

ELADIO DIESTE, MAESTRO DE LA INGENIERÍA

Juan Grompone

INTRODUCCIÓN

Escribir acerca de la persona o la obra de Eladio Dieste¹ es una tarea que me resulta, a la vez, muy grata y sencilla, pero muy difícil. Por un lado, al no ser ingeniero especialista en estructuras, ni siquiera ingeniero civil, me coloca en una situación especialmente incómoda. Por otra parte, como testigo privilegiado² tengo la responsabilidad de documentar algunos aspectos que de otra manera se perderían. Por esta razón he colocado abundantes notas que no distraigan la lectura pero aclaren estos aspectos.

Este trabajo intenta presentar un panorama muy general, no especializado, acerca de la obra de Dieste, con especial énfasis en su significación. Pretende, además, fijar fechas, datos y referencias lo mejor posible, a los efectos que un investigador o un curioso acerca de su obra encuentre reunida una información bastante difícil de armonizar.³ En las secciones finales de este trabajo se presenta una bibliografía (que es bastante completa), una lista (seguramente incompleta) de artículos sobre Dieste y una selección de las principales obras realizadas.

¹ El texto original de estaba destinado a una publicación de la Universidad de la República, Montevideo, con motivo de su designación como Doctor Honoris Causa. Por diversas razones la publicación nunca se hizo. El presente texto es de 1996 y lo he revisado una vez más (2011) en esta versión electrónica, a efectos que sea un poco más comprensible fuera del Uruguay.

² Yo no puedo ser objetivo acerca de Dieste y esto debe ser aclarado en la primera línea de este trabajo. Yo soy ingeniero por su influencia directa. Eladio Dieste, desde que yo recuerde, venía a almorzar todos los sábados a mi casa, como parte de algo que era muy similar a un vínculo familiar. Más adelante se aclarará esto. En aquellos almuerzos escuché buena parte de las historias que aparecen aquí. Creo que esta confesión inicial me exime de la pesada carga de la objetividad. Eso sí, por deformación profesional, quiero ser lo más preciso posible en la información objetiva.

³ La familia Dieste ha sido particularmente generosa durante la redacción de este trabajo. En primer lugar, agradezco a Eladio Dieste quien solícitamente me suministró toda la información que le solicité (los errores son míos, para eso no necesito colaboración) y leyó el original. En una hermosa carta me corrigió muchos de los errores del trabajo original: algunos de los pasajes de la historia familiar se reproducen aquí. En segundo lugar, a Teresa, Esteban y Antonio Dieste, tres de sus hijos. A Estela Peluffo, de la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería, quien colaboró para que las referencias bibliográficas fueran precisas. A todos ellos quedo muy agradecido.

El artículo pone especial énfasis en Dieste ingeniero, punto que no ha sido debidamente puesto de manifiesto en la literatura disponible, usualmente dedicada a su obra como arquitecto. Ésta es una situación que debe ser corregida.

Finalmente, creo que la obra de un hombre importante no debe dejar de lado a las pequeñas anécdotas, a los comentarios breves, a los detalles, los cuales muchas veces van más al fondo de la cuestión que los pretendidos análisis sesudos.

AÑOS DE FORMACIÓN

La familia Dieste provenía de Rianjo, un pueblo de la Coruña de menos de diez mil habitantes. Su historia americana, llena de vaivenes, no deja de ser típica de las historias del siglo XIX en el Río de la Plata.

El abuelo de papá era ministro de la Alta Corte de España. En su juventud hubo que dictar una disposición especial para que, pese a no tener la edad mínima, pudiera ejercer la abogacía. [...] Mi abuelo empezó a estudiar para Oficial de Estado Mayor, carrera de cierta clase, uno de los absurdos de esos viejos países. Otro hermano ya era Oficial de Estado Mayor y vino al Plata, pedido a España por el gobierno de Buenos Aires para hacer su primera triangulación geodésica. Lo mataron los indios en un malón, posterior al arreglo, incumplido por Buenos Aires, que había hecho Rosas con un cacique cuyo nombre no recuerdo.

Su padre, también Eladio Dieste (1880, 1972), tuvo una historia digna de recordar:⁴

Papá era oriental, como le gusta a él decir y su madre también, de familia muy blanca. Hay anécdotas cómicas, como la de un tío de papá que despidió a un peón (pagándole seis meses de sueldo) por haberse atendido en el Hospital de Rocha y eso “era deber algo al gobierno”. Mi bisabuela perdió una enorme fortuna en las revoluciones. La familia Dieste–Gonçalves volvió a España –donde murió mi abuela– con papá de unos cinco años. Cuando enviudó mi bisabuela, que tenía sus pujos aristocráticos y miraba al principio con cierto

⁴ Su padre era profesor de historia y masón –aunque esto era algo muy secreto en aquellos tiempos–, su madre era profesora de francés, ambos en la enseñanza media. Dos de sus tíos, Eduardo Dieste (1882, 1954) y Rafael Dieste (1899, 1981), son conocidos intelectuales con una larga trayectoria y también pertenecían al pensamiento liberal. No obstante esto, Dieste prefiere definirlos así: *Conocí a todos los hermanos de papá; todos, en mayor o menor grado eran católicos [...] Eduardo estuvo en el seminario de Santiago y llegó a recibir hasta las órdenes menores. Era una especie de super–católico [...] Rafael, un católico escandalizado por la guerra civil española [...]*. Su tío Enrique (? , 1964?) era un católico practicante aunque también batllista; esta contradicción le llevó a largas meditaciones toda su vida.

desdén (registrado por el niño) a la criolla sudamericana, en seguida la conquistó. Papá, después de 1904, se quedó en el ejército [colorado] y fue destinado a Salto. [...] Después lo destinaron a Artigas. Yo, por cosas que me dijo, creo que evitaba Rocha (donde nació); su familia americana consideraba que la había traicionado.

En Salto conoció a Elisa Saint Martin (1884, 1974) quien sería posteriormente su esposa. El matrimonio Dieste se estableció primero en Salto donde nació Ariel (1913) y luego en Artigas y allí nacieron Eladio (1917) y Saúl (1921). El hogar paterno se puede caracterizar como de clase media, intelectual y liberal. El momento crucial de la aventura del joven Eladio ocurre cuando debió ir a Montevideo a estudiar a la Facultad de Ingeniería.

Este momento en la vida de un estudiante de *campana*⁵ es de una importancia tremenda. Aún en el próspero Uruguay de mediados de la década de 1930, esta aventura puede ser imposible. Dejemos contar a Elisa Saint Martin este momento:

[...] cuando [Eladio] terminó su curso liceal y debíamos enviarlo a Montevideo con escasísimos recursos le escribí [a Antonio Grompone] para que se interesara por una beca que entonces otorgaban a los buenos estudiantes y la que se le negó a [Eladio] por un mal entendido del Director, pese a su actuación brillante.⁶

Allí podría haber finalizado todo. Este olvidado director del liceo tenía en sus manos, sin saberlo, el destino del joven Dieste. Tal vez algunos teóricos de la educación deberían meditar cuántos talentos se han perdido y se pierden por un hecho banal como éste que relatamos.

En 1936 Eladio Dieste ingresó a la Facultad de Ingeniería de Montevideo. A mediados de 1943 terminó sus estudios.

*

⁵ Me parece ilógico llamar *del interior* a quien no nació en Montevideo, porque me sugiere que los montevideanos somos, por la contraria, *del exterior*. Lo peor es que la interpretación “lógica” suele ser exacta. No es trivial detenerse en este punto; pero algo se debería hacer al respecto.

⁶ Mi padre respondió a las palabras de Elisa, su vieja amiga del Salto: *Con beca o sin ella que [...] venga a mi casa que ella será la suya*. Así fue, y de allí que Dieste viviera sus años de estudiante en mi casa y continuara luego con una regular visita semanal todos los sábados. No había aquí nada que no fuera de absoluta justicia. Mi padre había vivido la misma escena veinte años antes y, con el auxilio de la masonería del Salto, había logrado estudiar una carrera universitaria en Montevideo. Quiero dejar constancia de todo esto para advertir cómo se puede malograr una carrera brillante por la negligencia, la tontería o el mal humor de un burócrata oscuro. Por el contrario, nos advierte de todos los talentos que día a día se pierden, en Uruguay y en el resto del mundo, porque nadie se ocupa de ellos y les tiende una pequeña mano. Me resulta particularmente perturbador este tema. Tal vez yo no estaría escribiendo esto si los hombres buenos que ayudaron a mi padre hubieran sido un poco menos buenos.

Examinemos la *generación* en la cual se encuentra Dieste. No cabe duda que la idea de generación es imprecisa y arbitraria, pero caracteriza algunos aspectos cualitativos de una manera bastante interesante.

Eladio Dieste se encontraba, al menos por las fechas de su formación, en los comienzos de la *generación del 45*. Esta generación (que fue llamada así por los hombres de letras del Uruguay) se caracterizó por un gran espíritu crítico y una sólida formación en las letras y las artes. La mayoría de los personajes ilustres de la generación del 45 fueron escritores y críticos: poetas, narradores o autores teatrales; críticos literarios como Ángel Rama; críticos de cine como Homero Alsina Thévénat o críticos de arte. Pero también existe una generación del 45 en todas las ramas de la actividad, desde la tecnología hasta la fuerzas armadas. Examinemos qué sucedía en ingeniería en estos tiempos. Una somera lista nos puede ilustrar este panorama. En 1940 egresó Agustín Cisa; en 1941, Rafael Laguardia y Delia Maggiolo; en 1942, Antonio De Anda; en 1943, Franco Vázquez Praderi, Eladio Dieste, José Luis Massera y Julio Vales; en 1947, Oscar Maggiolo; en 1948, Antonio Petracca. La *generación del 45* comprendía a un conjunto importante de los futuros docentes que convirtieron a la Facultad de Ingeniería en un centro académico de primer nivel.⁷

¿Qué sucedía en la Facultad de Ingeniería? El decano Luis Giorgi nos dejó una Memoria que contiene, además del proyecto del arquitecto Julio Vilamajó para la nueva Facultad de Ingeniería y hermosas fotografías de los laboratorios, la imagen de una facultad en efervescencia.⁸

En 1934 egresaron los primeros ingenieros industriales y ese mismo año se estableció el Certificado de Estudios en Matemática Superior. En 1934 visitó a la Facultad Enrico Fermi (1901, 1954), premio Nobel de física. En 1935 y 1936 el español Julio Rey Pastor (1888, 1962) dictó importantes cursos de matemática. También llegó Tulio Levi-Civita (1873, 1941) (*dando una pésima clase de mecánica* recordará Dieste) y el español Esteban Terradas (1883, 1950), un destacado científico e ingeniero.⁹ En 1935 el decano Giorgi se presentó un nuevo plan de estudios que entró en vigencia en 1936. En 1936 se creó el Instituto de Física. Como coronación

⁷ La información ha sido tomada de *Nuestros Ingenieros*, Mario Coppetti, Montevideo, 1949. Agustín Cisa fue director de Instituto de Ingeniería Eléctrica; Rafael Laguardia fue fundador y director del Instituto de Matemáticas; Delia Maggiolo (hermana de Oscar) y Franco Vázquez Praderi fueron Profesores de Ingeniería Eléctrica; Antonio de Anda fue Profesor de Diseño de Máquinas; José Luis Massera, Antonio Petracca y Julio Vales fueron Profesores de Matemática, el primero de ellos es un investigador de renombre internacional y también Doctor Honoris Causa de la Universidad de la República; Oscar Maggiolo fue Profesor de Mecánica de los Fluidos y Rector de la Universidad de la República.

⁸ *Memoria del Decano del Ingeniero Luis Giorgi*. Marzo de 1934, marzo de 1937. Facultad de Ingeniería y Ramas Anexas, Montevideo, 1937.

⁹ La guerra civil en España y la guerra europea contribuyeron mucho a que los científicos y técnicos visitan y hasta residieran en el Río de la Plata.

de toda esta renovación, en julio de 1936 se contrató a Siegmund Gerszonowicz, del Politécnico de Grenoble, como nuevo profesor de Electrotecnia.

El panorama de la Facultad de Ingeniería era bien distinto del que encontramos en el resto del país. Hacia 1930 el Uruguay vivía la euforia de su Centenario y del botín de guerra que había obtenido vendiendo carne y lana. Entre 1925 y 1935 país entero se lanzó a derrochar y levantar monumentos de poca trascendencia para el futuro: la Plaza de la Independencia; el Palacio Salvo; el Estadio Centenario; la Rambla Sur con sus muros de contención, rellenos, ostentosos granitos y tantas otras obras. En la Facultad de Ingeniería había universitarios entusiastas e inquietos, que creaban carreras y nuevos laboratorios, que mejoraban a las ciencias básicas, que contrataban a profesores extranjeros. Este fenómeno posiblemente se deba al largo y fecundo magisterio de Eduardo García de Zúñiga (1867, 1951),¹⁰ nunca demasiado bien estudiado. Es en este ambiente que se formó a la generación del 45 de los nuevos ingenieros. Por esta razón salieron todos marcados con idéntico cuño: solidez de formación básica, respeto por la matemática y la física, espíritu innovador.¹¹

En esta generación se formó Eladio Dieste (y también Eugenio Montañez, compañero de promoción). Por eso no es de extrañar que diga algo que es una buena definición de su generación:

[...] me apasiona la posibilidad de comprender la realidad a través del lenguaje físico–matemático. [56]

Por eso defendió siempre con apasionamiento a esta formación básica y fue una constante en sus escritos, ver [24], Igual posición tendrán los restantes universitarios de su generación.

Años después el mundo de Dieste se llenó de catenarias, sinusoides, conoides, superficies regladas y otros objetos matemáticos, allí donde los demás veían rectas y planos. Más de 25 años después de egresar de la Facultad de Ingeniería, estudió con apasionamiento el problema del *pandeo* y no vaciló en utilizar ecuaciones diferenciales, integrales elípticas, calculadoras y computadoras con métodos de recurrencia.

¹⁰ Fue profesor de matemática, varias veces decano de la Facultad de Ingeniería, Doctor Honoris Causa de la Universidad. Pero además adquirió una importante colección de obras clásicas de la ciencia y la tecnología para la biblioteca de la Facultad.

¹¹ Esta generación también tendrá otra característica: su fascinación por la inteligencia. Clasificarán al mundo en “inteligentes” y “burros”. No habrá matices intermedios. Además serán anti-feministas (¿cómo no serlo en una facultad donde casi no hay mujeres?). A uno de ellos le oí decir, más de una vez, con la seguridad que podría tener Dios cuando dictaba las Tablas de la Ley, que la única mujer inteligente era *la polaca*, es decir, Delia Maggiolo, hermana de Oscar Maggiolo, que había adquirido este sobrenombre al casarse con Siegmund Gerszonowicz, profesor contratado y todo un símbolo para esta generación.

El Montevideo previo a la segunda guerra mundial era un ambiente realmente interesante. En Europa se presentía que la primera guerra no había sido suficiente, que todavía quedaban heridas muy grandes, difíciles de cerrar. La década de 1930 fue una década de muchos emigrantes hacia el Uruguay, un país del futuro, una economía rica (pero no próspera), un lugar para emigrar.

Uruguay recibió en los años 30 diversos emigrantes. Tenemos, por ejemplo, a Joaquín Torres García (1874, 1949) que regresó a su patria en 1934 luego de media vida en Europa, la mayoría en Cataluña.¹² A partir de 1936 comenzó la larga y dolorosa emigración española. En toda la década hubo también una sostenida emigración de judíos de Europa que buscaban un nuevo horizonte donde vivir. Todo esto encontró el joven Dieste en Montevideo. A la influencia racional de la Facultad de Ingeniería se sumaron otras influencias de Montevideo. En sus propias palabras:

Claro que también debería considerar la influencia de mi familia. Era gente de mucha cultura, interesada por el arte y los artistas. Desde muchacho me relacioné naturalmente con pintores. Éramos muy amigos de los Torres García. Creo que el ambiente familiar fue propicio para mis inclinaciones estéticas. Aún hoy soy amigo de Augusto Torres, el hijo de Joaquín. Son mis amistades de juventud. [60]

También Olimpia Torres, Eduardo Díaz Yepes o Esther de Cáceres fueron amigos de toda la vida. En [23] Dieste menciona que Torres García le habló de Antonio Gaudí (1852, 1926)¹³ y esto fue el comienzo de una fructífera influencia. Sobre Torres García diría:

[...] un artista de verdadero genio y de gran intuición estética [...]
[53]

¹² Joaquín Torres García es el más conocido y cotizado de los artistas plásticos uruguayos. A través de la obra de su taller formó una escuela de Arte Constructivo que tuvo enorme influencia en todas las esferas de la vida cultural. Como todo creador de significación, también supo generar grandes adhesiones y críticas: esta polémica –mitigada por el tiempo– todavía continúa.

¹³ Siempre me ha resultado molesto hablar de *influencia* (suena como una influenza, una gripe intelectual y contagiosa). No creo en ellas. Digo que Gaudí influyó en Dieste porque muchas veces le oí hablar entusiasmado sobre su obra, pero esta idea fue llevada a la exageración por otros, ver [70]. En particular, a Diesta le entusiasmaba la casi oculta Cripta de Santa Coloma –que yo visité gracias a la información que me suministró Dieste en aquellos encuentros de los sábados–. Aplicando el mismo criterio sobre la influencia, debería decir que jamás le oí mencionar a Torres García. Tampoco creo que sus concepciones estéticas tengan alguna proximidad. Siendo coherente, entonces, debería decir que no existe tal influencia. Esto no es compartido por [55].

Pero mucho más que todo estos grandes artistas, influyó en Dieste León Friedheim, quien pocos han conocido. León llegó a Montevideo el 13 de junio de 1937 con su mujer Martha Ütke y sus dos hijas Elisabeth Emma Johanna de quince años y Dorothea que cumplió sus catorce años en el barco.

El joven Eladio en Montevideo, además de la benéfica influencia de la Facultad de Ingeniería, recibió las influencias de un Montevideo próspero que le incitaba a conocer los vinos franceses y los autores clásicos; las influencias de los emigrantes que le incitaban a aprender el alemán y le dieron la oportunidad de vivir el ambiente de una clase media culta centro europea; del tío Enrique que le hablaba de Dios. A pesar de todo cuanto escuchó a Bach y leyó de los libros profanos, terminó convertido en un ardiente católico que admiraba a G. K. Chesterton (1874, 1936) y que estaba preparado, sin saberlo, para leer a Teilhard de Chardin (1881, 1955), si la Iglesia se lo hubiese permitido. Pero además, convirtió a la hija de León en la fiel y abnegada compañera de toda su vida, madre de sus hijos, abuela de sus nietos.¹⁴

Así, los hijos del masón gallego y del judío alemán¹⁵ se encontraron en Montevideo y fundaron en 1944 una ejemplar familia cristiana que fue bendecida con doce hijos, uno de los cuales murió a los pocos meses de vida. ¿Qué más puede decirse de Lisa que no esté dicho en esa frase?

¹⁴ Aplicando la vieja receta que dice que detrás de todo gran hombre hay una gran mujer, no sería necesario decir nada más sobre Lisa. Los años de callada devoción se pueden resumir en lo que le dijo un día a mi mujer a propósito de los ingenieros, no sé si como consuelo para confortarse de un mal común o como la simple comprobación de un hecho: *¡Tú también sabes de qué se trata!*. A propósito de este párrafo, Dieste me propuso diversas modificaciones, algunas de las cuales fueron hechas. De todos modos quiero transcribir aquí lo que hubiera puesto él, según me comunicó personalmente: *El joven Eladio, además de la benéfica influencia de la Facultad de Ingeniería recibió la liberal de mi padre [Antonio Grompone], de su gran biblioteca donde leyó desde a Descartes en edición casi facsimilar, o los procesos de la Inquisición (sorprendentemente liberales), hasta el primer libro de Chesterton que cayó en sus manos que con los de H. Belloc fue fundamental en su formación. También la de la familia de Lisa que lo introdujo en un hogar culto de clase media centro europea y la de sus tíos Enrique y Eduardo que le complementaron en algo la de su padre, transmitiéndole el ambiente de su familia española. Posteriormente, joven, algo mayor, fueron esenciales para él las largas conversaciones de palabra o por escrito con su gran amigo y tío Rafael.*

¹⁵ Sobre este punto Dieste dice: *Una de las primeras cosas que me dijo Lisa fue: "Mi padre es judío, mi madre es aria pura." [...] Un primo, hijo de un hermana del señor Friedheim, estuvo en el ejército nazi, del que fue oficial, y otros primos hermanos [...] de éste, eran bastante nazis. Los padres de Lisa eran, como es natural, claramente anti nazis, virulentamente la madre. [...] me enamoré con una chica alemana [...] que había ido de niña a la clase luterana, criada en un hogar sin religión, que supo con zozobra, ya mayor, que su padre estaba etiquetado como judío.*

EL CONSTRUCTOR

En 1943 Dieste completó sus estudios de Ingeniería Civil. Dos años después comenzó a trabajar en la constructora danesa Christiani y Nielsen¹⁶ y además era el jefe de la Oficina Técnica de la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas. Este primer período de su vida como profesional, que abarca hasta 1948, tuvo una importancia insospechada. En su trabajo en Christiani y Nielsen:

[...] adquirió una aversión por las bóvedas de concreto reforzado que frecuentemente debía realizar para la firma danesa [54]

esto explica la historia de la primera bóveda de ladrillo. Éste es un momento crucial en la historia de Dieste. Contado con sus propias palabras:

Por esa época, hacia 1945, me llamó el arquitecto Antonio Bonet (1913, 1989)¹⁷ para colaborar en el proyecto de la casa Berlinghieri en Portezuelo (Maldonado). Tuvimos grandes discusiones, desde luego que amables, en las que mucho aprendí. [...] En determinado momento recuerdo haberle dicho sin demasiado fundamento: sería lindo hacer una bóveda de ladrillo en esta obra. A Bonet le pareció que una bóveda de ladrillo resultaría muy pesada. Él, naturalmente, pensaba en una bóveda clásica. Yo le contesté que pensaba en una cáscara de ladrillo. ¿Y eso se puede hacer? preguntó Bonet. No lo sé, le contesté, déjemelo estudiar.

Estuve analizando largamente el tema. [...] No tenía idea entonces que la cerámica se hubiera usado en estructuras parecidas ni tampoco de la existencia de bóvedas catalanas ni de la experimentación más o menos contemporánea en Italia con viguetas curvas prefabricadas en ladrillo. [...] El problema era para mí totalmente nuevo; y, a veces,

¹⁶ También la empresa Christiani y Nielsen me toca de cerca. El ingeniero director era Haakon Semeleng quien además era tío político mío. En todo caso, es interesante el papel (involuntario) que jugó esta multinacional en el desarrollo de la ingeniería uruguaya.

¹⁷ Bonet era un arquitecto catalán que emigró a Argentina luego de la guerra civil española. Hacia 1945 se estableció en Uruguay y se ocupó de la urbanización del balneario Punta Ballena (Punta del Este). Es en esta oportunidad que construyó la casa Berlinghieri [existen diversas escrituras del apellido, pero aquí sigo a la italiana original]. Bonet dice: *Fue mi primera obra uruguaya en la que introduje bóvedas a la catalana, totalmente construidas con ladrillos de canto.* (ELARQA, Montevideo. V. 2, N. 5, diciembre, 1992.) Por el contrario, Dieste me dice: *La mayor de las bóvedas de la casa Berlinghieri, 6 metros, es mucho mayor que las de las bovedillas [catalanas] usuales que era de aproximadamente 1 metro. Como 10 años después de la casa Berlinghieri me enteré –por un capataz de la empresa “Giannatasio y Berta”– que las hacían de una manera parecida, bovedillas entre perfiles como se ven en muchas casas viejas.* Por otra parte, el título de [1] es por demás elocuente. Como puede apreciarse, las dos versiones son bastante diferentes.

la ignorancia sirve. [...] busqué el camino aprovechando mis experiencias constructivas anteriores con cáscaras de hormigón armado y moldes deslizantes. Se me ocurrió aliar la cerámica al molde deslizante, como se le hubiera ocurrido a cualquiera [...] [56]

Esta primera bóveda tenía 6 metros de luz, ver [74]. Ya era bastante mayor que las tradicionales bóvedas de 4 metros. No se parecía en nada a las bóvedas catalanas tradicionales que Bonet le mencionó (pero que fue incapaz de describir con una cierta precisión). La bóveda estaba armada con alambres. Posteriormente Dieste construyó una segunda bóveda de 10,50 metros de luz, ver [1].

En este período Dieste construyó en 1947 la bóveda para la tejeduría de algodón MAUSA, ver [75], y en 1948 la bóveda de IPUSA, ver [76]. Estas bóvedas empleaban directriz elíptica, eran autoportantes, de hormigón armado. Todavía estamos lejos de la cerámica armada [51].

Estos primeros intentos fueron abandonados en 1948 cuando Dieste dejó a Christiani y Nielsen para convertirse en ingeniero director de la empresa Viermond S.A.,¹⁸ una empresa que trabajaba principalmente en el rubro de pilotes. Comenzó así una segunda etapa de su carrera como técnico que estudiaremos más adelante. Esta etapa finalizó diez años después, en 1958.

Alcancé a hacer un par de bóvedas más, un poco mayores y luego me sumergí en aquel asunto de la empresa de pilotajes. Recién en 1953 recomencé a trabajar con bóvedas, pero ya con dimensiones muy importantes. [60]

En 1955, Dieste, asociado con Eugenio Montañez, ganó la licitación para construir un Depósito para ANCAP en Capurro [77]. Sobre pórticos de hormigón de 40 metros de largo se construyeron las bóvedas cilíndricas, de ladrillo armado, de 8 metros de luz. Comenzaba aquí la larga aventura de las bóvedas de cerámica armada [49, 51]. También en 1955 construyeron los depósitos Frugoni, en Montevideo: 22 metros de luz y 3.500 metros cuadrados techados [78]. A esto siguió en 1956 el depósito para el diario El País [79] y en 1957 los graneros para el BROU en Cardona y Tarariras [80]. El año siguiente Dieste abandonó a Viermond.

En el período entre 1958 y 1971 se relizó un desarrollo completo de las bóvedas de cerámica armada. Primero en forma experimental y luego profundizando el estudio teórico, Dieste y Montañez¹⁹ refinaron esta tecnología hasta convertirla en una nueva manera de construir.

¹⁸ Viermond es una contracción de Viera y Mondino. He aquí otro interesante puente que vincula tradiciones de ingeniería uruguaya: Leonel Viera (1913, 1975) y Luis Mondino con Eladio Dieste.

¹⁹ He encontrado que muchas veces no se hace la debida justicia al papel desempeñado por Eugenio Montañez en la obra de Dieste. Como más de una vez le oí comentar a Dieste que Montañez es el *administrador*, el técnico que construye, quien cobra las cuentas y mantiene la casa en orden. Montañez desempeñó un papel decisivo en el desarrollo de obras en el Brasil, país donde estuvo

Con el Estacionamiento para el Banco de Seguros del Estado [83] en 1959, las bóvedas de doble curvatura con lucernarios quedaron definitivamente establecidas. A esta siguió en 1960 la bóveda de TEM [84]²⁰ de 43 metros de luz y alcanzó su apogeo con el Packing Caputto en Salto, con 46,50 metros de luz [97]. Esta enorme dimensión solamente fue superada por la cubierta del Pabellón Julio Herrera y Obes en el Puerto de Montevideo [108] con una luz de 50 metros.

En 1961, con el pretexto de construir su vivienda [85], Dieste comenzó a explorar las posibilidades de las bóvedas autoportantes de cerámica:

El cálculo perfecto y acabado de una estructura de doble curvatura, por ejemplo, recién se hizo diez o doce años después. [...] Lo mismo sucedió con las bóvedas autoportantes: las utilicé por primera vez en mi casa, viendo como funcionaba la estructura y estableciendo luego la teoría. [60]

En 1963 la tecnología ya estaba madura y se publicó el primer artículo teórico sobre el tema [10].²¹ Encontramos allí todos los elementos de la obra posterior de Dieste: bóvedas de doble curvatura, bóvedas autoportantes, tanques de agua, diafragmas. También en 1963, en el Gimnasio del Liceo 18 de Montevideo, [88], se empleó una de las primeras bóvedas autoportantes grandes. Al año siguiente, para Auto Palace [89], también en Montevideo, se llegó a 30 metros de luz con una bóveda autoportante [51, 57].

Dieste continuó explorando las posibilidades de las cáscaras autoportantes hasta límites difíciles de creer, como ocurre en la Estación de Ómnibus [105] o en Refrescos del Norte [109], ambas obras en Salto. Los resultados de larga experiencia acumulada son publicados en los últimos años, ver [29, 30, 31, 34].

Otra línea diferente de aplicación de las grandes bóvedas se volcó a los silos y depósitos de materiales en polvo. Si bien obedecen a la misma teoría básica, estas estructuras poseen una gran flecha y se apoyan directamente en el suelo, sin pilares ni vigas. Además deben soportar esfuerzos laterales que les aplica el material almacenado. En 1965 construyeron Fosfato Thomas, en Montevideo [90]: una impresionante bóveda de 30 metros de luz, 15 metros de flecha, con una gran curvatura.²² Estas dimensiones no fueron sobrepasadas por las obras posteriores

radicado varios años. Hacia 1983, aquejado de graves problemas de salud, se retiró de la empresa. Dieste, con el “paraguas empresarial” que le suministró Montañez durante años decisivos, pudo dedicarse a crear. No hay que olvidar nunca que para que exista un Dieste, debe siempre existir un Montañez: esta es una importante lección que la historia repite una y otra vez.

²⁰ Recuerdo haber visitado esta obra con Dieste y mi padre. Y también la impresión de asombro que nos provocó.

²¹ Sorprendentemente este trabajo posee pasajes escritos *en primera persona* a pesar de la doble firma que luce.

²² Recuerdo haber visitado esta extraordinaria obra con Dieste. A pesar de tratarse de un depósito de fertilizante, con palas mecánicas y fuerte olor a fosfato, impresionaba como una maravillosa ca-

de 1974: el Silo de Vergara [103], el de Young [104] o los de Nueva Palmira [113].

Los tanques de agua y otras estructuras cónicas comenzaron a cobrar importancia en 1966 con la obra Las Vegas, Canelones [91]. Se trata de una estructura de 27 metros de altura con capacidad para 120 metros cúbicos de agua. Posteriormente estas dimensiones crecieron muchísimo hasta llegar, en 1987, a la torre para la antena del Canal 9 de Punta del Este con 66 metros de altura [115].

En 1971 comenzaron algunos cambios. Por un lado, Dieste hizo una breve incursión en la actividad política, por otro lado, Montañez se radicó en Brasil y comenzaron las grandes obras. Dos años después se ocurrirá la dictadura en el Uruguay y se cerró el ciclo universitario de Dieste. Dieste tuvo, en este oscuro período del país, una activa tarea como consultor en la Represa de Salto Grande, como profesor visitante en diversas universidades y continuó creando nuevas obras.

La dilatada carrera de Dieste y de su empresa de construcción solamente conoció dos accidentes, ninguno de ellos provocado por fallas de la tecnología de la cerámica armada. El primero ocurrió el 20 de enero de 1978 cuando se desplomaron las bóvedas de Refrescos del Norte S.A. en Salto, [109], en el momento de quitar el apuntalamiento. Se debía a unos hierros omitidos en una losa del borde.

El segundo accidente fue un desastre y afectó a Dieste en una forma imborrable. El 25 de mayo de 1987 la obra de la planta de jugos de Azucitrus S.A. en Paysandú, [116], se desplomó y murieron algunos de sus hombres. Este fue un doloroso episodio que culminó en un juicio y un fallo técnico y judicial. Quedó claramente demostrado que el cemento Portland que ANCAP había suministrado a granel no correspondía a la velocidad de fraguado solicitada. No existía responsabilidad técnica de la empresa constructora ni de sus técnicos, era un error del proveedor del cemento. Este fallo finalizó años después, luego que la empresa había construido nuevamente la obra y ningún daño podía ser verdaderamente reparado. El dinero del juicio fue destinado por Dieste para las familias de los hombres fallecidos.

*

La propuesta constructiva de las cubiertas de cerámica armada tiene, como atractivos básico, *su costo reducido*. La cifra mencionada para el costo por metro cuadrado de la Iglesia de Atlántida es de *30 dólares por metro cuadrado* (de 1959), ver [3, 5, 6, 8, 9, 10, 44]. El precio de construcción (1993) se encuentra entre 110 y 120 dólares por metro cuadrado de estructura y cubierta.²³ La ecuación de costo del trabajo es, según las fuentes:

tedral. Ni aún el proyecto de la Iglesia de Malvín, nunca realizado, me imagino que podría producir este extraordinario efecto.

²³ Como en Alcalá, España, se construyen cinco iglesias que emplean la tecnología de la cerámica armada de Dieste, se calcularon los costos locales: 450 dólares por metro cuadrado (1994).

1,6 horas–hombre de oficial + 1,4 horas–hombre de peón por m² [20].
0,25 jornales de oficial + 0,2 jornales de peón por m² [40].

Estas cifras²⁴ muestran que las estructuras de cerámica armada tienen una proporción pequeña de trabajo frente a los demás insumos. Es una forma de construcción intensiva en capital, correspondiente al tipo de actividades industriales de las economías desarrolladas.

*

La cerámica armada es una tecnología de construcción de jerarquía comparable al hormigón armado, no se trata solamente de una tecnología caprichosa, subdesarrollada o curiosa. La tierra cocida, el ladrillo, posee una relación resistencia–peso mejor que el concreto y de allí que permita estructuras nuevas, completamente diferentes. Si bien la idea de armar la cerámica es una idea que prolonga en forma natural la técnica de construcción del cemento armado, los campos de acción son diferentes. Dieste dice, a este respecto:

En Estados Unidos [...] al ver que el ladrillo iba siendo sustituido, crearon unos institutos para tratar de buscarle una utilización estructural. [...] Han hecho con el ladrillo cosas que se hacen mejor con hormigón: vigas de hormigón, losas de hormigón. [...] Pero no hay [...] una sola experiencia, por ejemplo, de diafragma de ladrillo; cuando el diafragma, o sea la pared portante, es el elemento primitivo del ladrillo [...] No hay ni una sola cúpula, una sola bóveda, un solo tanque, un solo silo, todas las cosas para las cuales el ladrillo se presta con un costo muchísimo menor que el hormigón. [53]

Desde el primer momento quedó claro que la cerámica armada permitía construir estructuras muy esbeltas. Ya en [10] se observaba que un arco de catenaria de 100 metros de luz y 10 metros de flecha, la tensión máxima sobre las piezas de cerámica es de solamente 27 kilos por centímetro cuadrado. Cualquier buen ladrillo, aún los de fabricación artesanal, resiste con holgura esta cifra.

Esta observación muestra que es posible construir cáscaras armadas de luces enormes (las han construido hasta con 50 metros de luz) siempre que sean elásticamente estables, es decir, que resistan al *pandeo*.

Para dar estabilidad elástica es preciso ondular la bóveda pero, si uno lo hacía de manera constante, se generaba una estructura muy compleja en los bordes; por lo tanto había que pensar en una ondulación

²⁴ Las cifras son *aproximadamente* coincidentes para la jornada laboral de 8 horas uruguaya. La primera fue publicada en 1973 y la segunda en 1988. Posiblemente la segunda sea más ajustada a la realidad luego de una mayor experiencia en construcción.

variable. De ahí pasé a sacarle una tajada, juntar los sectores de la bóveda y crear el lucernario. [60]

Pero el problema del pandeo de las bóvedas esbeltas estaba lejos de estar resuelto. Si se comprime una varilla esbelta en la dirección axial, se llega a una fuerza límite en la cual la situación de compresión conduce a una situación inestable: a partir de este momento la única condición de equilibrio estable es con la varilla flexionada. El bastón de caña de Chaplin es una demostración, conocida por todos, del fenómeno de pandeo.

El fenómeno del pandeo es uno de los raros fenómenos físicos donde parece violarse el sentido común, la causalidad y la simetría de la naturaleza. A igual que en el caso de los torbellinos alternados en las estelas de los barcos (fenómeno explicado por Von Karman), aquí ocurre que en un fenómeno *simétrico* –la carga axial de la varilla– conduce a una consecuencia *asimétrica*, la desviación lateral hacia una forma curva, estable. En forma intuitiva, parecería existir un principio general que establece que *causas simétricas provocan resultados simétricos*. Sin embargo no es así. Causas simétricas a veces producen efectos simétricos *inestables* como en los dos casos mencionados y la *respuesta estable* es asimétrica.

La otra característica especial del pandeo es violar la ley *lineal* entre fuerzas y deformaciones y, por lo tanto, *las leyes de superposición de cargas*. En efecto, si existe una carga crítica por encima de la cual la configuración es inestable, entonces ni la deformación ni la superposición de cargas o deformaciones correspondientes serán válidas.

La existencia del fenómeno del pandeo fue advertida por Daniel Bernoulli (1700, 1782) y resuelta en una primera versión matemática por Leonhard Euler (1707, 1783) en 1744. Sin embargo el fenómeno resultó siempre muy oscuro. Poincaré (que dominó todo el pensamiento del análisis matemático del siglo XX) ya hablaba de *puntos de bifurcación* en las ecuaciones del equilibrio. En los tratados de elasticidad el tratamiento que se da al tema es esencialmente matemático y de escaso uso técnico. Los libros técnicos –aún los especializados, por ejemplo el clásico *Theory of Elastic Stability* de S. Timoshenko, 1936, como observa Dieste en [17, 31]– dan escaso tratamiento a los problemas que pueden ser de aplicación a las bóvedas.

El tema del pandeo de los arcos de catenaria y de las bóvedas de cerámica armada ocupó durante mucho tiempo a Dieste. Hacia 1963 la respuesta que daba era experimental pura: carga de la bóveda o construcción de un arco experimental [10, 14]. Recién hacia 1970 el problema estuvo técnicamente resuelto, ver [17]. El problema del pandeo es atacable por diversos caminos y todos ellos fueron transitados por Dieste. En primer lugar, debemos considerar la solución analítica exacta (esto es, sin aproximar la ecuación de la curvatura de la elástica), propia de la formación que daba la Facultad de Ingeniería durante la primera mitad del siglo

XX. Este camino, aún en casos simples, conduce muy rápidamente a dificultades analíticas enormes.

En su trabajo sobre el pandeo, Dieste considera la solución analítica del problema de la barra comprimida en forma excéntrica o con una fuerza transversal. Las expresiones analíticas le muestran que la carga crítica calculada por Euler representa una frontera para todos los casos (el punto de bifurcación de Poincaré): a medida que nos acercamos a la carga crítica, aumentan mucho los esfuerzos sobre la barra. En la medida que se emplee un generoso coeficiente de seguridad (5 por ejemplo, como no es raro en las construcciones civiles) se está muy lejos de llegar a la zona de comportamiento peligroso, aún con cargas excéntricas o laterales.

Una segunda metodología que se puede emplear es con la ecuación de la energía elástica. Esta ecuación permite calcular la energía una vez conocida la elástica. Las situaciones de equilibrio estable ocurren en la solución de este problema de cálculo de variaciones. Resulta entonces que no es demasiado importante la curva elegida para calcular la carga crítica, en todo caso se obtendrá un valor peor.²⁵

La importancia de la metodología de la energía es que permite introducir una tercera metodología: *las aproximaciones sucesivas*. Esta metodología consiste en suponer una elástica plausible, calcular el diagrama de momentos correspondiente y luego volver a calcular la elástica. Este proceso, como muestra, converge muy rápidamente.

Para cada familia de problemas es posible encontrar reglas prácticas que permitan obtener [la carga crítica] con aproximación suficiente; pero para obtener estas reglas, es indispensable la seguridad que solo pueden dar los procesos más exactos de que son ejemplo los explicados aquí. [31]

Cuando se pasa de la barra a los arcos y las bóvedas de doble curvatura, todos los métodos se vuelven más laboriosos. Las soluciones analíticas son imposibles, solamente los métodos de aproximaciones sucesivas tienen viabilidad práctica. Estos métodos llevaron a Dieste a calcular mediante la (recién llegada) computadora de la Universidad las tablas necesarias para el cálculo de las bóvedas catenarias. Igual metodología empleará en [30]. A pesar de todo el camino que ha logrado despejar, subsiste una dificultad de fondo:

No me ha sido posible expresar, en lenguaje matemático preciso, las condiciones que se deben cumplir, aún en el simple caso de la figura 2

²⁵ Dieste objeta a Timoshenko cuando dice que *usando el método de la energía con una curva que satisfaga las condiciones del apoyo, obtendremos un valor de la carga crítica mayor que el verdadero*. [16, 31] porque rechaza la argumentación física que realiza. En lugar de este razonamiento, demuestra (en un caso particular) que la elástica es la curva de energía mínima para el problema variacional. Esto habla de la preocupación de Dieste por obtener resultados absolutamente confiables, tanto desde el punto de vista técnico como científico.

[la columna esbelta], para que se produzca la rápida convergencia que muestran los ejercicios anteriores. [31]

En efecto, esta dificultad no es pequeña desde el punto de vista teórico. Todavía es un tema de estudio analizar los puntos en los cuales un sistema de ecuaciones de recurrencia es convergente. Exactamente éste es el caso planteado.

He planteado el problema al Instituto de Matemática de la Facultad de Ingeniería, que ha encarado su estudio, del que aún no se tienen resultados. [31]

Es muy claro que en los agitados años finales de la década del sesenta los intelectuales uruguayos estaban en otro tipo de desafíos.

*

El cálculo de las bóvedas fue algo que se desarrolló en forma progresiva, desde simples argumentos intuitivos, hasta una teoría completa, donde los problemas de pandeo se pueden calcular con buena precisión.

Es interesante notar, como testimonio de una forma de cálculo que apelaba continuamente a la argumentación física (especialmente en los primeros tiempos), la manera como fue calculado el complejo techo de la Iglesia de Atlántida:

El cálculo de una construcción como la que acabamos de describir es prácticamente inabordable analíticamente; ya la expresión matemática de la superficie es complejísima. Es, sin embargo, intuitivamente evidente que hay en la bóveda dos zonas; una que trabaja francamente como bóveda gausa y otra zona que prácticamente cuelga de la anterior. La parte que trabaja como bóveda de doble curvatura tiene una rigidez enorme [...] no es necesario un pleno dominio del régimen tensional para estar seguro de su estabilidad. [...] La distancia de cresta a cresta de la ondulación era de 6 metros y 4 metros trabajaban como bóveda con un margen amplio de seguridad. El valle cuelga de estas zonas de bóveda. [10, 44]

Hacia 1985 las técnicas de cálculo de bóvedas mediante elementos finitos están a punto [30, 31, 33, 34]. Además, como resultado especializado, surge lo que Dieste llama el *teorema básico*.

En [30] hay un detallado estudio de la forma de trabajo de una bóveda autoportante apoyada en los extremos. Dieste considera que la bóveda se puede pensar como *bandas* (a lo largo de la generatriz) o como *franjas* (a lo largo de la directriz). Dentro de estos elementos, considera la *franja de apoyo* en los extremos de los pilares, las *franjas genéricas* que corresponden a una sección cualquiera y la *franja*

básica, al medio de la luz, con propiedades especiales. Algunas consideraciones físicas le permitirán simplificar el estudio de los flectores y elásticas al pasar de la franja básica a la franja central y obtener resultados que tienen un error pequeño.

Dentro de este estudio surge un teorema, llamado *teorema básico* que vincula la integral de los momentos a lo largo de una directriz de la bóveda con el momento en cada punto. Este resultado será publicado dos veces más [46, 50] por razones de claridad:

Aunque su esencia ha sido expuesta otras veces, lo repito hoy con expresiones que espero más felices, para hacerlo más comprensible. [50]

No cabe duda que la complejidad de la conducta de una bóveda todavía necesita de tratadistas que lleven el cálculo y las ecuaciones al nivel de claridad que se ha logrado en otras formas más simples empleadas en estructuras.

*

No cabe duda que la complejidad de los problemas de pandeo condujo a Dieste a emplear en forma temprana calculadoras y computadoras electrónicas:

[...] cuando hubo que explicitar y fundamentar los métodos de cálculo que ya se empleaban [...] en 1978, colaborando con los programas de cualquier modo necesarios [...] Estas tablas fueron programadas, por primera vez, en 1967, en el Centro de Computación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Montevideo [...] [30]

La empresa Dieste y Montañez fue de las primeras en adquirir computadoras, en los tiempos en que esto era posible. Por todo esto no deja de ser interesante la evolución del pensamiento de Dieste acerca de las computadoras. Hacia 1980, decía:

[...] pocas cosas en este mundo son más prodigiosas que la computación. Muchas de las dificultades de cálculo [...] han desaparecido, porque no hay sistema de ecuaciones diferenciales, por complejo que sea que resista a la capacidad de resolución de una buena máquina. Pero ésta no responde por sí misma, nunca nos dará substancialmente más que lo que le ponemos dentro; o sea que la creación de la forma seguirá siendo el resultado del trabajo de la mente humana, ese prodigio que produjo las computadoras y las trasciende infinitamente.

Desde luego que hay una interacción entre hombre y máquina; el que sabe y puede computar adquiere un gran poder, pero existen riesgos cuando nos dejamos llevar por la fascinación del instrumento. [...]

No puedo dejar de recordar [...] en un joven (jefe de un grupo de trabajo en el MIT [Instituto Tecnológico de Massachusetts], hace ya tiempo) suponer que hay algún oscuro mérito en no pensar, en dejárselo a la máquina como decía: de diez soluciones que me presentaba, nueve podían descartarse pensando cinco minutos, casi diría, entendiendo el problema. [23]

He oído contar a Dieste esta anécdota varias veces a lo largo del tiempo. Cuando la anécdota era reciente, sus juicios era aún más severos. Sin embargo creo notar que, con el pasaje del tiempo y la apreciación de los méritos de las computadoras, este juicio ha ido cambiando. Recientemente (1993) no creía que estuviera tan mal la actitud del joven del MIT.

EL ARQUITECTO

Resulta sorprendente el respeto y la admiración que Dieste despierta entre los arquitectos.²⁶ Esto no es nada frecuente en un ingeniero. En esta sección no intentamos entrar en problemas estéticos, arquitectónicos o polemizar, solamente interesa dejar establecidos algunos puntos que merecen ser claros.

En 1978 Mariano Arana le preguntó en forma directa si se considera arquitecto y la respuesta de Dieste es clara y elocuente:

No. Para ser arquitecto se necesita una formación académica que no tengo. En último caso podría ser un idóneo que puede encarar algunos programas muy simples de arquitectura. [56]²⁷

Según el propio Dieste:

La Iglesia de Atlántida fue mi Facultad de Arquitectura. [56]

Por esta razón y por el papel fundamental que posee dentro de toda su obra, es necesario detenernos en algunos detalles de la Iglesia de Atlántida.

No poseemos un relato completo de los acontecimientos que llevan a realizar esta obra pero tenemos relatos parciales:

²⁶ Debe entenderse que los arquitectos, menos inhibidos y asustados que los ingenieros, no ha vacilado en declararlo *maestro de la arquitectura* hace mucho tiempo atrás. Esta generosa actitud contrasta con la envidiosa actitud de sus colegas ingenieros que no lo han considerado hasta el presente. Ignoro (pero es toda una definición) que haya sido considerado así alguna vez, especialmente delante de testigos. Por esta razón este artículo pretende rescatar al ingeniero que los arquitectos tan dignamente han elogiado.

²⁷ En un ejemplar de [51] que existe en la biblioteca de la Facultad de Arquitectura de Montevideo hay anotaciones realizadas (presumiblemente) por un joven estudiante. Al analizar la vivienda de la familia Dieste se leen, entre otros, los comentarios siguientes: *pasillo lateral* [...] *malísimo* [...] *¿es esto arquitectura?* [...] *¡al fin te das cuenta!* [...] *¿dónde está el arquitecto?* No cabe duda que este anónimo (e iconoclasta) estudiante hubiera respondido lo mismo que Dieste a la pregunta de Arana.

Para este lugar me encargaron, allá por el 1952, una bóveda que después de un proceso realmente novelesco y divertido que sería interesante contar si pudiera hacerse sin herir a nadie, se transformó en la iglesia [...] [44]

Disponemos de algunos relatos adicionales sobre la génesis de esta obra:

La iglesia me fue encargada por un hombre que tenía allí una obra de tipo piadoso, una obra de catequesis. Me acuerdo de que me vino a ver porque quería una bóveda. Le dije [...] que se dirigiera a un arquitecto [...] Pero él insistía conmigo y con la bóveda. Nos peleábamos más o menos una vez por año. Cuando discutíamos el aspecto forma de la iglesia, él argumentaba que no debía preocuparme tanto por esa cuestión ya que, después de todo, la gente del lugar era muy ignorante y no tenía ningún discernimiento estético. Entonces le contesté: Mire, si nuestra clase, si usted y yo les sacáramos por un momento el pie de encima, ellos serían capaces de hacer de nuevo la catedral de Chartres. Yo a veces me asustaba, cuando ya era tarde de las cosas que le decía. Pero no solo lo hacía provocado por él –que era de todos modos una persona excelente– sino que estos estallidos me servían a mí mismo. Finalmente, allá por el 1956 o a principios del 1957 acepté hacer la iglesia. Me comprometí a construirla por el precio de un galpón. [...] Fueron casi dos años de locura. Tenía que pasar en el sitio prácticamente más de medio día y ganarme la vida después de las cinco de la tarde. Sí, fue una locura, pero... lo tenía que hacer, no tenía alternativa, se me había vuelto una verdadera obsesión. [60]

Este otro relato agrega algunos detalles adicionales:

Las primeras consultas para la posible construcción de una iglesia en la Estación Atlántida, me las hicieron hacia 1952 o 1953, cuando aún estaba trabajando en la empresa Viermond. Me proponían que me encargara del cálculo y de la construcción de la estructura, quedando el proyecto arquitectónico a cargo del donante. Aduje que construir una iglesia era un compromiso muy serio y que debería conseguirse un arquitecto con el que colaboraría con gusto en el aspecto estructural. Incluso proporcioné una lista de arquitectos posibles. Pero el donante insistió en su planteo, año tras año.

Recuerdo que en una ocasión me dijo que en una iglesia lo importante era lo que sucedía adentro; que el edificio no importaba. Le contesté que la Iglesia siempre tuvo la sabiduría de rodear el oficio religioso de una dignidad capaz de expresar visualmente lo sagrado.

Finalmente ofrecí construir la Iglesia por el costo de un galpón. [...]
La idea del proyecto se me ocurrió de inmediato. [56]

Es de toda justicia mencionar a quien fue protagonista de esta historia: el donante de Atlántida y protagonista de estas historias se llama Alberto Giudice y su mujer, Urioste.

Concluida la obra, fue publicado un primer artículo [3] al cual sigue una verdadera catarata internacional de publicaciones que repiten o editan el artículo original.²⁸ [5, 6, 7, 8, 9] Al decir de Karl Ludwig Diehl [61] a partir de Atlántida se revolucionó todo un continente. Los arquitectos de toda América Latina comenzaron a utilizar el ladrillo. José Ignacio Díaz en Córdoba, Rogelio Salmona en Colombia, Barraco Barrios en Perú son algunos ejemplos notorios y la lista es más extensa.

A partir de este comienzo extraordinariamente exitoso, se suceden otras obras arquitectónicas. En 1961 realiza el proyecto de la Iglesia de Nuestra Señora de Lourdes en Malvín [86]. De esta obra solamente se construyó la torre y un edificio auxiliar. En 1967 restauró la Iglesia de San Pedro de Durazno (la iglesia se había quemado) con estructuras plegadas [92]. Comenzaba así el ciclo de la restauración de obras.

Las paredes laterales y el presbiterio fugan. La cubierta de la nave central es una lámina plegada, pretensada, de ladrillo de 8 centímetros de espesor y 32 metros de luz. [20]

Sin duda el aspecto más sobresaliente de la obra es el lucernario, una enorme telaraña de cerámica armada:

Este está formado por cinco hexágonos irregulares [...] Cada uno de ellos, supuesto articulado en los vértices, es de cálculo elemental y está armado con doble armadura en las juntas [...] Éstas [las losas] se apoyan en los rayos mediante trozo de hierros ángulo [...] soldados a los rayos. [...] Como la pared en que se anclan los rayos era una vieja pared de no muy buena calidad, me pareció más seguro no colgar el lucernario sino apoyarlo, a compresión, sobre los radios. [...] Esto traía un problema: había que estudiar la estabilidad elástica del lucernario, cosa compleja que se hizo por la ecuación de la energía. Para aumentar la seguridad, se cortaron los tres rayos superiores una

²⁸ La Iglesia de Atlántida, que es famosa en todo el planeta, nunca fue considerada en todo su valor en el Uruguay (tal vez por aquello de ser profeta en tierra propia). Estuvo años sin funcionar. Se le hicieron todo tipo de ultrajes arquitectónicos de los cuales da cuenta Dieste: *la primera vez que me encontré [uno de estos ultrajes] [...] tuve uno de esos ataques de indignación que le dan hasta a la persona más pacífica y eché un discurso tremebundo [hablándole de la falta de fe, de la verdadera blasfemia que era lo que estaba viendo] [...]* [43]

magnitud tal que [...] trasmitían a la pared una fuerza de una tonelada y no las seis toneladas [...] Hace 25 años que está construido y no presenta inconveniente alguno. Dándole un golpe vibra todo el lucernario como un tambor. [49]

En 1976 construyó el Parador Ayuí, en Salto: una cúpula cónica de 21 metros de diámetro, apoyada en pilares metálicos en la periferia, de 400 metros cuadrados [106]. En 1978 realizó una magna obra, la Cubierta del Pabellón Julio Herrera y Obes, en el Puerto de Montevideo [108]. La luz de las bóvedas alcanzó cifras inigualadas, además de otros logros:

Se recuperó la vieja albañilería de 70 centímetros de espesor hecha con ladrillo asentado sobre un mortero de tierra romana y se la reforzó para resistir al viento. Sobre estos muros se apoyó una bóveda de doble curvatura con lucernarios, de 50 metros de luz. Se revistieron las paredes exteriores con ladrillos a la vista. [35]

En esta misma línea de acción de recuperación de obras clásicas se encuentra la obra de 1987 sobre el puente sobre el arroyo Toledo [117], sobre la Ruta 6:

[...] se encontró con que la única senda actual atraviesa el arroyo Toledo con un hermosísimo puente de piedra y ladrillo [...] que tiene más de ochenta años sin que nadie sepa quién lo construyó. Este puente está en perfecto estado de conservación y tiene un alto valor testimonial y estético. Las autoridades del Ministerio nos pidieron que proyectáramos para la segunda vía un puente que, siendo de concepción actual, de alguna manera *dialogara* con el antiguo. [36]

Además de todos estos logros arquitectónicos, también se deben anotar algunos fracasos. La Iglesia de Atlántida tuvo que recorrer un largo camino de incompreensión. La Terminal de Ómnibus de Salto [105] es otro caso:

[...] nuestro contrato se limitaba al proyecto de la estructura y a la construcción de las bóvedas; el resto del edificio fue hecho por un empresario local y los errores a que me refiero se debieron a que el arquitecto director de la obra no pudo atenderla en la fase final. [40]

[...] la dirección no pudo ejercerse debidamente y se tomaron decisiones que enmascaran la intención del proyecto y que recuerdo haber sentido en su momento con dolor casi físico. [38]

La otra frustración fue la gigantesca obra de Río de Janeiro [102]:

La obra terminada es pobre, no por falta de capacidad del arquitecto, sino por falta de seriedad. [56]

La obra de Dieste posee la doble característica de ser espectacular por su forma y, al mismo tiempo, tratarse de programas arquitectónicos muy simples. Creo que la respuesta a la pregunta de Arana con la cual comenzábamos el tema, es también el juicio que se puede hacer al final.

*

No es posible abordar la arquitectura de Dieste sin realizar algunos comentarios subjetivos, provenientes de la experiencia directa con estas obras.

La experiencia de visitar por primera vez la Iglesia de Atlántida o la de Durazno es absolutamente intransferible. Aún para los no religiosos (grupo en el cual me encuentro) es una fuerte impresión encontrarse con estos espacios tan sorprendentes.

La experiencia de caminar por encima una bóveda que vibra a cada paso como si fuese un tambor, también es una experiencia intransferible.

Las grandes bóvedas autoportantes, voladas, como las de Salto, esas *gaviotas de cerámica*, son incomprensibles, aún para quien ha estudiado algo de estructuras y de resistencia de materiales. Simplemente no se puede creer lo que se ve. Tal parece que esta es la sensación que poseen todos cuando ven una de estas obras, especialmente si se posee alguna formación técnica.

La experiencia de ver una bóveda sin completar, colgada del aire, especialmente cuando está recién quitado el molde y todavía está húmeda es otra experiencia imborrable. Además posee el encanto de lo fugaz, de aquello que una vez que se complete, dejará de ser así para siempre. Así recuerdo las cáscaras del Montevideo Shopping Center cuando la visité invitado por Dieste [114].

*

No cabe duda que la arquitectura de Dieste emplea una geometría inusual. En este hecho inciden varios elementos: el diseño racional de la obra; la influencia de la escuela “geometradora” de Torres García y la formación clásica de ingeniería. Dieste agregaría a esta lista un principio de *economía cósmica* como veremos más adelante.

EL MECÁNICO

El período en que Dieste trabajó para Viermond tuvo consecuencias inesperadas. Durante estos años adquirió la disciplina de diseñar máquinas para diversos usos:

Los equipos que disponía el mercado internacional no se ajustaban bien a las condiciones y a las necesidades del Uruguay. Tuve, entonces, que construir muchísimas máquinas. Fue algo que me gustó muchísimo, algo bastante divertido. [60]

Este entrenamiento fue decisivo posteriormente para la construcción de gatos y equipos especializados en el pretensado y desencofrado de cáscaras muy finas. Además de esto:

Por esa época también comencé a hacer muebles. Eso me divertía bastante. [60]

En muchos de sus escritos dedica espacio a describir estas máquinas empleadas en la construcción de bóvedas, ver [24, 45]. Más adelante tendremos oportunidad de referirnos nuevamente a ellas. Las máquinas suelen ser de una gran sencillez. Recuerdo haber visto en una de las primeras bóvedas autoportantes que construyó, que emplea de cajas de arena al mejor estilo egipcio, lo que permitía el descenso gradual de los moldes a un costo mínimo. Posteriormente construyó gatos de tornillo para esta función.

Dentro de la máquina de obra, he visto a Dieste emplear los más sencillos elementos para medir las deformaciones. En algún caso era un trozo de alfajía que finalizaba en un clavo. Este conjunto se introducía en un orificio de uno de los ladrillos de la bóveda. Un raya de lápiz de carpintero hecha en la pared servía para el control de la elástica de la bóveda. Cuando se le recordaba la diferencia entre ese método y los refinados medidores de deformación de la Facultad de Ingeniería, se sonreía y respondía que él quería saber si la bóveda descendía un milímetro o un centímetro, lo demás no era importante.

*

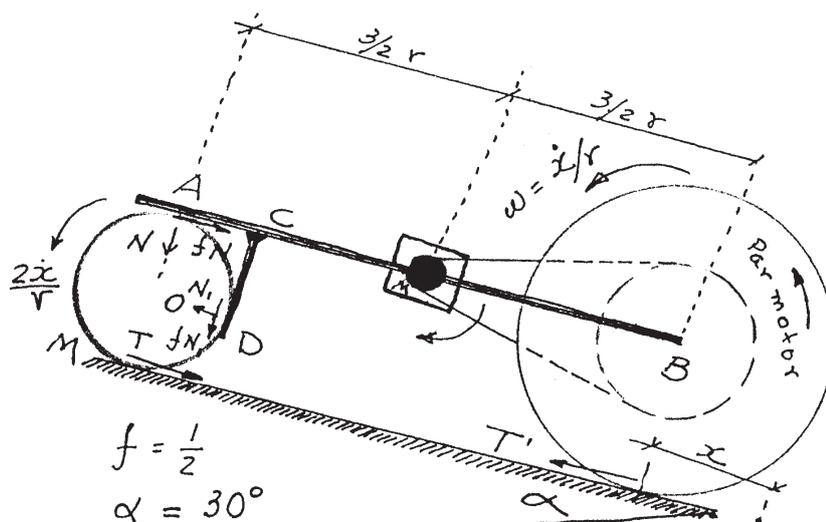
Dieste fue un estimado docente de la Facultad de Ingeniería, no solamente en las áreas especializadas que eran tema de estudio de unos pocos, sino en la cátedra de Mecánica, donde todos los estudiantes de ingeniería éramos sus alumnos.

En 1944, apenas recibido, fue designado profesor adjunto de mecánica, materia de la cual era titular el ingeniero Carlos E. Berta. En este cargo continuó hasta 1965.

Como profesor adjunto tenía la responsabilidad del curso de ejercicios de Mecánica II, que comprendía a la dinámica. A lo largo de sus años de diseñador de máquinas había elaborado una colección de problemas que eran un verdadero desafío intelectual y un monumento para la formación en ingeniería. Preocupado por este tema, le pedí a Dieste que buscara alguno de sus viejos problemas. Me entregó uno que no es sino un pálido reflejo de aquellos formidables desafíos que nos dejaban toda una semana meditando. He aquí su dibujo original y su texto:

Un chasis **ABCD**, de masa despreciable, apoya en dos cilindros, de ejes **B** y **O**, cuya masa es m . El cilindro de eje **B** puede girar sin frotamiento alrededor de **B**. El [cilindro de eje] **O** es arrastrado por el chasis, siendo f el coeficiente de frotamiento entre el cilindro **O** y los trozos **CA** y

CD del chasis. Ambos cilindros ruedan sin deslizar sobre el plano MN. Un motor M , de masa m , está unido al chasis y transmite al cilindro B un par cuya potencia puede ponerse en función de la velocidad [angular] ω de este cilindro en la forma: $W = A\omega^2 - B\omega$. Estudiar el movimiento.²⁹



Dieste nos incitaba en todo momento a pensar en las leyes fundamentales de la mecánica, más que a recordar resultados. Estaba convencido de la importancia de la formación conceptual. También incitaba a leer el clásico libro en Ernst Mach (1838, 1916)³⁰ sobre la historia y los conceptos de la mecánica. Así fue que varias generaciones se educaron con los críticos análisis de Mach. Este libro posee un especial atractivo casi hipnótico, pero hoy lo juzgo algo dificultoso para un principiante en la mecánica. Puede llevarlo a laberintos metafísicos sin salida.

Dieste nunca dejó de ser un ingeniero mecánico. Como consultor en la represa de Salto Grande tuvo oportunidad de aplicar su sólida formación a grandes problemas de ingeniería: el cojinete de empuje de la Turbina Número 1 y el pontón de

²⁹ La colección de problemas de mecánica que elaboró Dieste durante muchos años quedó en manos de su sucesor en 1965, cuando dejó la materia. Es seguro que éste no comprendía el valor de la colección (y a veces, ¡tampoco los problemas!). Así comenzaron a perderse. La intervención de la Universidad en 1973 y las feroces limpiezas de la dictadura completaron la obra. La colección de problemas hoy ya no existe, si bien he podido recuperar algunas decenas de problemas que algunos compañeros de facultad conservaban en cuadernos. Este es uno de los pocos ejemplos con los dibujos originales que quedan. Por cierto, es mucho más simple que habitualmente resolvíamos en clase.

³⁰ *Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt*. (Desarrollo histórico-crítico de la Mecánica). En Montevideo se leía, naturalmente, la traducción francesa o la castellana.

guía de la esclusa [49]. Diez años después trabajó en la audaz solución del muelle de barcazas para Nueva Palmira [41] y resumió sus experiencias como constructor de máquinas en artículos técnicos, ver [45, 43].

Para completar este panorama conviene observar al propio Dieste metido en la trampa que había defendido toda su vida:

[...] encontrándome en Boston [a propósito de la esclusa de Salto Grande] y sin mis libros tuve que deducir todas las ecuaciones necesarias partiendo de la ecuación fundamental de la dinámica. Recuerdo, como cosa cómica, que mi interlocutor me miraba con asombro. [...] Las bases teóricas necesarias (muy simples) estaban no olvidadas pero sí bajo capas y capas de tiempo. [49]

No es fácil que un intelectual predique tan claramente con el ejemplo, al menos en estas latitudes.

EL PENSADOR

Un creador de la talla de Dieste posee, además de una enorme cultura técnica, una visión del mundo muy precisa. No es posible aventurarse tanto para desentrañar misterios tecnológicos sin escudriñar, al mismo tiempo, otros misterios.

Dieste es un pensador católico. Todo su pensamiento, hasta los más increíbles detalles, descansa sobre una base teológica. No me es posible siquiera comenzar a analizar este tema. Tal vez uno de los más interesantes ejemplos de este pensamiento impregnado de teología se encuentra en [44]. Allí se analiza el diseño de la Iglesia de Atlántida a la luz de su concepción del significado del ritual católico. Es muy interesante descubrir que su concepción adelantaba naturalmente a lo que serían reformas del concilio Vaticano II, algunos años después.

La base del pensamiento de Dieste se encuentra en lo que llamaba *economía cósmica*, una visión teológica del orden en el universo:

Lo que hagamos debe tener algo que podríamos llamar economía cósmica, estar de acuerdo con el orden profundo del mundo [...] Como ejemplo de lo que quiero decir les contaré un pasaje de una novela de Knut Hamsun. La acción sucede en una casa de salud para aristócratas en el norte de Noruega a la que los suministros llegaban cada día del Sur por ferrocarril. Un día se quedan sin carne y el gerente del establecimiento, enterado de que un campesino de los alrededores tiene una ternera, se la quiere comprar. El campesino le dice que no se la puede vender porque no está en tiempo para ser muerta. El gerente le contesta que se la pagará como si lo estuviera, pero el campesino no se aparta de su punto de vista que en el fondo expresa que hay un orden independiente del dinero y de sus manejos. Termina pidiéndole

que vuelva en el mes de mayo y que entonces le venderá la ternera a su precio justo. Sería distinto, termina diciendo, si no tuvieran ustedes otra cosa que comer. [24, 51] ³¹

De la *economía cósmica* nace la concepción estética de Dieste:

Esas obras [las grandes obras del pasado] nos conmueven y atraen no sólo por sus dimensiones, su audacia o su finura constructiva, sino porque resultan misteriosamente expresivas y parecen abrirnos una suerte de camino interminable de comprensión y comunicación con el mundo. Para que esto suceda no debe haber nada gratuito o descuidado, al contrario, nuestro espíritu debe percibir en ellas una adecuación sutil de lo construido a las leyes que rigen la materia en equilibrio, lo que supone una actitud de respeto y reverencia frente al prójimo y frente a lo real. Nada de descuido y despilfarro; sólo así se llega a conseguir lo que llamábamos economía en un sentido cósmico, que supone acuerdo con ese inasible misterio que es el universo. [40]

De aquí se comprende la incesante búsqueda de estructuras cada vez más simples, más esbeltas, apoyadas en forma más sutil. No es otra cosa que la búsqueda de la *economía cósmica*. En dirección contraria, el pensamiento de Dieste aborrece el despilfarro y de allí muchas de sus críticas a las sociedades opulentas del Primer Mundo [18, 19].

Esta armonía, según el pensamiento de Dieste, es comprendida en forma inmediata, sin necesidad de un estudio, tal como cuenta esta anécdota sobre la Iglesia de Atlántida:

De todos los testimonios, quizá el más conmovedor fue el que tuve un día ya al fin de la construcción. Una señora de años, muy pobre, trajo en un sulky, un día de mucho frío, a una amiga para mostrarle la iglesia. [...] Los comentarios eran de una perspicacia sorprendente: había visto realmente la obra en sus intenciones más sutiles y quería que su amiga también la viera. [...] Fue para mí no sólo una prueba más, si la hubiera necesitado, de la sensibilidad de la gente sencilla [...] [44]

Aplicada a la tecnología, la doctrina de *economía cósmica* conduce a la independencia cultural del Tercer Mundo, por la imperiosa necesidad del orden cósmico. Estas ideas fueron expuestas desde siempre por Dieste:

³¹ Knut Hamsun (1859, 1952) fue premio Nobel de literatura en 1920. Yo he oído este relato a Dieste en varias oportunidades y siempre he recibido la misma impresión: el *orden cósmico* del relato no es otra cosa que el orden feudal de la sociedad europea, que no es sino la versión terrestre de la *Ciudad de Dios* de Agustín de Hipona. En el fondo toda su línea del pensamiento es coherente y teológica.

No me he cansado de predicar que una auténtica independencia (o, con otro nombre, un sano nacionalismo) pasa por ese mirar desnudo de nuestra realidad, que nos debe llevar a una actitud modesta y creadora. La falta de esta actitud [...] es una de las graves carencias de la cultura iberoamericana y aún de la española de los últimos siglos. Hasta el gran Miguel de Unamuno llegó a decir: ¡Qué inventen ellos! [...] Yo le hubiera dicho: Perdóne usted don Miguel, pero si inventan ellos, mandan ellos. No es moralmente lícito hurtarnos a la vida en ningún campo. [24]

Obsérvese que la argumentación es *moral*. Por eso Dieste protestará una y otra vez contra el servilismo tecnológico y científico. [18, 19, 24, 35]

En el acto de recibir el título de Doctor Honoris Causa de la Universidad de la República, el 10 de septiembre de 1993 en la Iglesia de Atlántida, centró prácticamente toda su exposición en el tema de diseño de gatos de desencofrado y de precomprimido. Había aquí un mensaje muy propio de su pensamiento: la consideración básica de diseño debía ser el ahorro de trabajo humano y al servicio de este fin se debía poner toda la tecnología:

Los tornillos usuales tienen un rendimiento muy bajo, se aprovecha el 25 % del trabajo realizado para apretarlos [...] No me parecía bien que se perdiera tanto el esfuerzo realizado. [45]³²

Tal vez en esta consideración moral, de carácter abstracto, se encuentra el mensaje completo acerca de la tecnología desarrollada por Eladio Dieste.

MAESTRO DEL TERCER MUNDO

Este artículo no puede terminar sin una reflexión final. Sería muy pretencioso valorar la obra de Dieste, tanto como ingeniero cuanto arquitecto. Pero sería una omisión grave no dejar establecido la importancia que posee su obra para el Uruguay y para el Tercer Mundo.

Eladio Dieste es un *creador de tecnología*. Este hecho es algo muy escaso en el País y en el Tercer Mundo. Es esto lo que causa asombro a los visitantes extranjeros y a los asistentes a sus conferencias en Estados Unidos y Europa. Es por esto que se lo ha designado Doctor Honoris Causa y se le han otorgado otras distinciones, tales como el premio Gabriela Mistral de la OEA.

³² Confieso que me asombró esta elección del tema. A otros colegas les pasó lo mismo. Todos esperábamos una lección magistral sobre la cerámica armada, un importante comentario sobre la independencia tecnológica y la creación o temas similares. No fue así y esto me lleva a respetar, en este artículo, el mismo final.

Además de esto, Dieste es uno de los *arquitectos* más famosos del Uruguay.³³ Creo que este hecho es secundario en lo que nos ocupa hoy y no debe interferir con el hecho principal de la creación de tecnología. Existen muchos arquitectos famosos en América Latina pero hay muy pocos científicos y técnicos.³⁴

La enorme importancia de la obra de Eladio Dieste está en haber sido maestro y ejemplo de generaciones de ingenieros. Su historia es una fuente de aliento y de inspiración sin igual para intentar cada día seguir el duro camino de creación tecnológica en el Tercer Mundo. Además, muestra que *es posible*.

NOTA SOBRE LAS REFERENCIAS

La bibliografía de este trabajo presenta las dificultades inherentes a la tecnología. En la ciencia es tema está bien resuelto: no hay sino libros o artículos. En la tecnología además aparecen las obras tangibles realizadas y los comentarios sobre estas obras. Por esta razón esta bibliografía es especial.

ARTÍCULOS PUBLICADOS

Encabeza la bibliografía las publicaciones de Dieste que he podido identificar. En algunos casos la información no es completa, cosa que se ha procurado señalar. Existen, seguramente, omisiones y errores involuntarios. En algunos casos, por ejemplo en [7, 9], se trata de un artículo formado con trozos tomados de una publicación de Dieste; a pesar de este hecho forman parte de esta lista. También se encuentran aquí las traducciones de artículos, por ejemplo [5]. Por el contrario, los reportajes, a pesar que la parte más importante es atribuible a Dieste, se encuentran en la sección siguiente, por ejemplo [56]. Se procede así porque no siempre la versión publicada corresponde fielmente al pensamiento del entrevistado, ya sea por error, ya sea por la elección de los temas.

ARTÍCULOS SOBRE DIESTE

Sin que medie ninguna separación, la bibliografía continúa con una lista de artículos y libros publicados sobre Dieste. Por la dificultad de identificar publicaciones extranjeras sobre su obra, es necesariamente incompleta. Por otra parte, tiene la

³³ Dieste ha recibido diversas distinciones por esto, entre otras: Profesor Honoris Causa de la Facultad de Arquitectura de Montevideo y Premio a la obra Global en Quito. También ha tenido un importante reconocimiento internacional como arquitecto. Se han realizado muestras de su obra en Bonn, París y Edimburgo. En Alcalá, España, se construyen cinco iglesias, cuatro de ellas son réplica de obras (Atlántida, Durazno) o proyectos (Malvín, Santa Rita en Punta Gorda) de Dieste. La quinta es un diseño nuevo de su hijo Esteban.

³⁴ En América Latina hay otros artistas famosos: pintores, poetas, escritores. En el campo de la ciencia o la técnica, excepto en el campo de las ciencias biológicas donde hay tres premios Nobel argentinos, no hay figuras destacadas. Esto es una consecuencia directa del subdesarrollo.

obvia propiedad de aumentar con el pasaje del tiempo. La presente recopilación finaliza en 1993.

OBRAS SELECCIONADAS

Finalmente presento, también sin separación, una selección de obras realizadas. Para el creador de tecnología un edificio es una “publicación” –nada hay más público que un edificio o un puente– sin bien los “planificadores de la ciencia, la tecnología y la innovación” suelen no considerarlo así. Algún día lo comprenderán y espero que esta bibliografía los ayude a entender la idea.

Una lista de obras de Dieste, compilada hacia 1990 (seguramente incompleta) contenía 110 obras en Uruguay, 32 en Argentina y 27 en Brasil. La lista de obras que incluyo en esta sección es parcial. La elección no obedece a criterios personales. Es una compilación que resulta de las obras citadas, fotografiadas o presentadas como ejemplo en la bibliografía. Resulta así una suerte de superposición de opiniones. En definitiva, no incluye ninguna obra de Argentina, incluye muy pocas de Brasil y una cuarta parte de las de Uruguay.

No existe (que conozca) una manera definida de citar una construcción. Las normas seguidas aquí son las siguientes. La fechas suelen ser imprecisas. En casos que existía la opción, se ha tomado la fecha de proyecto o de comienzo de la obra. Se identifica al propietario original de la obra, con el paso del tiempo, algunas obras han cambiado nombre, otras han desaparecido. Se identifica con la mejor precisión posible el lugar donde está situada. Se agregan algunas características físicas y otros datos de interés. No se ha intentado separar la obra de Dieste de la de otros técnicos de la empresa Dieste y Montañez.³⁵

Bibliografía

- [1] *Bóveda nervada de ladrillo “de espejo”*. Eladio Dieste. REVISTA DE INGENIERÍA, Montevideo. p. 510–512, N. 473, septiembre, 1947.
- [2] *Causas de un derrumbe parcial en la estructura del nuevo edificio para la Facultad de Arquitectura de Montevideo*. REVISTA DE INGENIERÍA, Montevideo. p. 102–105. N. 478, febrero, 1948.
- [3] *Iglesia en Montevideo*. Eladio Dieste. INFORMES DE LA CONSTRUCCIÓN. Instituto Eduardo Torroja, Madrid. p. 148–160, N. 127, enero, 1961.
- [4] *Estructuras de cerámica armada*. Eladio Dieste. Revista de la Facultad de Arquitectura, Montevideo. p. 15–25, N. 3, 1961.

³⁵ En [51, 57] se distingue la obra de Dieste de la realizada junto con Montañez. En [30, 57] se citan otros colaboradores de la empresa.

- [5] *Église paroissiale d'Atlántida, Montevideo, Uruguay*. Eladio Dieste. LA ARCHITECTURE D'AUJOURD'HUI, Paris. p. 88–89, N. 96, junio–julio, 1961.
- [6] *Voûtes en terre cuite. Une église en Uruguay, l'église paroissiale de Christ Ouvrier à Atlántida*. Eladio Dieste. TUILES ET BRIQUES, Paris. p. 19–25, N. 47. 3ème trimestre, 1961. (reproducción del artículo [5])
- [7] *Church at Atlántida, Uruguay*. [Eladio Dieste] THE ARCHITECTURAL REVIEW. ? p. 173–175, V. 130, N. 775, septiembre, 1961. (traducción editada de [3])
- [8] *La chiesa di Atlántida in Uruguay*. Eladio Dieste, CONSTRUIRE. ? p. 39–46, N. 12, julio–septiembre, 1962.
- [9] *Brick shell construction*. [Eladio Dieste] CONTEMPORARY MASONRY. ? p. 160–165, april 1962. (versión editada de [3])
- [10] *Estructuras Cerámicas*. Eladio Dieste; Eugenio Montañez. REVISTA DE INGENIERÍA, Montevideo. p. 219–228, N. 657?658, 1963; p. 267–276, N. 659?660, agosto, 1963. [existe separata]
- [11] *Vivienda en Montevideo*. Eladio Dieste. OBRADOR. ? p. 46–51, N. 2, 1963/1964.
- [12] *Double–Curvature Shell of Reinforced Ceramic*. Eladio Dieste. Eugenio R. Montañez. PROCEEDINGS OF THE WORLD CONFERENCE ON SHELL STRUCTURES, National Academy of Sciences. Washington? p. 69–74, 1964.
- [13] *Campamento de estudios (Bella Unión, Artigas, 1968)*. Eladio Dieste. Facultad de Ingeniería, Montevideo. 53 p., 1968.
- [14] *Estructuras de cerámica armada*. Eladio Dieste. HABITAT, Montevideo. p. 8–14, V. 1, N. 2, septiembre, 1969.
- [15] *Acción del viento sobre pilares de sostén de bóvedas de empuje eliminado; cálculo de torres de mampostería calada; viga alta: variación de la tensión vertical debida al peso propio*. Eladio Dieste. Aula de Grandes Estructuras, Facultad de Ingeniería, Montevideo. 11 p. 1970.
- [16] *Estructuras Plegadas (publicación preliminar)*. Eladio Dieste. Oficina de Publicaciones de la Facultad de Ingeniería. Montevideo. 8 p. s/f. [1970?]
- [17] *Pandeo de láminas de doble curvatura*. Eladio Dieste. Montevideo. ? p. 1970.
- [18] *Técnica y subdesarrollo*. Eladio Dieste. Revista del Centro de Estudiantes de Arquitectura, Montevideo, p. 4, N. 34, febrero, 1973.
- [19] *Técnica y subdesarrollo*. Eladio Dieste. SUMMA, Buenos Aires. p. 17–18, N. 70, diciembre, 1973. (reproducción del artículo [18])

- [20] *Acerca de la cerámica armada*. Eladio Dieste, SUMMA, Buenos Aires. p. 45–46, N. 70, diciembre, 1973.
- [21] *Iglesia de San Pedro*. Eladio Dieste. SUMMA, Buenos Aires. p. 46–49, N. 70. diciembre, 1973.
- [22] *La cerámica armada*. Eladio Dieste. SUMMA, Buenos Aires. p. 43–51, N. 85, enero, 1975.
- [23] *Arquitectura y construcción*. Eladio Dieste. SUMMA. Colección Summarios, Buenos Aires. p. 84–93, N. 45. julio, 1980.
- [24] *La inevitable invención tecnológica*. Eladio Dieste. SUMMA. Colección Summarios, Buenos Aires. p. 93–94, V. 8, N. 45. julio, 1980.
- [25] *Las cáscaras autoportantes de directriz catenaria*. Eladio Dieste. Anais XXI Jornadas Sul Americanas de Engenharia Estrutural. Rio de Janeiro. p. 267–286, V. 2, 1981.
- [26] *La cerámica armada*. Eladio Dieste. FORMAS PARA LA CONSTRUCCIÓN, octubre, 1982.
- [27] ?. Eladio Dieste. SUMMA, Colección temática. N. 2, 1983. [Es difícil verificar la referencia la revista SUMMA. La empresa que la editaba cerró en 1992 (la revista SUMMA+ no tiene relación alguna con la precedente). Las colecciones que existen en Montevideo son incompletas.]
- [28] *La formación básica del ingeniero: el acento de la formación debe ponerse en las materias básicas*. Eladio Dieste. Encuentro Nacional de Ingeniería. p. 127–128. Montevideo, 1984.
- [29] *Bóvedas arco de directriz catenaria en cerámica armada*. Eladio Dieste; Eugenio R. Montañez. Montevideo. UNESCO. 49 p. 1985.
- [30] *Cáscaras autoportantes de directriz catenaria sin tímpanos*. Eladio Dieste. 122 p. Montevideo, 1985.
- [31] *Pandeo de láminas de doble curvatura*. Eladio Dieste, Montevideo. 58 p. 1986. Segunda Edición [de 8.17].
- [32] [*Montevideo Shopping Center?*] [Eladio Dieste] SUMMA, Buenos Aires. p. 82–84. N. 221/222, enero/febrero 1986.
- [33] *Cáscaras cilíndricas autoportantes. Elección de la directriz. Sugerencia para el análisis de las cáscaras en plasticidad*. Eladio Dieste. Seminario: La Ingeniería Estructural Sudamericana en la década del 80. p. 135–155. 2 V. Montevideo, 1986.
- [34] *La estructura cerámica*. Eladio Dieste. Facultad de Arquitectura de la Universidad de los Andes, Colección Cono Sur, 286 p., Bogotá, 1987.

- [35] *La invención inevitable*. Eladio Dieste. SUMMA, Eladio Dieste el maestro del ladrillo. Colección Temática, Buenos Aires. p. 43–49, N. 19, junio, 1987.
- [36] *Proyecto del puente sobre el arroyo Toledo*. Eladio Dieste. SUMMA, Eladio Dieste el maestro del ladrillo. Colección Temática. Buenos Aires. p. 48, N. 19, junio, 1987.
- [37] *Eladio Dieste: la estructura cerámica*. Escala, Bogotá, Colombia, 1987.
- [38] *Estación de ómnibus en Salto*. Eladio Dieste. SUMMA. Colección Temática. Buenos Aires. p. 49, N. 19, junio, 1987.
- [39] *Terre cuite armé*. Eladio Dieste, L'ARCHITECTURE MEDITERRENNÉ, septiembre, 1988.
- [40] *El diseño en Ingeniería Civil*. Eladio Dieste. O P, Colegio de ingenieros de Cataluña. p. 79–93, N. 7/8, Barcelona, 1988.
- [41] *El nuevo muelle del puerto de Nueva Palmira*. Eladio Dieste. CONSTRUIR, Montevideo. p. 63–76, N. 1, noviembre, 1988 y p. 71–78, N. 2, septiembre, 1989.
- [42] *Estética y diseño en Ingeniería*. Eladio Dieste. BASA, Tenerife. p. 8–23, N. 11, enero 1990. (reproducción del artículo [40])
- [43] *La iglesia de Atlántida*. Eladio Dieste. BASA, Tenerife. p. 23–29, N. 11. Enero, 1990.
- [44] *Fundación de máquinas: algunas consideraciones generales y soluciones concretas*. Eladio Dieste. CONSTRUIR, Montevideo. p. 65–68, N. 3, enero, 1990.
- [45] *Descripción de algunos equipos para la construcción de bóvedas*. Eladio Dieste. REVISTA DE INGENIERÍA, Montevideo, 3a. época, p. 8–21, V. 3, N. 9, 1991.
- [46] *Un teorema básico para estructuras laminares*. Eladio Dieste. CONSTRUIR, Montevideo. p. 83–85, N. 5, junio, 1991.
- [47] *Architecture and Construction*. Eladio Dieste. PERPECTA, University of Yale, 1992.
- [48] *Estética y Diseño*. Eladio Dieste. TRAZO, Revista del Centro de Estudiantes de Arquitectura, Montevideo. p. 60–67, N. 24, noviembre, 1992. (reproducción del artículo [40])
- [49] *Selección de problemas y soluciones prácticas*. Eladio Dieste. REVISTA DE INGENIERÍA, Montevideo, 3a. época, N. 15, 1993.
- [50] *La resistencia a las fuerzas horizontales: Un teorema básico de estructuras laminares*. Eladio Dieste, JORNADAS DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL, Montevideo. p. 163–170, V. 2, 1993.
- [51] *Una obra maestra de la arquitectura moderna en el Uruguay*. El País, Montevideo, 11 de marzo de 1962. [primer reconocimiento público]

- [52] *Eladio Dieste*. Juan Pablo Bonta. Instituto de Arte Americano de Investigaciones Estéticas. Buenos Aires. 52 p. 1963.
- [53] *Panorámica de la arquitectura latino–americana. Eladio Dieste, Uruguay*. Damián Bayón; Paolo Gasparini. Barcelona. p. 176–197.,1977.
- [54] *Eladio Dieste: trascendencia de una experiencia creadora*. Jorge di Paula. TRAMA, Quito. N. 12, 1979.
- [55] *Más allá de la técnica. Eladio Dieste el maestro del ladrillo*. Mariano Arana. SUMMA, Colección Summarios, Buenos Aires, p. 84–92, V. 8, julio, 1980.
- [56] *Diálogos con Dieste. Eladio Dieste el maestro del ladrillo*. Mariano Arana; Lorenzo Garabelli. SUMMA, Colección Summarios, Buenos Aires, p. 96–101, V. 8, julio, 1980. [entrevista]
- [57] *Algunas reflexiones a propósito de la obra de Eladio Dieste*. Norberto Cubría. SUMMA, Eladio Dieste el maestro del ladrillo. Colección Summarios, Buenos Aires, p. 102–112, V. 8, julio, 1980.
- [58] *Depósito en el Puerto de Montevideo*. ? OBRADOIRO. ? N. 11.
- [59] *Ingeniero Eladio Dieste: su obra*. Revista del Colegio de Profesionales de la Ingeniería. Entre Ríos. N. 2, junio, 1985 [entrevista]
- [60] *Una estética de la ética. Reportaje a Eladio Dieste*. Alberto Petrina. SUMMA, Buenos Aires. p. 23–32, N. 247, junio, 1988. [entrevista]
- [61] *Eladio Dieste: Revolution im Ziegelbau*. Karl Ludwig Diehl. ZIEGELINDUSTRIE INTERNATIONAL, ? N. 6, 1990. [bilingüe]
- [62] *“Eladio Dieste” en 10 arquitectos latinoamericanos*. Marina Waisman; César Nase-lli. Consejería de Obras Públicas y Transportes, Dirección General de Arquitectura y Vivienda, Sevilla. p. 150–169. 1989.
- [63] *Chiesa in Uruguay*. Fulvio Irace. ABITARE. ? N. 296, mayo, 1991.
- [64] *Armierter Ziegelschalen für grosse Spannweiten*. Karl Ludwig Diehl. ZIEGELINDUSTRIE INTERNATIONAL, ? N. 9, 1991. [bilingüe]
- [65] *La unidad recuperada: Eladio Diste, formas y técnicas*. Marina Waisman. ARQUITECTURA VIVA, Madrid. ? N. 18, mayo/junio, 1991.
- [66] *Eladio Dieste armierter Ziegelschalen*. Karl Ludwig Diehl. DAIDALOS, ? marzo, 1992.
- [67] *Ein Konstrukter in Uruguay mit weite gespannten Ziegeldächern*. Karl Ludwig Diehl. BAUWELT. ? marzo, 1992.
- [68] *Die bewehrten Ziegelschalen von Eladio Dieste*. Karl Ludwig Diehl. BAUTECHNIK. ? junio, 1992.

- [69] *Lager halle Montevideo*. ? HALLEN GROSSE SPANWEITE. ? 1992.
- [70] *Las Bóvedas de la Atlántida*. Joseph María Adell Argilés. INFORMES DE LA CONSTRUCCIÓN, Instituto Eduardo Torroja, Madrid. p. 113?123, V. 44, N. 421, septiembre/octubre, 1992.
- [71] *Estética y Diseño*. ? TRAZO, Revista del Centro de Estudiantes de Arquitectura, Montevideo. noviembre, 1992.
- [72] *The vaults of Eladio Dieste*. Annemiek Van Dijk (Tesis de doctorado) 1993.
- [73] *Eladio Dieste (1943–1996)*. Consejería de Obras Públicas y Transportes. Dirección General de Arquitectura y Vivienda. Sevilla, Montevideo, 1996. 2 Vols.
- [74] *Casa Berlinghieri*. Punta Ballena, Maldonado, Uruguay. 1946. Arquitecto Antonio Bonet. Bóveda de 6 metros de luz. [Primera bóveda de ladrillo armado. Según Bonet es una bóveda catalana, según Dieste no lo es.]
- [75] *Tejeduría de algodón MAUSA*. Camino Mendoza y Teniente Rinaldi, Montevideo, Uruguay. 1947. Bóveda de hormigón, autoportante. Empresa Christiani y Nielsen. [Posiblemente Dieste aplique aquí por primera vez la bóveda autoportante.]
- [76] *IPUSA*. Montevideo?, Uruguay. 1948. Bóveda de hormigón, autoportante.
- [77] *Depósito ANCAP*. Capurro, Montevideo, Uruguay. 1955. Pórticos de hormigón de 40 metros de largo con bóvedas cilíndricas, de ladrillo armado de 8 metros de luz.
- [78] *Depósito Frugoni*. Montevideo, Uruguay. 1955. Bóvedas de 22 metros de luz, 3.500 m².
- [79] *Depósito para el diario El País*. Rambla y Paraguay, Montevideo, Uruguay. 1956. Bóvedas de 22 metros de luz, 2.200 m². [Esta histórica obra fue demolida.]
- [80] *Graneros para el Banco de la República*. Cardona y Tarariras [Palmitas?], Colonia, Uruguay. 1957. Bóvedas de 28 metros de luz, 1.500 m² cada uno.
- [81] *Gimnasio*. Artigas, Uruguay. 1958. Bóvedas de 26 metros de luz, 1.500 m².
- [82] *Parroquia del Cristo Obrero y Nuestra Señora de Lourdes*. Atlántida, Canelones, Uruguay. 1958. Bóveda de 18 metros de luz. [Forma parte del conjunto de iglesias que se construyeron en Alcalá, España: Nuestra Señora de Belén.]
- [83] *Estacionamiento para el Banco de Seguros del Estado*. Rondeau y General Freire, Montevideo, Uruguay. 1959. Bóvedas de 35 metros de luz, 2.500 m².
- [84] *Fábrica TEM S.A.* Camino Carrasco y Camino Pavía, Montevideo, Uruguay. 1960. Bóvedas de doble curvatura de 43 metros de luz, 8.200 m².

- [85] *Vivienda de Eladio Dieste*. Mar Antártico 1227, Montevideo, Uruguay. 1961. Bóvedas autoportantes.
- [86] *Proyecto de la Iglesia de Nuestra Señora de Lourdes*. Michigan 1945, Montevideo, Uruguay. 1961. [De esta obra solamente se construyó la torre y un edificio auxiliar. Forma parte del conjunto de iglesias que se construyeron en Alcalá, España: la Parroquia de San Juan de la Cruz y es una nueva, versión en escala 12/14, de ésta.]
- [87] *Gimnasio*. Dolores, Colonia, Uruguay. 1961. Bóvedas de 30 metros de luz, 1.400 m².
- [88] *Gimnasio del Liceo 18*. Millán 3898, Montevideo, Uruguay. 1963. [Es una de las primeras bóvedas autoportantes.]
- [89] *Auto Palace*. General Flores y Garibaldi. Montevideo, Uruguay. 1964. Es la primera bóveda autoportante grande, de 30 metros de luz, 3.000 m².
- [90] *Fosfato Thomas*. Camino Mendoza e Instrucciones, Montevideo, Uruguay. 1965. Bóveda 30 metros de luz, 15 metros de flecha, empotrada en el suelo. Tiene empujes laterales. 1.900 m².
- [91] *Tanque de agua*. Balneario Las Vegas, Canelones, Uruguay. 1966. 27 metros de altura, 120 m³ de volumen.
- [92] *Iglesia de San Pedro*. Durazno, Uruguay. 1967. La cubierta de la nave central es una lámina plegada, pretensada, de ladrillo de 8 centímetros de espesor y 32 metros de luz. [Forma parte del conjunto de iglesias que se construyeron en Alcalá, España: la Parroquia de Majorada del Campo. Se ha diseñado una fachada porque en esta obra se conservó la fachada original.]
- [93] *Gimnasio*. Maldonado, Uruguay. 1967. Bóvedas de 33 metros de luz, 2.000 m², con volados precomprimidos.
- [94] *Fábrica de CALNU*. Bella Unión. Artigas, Uruguay. 1968. Bóvedas de 25 metros de luz, a gran altura. También se construyeron las fundaciones de las máquinas. 12.000 m².
- [95] *Edificio de Exposiciones*. Punta del Este, Maldonado, Uruguay. 1969. Bóvedas de 26 metros de luz, 2.900 m². [Esta obra fue demolida.]
- [96] *Tanque de agua*. Malvín Norte. Montevideo, Uruguay. 1971. 40 metros de altura, 300 m³ de volumen.
- [97] *Packing Caputto, Citrícola Salteña S.A.* Salto, Uruguay. 1971. Bóvedas de 46,50 metros de luz, 4.200 m², con cáscaras de doble curvatura.
- [98] *Mercado*. Maceió, Alagoas, Brasil. 1971. Bóvedas de 26 metros de luz, 7.000 m².

- [99] *Pabellón de productores y pabellón de los comerciantes*. Mercado de Porto Alegre, Brasil. 1971. Bóvedas de 30 metros de luz y volados de 6 metros, 33.000 m². Arquitectos: Carlos M. Fayet y Claudio Araujo.
- [100] *Estación de ómnibus de Turlit*. Salto, Uruguay. 1972. Bóvedas de 13,5 metros de luz y 1.300 m².
- [101] *Gimnasio*. Durazno, Uruguay. 1973. Bóvedas de 45 metros de luz, 1.600 m².
- [102] *Mercado*. Río de Janeiro, Brasil. 1973. 150.000 m², con cáscaras autoportantes de 7 metros de luz.
- [103] *Silo horizontal de SAMAN*. Vergara. Treinta y Tres, Uruguay. 1974. Bóveda de 30 metros de luz y 15 metros de flecha. Debe resistir el empuje lateral del grano.
- [104] *Silo horizontal de CADYL*. Young. Río Negro, Uruguay. 1974. Bóveda de 27 metros de flecha, 30 metros de luz. Debe resistir el empuje lateral del grano.
- [105] *Estación de Ómnibus Municipal*. Salto, Uruguay. 1974. Doble volado sobre una fila de pilares centrales. Largo máximo de generatriz 25,76 m. Cuerda 6 m. Flecha 1,94. 1.000 m².
- [106] *Parador Ayuí*. Salto, Uruguay. 1976. Cúpula cónica de 21 metros de diámetro apoyada en pilares metálicos. 400 m².
- [107] *Agroindustria Domingo Massaro S.A.* Ruta 5, Joanicó. Canelones, Uruguay. 1977. Luz entre pilares 35 m. Luz volada norte 16,50 m. Cuerda de la directriz 13 m. Flecha 4,30 m. Volados precomprimidos, área 10.000 m².
- [108] *Cubierta del Pabellón Julio Herrera y Obes*. Puerto de Montevideo, Uruguay. 1978. Luz de las bóvedas 50 m, superficie 4.000 m².
- [109] *Refrescos del Norte S.A.* Salto, Uruguay. 1978. 26 metros de luz, 3.600 m². Estructuras muy especiales autoportantes. Depósito de agua de 28 metros de altura y capacidad para 40 m³.
- [110] *Lavadero de Lanás Trinidad*. Trinidad. Flores, Uruguay. 1979. Bóvedas de 28 metros de luz, 4.000 m².
- [111] *Depósito de Central Lanera Uruguaya*. Camino Las Tropas y Emancipación. Montevideo, Uruguay. 1980. Bóvedas de 40 metros de luz, 9.000 m² edificados.
- [112] *Planta de Van Damm S.A.* Propios y Millán. Montevideo, Uruguay. 1981. Bóvedas de 30 metros de luz y 2.500 m².
- [113] *Terminal Granelera, tres silos horizontales*. Corporación Navíos S. U. Nueva Palmira. Colonia, Uruguay. 1982.

- [114] *Estructura para el Montevideo Shopping Center*. Montevideo, Uruguay. 1985. Bóvedas de 16 metros de luz, 10.000 m². Arquitectos: López Rey y Gómez Platero.
- [115] *Torre de Televisión para Canal 9 de Punta del Este*. Maldonado, Uruguay. 1987. 66 m. de altura. Arquitecto: Roberto Santiñaque.
- [116] *Packing y planta de jugos de Azucitrus S.A.* Paysandú, Uruguay. 1985. Bóvedas de 30 metros de luz, 9.000 m².
- [117] *Puente sobre el arroyo Toledo*. Ruta 6. Canelones, Uruguay. 1987.
- [118] *Muelle para Barcazas*. Corporación Navíos S.U. Nueva Palmira. Colonia, Uruguay. 1987. 170 metros de largo. [Existe, además, un proyecto para el muelle oficial de Nueva Palmira.]