

Nancy DEMBO

RESUMEN

El conjunto de la Ciudad Universitaria de Caracas expresa, en forma elocuente, las profundas transformaciones que la expresión tectónica de Villanueva muestra en este período. Las variables que en forma protagónica representan dichas transformaciones quedan manifiestas en la elocuencia estructural y en el potencial del concreto como material moldeable y adaptable a la evolución de la forma del esqueleto portante. La estructura dialoga con las variables fundamentales del quehacer arquitectónico vinculadas a las relaciones espaciales, las circunstancias del sitio, las condiciones del clima, de la luz y el tratamiento del soporte. El desarrollo tecnológico expresado en los nuevos materiales y las posibilidades constructivas, al igual que la comprensión de la forma estructural como reflejo honesto del comportamiento de los elementos de soporte, son asumidos por Villanueva como importantes herramientas de diseño. La diversidad de las propuestas formuladas en este sentido conforma un amplio laboratorio en el campo

Fotografías

1, 2, 3, 4, 8, 10, 12, 13, 15, 16,
17, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 27: de
Ivan González

6: Revista CIV, 1952, N°200.

7: Maholy Nagy (1999), p.55.

9, 10: A.A.V.V., Ingeniería, 1980.

14, 18: CRV, 2000, Villanueva- Pintó

24: A.A.V.V., Un moderno, N°187

28: A.A.V.V., Un moderno., N°157

29: www.arq.ucv.ve

Dibujos

5, 26: Miriam Dembo

LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS, LABORATORIO DE INGENIERÍAS

ARTÍCULOS

ABSTRACT

The *Ciudad Universitaria de Caracas* expressed, in an eloquent way, the deep transformations of Villanueva tectonic expression in this specific period. The elements that played a fundamental role are evident in the eloquence of the structure, and in the potential of the concrete as a moldable and adaptable material for the evolution of the structural framework. The structure exchange views with the basics variables of the architectonic profession linked to the space relations, the characteristics of the place, weather conditions, light conditions and the treatment of support functions. The technological development related to new materials, its constructive possibilities, and the understanding of the form structure as an honest reflection of the support functions; are the fundamental assumptions of Villanueva's design tools. The diversity of the proposals conformed a broad laboratory for the engineers professions.

Palabras clave

Tectónica. Desarrollo tecnológico.
Diseño estructural. Estructura portante.
Procesos constructivos.

Key-words

Tectonic. Technological development.
Structural desing. Framework. Building
process.

Recibido: 18/02/04

Aceptado: 05/05/04

La Ciudad Universitaria de Caracas, Patrimonio Mundial de la Humanidad desde el año 2000, ha sido analizada, con particular interés, desde diversos enfoques: el hecho arquitectónico propiamente dicho, su vinculación con la arquitectura moderna, el concepto sobre la función social de la arquitectura y la atractiva coyuntura de la integración de las artes, por sólo mencionar algunos. Proponemos, en esta oportunidad, el estudio de este conjunto desde la perspectiva de sus características tectónicas, es decir, resultando aquellos aspectos formulados a partir del lenguaje estructural, las bondades de los materiales y los procesos constructivos que permitieron concretar las edificaciones que lo integran.

La obra de Carlos Raúl Villanueva de la década de los cincuenta, en contraste con su producción anterior, muestra una convincente predisposición a incorporar el esqueleto de soporte como instrumento de expresión de la obra en su totalidad, de manera tal, que las formas estructurales dialogan con las variables fundamentales del quehacer arquitectónico vinculadas a las relaciones espaciales, las circunstancias del sitio, las condiciones del clima, de la luz y el tratamiento del soporte mismo. Así, el desarrollo tecnológico involucrado con el manejo del hormigón armado y el pretensado y las formas estructurales resultantes del potencial de estos materiales, constituyen para Villanueva importantes herramientas de diseño.

A través del análisis de algunas de las edificaciones emblemáticas de la Ciudad Universitaria insistiremos en la idea de que el origen de las formas que muestran los elementos de soporte tiene como fundamento: a) el comportamiento estructural, b) las posibilidades resistentes y formales de los materiales utilizados en su construcción y c) las exigencias derivadas de los procesos constructivos, convirtiendo a estas tres variables en factores determinantes de la estética final de la edificación. Igualmente, sostenemos

que, en el caso de Villanueva, el proceso de creación de formas estructurales coherentes con el espacio arquitectónico es el resultado de un diálogo diáfano, claro y honesto entre las distintas disciplinas que conforman los equipos de proyecto.

■ LA TIMIDEZ ESTRUCTURAL EN LA ALIANZA INICIAL

La construcción del Hospital, en 1945, marca el inicio del grupo médico de la Ciudad Universitaria. El discurso moderno que acompaña a este edificio, en términos de su volumetría y distribución espacial, se materializa en un sistema de pórticos cuyo aporte fundamental es la manera en que han sido utilizadas las ventajas tanto del acero como del concreto armado para lograr la esbeltez de sus componente verticales. Es así como encontramos en la solución de los pabellones de hospitalización, que como proas de un barco emergen del volumen central, columnas sobre la base de tubulares de acero que permiten soportar las cargas con secciones relativamente pequeñas dando oportunidad para que estos espacios gocen de buena ventilación, luz natural y vista panorámica (Figura 1). Estos elementos de soporte se transforman en columnas de concreto armado de mayor sección cuando irrumpen en los niveles inferiores de basamento del edificio, donde se acumulan las mayores cargas (Figura 2). En los corredores y galerías, donde la transparencia es de nuevo una aspiración comprometida con el trópico, las columnas de concreto armado, de sección circular, ofrecen el soporte adecuado a las losas macizas de entrepiso (Figura 3). Con un intercambio tímido pero eficiente se estrena así el compromiso entre las formas estructurales y las propuestas espaciales.

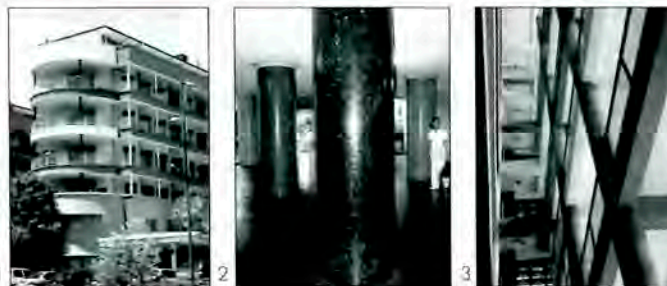
■ EL DESAFÍO DE LOS GRANDES VOLADOS

El énfasis en la estructura conduce a la consolidación de las técnicas constructivas asociadas al concreto armado. El libre desarrollo de las formas,

Figura 1 / Vista de los pabellones Hospital Universitario.

Figura 2 / Detalle de las columnas PB. Hospital Universitario.

Figura 3 / Rampas de acceso Hospital Universitario.



como consecuencia del uso de dicho material, tiene momentos estelares en el proyecto y construcción de las instalaciones deportivas, iniciadas a finales de los cuarenta. El tema de las grandes luces es abordado en consonancia con el lenguaje estructural. Así veremos como las exigencias derivadas de los esfuerzos que se desarrollan en los elementos de soporte y la rigidez necesaria para la estabilidad de la edificación se resuelven combinando los aciertos geométricos con las bondades reconocidas en los materiales.

El Estadio Olímpico (1949) representa un ejemplo elocuente para analizar la incorporación de la disciplina del diseño estructural como parte determinante en la concepción total de la obra. La forma en "C" que muestra esta edificación, responde a la aspiración de integrar en un mismo sistema de soporte la estructura del techo y la gradería (Figura 4). Dicha geometría tiene gran capacidad para soportar los esfuerzos que se desarrollan en la estructura propuesta pues la posición de los brazos aporta el equilibrio requerido para oponerse a las cargas. La inclinación y longitud de estos brazos están definidas de manera que la tribuna principal y la cubierta permitan una visibilidad perfecta hacia el campo de juego. Las secciones de los componentes se ajustan a los momentos flectores que se desarrollan en el elemento portante así definido, exhibiendo en la zona de máximo esfuerzo de la viga en "C" una sección de treinta centímetros por trescientos cincuenta centímetros (30 x 350) mientras, hacia el extremo, donde el esfuerzo del volado es casi nulo, la sección se reduce a veinte centímetros por sesenta y cinco centímetros (20 x 65) (Figura 5). La estabilidad del conjunto se complementa con el pórtico que le sirve de base y lo ancla al terreno. El ejercicio estructural se resume en un conjunto de costillas que se integran mediante una loseta, de seis centímetros de espesor, que cubre el espacio entre dichas vigas en la zona del techo, y la gradería, que lo hace en la parte inferior de la gran costilla.

1/ Es interesante acotar que el tema de la industrialización aparece con frecuencia en el discurso de Villanueva, sin embargo, y a pesar de que en Venezuela ya se conocían y utilizaban las técnicas de la prefabricación en la construcción de puentes y viaductos, la aplicación de esta tecnología sólo la encontraremos en sus obras correspondientes a la década de los setenta.

Figura 4/ Estadio Olímpico.

Figura 5/ Diagrama de esfuerzos Estadio Olímpico.

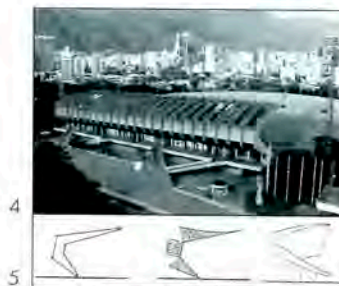
Figura 6/ Estadio Olímpico en construcción.

Villanueva explicaría la aproximación al tema del estadio años después de construidos los ejemplos de la Ciudad Universitaria cuando, en 1963, aspiraba, en una de sus charlas, utilizar dicho tema para ilustrar la trilogía Vitrubiana: utilitas, firmitas, venustas. Entonces diría:

"... el estadio, programa típicamente de nuestro siglo. El problema presentado al arquitecto también parecía muy simple: diseñar en la tribuna principal que domina los campos de juego una curvatura de visibilidad perfecta que permitiera a los espectadores seguir debidamente el juego; luego cubrir en gran parte la tribuna con un voladizo, evitando cualquier elemento o cualquier soporte que pudiera limitar la visibilidad. El material empleado no es esta vez ni piedra ni ladrillo sino el material de nuestra época: el hormigón armado. La forma conseguida a través del cálculo y realizada por medio de la técnica contemporánea y resultante de una intuición estática, logra también satisfacer el espíritu. No existe forma ni relación adecuada entre ellos, o se busca una forma adecuada al material o un material adecuado a la forma; la expresión equivale entonces a la unidad, forma y material." (Villanueva, 1980: 43).

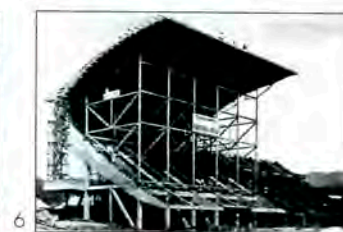
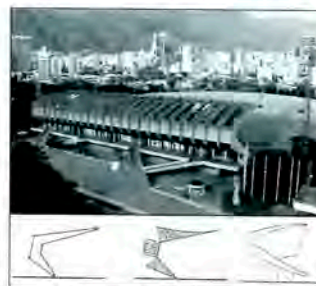
El Estadio está construido enteramente en concreto armado y en su estructura destacan fundamentalmente las costillas de soporte, todas de idéntica geometría. Esta repetición en la forma de los elementos portantes hubiese podido beneficiarse, en términos de eficiencia constructiva, de la prefabricación. Sin embargo, fueron resueltas a través de la tecnología del vaciado "in situ" recurriendo a encofrados de madera de confección artesanal, cuya huella permanece en las superficies del concreto¹ (Figura 6).

El rigor con el que la forma del Estadio Olímpico refleja el comportamiento del elemento de soporte satisface con elegancia, no sólo las exigencias portantes sino, además, las aspiraciones formales. El racionalismo



4

5



6

estructural y la plasticidad del concreto se conjugan en este ejemplo para definir la forma final y al margen del épico esfuerzo que debió significar su construcción no hay dudas de su acierto final.

Años más tarde, el proyecto de la Piscina Olímpica (1958) (Figura 7), exige de nuevo retomar el concepto de la envolvente que aspira suplir cubierta y gradería simultáneamente. El elemento en "C" pierde su rol estelar y su eficiencia cuando se desdibuja, primero en la zona de transición entre el ala superior y el ala inferior, al quedar interrumpido por dos elementos horizontales, la losa de techo y el remate de las gradas y luego termina de diluirse en la cubierta marcadamente ondulada del techo. Por su parte, la geometría de las alas de las costillas en forma de "C", sin bien respeta el principio de acumular mayor material donde los esfuerzos así lo exigen, lo hace con menos rigurosidad, apostando más a lo efectista que a lo funcional. Como diría el arquitecto Enrique Larrañaga:

"... el conflicto entre la claridad estructural y la elaboración formal parece enredarse en sus propias posibilidades y ceder eficiencia expresiva ante complejidades formales no del todo explicadas por el resultado final. La sublimación del estilo a través de la legitimación tecnológica pierde entonces fuerza, al convertirse en sí mismo en otro estilo." (1991: 49).

En la mezzanina del edificio sede de la Dirección de Deportes (espacio abierto de usos múltiples), aparecen nuevos gestos que evidencian el experimento permanente vinculado a la relación forma-función. Los apoyos de las columnas que soportan la cubierta de esta área han sido resueltos como rótulas, por lo tanto el *momento flector* en ese punto tiende a cero y la sección exigida puede ser mínima, lo que explica la presencia de secciones de acero a la vista sin recubrimiento de concreto. Estas columnas van aumentando su sección hacia su parte superior y alcanza el máximo en

el plano donde se intercepta con la viga. Allí el vínculo corresponde a un empotramiento y el momento es máximo, lo que justifica la mayor sección.

Los *pasillos* cubiertos son otro ejemplo que permite la interpretación de la forma como consecuencia de las exigencias técnicas para cubrir exigentes luces. Estos recorridos, que conceden protección al caminante, han recibido máxima atención en su diseño y expresan de antemano que ha sido la comunión de ingenieros y arquitectos la que ha permitido, en esta oportunidad, alcanzar la pureza de la solución estructural (Figura 8).

Diría Silvia Hernández de Lasala con referencia a ciertas decisiones estructurales dentro del conjunto de la Ciudad Universitaria:

"... no habría que buscar justificación para lo bello o lo sublime, su propia existencia es suficiente, como en todo arte, y si este juego y esta búsqueda estructural que se permite Villanueva y los ingenieros Otaola Y Benedetti es una oportunidad más para producir estructuras conmovedoras que se resuelven con destreza y sabiduría no hacen falta justificaciones de tipo funcional o de eficiencia en el uso de los recursos..." (1999: 221).

Aun así, en las llamativas soluciones de los recorridos cubiertos, existen razones contundentes que justifican las decisiones geométricas y técnicas asumidas en la solución de las estructuras respectivas.

El pasillo de acceso norte, desde la Plaza Venezuela, muestra una geometría que en principio aparece como respuesta funcional al problema del recorrido curvo pero que involucra criterios de racionalidad estructural que quizás no resultan evidentes a simple vista. La ondulación de la losa, si bien resuelve el recorrido curvo, suple al elemento estructural de la rigidez necesaria para que esta superficie sea capaz de salvar la luz de quince metros, entre los

Figura 7/ Piscina Olímpica.



Figura 8/ Paso cubierto acceso norte desde la Plaza Venezuela.

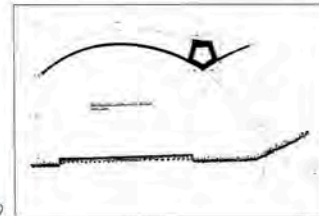


Figura 9/ Esquema estructural Paso cubierto, acceso norte desde la Plaza Venezuela

nervios de apoyo. Estos nervios colocados por encima de la losa laminar cubren un pasillo de tres metros sesenta y cinco centímetros (3,65 metros) que da amplitud al área de circulación. Dichos nervios se apoyan en una viga transversal de sección pentagonal, hueca, sometida a grandes exigencias tanto de flexión como de importantes esfuerzos de torsión (ocasionados por el apoyo asimétrico de los nervios), que pueden ser absorbidos gracias al sistema de pretensado. Las columnas de apoyo de esta viga pretensada, dan continuidad a la curvatura de la superficie del techo y su considerable sección es producto de los momentos que en ellas se producen. Paralelamente a todas estas acrobacias estructurales la geometría final del conjunto debe satisfacer las necesidades de cobijo y de interacción con el contexto a las que se aspira en el recorrido, sin las cuales, las piruetas del soporte dejarían de tener sentido (Figura 9).

El recorrido entre las Facultades de Humanidades e Ingeniería, que se desarrolla hacia un gran espacio descubierto señalado como "la tierra de nadie", muestra también una interesante solución al tema de las grandes luces. El contexto reafirma las exigencias de abrigo que debe satisfacer este trayecto pero, a su vez, reclama de la solución la ligereza estructural que permita la máxima transparencia. La propuesta se traduce en una nueva oportunidad para experimentar el tema de los grandes volados. La estructura consiste en un soporte en cantiliver, en forma de "L" invertida, capaz de resistir la cubierta que se apoya en ella cada dieciséis metros. Para dar rigidez a la losa de techo se optó por una geometría ondulada permitiendo así un elemento estructural de poco espesor con el fin de satisfacer la ligereza aspirada para el conjunto (Figura 10).

La estabilidad y capacidad resistente de las vigas "7" de soporte de la cubierta se obtuvo a través del pretensado de las mismas, lo que permitió absorber los esfuerzos que se derivan de estos volados de seis metros a

Figura 10/ Paso cubierto entre Ingeniería y Humanidades



10

Figura 11/ Esquema estructural Paso cubierto entre Ingeniería y Humanidades

través de secciones relativamente pequeñas. La esbeltez del componente vertical de la "7" se logra transmitiendo los esfuerzos que se producen en el tramo horizontal a través de un tubo exterior que conduce los cables de tendido hacia la fundación de la estructura y que es independiente de la columna (Figura 11).

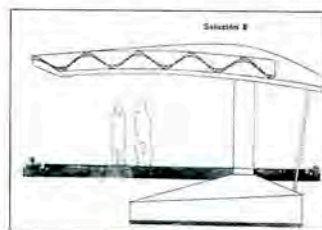
En este tipo de estructuras, a medida que el volado es más ambicioso, el momento de vuelco se incrementa hasta necesitar de secciones resistentes que pueden no resultar satisfactorias frente a las exigencias formales. El equilibrio del conjunto, en estos casos, es frágil, así que, aunque se puede jugar con la geometría de los elementos componentes, no se puede infringir los principios que rigen la estabilidad del todo.

Estos ámbitos de cobijo permiten así contar con cobertizos donde la estructura no irrumpe en la continuidad del recorrido y donde se alcanza un alto compromiso entre el espacio contenido y el contenedor.

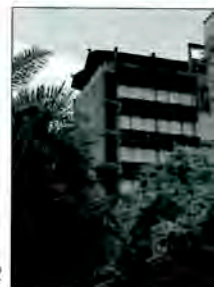
■ LA FORMA dialoga con LA FUNCIÓN

Por razones obvias, Villanueva asumió con gran interés el conjunto que alojaría a la Facultad de Arquitectura. Conformado por una torre de nueve pisos y una planta baja donde se desarrollan múltiples actividades: talleres de diseño, aulas, biblioteca, cafetería, auditorio, sala de exposición, el conjunto resume la actitud experimental con la que se asume esta diversidad de espacios (Figura 12).

Aunque adepto y defensor de mayor libertad en las formas de los elementos de soporte, Villanueva aceptó, de alguna manera, las formas estructurales tipificadas como solución a las edificaciones de desarrollo vertical, donde se alojan las facultades y la Biblioteca Central de la Universidad. Es así como veremos repetir el esquema de pórticos en dos direcciones ortogonales para



11



12

resolver estos edificios, como bien lo evidencian sus respectivas fachadas. Estos pórticos muestran criterios de racionalidad que se traducen en los cambios de sección de las columnas a medida que disminuyen las cargas en los pisos superiores, en las cartelas de las vigas, como gesto que reafirma la responsabilidad de la entrega de carga entre viga y columna, en la eficiencia de las vigas continuas de sección constante, en el uso de los antepechos como vigas de fachada, entre otros. También hay en estos pórticos concesiones formales, como la coincidencia entre las secciones de vigas y columnas que se evidencia en las intersecciones entre ambos componentes y que, sin duda, no son el resultado estricto de los cálculos (Figura 13).

Los espacios de la planta baja se entrelazan a través de corredores y jardines que permiten una gran fluidez espacial. En ellos se experimenta sobre el tema de las cubiertas, como lo demuestra la gran diversidad de soluciones que se ha dado a los techos de los talleres de diseño y espacios de usos múltiples.

Las curvaturas del Taller Galia, permiten cubrir los 16 metros, libres de apoyos intermedios, que otorgan la amplitud y la iluminación apropiada a este espacio compatible con las actividades académicas de enseñanza del diseño que allí se desarrollan (Figura 14). La geometría busca, mediante mayor rigidez, evitar las deformaciones, solventando la discontinuidad en la cubierta que producen las acertadas entradas de luz natural (Figura 15). Así la relación forma-función de la estructura satisface paralelamente las exigencias de soporte y gasto de material, junto con aquellas de carácter formal.

Con equivalente intención estructural las plegaduras de las cubiertas de las aulas anfiteátricas aspiran alcanzar una atractiva rigidez a través del recurso de la forma, más allá de la resistencia del material (Figura 16). Estas superficies exhiben la ventaja de aumentar la sección de la losa sin

incrementar el gasto de material, permitiendo que la cubierta tenga menor espesor del que hubiese necesitado si se tratara de un techo plano. De nuevo los ejercicios formales comprometidos con estos espacios muestran empatía con la racionalidad de la solución portante.

La aspiración de alcanzar la rigidez apropiada por medio de la geometría se repite en la propuesta de la Biblioteca de Ingeniería (Figura 17). La estructura laminar en forma de bovedilla, que muestra la cubierta de este espacio, tiene sólo diez centímetros de espesor para satisfacer la luz de trece metros que se repite simétricamente para cubrir los veintiséis metros que ocupa esta dependencia. El enlace de las bovedillas, así como su soporte extremo, se hace a lo largo de generatrices donde se han colocado unas columnas de soporte cuya sección compagina con la esbeltez del conjunto. Los empujes laterales de la estructura son absorbidos por soportes que dan continuidad a la bovedilla satisfaciendo así la exigencia estructural y la propuesta formal, de manera tal, que el resultado conserva el carácter etéreo del bosquejo inicial propuesto por Villanueva.

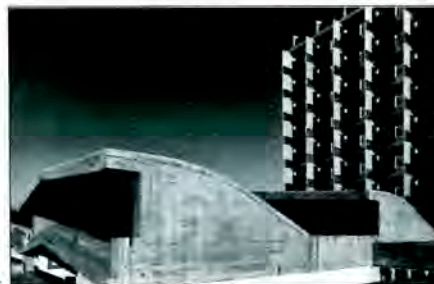
■ SOBRIEDAD Y EFICIENCIA DE LAS CUBIERTAS

Del conjunto central, sin duda la Plaza Cubierta es uno de los espacios más interesantes de la Ciudad Universitaria. En ella se ejercita, de forma magistral, la síntesis de las artes y la arquitectura (Figura 18). La estructura de esta Plaza, sin alardes acrobáticos, con una sobriedad que sorprende por contraste frente a las estructuras que la circundan (Aula Magna, Pasillos techados, Sala de Conciertos y el Reloj, entre otros), recuerda la responsabilidad organizativa de los elementos de soporte, idea que Le Corbusier reafirmó en múltiples oportunidades. Es así como los elementos estructurales de columnas y vigas van dibujando el orden impuesto por los llenos y los vacíos y a su vez satisfacen el cómodo reposo de las losas en todo su contorno. Los

Figura 13/ Pórticos interiores de la Torre FAU.

Figura 14/ Vista exterior Taller Galia.

Figura 15/ Interior Taller Galia.



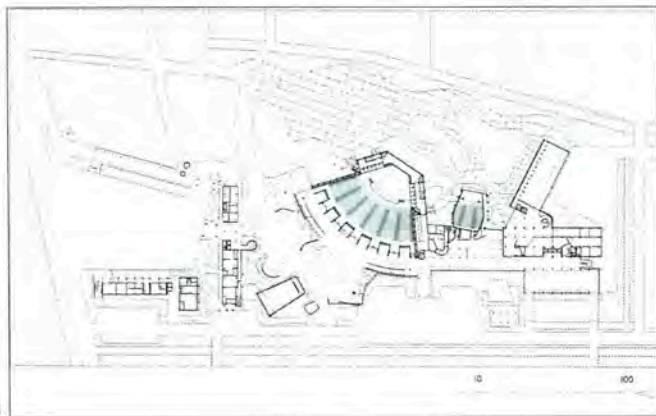
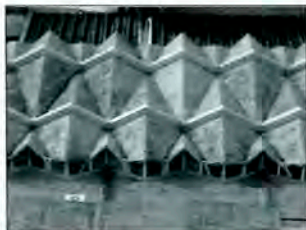


Figura 16/ Cubierto de aulas aniteátricas.

Figura 17/ Biblioteca de Ingeniería.

Figura 18/ Conjunto Central.

Figura 19/ Plaza Cubierto.

Figura 20/ Pasillos Instituto Botánico. 21

Figura 21/ Auditorium Instituto Botánico.

pórticos se multiplican como respuesta al recorrido espacial y el dinamismo propuesto por el arquitecto aspira e invita a la repetición de una solución estructural eficiente, tanto en su comportamiento como en su solución constructiva (Figura 19). La trama de las vigas bien hubiese podido pronunciarse en la cara superior de las losas generando así en la parte inferior una losa plana continua, pero en la Plaza Cubierto, las vigas remarcan el carácter del espacio interior, de una manera más orgánica, con la naturalidad con que las nervaduras remarcan el intradós de una hoja. A pesar de la austeridad de su solución, la Plaza Cubierto es también ejemplo de la deferencia del Maestro hacia el diseño estructural. Sin pretensiones ni hazañas, los elementos portantes permiten que el espacio, en su rol protagónico, fluya en todas direcciones, como celebración del espacio moderno.

En el Instituto Botánico, los espacios abiertos han sido resueltos a través del recurso de colocar las vigas de soporte por encima de la losa. En contraste con la Plaza Cubierto, en esta ocasión la continuidad de la placa de techo, sin elementos que interrumpen o distraigan, orienta la mirada hacia el exterior, invitando, a quien circula, a adentrarse en el paradisíaco Jardín Botánico (Figura 20). También es válida la solución para la zona del auditorio, en este caso con el propósito de defender la acústica y la libertad del espacio interior, como veremos en casi todas las soluciones de los espacios de usos múltiples. Es así como podemos constatar la certeza con la que el arquitecto dispone de los elementos estructurales para satisfacer sus ambiciones espaciales. Apoya o cuelga la losa de las vigas de las cubiertas insinuando su intención hacia el afuera o el adentro (Figura 21).

■ JUGAR CON LAS BONDADES DE LOS MATERIALES

Como elemento simbólico se erige en la Plaza del Rectorado la Torre del Reloj, una estructura de veinticinco metros de altura, conformada por tres

columnas cuya geometría y disposición conlleva a que se desarrollen importantes esfuerzos de torsión (Figura 22). Para conservar la esbeltez del conjunto, las secciones de las columnas fueron ajustadas a las mínimas dimensiones, lo cual sólo podía ser satisfecho a través del pretensado de las mismas. La rigidez del conjunto se logra a través de los travesaños de arriastre de los componentes verticales. La forma, así obtenida, se alcanza poniendo en concordancia las pautas dictadas por el arquitecto y aquellas consideraciones derivadas de las técnicas y materiales utilizados.

■ EL LENGUAJE DE LAS SALAS DE USOS MÚLTIPLES

La Sala de Conciertos permite ilustrar el manejo de ciertos recursos estructurales que Villanueva utilizó en el diseño de la mayoría de los espacios múltiples de la Ciudad Universitaria. Las exigencias de esta tipología edilicia conducen a la búsqueda de cubiertas continuas que permiten optimizar las soluciones en términos tanto espaciales como de acústica. Es así como veremos que, en la mayoría de los casos, los soportes de las losas de techo han sido colocados por encima de ellas, permitiendo que las vigas no entorpezcan la continuidad de la superficie que da hacia el interior (Figura 23). En el caso de este edificio los pórticos han sido distribuidos de forma paralela. La altura de los mismos varía ofreciendo el apoyo necesario para que la cubierta cuelgue en los diversos niveles que define su curvatura. Esta geometría resalta el carácter formal del edificio en su exterior, reafirmado por la presencia del mural de Mateo Manure como remate de la superficie curva. El interior del edificio queda así liberado para que el plafón de madera pueda ofrecer una acústica acertada (Figura 24).

■ LA ÉPICA EXTERIOR *VERSUS* LA LÍRICA INTERIOR

No en vano el Aula Magna ha recibido máxima atención en el análisis de la Ciudad Universitaria de Caracas. La innovadora propuesta en relación con su

planteamiento urbano, el especial tratamiento de su espacio interior, el tema de la síntesis de las artes, ocupan, con merecida razón, gran parte de las líneas dedicadas a la reflexión sobre la obra de Villanueva (Figura 25).

Las consideraciones en relación con su implantación, su volumetría, la funcionalidad de sus espacios, la integración con las otras edificaciones partícipes del diálogo que se establece en este Conjunto Central, han sido frecuentemente asociadas al tratamiento escultórico, lo que ha llevado a opinar que:

“... la organización de los espacios obedece a un planteamiento libremente escultórico más que a las exigencias de lo que se llamaba la funcionalidad en la arquitectura racional. Esta conciencia del rompimiento es tan desafiante que el soporte estructural del Aula Magna es concebido desde una forma definitivamente plástica, y no como el simple esqueleto portante sobre el cual descansa la forma” (Niño Araque, 2000:38).

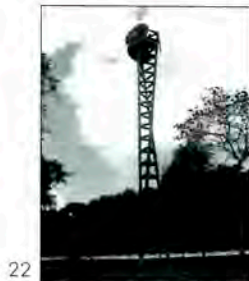
Sin embargo, el coqueteo con la estética de las formas estructurales no hace perder la eficiencia del soporte. La estructura del Aula Magna expresa con claridad los planos escogidos para el trayecto de las cargas a transmitir, afirmando los riegos asumidos en la solución de este espacio de grandes luces, a través de la decisión de dejar a la vista gran parte de los elementos de soporte.

“El Aula Magna no posee fachadas. Es ella un único cuerpo concluido y terminado, cuyos lados tienen distinto valor, pero no se separan entre sí escalonándose en rígida jerarquía: primero la fachada principal, luego las secundarias y, por último, las de servicio...” (Posani, 1957: s/p).

Figura 22/ Torre del Reloj.

Figura 23/ Exterior Sala de Conciertos.

Figura 24/ Interior Sala de Conciertos.



22



23



24

Esto libera también a la estructura de las jerarquías tradicionales otorgando cierta autonomía a los elementos de soporte. Cada componente del esqueleto portante tiene su razón de ser. Para simplificar su análisis hemos despojado al edificio de los cerramientos y hemos propuesto un esquema tridimensional simplificado de la estructura. Así podemos apreciar desde el exterior: el gran pórtico central, la cubierta del espacio de grandes luces, la marquesina, el soporte exigido por el escenario y los pórticos rigidizadores del conjunto. En el interior protagonizan: el gran volado que conforma el balcón y la estructura del plafón que permite el mágico efecto de las nubes de Calder (Figura 26).

El gran pórtico central constituye la columna vertebral del sistema y sirve de apoyo a las doce vigas de la cubierta de la sala, que llegan por una cara y a las once vigas del escenario, que llegan por la otra. En palabras de Villanueva:

"... La estructura es para el edificio lo que el esqueleto es para el animal: el esqueleto contiene y soporta los órganos más diversos; así la estructura debe ser diseñada para que contenga los órganos más diversos, exigidos por el programa. Debemos valorar el esqueleto y los músculos que lo envuelven: piel y esqueleto; la distinción neta y precisa entre los dos elementos debe aparecer; el puramente constructivo y el revestimiento. La estructura obliga la escogencia de los materiales y su realización en la obra es la materialización del espacio."

(Villanueva, 1980: 44).

Los montantes verticales del pórtico son responsables de transmitir gran parte de la carga de la cubierta a las fundaciones. En un gesto formal, estos elementos mantienen la sección de la viga Vierendeel que soportan. Así van fraguando las concesiones entre lo funcional y lo meramente geométrico.

Figura 25/ Marquesina Aula Magna.

Figura 26/ Esquema estructural del Aula Magna.



25

Las doce costillas que cubren el espacio central del Aula Magna apoyan, en un extremo, en el pórtico central y, en el otro, en un juego de doce columnas que definen el acceso a la sala. Cada costilla puede ser vista como una viga de un solo tramo, apoyada en sus extremos, lo que en términos de esfuerzo se traduce en un momento máximo en el centro y momentos menores de empotramiento en los apoyos. Sin embargo, en el extremo que da hacia el acceso del recinto, la viga ha sido utilizada para apoyar la marquesina en volado que conforma el borde del edificio en esa zona, lo que introduce un esfuerzo adicional a ese extremo de la viga, que se traduce en una mayor sección. Estas circunstancias definen las variaciones en las secciones de este componente estructural. Las costillas están unidas por una escueta loseta de ocho centímetros de espesor que apoya en diferentes niveles de dicha viga, definiendo, hacia el exterior, un perfil para la costilla, diferente al de su verdadera sección. De esta manera se comprometen de nuevo las aspiraciones formales y las exigencias estructurales.

Como extensión de la cubierta en abanico de la gran sala, se desarrolla la marquesina, que sin constituir la fachada principal del edificio, cubre las zonas de acceso al Aula Magna. La flexión a la que están sometidas estos volados de catorce metros, exige de un apoyo intermedio, cuya solución se ha materializado en un tensor, que se ancla en las entrañas de la viga, emerge al exterior en el recorrido, para internarse en la costilla de la gran sala, la cual, en última instancia, le brindará el apoyo requerido.

El conjunto de las vigas que constituyen el otro lado del costillar, organizadas a partir de la columna vertebral (gran pórtico) y que, como dijimos anteriormente, conforma el soporte del techo de la escena y zonas aledañas, está por debajo de la loseta, por lo que no puede ser apreciado desde el exterior. Es así como, desde fuera, sólo veremos una losa plana, de discurso



26

anónimo, que contribuye a resaltar el gesto plástico del abanico que conforman las costillas de la cubierta de la gran sala. El esqueleto se completa con los pórticos laterales que sirven de estructura rigidizadora del conjunto. Este volumen contenedor, de carácter épico, desafiante, satisface a cabalidad las exigencias de soporte requeridas para alcanzar las ambiciones del espacio interior (Figura 27).

Un solo gesto estructural tiene presencia dentro del espacio interior. Es el imponente balcón. El plano inclinado está constituido por las gradas de asientos; el plano vertical, por la hilada de pilares de la entrada y el plano horizontal es una losa que se extiende hacia el exterior en donde surge como pasillo de entrada de la zona de balcón y se proyecta hacia el interior como espacio de cobijo que crea la transición necesaria para acceder al Aula Magna. Ese esquema estructural, con doble hilada de columnas, disminuye la exigencia portante de este elemento cuyo volumen irrumpe en la sala dando la sensación de una hazaña estructural de mayor envergadura (Figura 28).

Para lograr esa pureza de las superficies lisas y blancas que envuelven el lírico espacio interior fue necesario recurrir a una piel de yeso o plafón que opacigua la avasallante estructura exterior y sirve de telón de fondo a las célebres nubes, que crean la magia y a la vez satisfacen la acústica del lugar.

Diría Calder en 1955:

“Estoy profundamente impresionado por una actitud tan valiente en el empleo de las nuevas formas y estilos en la arquitectura, particularmente de la Ciudad Universitaria. Imponer la idea de construir e instalar los “Platillos Voladores” en el Aula Magna debió exigir gran valentía. Lo que

hice al proponerlos nada es comparado con tal coraje... Ninguno de mis móviles ha hallado un ambiente más extraordinario... o más grandioso, Es éste el mejor monumento a mi arte”. (Calder citado por Moholy Nagy, 1999: 118 y 119).

La estructura que soporta el plafón permite, además, fijar las nubes acústicas de Calder y ajustar su posición en función de las exigencias técnicas.

El Aula Magna queda así constituida por estos subsistemas de soporte en permanente interacción, que incluyen, desde el pórtico central, hasta el plafón que conforma la superficie interior del imponente recinto.

El proyecto estructural del Aula Magna no está identificado con un nombre en particular. Los planos, siempre firmados por Villanueva, muestran en el espacio correspondiente a cálculo diversas medias firmas que sugieren la participación del grupo de ingenieros que colaboraba en la sala de cálculo del Instituto de la Ciudad Universitaria, así como los nombres de algunos profesionales externos que fueron contratados para el proyecto estructural². Sin embargo, es importante acotar que la labor de estos profesionales trascendió el ejercicio del mero cálculo adentrándose en el campo del diseño estructural.

La consolidación de esta área del conocimiento como disciplina aliada al campo del diseño arquitectónico es un fenómeno que definió la producción edilicia de los años cincuenta en Venezuela. La obra de Villanueva, correspondiente a este período, es particularmente convincente en ese sentido y, sin duda, el ejemplo más contundente es la Ciudad Universitaria de Caracas. Los riesgos asumidos en el campo estructural, la diversidad de expresiones que generó la vinculación entre el espacio arquitectónico y los sistemas portantes, verdadero laboratorio de ingenierías, y la coherencia

Figura 27/ Exterior del Aula Magna.

Figura 28/ Interior del Aula Magna.



2/ Los nombres de los profesionales que conformaban la sala de cálculo del Instituto de la Ciudad Universitaria así como de aquellos que fueron contratados para el desarrollo de los proyectos estructurales de este conjunto constan en el aparte titulado *colaboraciones* del libro de Sibyl Moholy Nagy (1964) sobre la arquitectura de Carlos Raúl Villanueva.

conceptual hacia un racionalismo estructural, lejos de subordinar la libertad formal, la potenció en arriesgadas soluciones ilustradas en los casos expuestos.

En el caso de Villanueva, la participación de las diferentes disciplinas y el diálogo entre los profesionales permitió definir un lenguaje satisfactorio a la totalidad de la obra. Algunos de los escritos de Villanueva, producidos en la época en que se construyó la Ciudad Universitaria, reflejan su convicción de la importancia del trabajo interdisciplinario. En marzo de 1957, apareció publicada una entrevista a Carlos Raúl Villanueva realizada por el equipo editor de la revista *Integral*, cuyo tema central sería el futuro de los programas orientados a la formación del arquitecto. Frente a la pregunta ¿Qué piensa Ud. sobre lo que debe ser una Escuela de Arquitectura? Éste se refirió a la urgencia de modificar las estructuras didácticas con el fin de satisfacer la función social y cultural del arquitecto. El programa propuesto debía entonces incluir: a) las bases tecnológicas, b) las bases visuales, c) las bases sociales e históricas. (Villanueva 1957a: s/p). Esta clara conciencia de que la formación del arquitecto debía equilibrar los aspectos de construcción y de composición³, asociado al vertiginoso desarrollo del conocimiento técnico, conllevaba inevitablemente a la circunstancia de compartir responsabilidades con otros profesionales, con el fin de sumar e integrar el bagaje de cada uno de los especialistas, misión inalcanzable por una única disciplina. Cuando más adelante en la entrevista, desarrolla el tema las bases tecnológicas, reafirma entonces esta idea:

“El desarrollo de la conquista humana ha ensanchado tanto el campo de acción y uso de la técnica que, por razones puramente cuantitativas, el arquitecto ya no puede abarcar..., el uso de todos los instrumentos teóricos necesarios para determinar las soluciones realizables... Lo que se revela entonces como fundamental para la futura conducta constructiva-estructural es, sobre todo, el conocimiento de los materiales como

3/ Defendida por Durand desde finales del siglo XVIII y vinculada a la doctrina de lo “utilitario”, sin que ello significara poner de lado la máxima exigencia en términos de calidad.

Figura 29/ Aula Magna en etapa de construcción

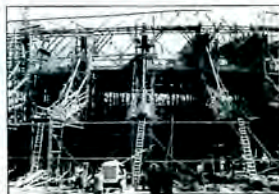
significado y sentido interno del material, adaptación y coherencia de las estructuras, integridad de uso, finalmente, y no mero dominio del instrumento matemático sin finalidad práctica.” (Villanueva 1957: s/p).

Ya dejaba claro, en esa declaración, el campo que más le interesaba del intercambio con los profesionales de otras disciplinas. En primera instancia la comprensión sobre el comportamiento estructural vinculado a las bondades y fragilidades de los materiales, es decir el tema del diseño estructural, discriminado este conocimiento del “instrumento matemático”, o sea, del mero cálculo.

Por otro lado, Villanueva se interesó en el potencial de los procesos constructivos que hacen posible esa mágica experiencia de transformar las imágenes esbozadas sobre el papel, en la obra misma, experiencia que viviría con gran intensidad en ese laboratorio constructivo que también significó la producción de la Ciudad Universitaria de Caracas.

En ese sentido, amerita mencionar los procesos constructivos que permitieron la concreción de la Ciudad Universitaria. Complejos encofrados de madera, verdaderas esculturas, debieron ser elaborados por los carpinteros para satisfacer las cada vez más sofisticadas geometrías de los elementos portantes. Mano de obra, en gran parte conformada por una inmigración proveniente de la península ibérica, así como, una estricta inspección permitieron alcanzar el lenguaje apropiado a este tratamiento brutalista que recibió el concreto armado en esta ocasión (Figura 29).

Ejemplos como el Estadio Olímpico o el Aula Magna, exigieron de la contratación de empresas con dilatada experiencia en obras de tal envergadura, como la constructora danesa Christiani & Nielsen, que para



entonces trabajaba en Venezuela. El acierto de estas contrataciones queda reafirmado en la calidad de las edificaciones, así como, en la eficiencia de los procesos de producción de las mismas. En el caso del Aula Magna, el contrato firmado entre dicha empresa y el Instituto de la Ciudad Universitaria de Caracas, fechado el 28 de noviembre de 1952, además de las cláusulas referentes a costos⁴, fechas de entrega⁵, formas de pago, entre otras, incluía una serie de cláusulas que asegurarían la calidad de la obra y muy especialmente aquellas referidas al tratamiento de los concretos⁴. Esto explica el nivel de acabado de las superficies de hormigón a la vista, tan determinantes en el carácter tectónico de esta edificación.

Si bien es cierto que, en ocasiones, los requisitos formales aspiraron al protagonismo, éstos estuvieron marcados por un alto grado de racionalidad por lo que las concesiones entre la estructura de soporte y el espacio arquitectónico resultaron fluidas, amables y ventajosas para ambos. Villanueva no sacrificó la lógica interna por la plástica exterior, sino estableció el diálogo necesario para que ambas mantuvieran su legitimidad.

Como arquitecto, Villanueva supo retar a quienes formaban parte de su equipo de trabajo a dar lo mejor de sí mismos y a asumir, en conjunto, los riesgos y compromisos que justificaban su razón de hacer arquitectura.

4/ El contrato para la construcción de la estructura sería por un monto de Bs. 4.837.864,58 correspondiente a un volumen de concreto vaciado de 7.754,05 m.³ (Tomado de las valuaciones de Christiani & Nielsen, documento que reposa en los archivos de Servicios Generales de la UCV).

5/ Se establecía como fecha de entrega el 31 de marzo de 1953, es decir que se aspiraba que la obra se concluyera en un período de 4 meses. La estructura se comenzó el 28/11/52 y se terminó el 31/03/53, cumpliendo así con los lapsos de entrega. (Idem)

6/ La información fue tomada del contrato mismo, documento que reposa en los archivos de Servicios Generales de la UCV.

BIBLIOGRAFÍA

A.A.V.V. 1980 <i>Ingeniería y Construcción</i> . Precomprimidos C.A. Editado por la empresa. Caracas.	NIÑO ARAQUE, William 2000 "Villanueva. Momentos de lo Moderno" Carlos Raúl Villanueva, Alfadil Ediciones. España.
DEMBO, Nancy 2001 <i>La tectónica en la obra de Carlos Raúl Villanueva</i> . Trabajo presentado como tesis para aspirar al grado de Magister Scientiarum en Historia de la Arquitectura. FAU. UCV. Caracas.	POSANI, Juan Pedro 1957 "Aula Magna. Ciudad Universitaria". Revista <i>Integral</i> No. 9. Arquitectura y Urbanismo c.a.: s/p.
HERNÁNDEZ DE LASALA, Silvia 1999 <i>En busca de lo Sublime. Villanueva y la Ciudad Universitaria</i> . Trabajo presentado como tesis para aspirar al Doctorado de la Facultad de Arquitectura. UCV. Caracas.	Revista CIV 1952 No.200.
LARRAÑAGA, Enrique 1991 "La Ciudad Universitaria y el Pensamiento Arquitectónico en Venezuela" <i>Obras de Arte de la Ciudad Universitaria de Caracas</i> . Universidad Central de Venezuela, Monte Ávila Editores, Consejo Nacional de la Cultura: 43-61. Caracas.	VILLANUEVA, Carlos Raúl 1957 Entrevista realizada por los editores de la Revista <i>Integral</i> . Revista <i>Integral</i> No. 6: s/p.
MOHOLY-NAGY, Sibyl 1999 <i>Carlos Raúl Villanueva y la arquitectura de Venezuela</i> . Instituto de Patrimonio Cultural. Edición facsimilar de la publicación de 1964. Editorial Lectura. Caracas.	VILLANUEVA, Carlos Raúl 1980 "La arquitectura, sus razones de ser, las líneas de su desarrollo" <i>Textos escogidos</i> . FAU./UCV.: 37-44.
	VILLANUEVA, Paulina y PINTO, Maciá 2000 <i>Carlos Raúl Villanueva</i> . España, Alfadil Ediciones.
	www.arq.ucv.ve/centenariovillanueva