiempo de la aplicación práctica pueden adelantarse en su uso, al ser capaces de hacer tecnología en un menor tiempo.

En realidad es claro que una buena tecnología no se puede desarrollar sin sustentarla en dos pilares fundamentales: una buena ciencia básica (propia o adquirida leyendo la literatura científica) y un tejido productivo industrial capaz de asimilarla en un tiempo corto. Este último aspecto se olvida demasiadas veces en nuestro país: enfrascados en si es más importante la ciencia básica o la tecnología, no reparamos en que ambas son baldías desde el punto de vista de aprovechamiento social si no encuentran un entorno industrial con la cultura de la innovación. Ciencia y técnica son siempre gratificantes personalmente, tanto para el investigador que recibe el reconocimiento a su trabajo como para el técnico que aplica los principios y es

(\*) María del Carmen Andrade Perdrix, es Directora del Instituto de Ciencias de la Construcción “Eduardo Torroja” (IETcc), del CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), es Vicepresidente de la Unión Internacional de Materiales y Estructuras (RILEM), Presidente nominado del Comité de Liaison y ex Presidente de la Unión Europea para la Idoneidad Técnica en Construcción (UEAtc).  
(c) Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es>  
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)



capaz de presentar prototipos o soluciones innovadoras; pero sin el apoyo del empresario que lo hace rentable y por tanto lo multiplica y difunde, la sociedad no percibe el retorno de la inversión hecha en investigación.

Este argumento pretende introducir la tesis fundamental que se quiere abordar y es que Eduardo Torroja, Ingeniero de Caminos de talla mundial, que nació hace ahora cien años, fue una figura que reflejó esta forma armónica y completa de proceder. No fue sólo un ingeniero reconocido mundialmente por sus innovadoras estructuras (mercado de Algeciras, hipódromo de la Zarzuela o arco del puente sobre el Esla), fue también un científico y un industrial que conjugó magistralmente todas las actividades en una sola vida que hoy se juzgaría corta (murió a los 61 años, en su despacho del Instituto). Tal vez uno de los motivos por el que sus obras de ingeniería resulten tan fuera de serie fue, precisamente, el que era un gran científico y un hombre que conocía de primera mano, porque él mismo lo era, las demandas del empresario.

Valorar la obra de Eduardo Torroja sólo como la de un ingeniero no sería hacerle justicia, ya que sus aportaciones en el campo de la ciencia han sido también notables, y aunque menos relevantes, no hay que olvidar sus actividades como empresario.

Relatan algunos de sus directos colaboradores que su inquietud intelectual era ilimitada, lo que le llevaba a intentar profundizar en las razones más básicas del comportamiento estructural. Para ello realizaba ensayos con el fin de conocer las propiedades intrínsecas del material, fuese el hormigón, el acero o el ladrillo, y también por ello dio tanta importancia a lo que hoy se llama ciencia de los materiales: promovió y realizó extensos estudios experimentales sobre la reología del hormigón, su proceso de rotura y su resistencia mecánica. Para la mente científica de Torroja cada material determina las formas fundamentales de la estructura, implica volúmenes y proporciones, obliga a métodos de análisis específicos, impone procesos constructivos e influye en el comportamiento en el tiempo de la estructura.

(c) Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

Tal vez por ello sus estructuras presentan una durabilidad mucho mayor que la de otras obras contemporáneas.

Eduardo Torroja entendía que antes de acometer la concepción de una estructura era esencial el conocimiento profundo de las propiedades intrínsecas del material e insistía en que la técnica de la construcción no progresaría si no se desarrollaban nuevos materiales o se mejoraban las propiedades de los existentes. El impulso que dio al empleo del hormigón es muy difícil de cuantificar, pero sin duda rompió muchas de las barreras de su empleo en estructuras impensables para aquel entonces.

En su discurso de ingreso en la Academia de las Ciencias, en 1944, decía "...personas como yo, que no soy ni he sido, ni pienso ser más que un ingeniero constructor, dispuesto siempre a hurtar en el campo ajeno y dádivo de la Ciencia algo de lo poco que, con mis modestos aperos de trabajo, puede servirme para construir mejor. Porque en eso que se ha dado en llamar, y no sin fundamento, el Arte de la Construcción existe siempre un fondo esencialmente científico, y más particularmente matemático, sin el que hoy no puede vivir el técnico".

Otra de las áreas donde sus investigaciones básicas brillaron a la máxima altura internacional fue la de los conceptos de seguridad estructural. Hasta después de la II Guerra Mundial, la seguridad estructural se abordaba comprobando que las tensiones no superaban las máximas tensiones admisibles. Cuando empieza a asistir a reuniones internacionales donde este tema se plantea por parte de los más brillantes investigadores de la época, Torroja, junto con sus colaboradores del Instituto, entre los que cabe destacar a Alfredo Páez, establecen un camino completamente nuevo: por un lado, proponen calcular primero las cargas que puede sufrir la estructura a lo largo de su vida, y luego, sustituir los tradicionales conceptos deterministas por un cálculo probabilista, proponiendo el uso de dos coeficientes de seguridad: uno que mayor las cargas, igual para todas las estructuras, cualquiera que sea su materia, y otro, que minor las resistencias, distinto para los diferentes materiales.

Establecen también la relación entre los coeficientes de seguridad y la probabilidad de ruina de las estructuras. Todavía hoy, sus aportaciones subyacen en toda la normativa nacional del hormigón de todos los códigos del mundo. En su época, estas aportaciones revolucionaron el cálculo en rotura del hormigón y le valieron a Torroja ser nombrado presidente de varias de las asociaciones internacionales que estaban entonces formándose.

Éstas y otras de sus aportaciones científicas le valieron ser, a los 45 años, académico de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, así como doctor *honoris causa* por el Politécnico de Zurich y las Universidades de Toulouse, Buenos Aires y Santiago de

<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es>

Chile. En palabras de Richard Neutra (*Journal of the American Institute of Architecture, 1959*) "Eduardo Torroja, una figura mundial en su campo de actividad, muestra que un ingeniero, lejos de cualquier visión de corto alcance, puede representar una nueva y amplia ola de humanismo", o en las de Thomas M. Riddick (*Journal of the American Water W. Assoct.*) "Torroja es el más riguroso y completo ingeniero-arquitecto y artista, y cuál de esas facetas es la más importante es problemático de definir. Su trabajo es en realidad el conjunto armonioso y completo de esas tres facetas. El objetivo ingenieril, arquitectónico y artístico de Torroja es fenomenal y comparable al de Leonardo da Vinci".

Esta alusión al espíritu universal de los grandes hombres del Renacimiento es, sin duda, la que mejor refleja la obra de Torroja, en tanto que fue un investigador básico con sólidos fundamentos matemáticos (aunque para él insuficientes, según se deduce del discurso antes reproducido), capaz de plantear y desarrollar las ecuaciones básicas de las formas innovadoras con las que resolvía las estructuras que, como proyectista, le encargaron, además de tener (o tal vez por ello mismo) una amplia cultura humanística, especialmente reflejada en su obra más conocida, (uno de los libros técnicos en construcción traducido a más idiomas diferentes, el último, el coreano) *Razón y Ser de los tipos estructurales*, en la cual decía: "El nacimiento de un conjunto estructural, resultado de un proceso creador, fusión de técnica con arte, de ingenio con estudio, de imaginación con sensibilidad, escapa del puro dominio de la lógica para entrar en las secretas fronteras de la inspiración".

En palabras de José Eugenio Ribera, profesor que le invitó a entrar en su empresa, Hidrocivil, en 1923, nada más terminar su carrera, con motivo de una cena homenaje a Eduardo Torroja: "su profundo conocimiento de las teorías, su continuado aprendizaje en el campo experimental y su valentía para enfrentarse con los más difíciles problemas, le permite desenvolver sus concepciones de tal modo que, en muchos casos, la idea arquitectónica que con cualquier otro hubiera conducido a una solución forzada o falsa, con Torroja se traduce en una nueva forma estructural de tan aguda precocidad y fuerza que es imposible separarla del conjunto funcional y estético que modela el arquitecto, con el que le gusta colaborar frecuente e intensamente".

Pero Eduardo Torroja fue también un empresario, cuya actividad comenzó cuando funda, en 1927, su propia oficina de proyectos, todavía hoy en día activa y dirigida por uno de sus hijos. A principios de los años treinta, dada la necesidad que siente de ensayar en modelo reducido sus avanzados conceptos estructurales y la carencia, en aquella época, de instituciones españolas con la tecnología propia para ello, crea una propia empresa con el nombre de ICON (Investigaciones de la Construcción), dedicada a la (c) Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)



fabricación del equipo electrónico y mecánico necesario para aquellos ensayos. Así, desde ICON ensaya varios elementos estructurales de la Ciudad Universitaria –en particular, las cubiertas de los quirófanos del hospital Clínico–, la cúpula del mercado de Algeciras y la lámina del frontón Recoletos.

Torroja participó también en la constitución de OMES (Obras Metálicas Electrosoldadas), empresa dedicada a construcciones metálicas, y es nombrado primer presidente, en 1946, de ENHER (Empresa Nacional Hidroeléctrica del Ribagorza), puesto en el que permaneció hasta su muerte, en 1961. Todo ello sin olvidar la fundación, en 1934, del Instituto Técnico de la Construcción y Edificación, del que fue primer Secretario, y que nació como asociación privada sostenida por las cuotas de sus socios. Después de la guerra civil lo transformó en el Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento y lo adhirió al Consejo Superior de Investigaciones Científicas, si bien consigue que siga manteniendo un régimen administrativo como entidad privada, siendo nombrado Director en 1949 (y por tanto se cumple también en este año el cincuentenario de su nombramiento).

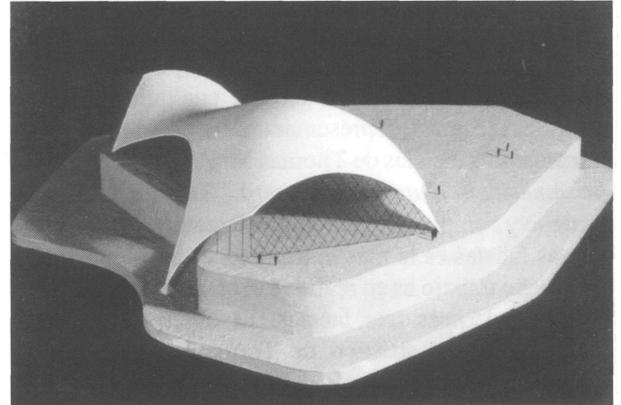
En esa aventura de crear un instituto privado en 1934 para promover los avances de la técnica de la construcción y su difusión, le acompañaron personajes tan ilustres como don Modesto López Otero, don Alfonso Peña Boeuf, don Manuel Sánchez Arcas y don José María Aguirre Gonzalo, este último gran amigo personal suyo que le asistió, además, como constructor en muchas de las arriesgadas obras que proyectaba. Se dice arriesgadas pues don José María relata algunos riesgos físicos que corrieron cuando ensayaban a escala real algunas de las obras, como el propio Hipódromo de la Zarzuela.

En el centenario del nacimiento de un ingeniero tan singular es importante tomar su figura universal con la humildad del que sabe que, por desgracia para la humanidad, hombres tan completos y polifacéticos no se repiten con frecuencia, pero lo que sí es posible es crear y apoyar centros

multidisciplinares que integren en sí mismos las cuatro facetas de ciencia-técnica-docencia-empresa.

Él demostró que en España fue posible crear organizaciones respetadas en todos los países del mundo por sus aportaciones científicas, por la calidad y originalidad de los proyectos de los ingenieros y arquitectos que en ellas trabajaban, por el elevado nivel de los cursos que promovían y por su imbricación en el tejido productivo e industrial, de tal forma que los desarrollos del laboratorio pasaban a ser parte de la práctica industrial o de la normativa en muy breve plazo.

Al menos en el sector de la construcción es estéril plantear el dilema ciencia básica o técnica aplicada. Sólo el apoyo a un ejercicio armónico de todas las facetas en unos mismos espacios físicos de trabajo, es lo que llevará a una mejor imbricación de la ciencia básica con la práctica diaria. Este objetivo parece que se propone el nuevo Plan Nacional de Investigación que se plantea en nuestro país. Se deduce de todos los documentos que hasta ahora se han presentado que es intención de las autoridades el avanzar en ese camino de una mayor relación entre la empresa y los investigadores. Pero para ello hace falta un nuevo marco legal y un importante cambio de mentalidad. Ejemplos de este cambio necesario son, por ejemplo, que en las oposiciones y en los concursos de méritos se valore no sólo la actividad puramente investigadora, y que la relación con la industria no sea considerada por los científicos como una tarea de segundo nivel y que, asimismo, haya mucha más permeabilidad entre la Universidad y el CSIC.



Los hombres geniales son únicos, pero la humanidad avanza porque luego sus ideas son continuadas por los colectivos. En el centenario del nacimiento de Torroja, una manera de reconocer sus méritos debe consistir en asimilar que, aunque su actividad brilló más especialmente por las obras que proyectó y construyó, ello sólo fue una parte de su empeño vital. Fue, a la vez que un gran ingeniero, un científico importante, un catedrático y un empresario, y su afán de hacer avanzar la técnica en la construcción la plasmó al crear un lugar físico, un Instituto (que a su muerte tomaría su nombre), donde todas estas actividades pudieran ser armónicamente desarrolladas, de tal forma que aparecieran los efectos sinérgicos que son el fruto de la multidisciplinariedad. *Technicae plures, opera unica* fue el lema con el que definió al Instituto que ahora lleva su nombre y es el espíritu que mejor resume su legado.

\* \* \*