

RAZÓN CIENTÍFICA DE LA MODERNIDAD ESPAÑOLA EN LA DÉCADA DE LOS 50

María José Cassinello

Los precursores de la Modernidad llamaron a su arquitectura -moderna o racional- porque querían resaltar el hecho de que debía responder a la más radical actualidad de principios del siglo XX, basada en la racionalización de los procesos de producción generados por el maquinismo y la aparición de nuevos materiales elaborados en tubos de ensayo, pero, aunque nunca la llamaron *científica*, esta fue la razón detonante que le dio la oportunidad de ser, y en la que Le Corbusier¹ basó su elocuente e internacional defensa de una Nueva Arquitectura. En el primer congreso CIAM celebrado en 1929 se puso de manifiesto la necesidad de hacer partícipe a la Arquitectura de la actualidad 'científica' que estaba transformando el mundo y generando una nueva forma de vida.

La Arquitectura no podía quedarse al margen, era necesario iniciar con urgencia las investigaciones necesarias para alcanzar finalmente la revolucionaria meta de los sistemas de producción del siglo XX: La Prefabricación, consecuencia directa del maquinismo que ya había iniciado la transformación del mundo -más allá de la propia arquitectura- los avances científicos y técnicos alcanzados habían revolucionado el mundo de la producción con la aparición de nuevos procesos, nuevos materiales, nuevas teorías y métodos de cálculo estructural..., generando una nueva organización del trabajo que aportaba mejoras sociales y económicas. Cuando Le Corbusier dijo 'aquí y ahora 1927 ha nacido la nueva Arquitectura'², no hablaba solo de arquitectura, estaba proclamando el nacimiento de un nuevo *modelo de pensamiento* que se venía fraguando desde finales del siglo XIX³, y que desde entonces se extendería sin reconocer fronteras porque su razón no estaba basada en una idea o un deseo de cambio en sí mismo, su razón era la necesaria adaptación a la actualidad científica y técnica que imparablemente transformaría el mundo.

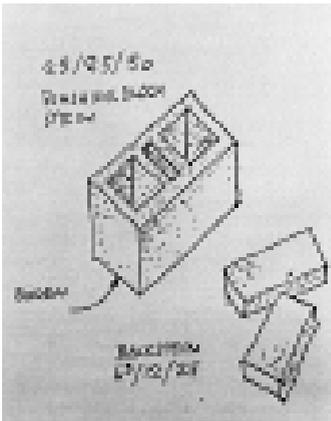
Se había convenido la necesidad de *dar muerte a la artesanía*, y producir una Nueva Arquitectura susceptible de ser modulada, estandarizada, prefabricada, desde su proceso proyectual, cálculo, producción y puesta en obra. De nada serviría la búsqueda de nuevos sistemas para proyectar una *Arquitectura Normalizada* susceptible de ser prefabricada, si la industria no abandonaba su artesanal sistema de producción. El mundo era consciente de que cambiar los sistemas de producción sólo era posible desde el camino de la investigación experimental. Cada país necesitaba actualizar sus cadenas de producción, pero antes debería decidir qué debía fabricar y cómo para poner en el mercado una suficiente variedad de elementos prefabricados y técnicas de puesta en obra generando la que Le Corbusier denominó 'caja de elementos'⁴ a disposición del arquitecto, sin la que éste estaría obligado a seguir construyendo de forma artesanal, pese a que proyectase una imagen formalmente 'moderna'. No se

1. LE CORBUSIER: "Où est l'architecture?", *L'Architecture Vivante*, París, 1927, pp. 7-11: "(...) en este momento preciso de hoy (1927) (...) es necesario realizar una adaptación a las nuevas condiciones de un mundo fundamentalmente trastornado, inmensa y totalmente revolucionado por el maquinismo; cuando la Arquitectura, tras haber agonizado en las cornisas, los frontones, las cúpulas de cuatro siglos de eclecticismo, se ensimisma en la búsqueda de medios auténticos, medios técnicos (nuevos materiales y cálculos), medios espirituales (revolución social y económica, organización de la producción, organización de la sociedad, de la familia...) Hemos aquí por ello hablando de racionalización, industrialización, taylorización (...) Nada es posible sin análisis e investigación".

2. *Ibidem*.

3. Desde mediados del siglo XIX, se empieza a predecir la aparición de una nueva Arquitectura que responderá al desarrollo científico-comercial de las nuevas estructuras de hierro y hormigón armado y sus nuevos sistemas de producción. Pichett recoge estas revolucionarias ideas en su publicación *A New System of Architecture*, 1845; Fergusson en su *History of Architecture*, 1862; Cesar Daly en un artículo en *The Builder*, 1864... La tradición de los sistemas constructivos y estructurales se ve claramente amenazada por los avances tecnológicos y la aparición de nuevos materiales y empieza a generarse el debate previo al nacimiento de una nueva Arquitectura, basada en la libertad que producen los avances científicos que el hombre alcanza a finales del XIX.

4. LE CORBUSIER, JEANNERET, Pierre, "Consideraciones sobre la Construcción" en ROTH, Alfred, *Zwei Wohnhäuser von Le Corbusier und Pierre Jeanneret*, Stuttgart, Akadem. Verlag Dr. Fr. Wedekind und Co, 1927: "(...) La construcción es la unión eficaz y consecuente de los elementos constructivos. Se constituyen industrias y empresas técnicas que se ocupan de fabricar estos elementos que, gracias a la fabricación en serie, se vuelven precisos, baratos y buenos. Se pueden fabricar de antemano en cualquier número. Las industrias se cuidan de completar y perfeccionar ininterrumpidamente los elementos. Con ello, el arquitecto dispone de una *Caja de Construcción* y su talento arquitectónico se puede manifestar libremente".



Bloques aligerados de pomez utilizados por Le Corbusier y Piere Jeanneret en las Viviendas de la Weissenhof de Stuttgart 1927.

trataba de defender la imagen de una nueva Arquitectura -como si se tratara de una nueva 'moda de vestirla'- desprovista de cornisas y frontones, levantada sobre pilotes con entramado de pórticos como estructura portante, con planta y fachadas de libre composición, ventanas corridas y cubierta plana-jardín. Quienes lo entendieron fueron conscientes de que se trataba de contribuir a un cambio cuya raíz estaba en la imparable y necesaria revolución de los sistemas productivos en todos los campos, y que en la arquitectura debía iniciarse desde la propia elaboración de los materiales, dando lugar a elementos estructurales y constructivos fabricados en serie, repercutiendo este hecho directamente en una nueva organización social del trabajo. Para que el arquitecto contara con 'la caja de elementos' a la que Le Corbusier se había referido, era necesario iniciar el camino de la racionalización y este camino no era posible sin la necesaria investigación científica .

En los años treinta la construcción europea era fundamentalmente artesanal, pero ya existía una clara toma de conciencia de la necesidad de alcanzar la industrialización de su proceso de producción. Aquellos países que, como Alemania, Suiza, Francia o Inglaterra, iniciaron en décadas anteriores su camino hacia la producción en serie de elementos desde su previa *normalización*, en 1937 habían conseguido racionalizar en gran medida la totalidad del proceso arquitectónico y, en algunos casos, incluso reducir sus costes en un 30% frente a la construcción artesanal por el claro ahorro efectuado frente a la ya encarecida mano de obra. España, sin embargo, debido en gran parte a la guerra civil, no sólo seguía siendo fundamentalmente artesanal, sino que su falta de medios económicos y su abundante y barata mano de obra impedía que se hiciera realidad su deseo de alcanzar la más importante razón de la 'modernidad', la racionalización científica del proceso Arquitectónico.

La historia de la modernidad española nos ha legado numerosas obras de arquitectura y obra civil iniciadas por el GATEPAC y la Generación del 25, que resurgió con un carácter especial en la década de los cincuenta, fundamentalmente en los Poblados Dirigidos y Concursos de Viviendas sociales, dando lugar a los actuales *Catálogos de Arquitectura Moderna* que recogen los más importantes ejemplos que han permanecido en las tramas urbanas de nuestras ciudades como muestra viva del largo proceso seguido, durante el cual cada autor llegó hasta donde pudo en base a la precaria 'caja de elementos' con la que podía contar en un país deprimido y devastado por una guerra civil. Pero, para completar la historia de nuestra modernidad, falta incluir algo que no se puede recoger en un catálogo y que sin embargo nos permite entender y encadenar consecuentemente cada obra, cada imagen cada hecho acontecido, la *labor científica* -razón de ser de la modernidad- realizada en España desde que nació ese nuevo modelo de pensamiento proclamado y defendido en el primer congreso CIAM. Sin duda, los logros alcanzados son la suma de los esfuerzos de muchos pero el protagonista indiscutible de esa importante labor fue el *Instituto Eduardo Torroja*.

EL INSTITUTO - EJECUTOR CIENTIFICO DE LA MODERNIDAD ESPAÑOLA

La revolución científica acaecida en el campo de la construcción civil y arquitectónica impulsó a nivel mundial la rápida aparición de Centros de Investigación especializados en cuyas manos estaba el futuro de su evolución

y desarrollo. Pero, mientras que en algunos países como Estados Unidos, Alemania, Inglaterra o Suiza, no sólo el gobierno, sino también las propias empresas constructoras y productoras contaban con centros de experimentación que podrían garantizar el progreso de la construcción con nuevos materiales y elementos estructurales y constructivos, en otros países más deprimidos, como España, ni el gobierno ni las pequeñas empresas e industrias particulares del gremio podían costear Centros de Investigación experimental con capacidad suficiente como para impulsar la necesaria evolución de los sistemas constructivos hacia la *industrialización* desde la propia elaboración del material. Bien es cierto que España contaba con un laboratorio estatal desde el Real Decreto del 12 de agosto de 1898 en el que la Reina Cristina⁵, en su nombre como Reina Regente del Reino y en el de su hijo, el Rey Alfonso XIII, decreta la creación del Laboratorio Central para Investigación y Ensayos de Materiales Aplicables a las Construcciones. Pero este Laboratorio, inaugurado en abril de 1899 como un servicio anejo a la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid, no contó hasta el año 1943 ni con los medios, ni con un edificio capaz de albergar las dependencias, maquinaria, y personal suficiente para poder acometer -en la forma deseada- la importante y relevante labor para la que fue creado.

III Coloquio de Directores y Técnicos de Fábricas de Cemento. Mayo 1.960. Celebrado en el salón de actos del Instituto Eduardo Torroja. Delegado del Gobierno señor Vierna, Director del Laboratorio del Ejército, Torre-Encino, Consejero del Instituto señor Rezola y Eduardo Torroja (en pie) durante la presentación.

Pero antes de que esto ocurriera, en el año 1934, un grupo de ingenieros y arquitectos españoles entre los cuales se encontraba el insigne Eduardo Torroja, decidieron por su cuenta poner fin a esta lamentable 'laguna científica', cambiando el rumbo de nuestra historia, *acelerando el desarrollo de la industria de la construcción en nuestro país, haciendo partícipes a la Ingeniería Civil y a la Arquitectura de los nuevos materiales y sistemas de producción. Fue entonces cuando ocurrió, cuando realmente 'el camino hacia el progreso y el desarrollo de la deprimida y artesanal España', empezó a deslizarse bajo nuestros pies impulsado por la fuerza de unos pocos que fueron capaces de movilizar al país entero.* Este grupo estaba formado por : Modesto López Otero, Alfonso Peña, Gaspar Blein, Manuel Sánchez Arcas, José María Aguirre, José Angel Petrirena y Eduardo Torroja; fue la primera organización creada en España 'libremente' por particulares con una finalidad mucho más ambiciosa que la recogida en el Real Decreto de 1898 : *Investigar , Promover y Divulgar*, sobre todos los campos relacionados con la construcción desde todos y cada uno de sus aspectos técnicos y científicos para *fomentar el progreso en una anticuada industria* que podía producir más y mejores obras de arquitectura e ingeniería revolucionando los sistemas de producción desde la manipulación del propio material, forzando a la evolución hacia la deseada normalización e industrialización.

El camino estaba abonado, los técnicos y científicos del país estaban ávidos de información -eran conscientes de los retrasos con los que estaban conviviendo- y empezaron a recibir la mejor, la más actual y específica, no sólo a través de la revista - *Hormigón y Acero* - en la que se hablaba de las últimas novedades acaecidas en el resto del mundo. Los 40 socios de los primeros meses empezaron a multiplicarse y con ellos las cuotas que facilitaban...la vertiginosa velocidad que el recién creado Instituto de la Construcción bajo la dirección de Eduardo Torroja había alcanzado, empezando pronto a saltar las fronteras para ser conocido en otros países por sus actividades .Era un momento clave y decisivo de transformación radical, no sólo de las técnicas de construcción, sistemas de cálculo y conocimiento de nuevos materiales, sino

5. Gaceta de Madrid, 13 de agosto de 1898, Tomo II, p. 695.



Vista general de las instalaciones del Instituto Eduardo Torroja, 1960.

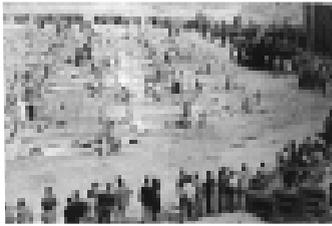
también del propio proceso proyectual que exigía la necesidad de generar una Arquitectura susceptible de ser industrializada. Hacía pocos años que se habían publicado las experiencias de Adams, de Bolomei, de Cross..., se empezaba a dominar el cálculo estructural, aparecían por primera vez los Pliegos de Condiciones, se perfilaban balbuces normativas técnicas de fabricación y puesta en obra de muy diferentes materiales, aunque sin duda el gran protagonista era el hormigón armado y pretensado. Freysinnet publicaba su famoso folleto *Una revolución en Hormigón*, Torroja construía algunas de sus más importantes obras como las estructuras laminares del Hipódromo de Madrid o el Viaducto 'Martín Gil', que se constituiría en el mayor récord de luz del momento, pero España era 'eminente artesanal' y el 'buen hacer' no estaba reglamentado ni se contaba con la necesaria difusión ordenada de los imprescindibles conocimientos técnicos y científicos que garantizaran que el largo camino hacia la racionalización del proceso arquitectónico estuviera marcado en nuestro país.

Eduardo Torroja impulsa y difunde desde el Instituto el camino científico adecuado, pero no sólo cubriendo con relevancia internacional aspectos técnicos, sino que estos siempre se mantienen ligados a potenciar el desarrollo de la más progresista arquitectura. Hay que tener presente que la arquitectura que predominaba en España en la década de los treinta no era la del GATEPAC, la mayor parte seguía de espaldas a la 'modernidad', reproduciendo anodinos clasicismos folklóricos, además de ser eminentemente artesanal. Pero coexistieron también otras arquitecturas progresistas no pertenecientes a la ortodoxia del racionalismo proclamado por el CIAM, pero sin duda de relevante importancia, y ligado a ellas estuvo en todo momento Eduardo Torroja, no sólo proyectándolas y construyéndolas, sino también eligiendo en ellas su vivienda. En 1931, Eduardo Torroja formó parte de los vecinos del Parque-Residencia (Cooperativa de Casas Económicas), obra de Rafael Bergamín en colaboración con Blanco Soler, donde se alojaron un gran número de profesionales e intelectuales progresistas, al igual que en la posterior Colonia de El Viso (1933-36), en la que se alojaron José Ortega y Gasset, Angel Ferrant, Luis Feduchi... Eduardo Torroja colabora con algunos de los más prestigiosos arquitectos pro-

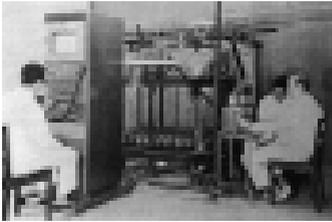
gresistas del momento: con Carlos Arniches, Martín Domínguez construyendo el famoso Hipódromo de la Zarzuela de Madrid (1936), cuyas bóvedas laminares de hormigón armado constituyen una de las más famosas y conocidas obras españolas; con Sánchez Arcas construye el Mercado de Algeciras (1933-35); con Zuazo, el desaparecido Frontón 'Recoletos' de Madrid (1935), realizando además los viaductos de la Ciudad Universitaria de Madrid.

La guerra civil paralizó momentáneamente la actividad del Instituto pero nunca la inquietud de sus fundadores, que retomaron con más fuerza su labor, contando a partir de entonces con apoyo estatal, haciendo posible que el pequeño grupo de técnicos que lo formaban se viera incrementado substancialmente por personal de muy diferentes especialidades que fueron formándose bajo la dirección de Eduardo Torroja, quien consiguió que el Instituto, a través de sus investigaciones científicas propias, adquiriera una enorme relevancia internacional en los avances técnicos y científicos de la obra civil y arquitectónica. Hay que entender la especial situación económica de nuestro país, en el cual, y en contraposición con los más ricos como Norte América, ni las empresas productoras ni las constructoras privadas podían contar con laboratorios y personal de investigación propia para garantizar la calidad de su producción, cobrando por ello mayor importancia el hecho de que existiera un Instituto capaz de albergar la totalidad de las investigaciones necesarias en todos los campos relacionados con la construcción, y fuera a la vez capaz de 'ordenar, reglamentar y difundir' los conocimientos y cambios que a nivel mundial se estaban produciendo. Por esta razón, y por la precaria situación de nuestras ciudades y pueblos tras la guerra civil, el Instituto consigue ser financiado estatalmente, reiniciando un camino que estuvo durante estas décadas basado en la libertad y el entusiasmo de cuantos técnicos y operarios a él pertenecieron, no dependiendo de intereses particulares de fabricantes, patentes, sistemas de cálculo o producción. En el año 1940 es nombrado Eduardo Torroja Director del Laboratorio Central, de tal forma que nuestro gran 'maestro' está ahora en las principales entidades científicas relacionadas con la construcción del país, hecho que, unido a las innovadoras obras que particularmente ya había realizado Torroja, pone a España en un lugar preferente en los debates internacionales que se están desarrollando sobre materiales, nuevos métodos de cálculo, producción, normativas...

El Instituto -manteniendo la libertad de su clara línea de pensamiento-, pasa a formar parte como 'adherido' del Consejo Superior de Investigaciones Científicas que reúne la mayoría de las actividades relacionadas con la investigación, y en el año 1946 pasa a formar parte del Patronato Juan de la Cierva como independiente, pero recibiendo una pequeña subvención, y trasladándose a la calle Ruiz de Alarcón, ampliándose sus dependencias y sus actividades no sólo de investigación, sino de divulgación en diferentes países. En el año 1948 nace en el Instituto una nueva revista que alcanzaría reconocimiento en Europa y América, *Informes de la Construcción*, dedicada a los materiales que protagonizaban los principales y más novedosos avances en acero y hormigón y a divulgar todas las obras de ingeniería civil y arquitectónica más importantes que en todo el mundo se estaban construyendo, aportando un análisis técnico de las mismas, así como artículos de carácter puramente científico, bibliografías y las noticias más relevantes acaecidas en el mundo de la construcción. Los seis primeros números de la nueva revista se agotaron y tuvieron que reeditarlos, cuadruplicando la primitiva tirada. La investigación que desde



Primer Concurso Nacional Laboral, 1949.



Ensayos sobre modelos reducidos en polyster. Asociación Internacional de Estructuras Laminares, fundada y presidida por Eduardo Torroja, 1960.

6. Las actividades desarrolladas por el Instituto Técnico de la Construcción (Instituto Eduardo Torroja) fueron pioneras en España, cubriendo importantes lagunas como la formación profesional de operarios relacionados con la construcción. Los cursos impartidos por el Instituto tuvieron especial relevancia al adelantarse a la Ley del 16 de julio de 1949 que estableció en España la Enseñanza Media Profesional.

7. El primer Symposium sobre estructuras laminares se celebró en Londres en junio de 1952 y el segundo en Oslo en 1957. El gran número de técnicos que participaron indicó la conveniencia de establecer un Organismo Internacional permanente que se ocupara de organizar reuniones y debates y de difundir información. Este Comité organizó el primer Symposium especializado sobre "Procesos no Convencionales de Construcción" celebrado en Madrid en septiembre de 1959. Como resultado de éste, se constituyó la Asociación Internacional de Estructuras Laminares (International Association for Shell Structures), I.A.S.S., nombrándose Presidente de la misma a Eduardo Torroja y editándose desde entonces una revista internacional.

8. A final de los años sesenta, el Instituto Eduardo Torroja figuraba, entre otras, en las siguientes Organizaciones Internacionales: A.I.P.C (Association Internationale des Ponts et Charpentes), A.C.I. (American Concrete Institute), A.C.M (Association for Computing Machinery), A.S.T.M (American Society for Testing Materials), A.S.H.V.E (American Society for Heating and Ventilating Engineers), C.I.B (Conseil International du Bâtiment), C.R.L.G (Concrete Research Liaison Group), F.I.P (Federation Internationale de la Précontrainte), R.I.E.M (Reunion Internationale des Laboratoire), I.S.S.M (International Society of Soil Mechanics), I.A.S.S (International Association of Shell Structures), A.I.D (Association Intewrnationale de Documentation), A.W.S (American Welding Society), C.E.B. (Comité Européen du Béton), C.E.M.B (Cembureau the European Cement Association).

el Instituto estaba realizando España interesaba al resto del mundo cuando tan sólo hacía diez años que éste había empezado a funcionar, con un largo período de silencio debido a la Guerra Civil .

El Instituto tenía clara su 'línea de pensamiento y actuación', y no se trataba sólo de divulgar entre los profesionales -Ingenieros y Arquitectos- los nuevos procedimientos de cálculo, la nueva aparición de materiales, las normativas... para conseguir racionalizar el proceso proyectual; el fin era más amplio: se aspiraba a conseguir el *progreso de la sociedad española poniendo a la técnica a su servicio*, por ello había que llegar a la industria y revolucionarla. El Instituto organizaba cursos de formación profesional específica para técnicos y auxiliares de empresas dedicadas a la fabricación de materiales diversos para conseguir que *la industria contara con personal capacitado para 'el cambio'*⁶. Anunciaba estos cursos a través de esta revista, inventaba continuamente concursos de las más variadas ideas relacionados con la industria, la técnica y la investigación científica, estimulando de forma activa el mercado. Ponia sus publicaciones a disposición de los industriales -de forma gratuita- para ofrecer a sus lectores unas 'fichas' coleccionables con las que poco a poco se consiguió un importante fichero en el cual se clasificaban la mayor parte de las industrias españolas en base a su específica labor y fabricación. Convocaba concursos de investigación sobre temas variados : cálculo de hormigón armado, soldadura, detalles constructivos, carpinterías metálicas, métodos de medición de obras, insonorización, ventilación, prefabricación... motivando el ingenio de técnicos y especialistas en muy diferentes materias, manteniendo de forma continuada el original Concurso Permanente de 'Ideas'.

El Instituto lideró sin duda el desarrollo técnico y científico de España creando asociaciones españolas e internacionales relacionadas con todas y cada una de las actualidades técnicas y científicas que estaban revolucionando el mundo de la construcción arquitectónica haciendo realidad la 'caja de construcción' demandada por Le Corbusier. En 1949, se crea la Asociación Española de Pretensado, adscrita al Instituto Eduardo Torroja, la A.E.H.P, activo medio de información y difusión, y cuando posteriormente, en el año 1951, se funda la Federación Internacional de Pretensado, es la A.E.H.P. la llamada a representar a España, no independizándose del Instituto hasta la década de los setenta. En 1959, Torroja⁷ funda y preside la Asociación Internacional de Estructuras Laminares (I.A.S.S.), liderando las nuevas tipologías estructurales que protagonizan las más importantes y ambiciosas construcciones en aquellos momentos.⁸

Pero todavía inventó el Instituto más métodos para 'involucrarlos', para involucrar al país entero: ingenieros, arquitectos, químicos, físicos, científicos, industrias, operarios, albañiles, carpinteros..., llegando a motivar a los propios organismos oficiales que pronto empezaron a compartir con el Instituto este tipo de actividades, tomando posteriormente la iniciativa en algunas ocasiones, después de haberse contagiado del entusiasmo que el Instituto supo arrancar de una España pobre y deprimida. No en vano, Pier Luigi Nervi, antes de iniciar su intervención en el Instituto con motivo de la sesión académica conmemorativa del 25 aniversario de su fundación, dijo:

"(...) la Arquitectura y sus procesos constructivos cada vez evolucionan más estrechamente unidos, y en el caso de España esta evolución se produce de forma más acelerada debido principalmente a la existencia y eficacia de este Instituto."

LA MÁQUINA DE HABITAR. VIVIENDA ESPAÑOLA EN LOS 50

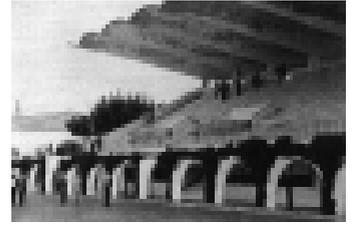
La valiente modernidad española desarrollada en los años 20 y 30 se ejecutó con la ‘caja de elementos’ vacía, no era posible construir racionalizando su proceso en la medida deseada porque estaba por llegar la revolución científica que trazara el camino adecuado para la industria. Tras la guerra civil, en década de los 40, se produce un tiempo de silencio frente a la Modernidad casi inexistente en las tramas urbanas de nuestras ciudades, y sin embargo se desarrolla en España una importante labor científica *-razón de ser de la modernidad-*, el camino estaba trazado y la ‘caja medio llena’, por ello, en la década de los 50, existió una poderosa razón para que resurgiera una arquitectura moderna que respondió de alguna forma ante ‘una de las asignaturas pendientes’: la producción en serie de viviendas.

El Instituto inicia el año 1949 con una revolucionaria idea, convocar un Concurso Internacional para avanzar en el grave problema que preocupa a casi todos los países del mundo, especialmente en Europa: *la necesidad de viviendas económicas*. El hecho denunciado años antes por Le Corbusier no había obtenido todavía una resolución clara:

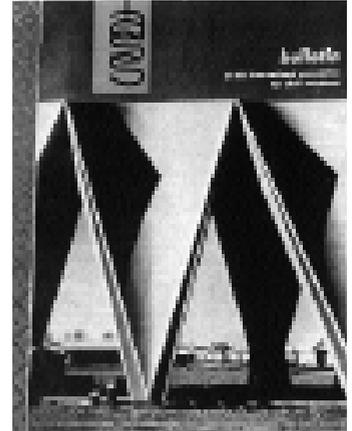
“(…) hemos conducido la arquitectura hasta la casa, hasta la vivienda. Antaño la arquitectura se ocupaba de templos y palacios, nosotros en cambio hemos llevado la arquitectura hasta la casa y hemos abandonado los templos y palacios. Y por ello nos hemos inmerso en un gran problema: el de darle a una sociedad nueva las casas adecuadas. Esto suponía en definitiva investigar el “tipo de casa de hoy”, un tipo que fijase el contenido, la dimensión, la distribución de una célula de un hombre, ya no provinciano o nacional, sino la célula de un hombre de la época, célula equivalente en todos los países en el mundo entero: un esfuerzo internacional.”⁹

La Arquitectura debía cambiar según el nuevo ‘modelo de pensamiento’, el objeto fundamental era la vivienda y el objetivo a alcanzar su producción en serie. La máquina de habitar demandaba un nuevo proceso proyectual en el que la Arquitectura se racionalizaba como cualquier otro elemento de fabricación industrial, con el agravante de tener que dar soluciones rápidas para paliar el problema de alojamiento de las grandes ciudades, cada vez más colapsadas. En España, la magnitud del problema era de extrema gravedad debido a la concurrencia del constante crecimiento demográfico (300.000 habitantes anuales) y la tendencia de la población rural a establecerse en la ciudad, generándose un importante *déficit de alojamiento* (50.000 viviendas anuales) *que los sistemas tradicionales y artesanales de construcción no podían absorber*. Se estaba avanzando en el camino adecuado para conseguir la necesaria transformación, no sólo del proyecto arquitectónico, sino de la adaptación de la industria, pero todavía España era eminentemente ‘artesanal’, y el proceso productivo era insuficiente para hacer frente a las necesidades reales de alojamiento.

Por esta razón, el Instituto -con el reconocimiento mundial en sus manos- convoca por su cuenta, a través de su revista *Informes de la Construcción* en febrero de 1949 un Concurso Internacional para premiar al mejor proyecto de organización industrial para la producción de maquinaria, elementos y materiales necesarios, encaminado a la industrialización de la construcción de viviendas en número capaz de alojar 50.000 familias españolas anualmente. Torroja divulga con esta convocatoria la mayor de las preocupaciones del Instituto: *Conseguir el progreso económico y social de España poniendo la industria de la construcción a su servicio*.

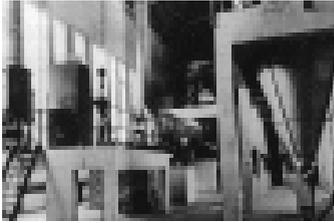


Visita al Hipódromo de Madrid de los asistentes al I Coloquio Internacional de la IASS.



Portada del primer número del Boletín de la IASS.

9. *Informes de la Construcción*, Instituto Eduardo Torroja, 1949. Torroja es además miembro fundador de la Asociación Internacional de Directores de Centros Experimentales de Investigación de las técnicas de construcción. La primera sesión se celebró en este mismo año 1949.



Instalaciones del Instituto Eduardo Torroja en Costillares, Madrid, 1951.



Silo de almacenamiento. Instituto Eduardo Torroja, 1951

Estamos ante un problema económico-social de gran envergadura como nunca ha tenido nuestro país. El déficit de viviendas, su alto coste obligan a vivir en precariedad y los métodos tradicionales de construcción se muestran impotentes para afrontar la situación. Es necesario, como se ha hecho en otros campos de la industria, abandonar los clásicos y deficientes sistemas de trabajo, adoptando una nueva organización-producción en serie, racionalización del trabajo con objeto de mejorar y abaratar la producción... puede ser necesaria una total reorganización de la economía nacional que sea afectada por los nuevos procedimientos.

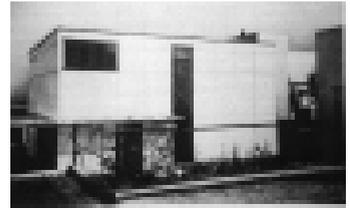
El Instituto manifiesta que considera insuficiente la información de que dispone sobre la influencia que la adopción de nuevos métodos tendría con respecto al coste de la construcción y así del precio de las viviendas y que, dado que es un problema mundial en el que otros países han iniciado experiencias muy diferentes, este Concurso puede representar una importante ayuda, ya que desde sus propias bases los participantes están obligados a ‘especificar las soluciones para el caso concreto de España’ existiendo incluso la importante exigencia de que solamente se podrán emplear ‘elementos de fabricación nacional’, aunque se prevean establecimientos de nuevas empresas. La repercusión mundial de este Concurso obliga al Instituto a retrasar el fallo hasta marzo de 1950, ampliando el plazo de recepción de propuestas.

Mientras tanto, acontecen hechos de especial relevancia que incrementan considerablemente la capacidad de liderazgo del Instituto¹⁰ y con ella las posibilidades de generar en España el deseado desarrollo y progreso. Es en el año 1949 cuando el Instituto se fusiona con el Instituto del Cemento, en cuyo Consejo Técnico Administrativo se encontraba también Torroja, pasando a ser el Instituto de la Construcción y del Cemento, aunando intereses sobre investigación así como incrementándose satisfactoriamente los medios económicos para poder llevar a cabo el progreso y desarrollo deseados, pese a que este hecho en la historia del Instituto llegara a restarle a través de los años pequeños jirones de su *siempre* defendida ‘libertad’. En 1951, Eduardo Torroja, director del Instituto, así como todos los miembros del Consejo presidido por Federico Turell: José María Aguirre, Manuel Escolano, Modesto López Otero, Marcelo Lumbier, Pedro de Novo, Patricio Palomar, Eduardo Requena y Julián Rezola, deciden que ha llegado el momento -trascurridos tan solo 17 años- de que el Instituto cuente con un gran conjunto de edificios propios donde se puedan albergar todas las importantes labores de investigación y divulgación que se tienen que desarrollar. Se trata del actual Conjunto de Edificios situado en ‘Costillares’, cuyo proyecto fue redactado bajo la dirección de Eduardo Torroja, construido e inaugurado el mismo año 1951. Con una extensión de 5 hectáreas de solar -‘El Bosque’-, ubicado en Chamartín de la Rosa. A partir de este momento, el Instituto cuenta no sólo con el prestigio internacional, el personal especializado y considerablemente más medios económicos, sino también con el espacio físico necesario para poder desarrollar con mayor intensidad todas sus actividades de investigación y divulgación, conferencias, cursos, publicaciones, concursos, ensayos de materiales, análisis de idoneidad técnica de elementos constructivos y estructurales, ensayos sobre modelos reducidos, desarrollo de normativas, etc.

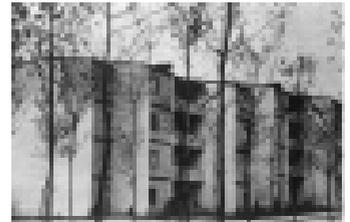
Desde esta nueva posición, ganada con un tremendo esfuerzo y la hábil gestión de Don Eduardo¹¹, el Instituto deposita sus mayores esfuerzos en colaborar a nivel nacional e internacional en la búsqueda de soluciones para poder producir viviendas en serie, manteniendo siempre la idea que Walter Gropius difundió desde 1.909 y por la cual luchó desde los años treinta a su

10. En el año 1949, se crea la Asociación Española de Pretensado adscrita al Instituto Eduardo Torroja, la A.E.H.P, activo medio de información y difusión y cuando se funda, en 1.951 la Federación Internacional de Pretensado, es la A.E.H.P la llamada para representar a España. Hasta los años 70 no se independizó del Instituto.
11. En el Instituto, así como en su más estrecho -pero amplio- círculo de trabajo, Eduardo Torroja era conocido como “Don Eduardo”.

llegada a Estados Unidos tras abandonar Weimar: “*La no escisión entre el desarrollo industrial y la propia Arquitectura a la que este debe servir de medio para configurarse en realidad*”¹². Las experiencias europeas y americanas sirven para ir perfilando soluciones adaptables a la situación específica de España en la que el Instituto Nacional de la Vivienda¹³ promueve concursos y desarrolla diversos planes de construcción de viviendas en busca de paliar la situación deficitaria de las mismas, tratando siempre de optimizar costes y plazos de ejecución. El Instituto colabora de forma activa en la mayor parte de ellos de muy diferentes formas; en algunos casos, cediendo la utilización sus propias patentes de sistemas constructivos, elaboradas en base a la valiosa experiencia y documentación obtenida a través de sus propios concursos e investigaciones, como es el caso de la Viviendas Económicas construidas en 1953 en Sevilla por Francisco Lucini; en otros, facilitando apoyo y asesoramiento técnico específico o sirviendo de laboratorio analítico y experimental nacional de nuevas patentes generadas con motivo de dichos concursos, como en el caso del Concurso convocado por el Ministerio de la Vivienda en el año 1956.¹⁴



Walter Gropius. Casa unifamiliar prefabricada, construcción seca con armazón metálico. *Werkbund Exhibition Stuttgart*. 1.927.



Concurso de Viviendas Experimentales, 1956. Propuesta de Fisac de bloques.

Esta nueva situación alcanzada a finales de los años cuarenta motiva el debate nacional desarrollado y difundido en la década de los años 50 desde la *Revista Nacional de Arquitectura e Informes de la construcción* del Instituto sobre la Arquitectura en una lucha por abandonar de forma radical las tendencias historicistas y la todavía reinante artesanía. Pero, aunque la discusión abarca toda la Arquitectura, el tema de la vivienda económica es el principal problema pendiente de resolución y por ello se analizan y difunden las muy diferentes soluciones y estudios experimentales que a este respecto se están desarrollando en el resto de Europa y en América, en un intento de adaptarlas a nuestras especiales condiciones políticas, sociales, industriales y económicas que obligaban a realizar una rigurosa selección y planificación de métodos y metas parciales que deberían ser desarrolladas paulatinamente sin alegres despilfarros, encauzando la industrialización paso a paso; normalización, coordinación dimensional, racionalización, mecanización y automatización, aprovechando las experiencias extranjeras para acotar errores imprevistos. Apenas existían unos cuantos elementos producidos en serie que eran fabricados por industrias en su mayoría obsoletas que utilizaban sistemas de producción casi ‘artesanales’ no automatizados y apenas mecanizados, pero el mayor problema era que los fabricantes no podían contar con un exhaustivo rigor en el *control de calidad* por falta del correspondiente desarrollo científico-técnico específico, sin el cual no era posible establecer las adecuadas *normativas de producción*, puesta en obra... Abordar la normalización de muy diferentes materiales y elementos estructurales y constructivos era el primer escalón pendiente, sin el cual no se podían establecer los ‘tipos’ de elementos y las características específicas que cada tipo debería cumplir; materiales, formas, características resistentes...

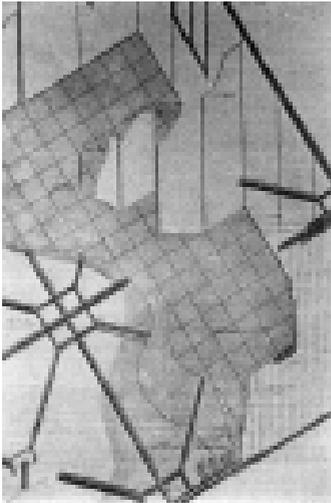
La definición de tipos normalizados de muy diferentes elementos debía realizarse tomando como base las necesidades funcionales y la coordinación dimensional de la propia arquitectura, no dejando sólo en manos de científicos y fabricantes el futuro de la industrialización de la construcción. Por esta razón, Torroja definió claramente las bases del Concurso Internacional del 49 en busca de soluciones aplicables al panorama español, al igual que el planteamiento del Concurso de Viviendas Experimentales del 56¹⁵, dificultando

12. GROPIUS, W; WACHSMANN, K. :*The dream of the factory-made house*. Cambridge (Massachusetts), Herbert Gilbert, MIT Press, 1981

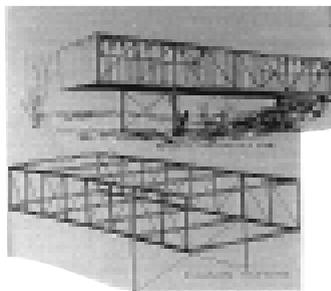
13. La actividad desarrollada por el Instituto Nacional de la Vivienda ha sido ampliamente estudiada por Carlos Sambricio en diversas publicaciones como, *La Vivienda en Madrid en la década de los 50. Plan de Urgencia Social*, Electa, Ministerio de Fomento, Ayuntamiento de Madrid, Gerencia Municipal de Urbanismo, 1.999.

14. ‘Concurso de Cercos Metálicos. Instituto Eduardo Torroja, convocado por el Instituto Nacional de la Vivienda (1956)’. *Informes de la Construcción*, nº 84. El Instituto realizó los ensayos sobre los cercos presentados por 15 casas comerciales, así como análisis económico, ahorro de material y garantía de suministro, ganadores: COMELSA (Pamplona), 200.000 cercos, INDUSTRIAS CUSI (Barcelona) 100.000 cercos,

15. En el Concurso de Viviendas Experimentales del 56 intervinieron un importante grupo de arquitectos jóvenes en colaboración con las más punteras empresas constructoras de aquel momento: José Romay y E. Sánchez Lozano con Helma, L. Cubillo de Arteaga y I. Álvarez Castelaio con Constructora Asturiana, J. Sáenz de Oiza con San Martín, Fernando Cassinello con Colomina G. Serrano, M.Sainz de Vicuña y L. M. Escola Gil con Velázquez, C. de Miguel con Saconi, Miguel Fisac con Dirisol, Carlos Sobrini, Emilio Malumbres y Felipe Heredero con Huarte y CIA, Juan M. Cárdenas y F. Cabrera Corral con Entrecanales y Tavora, Luis de la Sala con Dragados y Construcciones, etc.



Bungalow 49. Patente de Albert 1.949. "Una vivienda en 48 horas con tres operarios"



Charles Eames y Eero Saarinen . Vivienda con armazón de acero laminado

desde sus propias bases la aparición de propuestas que potenciaran soluciones industrializadas semejantes a las más criticadas por Gropius y Neutra como gran parte de los sistemas americanos de construir viviendas unifamiliares prefabricadas tan extendido en aquellos años, en los cuales el arquitecto no tenía ninguna función, existiendo una figura nueva en el mercado de la construcción denominado *home builders*, empresarios de gran capacidad de producción de elementos prefabricados con los que construían enormes grupos de viviendas a muy bajo costo con reconocida y garantizada calidad de materiales pero ausentes de funcionalidad y racionalidad arquitectónica. Era una de las pocas ventajas que poseía España en aquellos momentos, poder encauzar el camino hacia la industrialización y prefabricación en la forma correcta sin cometer los graves errores que los países más industrializados estaban cometiendo, alejando a la propia arquitectura de sus futuros procesos de producción. Normalizar, industrializar, prefabricar... pero ¿qué y para qué? Gropius¹⁶ defendía que la vivienda nunca podría ser producida en serie de forma '*masiva , compacta e impersonal*' como un coche, una nevera, un avión o un pequeño ventilador... los elementos constructivos y estructurales -ya sean lineales, superficiales o células tridimensionales- deberán industrializarse de forma que garanticen múltiples posibilidades de unión y macla para dar opción a 'personalizar', no sólo el espacio habitable, sino también la propia imagen arquitectónica, garantizándose sin embargo las ventajas de su producción en serie -calidad, bajo coste y fácil montaje- Pero frente a esta opinión compartida por un grupo de profesionales cada vez más numeroso, existía todavía una generalizada y errónea interpretación de la 'prefabricación', creyéndola portadora de monotonía y falta de libertad, como si los sistemas constructivos artesanales fueran el paradigma de la libertad proyectual.

A través del Instituto, se analizan todas las propuestas de racionalizar la construcción de viviendas que van apareciendo en el mercado mundial, porque todas y cada una de ellas podían colaborar a determinar el camino específico de actuación y pensamiento que debería seguir España según su realidad; se debaten incluso las propuestas que de más difícil adopción en aquellos momentos, por tratarse de avanzadas soluciones con patentes y materiales demasiado costosos, como es el caso del 'Bungalow 49', desarrollado en Francia por Albert, para cuya construcción se precisaban tan sólo 48 horas con tres operarios, sin necesidad de andamios por estar formado por la macla simple de paneles de armazón de aluminio con relleno interior de dufaylita y revestimientos de madera bakelizada; o las diferentes patentes del genial Jean Prouve¹⁷, que tanto revolucionó la industria francesa, resueltas en general con estos mismos materiales, como las viviendas Nancy y Alba de 1953; o las de Charles Eames y Eero Saarinen; o la patente de estructura metálica prefabricada Trusteel.

Pero cobran mayor protagonismo, pese a su planteamiento ambicioso aún en nuestra precaria economía, aquellas soluciones que se desarrollan a través de una 'racional mezcla' entre prefabricación avanzada y procedimientos artesanales. Es el caso de la Unidad de Habitación de Marsella, proyectada por Le Corbusier en 1949, que responde a un nuevo concepto de vivienda colectiva dotada de todo tipo de servicios comunes: guardería, gimnasio, cafetería..., además de a una original resolución tipológica constructiva y estructural en la que combina procedimientos tradicionales con prefabricados; cuenta con un armazón estructural de pórticos de hormigón armado en el que se insertan

16. GIEDION, Sigfried, *Walter Gropius. Work and Teamwork*, New York, Reinhold Publishing Corporation, 1.954

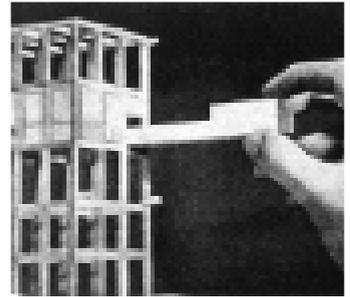
17. COLEY, Catherine, *Jean Prouve*, Paris, Editions du Centre Pompidou, 1993.

módulos prefabricados de viviendas, revistiéndose el edificio con módulos prefabricados de fachada; así, el bloque de viviendas en Sotteville-Les-Rouen, de Marcel Lods, con estructura de pórticos de hormigón armado, también mezclaba sistemas tradicionales avanzados con prefabricados: revestimientos de fachada en hormigón armado, forjado de placas en T sin entrevigado, tabiques interiores con muebles empotrados; o las viviendas obreras desarrolladas en el Plan Nacional de Venezuela, como Cerro Grande y Quinta Crespo; o los bloques experimentales de Pont de Sèvres de París, proyectadas por Zehrffuss y Sebagn en 1953.

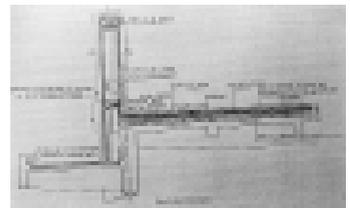
También se contemplaron soluciones menos convencionales en cuanto a su forma geométrica, como las cupulares y abovedadas: las casa globo construidas en Dakar en 1951 con encofrado globo armadura y gunita, los estudios realizados por Moreno Barbera en forma de catenaria invertida, similares a los de Rafael de Hoz, o los utilizados por Cavestany en el Concurso del 56. O los sistemas constructivos por sí mismos, como el novedoso ejecutado en la Universidad de Texas de construir forjados superpuestos en el suelo y luego levantarlos, y, por supuesto, la racionalidad que posteriormente utilizan de diversas formas Alvar Aalto, Gropius, Jacobsen, Senn..., en Berlín en 1957.¹⁸

A través de las propuestas del Concurso de Viviendas Experimentales del 56, se puede conocer hasta dónde había llegado la racionalización de la Arquitectura española y con qué contábamos en nuestra particular 'caja de construcción', porque desde las bases del Concurso se potenció la idea utilizar el mayor nivel de prefabricación posible que fuera rentable en España en aquellos momentos para paliar el déficit de viviendas económicas. La respuesta fue casi unánime en cuanto al resurgimiento de la imagen y funcionalidad espacial de la modernidad que ya se estaba desarrollando desde el inicio de la década en los poblados dirigidos y planes de urgencia desarrollados en todo el territorio nacional, pero el avance en cuanto a 'racionalización' de la Arquitectura demostró que en el año 1956 se había producido ya un importante cambio, aunque no se hubieran alcanzado todas las metas deseadas.

En cuanto a los tipos estructurales, existió una gran coincidencia en mantener 'los artesanales' muros de carga de fábrica de ladrillo, fundamentalmente en las viviendas unifamiliares, aunque también se adoptó este sistema en algunas de las propuestas de vivienda colectiva de cuatro plantas, dado que en España todavía era más económico este sistema debido al bajo coste de la mano de obra y a la necesidad de potenciar en nuestra economía los materiales cerámicos. Pero experimentaron diversos tipos de disposiciones del armazón murario: Oíza, Fisac y Cassinello plantean el arriostramiento transversal en el interior de las viviendas, liberando totalmente las fachadas de su función portante, mientras que Cubillo y Romay mantienen en gran parte tramos de fábrica estructural en fachadas. En las propuestas de bloques, existió mayor variedad, proponiéndose sistemas totalmente prefabricados como el MIT utilizado por Álvarez Castelao, formado por tres tipos de elementos: placas nervadas de hormigón, pilares y módulos de fachada; o el sistema planteado por Cárdenas y Cabrera, que utilizaban elementos prefabricados de hormigón armado para la construcción de muros portantes. Los forjados utilizados fueron prioritariamente unidireccionales, barriendo toda la gama de posibilidades existentes ya en el mercado nacional, desde viguetas prefabricadas de hormigón armado o pretensado¹⁹ con entrevigados cerámicos o de piezas de hormi-



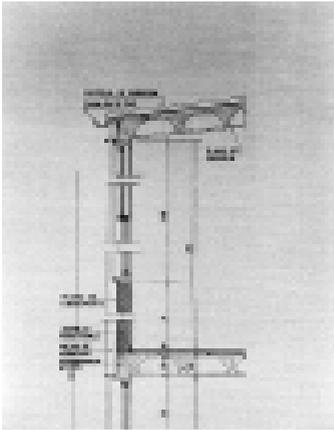
Le Corbusier 1949. Unidad de Habitación de Marsella. Mezcla de métodos tradicionales avanzados (pórticos de hormigón armado - ferralla en taller) con prefabricados de células de habitación y fachadas.



Detalle de cubierta plana. Le Corbusier, Unidad de Habitación de Marsella 1949.

18. INTERBAU .Del 6 al 29 de septiembre de 1957 se realizó en Berlín la Exposición Internacional de Obras y Construcciones. Se demoró por el interés en reconstruir parte del barrio Hansa, destruido en la guerra, donde se instaló la exposición bajo el título "La ciudad del mañana", mientras que en las salas y recinto de la Kaiserdamm se celebró la Exposición Internacional de la Construcción dedicada a los problemas de la técnica, la industria y los sistemas constructivos. Participaron gran número de prestigiosos arquitectos e ingenieros como Otto Senn, Walter Gropius, Alvar Aalto, Oscar Niemeyer, Arne Jacobsen, Heinz Hossdorf,...

19. CASSINELLO, Pepa, "Concurso de Viviendas Experimentales 1.956: Normalización, Industria y Arquitectura", *La Vivienda Experimental. Concurso de Viviendas Experimentales de 1956*. Fundación Cultural COAM, 1997.



Detalle sección de muro utilizada por Romay en su propuesta con Helma para el Concurso de Viviendas Experimentales 1.956.



Concurso Viviendas Experimentales 1956. Fachada propuesta por Romay y Sánchez Lozano; cercos prefabricados de hormigón armado, revestimiento de placas de fibrocemento.

gón aligerado, hasta viguetas prefabricadas de sección especial que no necesitaban entrevigado -como las utilizadas por Romay-, aunque a cambio necesitaban falsos techos.

En fachadas, se utilizaron también muy diferentes acabados. El ladrillo visto de hueco doble tipo ceja, patentado por Fisac en 1951 y utilizado posteriormente por Gutiérrez Soto y Cabaynes, como en el caso de la propuesta de Cassinello; o acristalamientos de suelo a techo evitando, cargaderos como en el caso de Oíza en la propuesta de bloque; o placas de fibrocemento sobre ladrillo hueco como en la propuesta de Romay.

Las cubiertas fueron ejecutadas en general con sistemas tradicionales, destacando la propuesta de Oíza con un acertado intento de reproducir las cubiertas planas que presidieron la modernidad declarada por Le Corbusier, aplicando directamente sobre el hormigón una capa asfáltica impermeabilizante y, encima, un relleno de gravilla disponiendo las pendientes de evacuación en el encuentro con las chimeneas, al igual que la acertada disposición utilizada en Cañorroto.

En esta coyuntura, se inició en España el empleo de sellos de calidad de materiales y elementos constructivos y estructurales destinados a proveer la construcción de las viviendas, incluso las pertenecientes al Plan Nacional. En el mismo año, se convocaron otros concursos importantes para potenciar la misma idea del desarrollo de la normalización previa a la prefabricación. El Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo convocó un concurso para estimular los trabajos de investigación de carácter práctico o teórico sobre *La organización científica del Trabajo y sus aplicaciones a la Industria*. El Instituto Nacional de la Vivienda dirigido por Luis Valero Bermejo, y siendo José Fonseca arquitecto jefe, convocó a su vez diferentes concursos paralelos, como el de cercos metálicos celebrado en el Instituto Eduardo Torroja.

En ese mismo año, 1956, Eduardo Torroja publica su libro *Razón y Ser de los Tipos Estructurales*, que se convierte en referencia obligada, incluso más allá de nuestra fronteras, en la discusión filosófica del tipo estructural, representando un importante legado de la modernidad técnico científica, que a través de sus 400 páginas analiza de forma racional, con total ausencia de fórmulas y cálculos, las razones cognitivas del funcionamiento estructural.

También el Instituto Eduardo Torroja intervino en el programa de intercambio técnico de la ICA (International Cooperation Administration), firmado entre España y Estados Unidos el 30 de septiembre de 1953 y desarrollado en un periodo de seis años. En 1957, tras la presentación de las propuestas del Concurso de Viviendas Experimentales del 56, y mientras estaban siendo analizadas para su construcción, el Instituto Eduardo Torroja colaboró también con diferentes comisiones técnicas y científicas, entre ellas la Comisión Nacional de Productividad Industrial²⁰ enviando técnicos a diferentes ciudades de los Estados Unidos que, tras una larga labor de investigación directa con apoyo estatal, elaboró un informe sobre los diferentes tipos de prefabricación de viviendas, procesos de producción, tipos arquitectónicos, normativas, materiales, control de calidad, tolerancias, coordinación dimensional...

La gran capacidad económica de Estados Unidos había hecho posible mediante el criticado *despilfarro de fantasía*, el desarrollo de muy diferentes

20. COMISIÓN NACIONAL DE PRODUCTIVIDAD INDUSTRIAL., *Proyectos de Viviendas y urbanización en Estados Unidos*, Ministerio de Industria, 1957. Equipo Redactor: Eugenio Aguinaga, Salustiano Albiñana, Ignacio Briones, Cayetano Cabañes, Fernando Cassinello, Vicente Figuerola, Juan María Martínez Barbeito, Julio P. Frade y Carlos de Miguel.

sistemas de producción de elementos prefabricados que paulatinamente iban abandonando el mercado de la construcción para dejar paso a otros que a su vez también desaparecían, pero cada uno contribuía con su desencanto a '*perflar el camino*' a seguir. En 1957, la mayor parte de los sistemas de prefabricación compacta de módulos de hormigón o madera habían dejado paso en América a la prefabricación de 'elementos' que pretendían ser capaces con su gama de tipos normalizados de potenciar la rapidez de ejecución y la facilidad de producción y montaje en obra, aumentando la calidad pero manteniendo la 'libertad' proyectual y la capacidad de 'personalizar' la arquitectura desde su propio concepto tipológico. Gran parte de los grandes maestros de la arquitectura que estaban por aquel entonces construyendo en América procedían de Europa: Gropius, Mies van Der Rohe, Neutra, Saarinen...; diferentes formaciones, personalidades y modos de entender la arquitectura, pero un convencimiento común: la arquitectura es producto de la libertad y como tal la industrialización de su propio proceso de producción no deberá coartarla²¹.

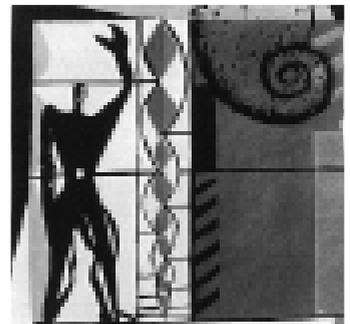
La Comisión Nacional de Productividad Industrial, además de visitar las principales fábricas de elementos prefabricados del país, obras en ejecución de muy diferentes tipos de conjuntos de viviendas, empresas constructoras de mayor prestigio y diferentes organismos e instituciones oficiales relacionadas con la normalización, coordinación dimensional e industrialización, estuvo con todos estos grandes maestros de la arquitectura en sus respectivos estudios, visitó sus obras y recogió las opiniones de cada uno de ellos sobre el futuro de la industrialización de la arquitectura. Contó con la colaboración de la International Cooperation Administration de Washintong, del HUFA, PHA y FHA, de los organismos rectores de los Home Builders, y la colaboración especial de diversos arquitectos: Satterle&Smith y Goorman en Washington, Goleman y Rolfe en Houston, Pereira y Luckman en Los Ángeles, Shaw, Metz y Dlio en Chicago, Skidmore, Owings y Merrill y la oficina de Webb&Knapp en New York, así como de los maestros Ludwig Mies van der Rohe, Frank Lloyd Wright, Richard Neutra, José Luis Sert y de diferentes profesores y decanos de las Universidades de Columbia y Harvard. Desde una unánime posición a favor de la 'Industrialización de la Arquitectura', centraron sus ideas y preocupaciones desde ángulos diferentes. Wright consideraba todavía lejana, aunque venidera, la adecuada línea científica, técnica y artística que debería adoptar la industria, defendiendo a ultranza la 'libertad proyectual' y acusando en mayor medida a los arquitectos de la monotonía reinante que a las propias limitaciones de los avances obtenidos hasta entonces por la industria. Sin embargo, Mies van der Rohe centraba su interés en los propios avances obtenidos que le habían permitido construir rascacielos de metal y vidrio con elementos prefabricados.

LA CAJA DE ELEMENTOS

La necesaria Coordinación Dimensional provocó mayor desconcierto entre los diferentes países europeos que la Normalización de materiales y elementos. La patente necesidad de proyectar una arquitectura industrializada desencadenó desde los estudios de coordinación modular desarrollados por Farwell Bemis en 1934, un esfuerzo a nivel mundial por encontrar un módulo base internacional. En 1945, la A.S.A. (American Standars Association); en 1946, la Asociación Sueca de Normalización... publican sus normas referentes a la

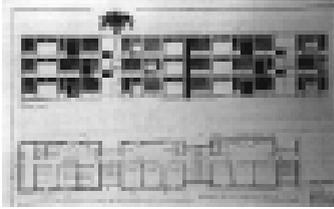


Comisión Nacional de Productividad Industrial en las oficinas americanas de Pereira y Luckman. *Comisión de racionalización en Estados Unidos*, Ministerio de Industria, 1957. Equipo Redactor: Eugenio Aguinaga, Salustiano Albiñana, Ignacio Briones, Cayetano Cabañes, Fernando Cassinello, Vicente Figuerola, Juan María Martínez Barbeito, Julio P. Frade y Carlos de Miguel.



El Modulor. Le Corbusier.

21. LEWICKI, B., 'Factores de la Industrialización de la construcción', *Monografías*, Instituto Eduardo Torroja, nº 248, 1965.



José Luis Sert. Viviendas en Venezuela, 1953. "El Modulor funciona de maravilla"



Jean Prouve. Vivienda prefabricada de Nancy. Paneles prefabricados.

coordinación modular de elementos constructivos y estructurales; mientras tanto, Moya, en 1947, plantea la necesidad de 'regularizar medidas'²², analizando la relación entre Vitrubio y Zeysing, y Le Corbusier elabora El Modulor, publicado en 1948, en el que definitivamente se unifican las diferencias que separan a los países del sistema métrico de los del pie y la pulgada. En 1953 se crea la E.P.A. (European Productivity Association), en la que integra España. Pero desde este momento, a la vez que se normaliza el mercado industrial, también se cometen interpretaciones perjudiciales por la excesiva rigidez en la aplicación modular, provocando en el caso de España importantes errores desde la propia concepción de Normativas de fabricación. No hay que olvidar que por imitar las normas alemanas, España fijó un único módulo para el ladrillo con dimensiones invariables 25 x 12 x 5 cm, impidiendo el desarrollo lógico de nuevos formatos, que años después fue modificado al entenderse mundialmente²³ (I.M.G integrante de la C.I.B) la necesidad de generar la denominada *Coordinación Dimensional* mucho más eficaz que la *Coordinación Modular*, por proponer *series* de medidas coordinables con tolerancias rígidas, a pesar de las geniales obras realizadas con base en el Modulor de Le Corbusier, no solo las suyas propias, como la Unidad de habitación de Marsella, sino las de Jean Prouve, que llegó a formalizar un catálogo de elementos prefabricados basados en el Modulor para facilitar su aplicación en los planes de viviendas francesas; o la adaptación del mismo que realizó José Luis Sert para las normativas americanas, construyendo él varios grupos de viviendas, como las de Venezuela o Colombia.

Eduardo Torroja defendió la Coordinación Dimensional desde su puesto como vocal del Consejo del Instituto de Racionalización, así como desde la presidencia de las Comisiones de Normalización de ensayos de materiales, de la ingeniería civil y de la industria de la construcción arquitectónica. El Instituto liderado por Don Eduardo no cesó de saltar nuestras fronteras, pese a que permanecían cerradas, colocando a España en un lugar relevante en los mayores debates del siglo XX relacionados con los avances técnicos y científicos de la ingeniería civil y la arquitectura. En 1959, en el IV Congreso de la Industria de la Construcción celebrado en Chicago, Torroja es el único ingeniero extranjero que participa contando con la admiración de todos los asistentes. A finales de los años sesenta, el Instituto Eduardo Torroja formaba parte de todas las asociaciones y organismos internacionales que decidían las normativas técnicas y las bases científicas de todos los temas relacionados con la construcción civil y arquitectónica.²⁴ La incansable iniciativa de Eduardo Torroja de intercambiar conocimientos con el resto del mundo científico y de difundirlos así como su excepcional capacidad de convocatoria, atrajo a España a los personajes más representativos de unas indudables 'décadas doradas': Wright, Le Corbusier, Neutra, Haas, Nervi, Esquillan, Olszak, Parme, Ruhle, Baker, Jackobsen, Popov, Tsuboi, Hossdorf... participaron en los Simposium, Coloquios y Publicaciones que Torroja dirigiera desde el Instituto y desde las asociaciones internacionales que él fundó, como la Asociación Internacional de Estructuras Laminadas, cuyos boletines recogían periódicamente los últimos avances en obra construida, el desarrollo y continua transformación de métodos de cálculo, ensayos sobre modelos...

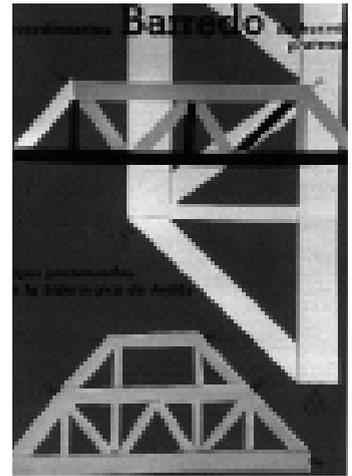
Gran parte de las primeras patentes de productos industrializados aparecidas en España están ligadas a aquellos fabricantes que, con el apoyo del Instituto Eduardo Torroja, sintieron la necesidad de optimizar su producción y

22. MOYA, L, 'Regularización de Medidas', *Boletín de la Dirección General de Arquitectura*, diciembre 1.947.

23. 'Coordinación Modular de Vivienda', *Informe nºTAO/GLOBAL/4.Naciones Unidas*, Comisionado de Cooperación Técnica Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, Junio 1.966

24. Véase la nota 8.

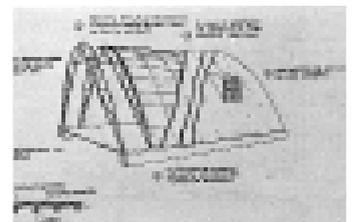
la calidad de sus productos para poder mantenerse en un mercado destinado irremisiblemente a cambiar. La continua labor científica e iniciativa del Instituto Eduardo Torroja en convocar Concursos de viviendas con fines de ‘industrialización’ potenció sin duda la aparición de patentes de toda clase de elementos constructivos y estructurales: carpinterías metálicas, vidrios, aislantes, impermeabilizantes, bovedillas, maquinarias, tuberías de distribución, carpinterías interiores, pilares y vigas de acero laminado, peldaños prefabricados de hormigón armado, muros portantes... En otros casos, fueron directamente los técnicos implicados en la obra civil y arquitectónica -Arquitectos e Ingenieros- quienes se involucraron directamente en la importante aventura de colaborar a provocar el cambio en el mercado, generando sus propias ‘patentes’ de muy diferentes elementos estructurales y constructivos, por la sencilla razón de sentir la necesidad de poder contar con la deseada *Caja racional de construcción*, no queriendo limitarse a proyectar con las limitaciones que el mercado nacional ofrecía en aquellos momentos. Por suerte, aunque muy lentamente, a lo largo de años fue completándose una larga relación de patentes nacionales que, aunque hoy olvidadas por el lógico anacronismo que les confiere el paso del tiempo, fueron capaces de contribuir a fundamentar la razón científica de la Modernidad Española.



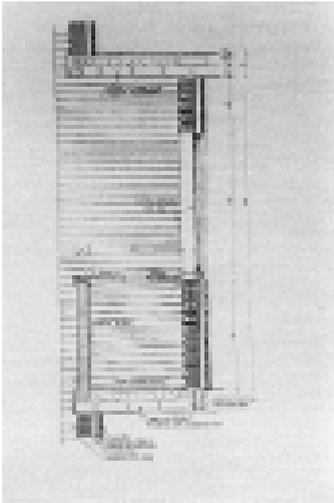
Anuncio del prestigioso sistema Barredo para hormigón pretensado.

Todas y cada una de ellas merecerían un análisis pausado y metódico de las dificultades que vencieron y de la gran o pequeña laguna que rellenaron en esa ‘nuestra caja de elementos de construcción’, donde es importante hasta la pequeña ‘bovedilla cerámica’, que venía a racionalizar el duro y artesanal tajo de ejecutar a mano el entrevigado con tableros de rasilla a revoltón o con cuajados de botijos y piezas de alfarería, con los que se construyeron gran parte de las primeras obras de nuestra modernidad. La aparición en el mercado nacional de los primeros alambres finos de alta resistencia que dieron pie a la fabricación en serie de los primeros elementos prefabricados pretensados, como las viguetas (1943), permitieron que a partir de entonces surgieran muy diferentes elementos estructurales y constructivos pretensados y postensados.

Gracias al principal ‘ejecutor científico de España’, el Instituto Eduardo Torroja, los años cincuenta cobraron un especial interés en la evolución de la industria de la construcción española, sentándose definitivamente las bases de desarrollo, apareciendo patentes que llegaron a saltar las fronteras compitiendo con las más sofisticadas conseguidas en el extranjero. En este aspecto, no cabe duda de que existen algunas patentes especialmente resaltables, como el sistema Barredo de pretensado (1952), aparecido en un momento en cual las relaciones comerciales exteriores eran prácticamente nulas, viniendo a permitir la aparición de algunos de los más importantes legados de ingeniería civil y arquitectónica de una modernidad claramente puntera en la pureza y racionalidad de su ejecución y comportamiento estructural, como las algunas de las obras de Torroja: Depósito de agua en Fedala Marruecos (1956), Depósito de Sidi-Bernussi Marruecos (1959), Iglesia de Gandía en Valencia... Para entender la importancia de la aparición de patentes como esta, es necesario recordar los momentos que se vivían en España; la falta de medios era menor que en las décadas anteriores, pero seguía existiendo y, además, la integración de España en el concierto mundial de libre intercambio estaba por llegar. Fue Eduardo Torroja quien señaló a Ricardo Barredo y a Peiró los requisitos fundamentales que el sistema de anclaje debería cumplir, y Barredo lo consiguió con el apoyo analítico, experimental y entusiasta del Instituto. Los logros se festejaban allí



Viviendas Unifamiliares, patente de Fernando Moreno Barberá. Catenaria invertida con cimbra desmontable.



Concurso de Viviendas Experimentales, 1956. Propuesta de Fernando Cassinello construida por Colomina y Serrano. Sección; fachada-cerramiento no portante con utilización de fábrica de ladrillo tipo cega (tipo patente Fisac 1951).

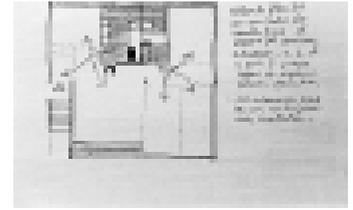
que los hacía realidad, y allí se difundían a través de sus publicaciones de carácter internacional. El sistema de anclaje Barredo fue conocido como ‘el sistema español’ y compitió en el extranjero con los restantes sistemas de anclaje indirecto: Freyssinet, MAGNEL (Belga), BBRV, VSL, DISCHINGUER, LEOBA y CCL. Se abrió paso a una sucesión de patentes de forjados pretensados, algunas autóctonas, apadrinadas por el Instituto, y otras adaptadas de patentes extranjeras: Forjado de piezas huecas Spirol, Forjados en pi Cade, forjados en U Costamagna, soluciones de forjados de cerámica pretensada tipo el Stalton, forjados de vigas ocultas tipo Rubiera. Esto permitió soluciones económicas, rápidas y racionales que hicieron desaparecer el encofrado en obra y que fueron determinando la predestinada ‘muerte de la artesanía’, enemiga de la modernidad. Muros prefabricados de hormigón armado como el sistema Costamagna, sistemas de encofrados perdidos colaborantes ejecutados con piezas cerámicas como los patentados por el ingeniero Sánchez del Río Pisón, forjados de vigas planas de cerámica armada, ejecutados con piezas huecas de cerámica cuya formas les permite hormigonar nervaduras para colocación de armaduras en diferentes tipos: Pausa, Omega, U. Losas semiresistentes prefabricadas (NADECO, Pamplona)... Un sin fin de patentes, de alternativas autóctonas producto de la rigurosa labor de investigación realizada.

Un aspecto de relevancia, común a la mayor parte de estas patentes, es el hecho de haber sido realizadas contando con materiales y técnicas existentes o posibles de desarrollar en España sin contar con materiales y técnicas extranjeras, que no sólo salvaban la imposibilidad de tener que ser fabricados fuera para ser importados, sino que potenciaban la evolución y desarrollo del mercado nacional, en un intento de potenciar la industria nacional frente a las carísimas patentes extranjeras: forjados alemanes y franceses, chapas de aluminio y plásticos norteamericanos, que resultaban prohibitivas en aquellos momentos. La primera patente de Miguel Fisac, desarrollada en el año 1951, fue un nuevo ladrillo aligerado semejante al ladrillo de hueco doble pero con una cara vista inclinada con remate a modo de pestaña en su parte inferior para proteger la llaga de la fábrica. La razón que motivó a Fisac a patentar este nuevo ladrillo fue precisamente la ausencia en el mercado nacional de un elemento de fachada que, sin ser portante, estuviera fabricado con ‘materiales nacionales’. Lo utilizó en Instituto Cajal de Microbiología (1951), en la calle Velázquez. Este mismo ladrillo lo utilizaron posteriormente Gutiérrez Soto, Cabanyes, Cassinello...

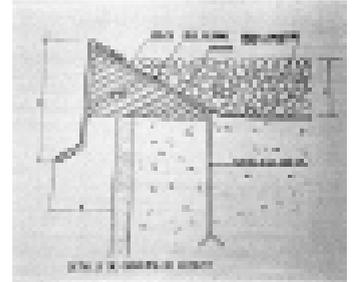
Es en la década de los sesenta cuando se dispara la producción de elementos prefabricados de hormigón, debido en parte al incremento del coste de la mano de obra que estaba frenando en gran medida su desarrollo, así como la imperiosa necesidad de conseguir optimizar los plazos de ejecución, fundamentalmente en el caso de viviendas. Fue entonces cuando realmente en España el progreso de la técnica se enfrentó a las tradiciones de la edificación.

Fisac en su propio estudio investiga sobre nuevas patentes pretensado de huesos (1960), cercos de neopreno, encofrados flexibles (1971) ,soporte para dos lámparas fluorescentes (Blancanieves, 1985), sistemas de elementos de fachada (1985), pantalla soporte para tubo (1969), elemento soporte para muebles, sistema para construcción de edificaciones mediante elementos prefabri-

cados con funciones arquitectónicas... En 1961, construye una vivienda en Somosaguas con Vicente Peiró, con cubierta hueca pretensada y ligera, parecida a la solución de los laboratorios Made, Centro de Estudios Hidrográficos 1961 cubierta hueca pretensada - huesos- En 1967 construye el Edificio de IBM con piezas prefabricadas de hormigón en fachada pretensadas forma de bumeran huecas -espesor paredes 15 mm-, las Bodegas Garvey 1.967, vigas pretensadas prefabricadas, Parroquia de Santa Ana, cubiertas con piezas huecas pretensadas, utilizando generalmente el sistema de anclaje Barredo.



Concurso de Viviendas Experimentales. Planta flexible propuesta por Oiza, 1956.

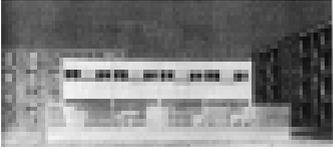


Detalle de la 'moderna' cubierta solución propuesta por Oiza. Cubierta plana asfáltica con gravilla.

Sin duda, los concursos, debates, congresos... acaecidos en España y respaldados siempre por la labor científica del Instituto Eduardo Torroja estimularon y desarrollaron el mercado industrial nacional que paulatinamente fue avanzando en décadas posteriores, a medida que la propia economía se revitalizaba, empezando por sustituir poco a poco los sistemas menos racionales, aunque pasaron muchos años hasta que las artesanales hormigoneras a pie de obra que fueron sustituidas por el hormigón de planta, cambiaron las normas, desaparecieron las barras dobladas en elementos solicitados a flexión que tanto sorprendían a los americanizados, el acero dejó de ser liso y entró en el mercado el corrugado de mayor adherencia... y paulatinamente se generaron soluciones arquitectónicas de gran interés, como las piezas modulares de Fisac 'huesos de hormigón armado', así como patentes españolas de muy diferentes elementos constructivos prefabricados que bajo el amparo técnico del DIT llegaron a exportarse a otros países... aunque hoy, 40 años después, la gran mayoría han sido sustituidas por otras o han desaparecido, al igual que se han ido adaptando las normativas a la experiencia acumulada. Porque ninguna patente de elementos prefabricados, ya sean lineales, superficiales o espaciales, ni ningún sistema o procedimiento constructivo puede ser la *panacea atemporal y universal para industrializar la Arquitectura*, porque se trata de una de una realidad viva construida en un determinado lugar, producto de un determinado tiempo, necesidades sociales, disponibilidades económicas, administrativas y conocimientos científicos y técnicos, y de una importante dosis de esa siempre cambiante y a veces contradictoria relación entre confort, funcionalidad y belleza. Por esta razón, la importancia en la obligada industrialización y progreso no se centra en elementos ni sistemas, sino en una *determinada línea de pensamiento y evolución*.

El Instituto no se conformó con recopilar información y difundirla, realizó sus propias aportaciones basadas en sus investigaciones científicas: ensayos sobre modelos, métodos de cálculo de obras de fábrica, hormigón armado y pretensado, soldaduras metálicas, materiales aislantes, carpinterías, insonorización, aislamiento... ¿Quién sino el Instituto llenó en España la *Caja de Elementos de Construcción* demandada por Le Corbusier para poder hacer realidad la meta de la modernidad?

Sin duda, la importante labor científica desarrollada por el Instituto Eduardo Torroja en pro de la modernidad española, no puede ser recogida en un catálogo, aunque esté latente en todos ellos, pero permanecerá viva no sólo en la trama urbana de nuestras ciudades o en aquellos elementos pertenecientes a la *caja de patentes* que en cada momento salieron al mercado nacional, sino también en nuestras industrias, en el bienestar surgido por la mejora social del trabajo y la vivienda, en nuestros pliegos de condiciones técnicas, en nues-



Fachada propuesta de Viviendas unifamiliares de Oiza construida por San Martín 1956. Concurso de Viviendas Experimentales.

tro sello de calidad, en nuestras normativas, en los métodos de cálculo y ensayo que el Instituto difundió a nivel mundial, en las actas de los más importantes Congresos Técnicos y Científicos Internacionales celebrados al hilo de todos los avances que la construcción civil y arquitectónica alcanzó hasta la década de los sesenta, donde el papel de España fue sin duda fundamental por las actividades del Instituto,... y, por supuesto, en el recuerdo que todos debemos contribuir a mantener vivo recogiendo el guante que Don Eduardo depositó en su testamento al dirigirse a los que con él habían trabajado diciendo: “Otros juzgaran mejor que yo la labor que hemos realizado”.