

Arquitectura, tecnología y cambio climático: del movimiento moderno a la contemporaneidad. Medio siglo de innovación del IDEC en Venezuela (1974-2025)

Architecture, Technology, and Climate Change: From the Modern Movement to Contemporary Times. Half a Century of Innovation by IDEC in Venezuela (1974-2025)

Dra. Arq. María Elena Hobaica Kik

<https://orcid.org/0009-0001-6239-1030>

Correo-e: hobaica@gmail.com

Invitado, Universidad Central de Venezuela

DOI: <https://doi.org/10.37883/TyC.2025.37.2.03>

Recibido: Marzo 18 /2025 | Aprobado Mayo 2/ 2025 |

Aceptado junio 10 / 2025

Resumen

Desde la aparición de las primeras edificaciones estables en el Neolítico, la relación entre construcción y naturaleza ha sido fundamental para el bienestar humano. A lo largo de los siglos, la arquitectura ha evolucionado significativamente, influyendo en el medio ambiente. En el siglo XX, la revolución industrial impulsó cambios tecnológicos que marcaron e internacionalizaron la arquitectura moderna, aunque también presentaron desafíos y problemas. Durante ese periodo, Venezuela experimentó un auge de la arquitectura influenciada por el modernismo europeo. En el siglo XXI, la tecnología ha jugado un papel crucial en la arquitectura, centrándose en la sostenibilidad, el cambio climático y la integración de la era digital. Desde su fundación en 1974 hasta el presente, el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción-IDECA en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV, ejemplifica la importancia de la tecnología en arquitectura y su evolución hacia formas avanzadas y sustentables. Sin embargo, la investigación en el sector de las edificaciones se ha visto afectada por la falta de políticas estatales y la reducción de inversiones. Actualmente, se requieren estrategias claras que impulsen el desarrollo tecnológico en la construcción, fomentando la eficacia de las políticas y la gestión pública en el contexto de la modernización y descentralización del Estado.

Descriptores

Arquitectura; Tecnología; Innovación.

Abstract

Since the emergence of the first stable buildings in the Neolithic, the relationship between construction and nature has been fundamental to human well-being. Over the centuries, architecture has significantly evolved, influencing the environment. In the 20th century, the Industrial Revolution drove technological changes that marked and internationalized modern architecture, although it also presented challenges and problems. During that period, Venezuela experienced a boom in architecture influenced by European modernism. In the 21st century, technology has played a crucial role in architecture, focusing on sustainability, climate change, and the integration of the digital age. Since its founding in 1974 until the present, the Institute of Experimental Construction Development (IDECA) At the Faculty of Architecture and Urban Planning at the Central University of Venezuela exemplifies the importance of technology in architecture and its evolution towards advanced and sustainable forms. However, research in the building sector has been affected by inadequate state policies and reduced investments. Currently, clear strategies are needed to promote technological development in construction, enhancing the effectiveness of policies and public management in the context of state modernization and decentralization.

Descriptors

Architecture, Technology, Innovation.

La relación entre las construcciones y la naturaleza existe desde el surgimiento de las primeras edificaciones estables en el Neolítico, último periodo de gran prosperidad de la edad de piedra, que dio paso de la vida nómada a la sedentaria. Desde tiempos inmemoriales y a medida que las sociedades se hacían más complejas y extensas, las grandes obras de arquitectura e ingeniería se hicieron presentes y se sentaron las bases del intercambio con el entorno, modificando y moderando el ambiente de los espacios internos en función de grandes objetivos de bienestar y confort propuestos por el hombre, inicialmente con muy pocos recursos, hasta llegar a contar con los recursos de la ciencia y la tecnología para ese fin.

Es sabido que en el siglo XX los avances tecnológicos provenientes del proceso conocido como revolución industrial jugaron un papel preponderante e impulsaron cambios significativos que se reflejaron en la arquitectura moderna cuyos principales exponentes marcaron un hito especialmente en el mundo occidental. Sin embargo, la industrialización de la construcción fue objeto de grandes adelantos y graves problemas a la vez. De allí que hoy en día se considere fundamental la valoración del uso de las tecnologías y su aporte respecto a objetivos trazados en el corto, mediano y largo plazo. El auge del movimiento moderno fue posible por los cambios tecnológicos de la época, sin embargo, frente a los desafíos del mundo global y de la era digital, posteriormente hizo su aparición un movimiento crítico que abogaba por la sostenibilidad y una arquitectura distinta a la de las posguerras, en la que los principios del movimiento moderno dieran paso a innovaciones acordes con el nuevo siglo.

En la Venezuela del siglo pasado fue posible seguir los pasos del mundo desarrollado para producir una arquitectura con los cánones del modernismo. Esto se logró debido a inversiones significativas en el área de la construcción, a la comprensión del Estado en cuanto a las necesidades de desarrollo del país y a la reciprocidad

continua con Europa y Estados Unidos a través de distintos mecanismos como becas para el intercambio de estudiantes y profesores, literatura sobre el tema para los arquitectos, concursos internacionales, exposiciones, proyectos públicos, etc. El movimiento moderno dio paso a una arquitectura postmoderna sin un estilo definido que progresivamente asumió como propias las nuevas variables tecnológicas. En el caso venezolano, el siglo XXI ha sido además testigo de una situación crítica para la investigación y la innovación en el sector de la construcción que requiere ser atendida y superada a fin de retomar el camino del desarrollo sostenible, del progreso y del bienestar.

El Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción-IDEC, de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Central de Venezuela (FAU UCV), representa un ejemplo de la importancia de la tecnología para el acervo arquitectónico, como se muestra a través de algunos aspectos relevantes de su trayectoria. El reto ante la crisis política, económica y social que vive el país es la búsqueda de estrategias claras que impulsen las acciones de investigación y desarrollo, para lo cual es necesario un espacio de diálogo igualmente estratégico, que estimule la difusión y transferencia de los bienes de la construcción, mediante la elevación de la calidad de las políticas y la gestión pública en el marco de los necesarios procesos de modernización y descentralización del Estado, actualmente detenidos.

Influencia de la revolución industrial en las tendencias arquitectónicas del siglo XX. La transición hacia el movimiento moderno y sus precursores

El inicio de la revolución industrial en Inglaterra a mediados del siglo XVIII dio lugar a un período de transformaciones económicas, tecnológicas y sociales nunca vistas, dando paso de una economía rural con base en la agricultura, a una economía urbana e industrializada.

Ello significó un cambio esencial en la vida humana por la posibilidad de disponer de una fuente de energía de gran potencia, producir en serie y comercializar los productos fuera del ámbito local, en lugares apartados, con el apoyo de los medios de transporte, reducir costos y aumentar beneficios, todo lo cual fue determinante en la evolución de la ingeniería y la arquitectura de la época (San Juan, 1993).

Fue una época prolífica en invenciones e innovaciones tecnológicas. El progreso de la ciencia –debido al pensamiento racional– hizo posible el avance de la técnica. La creación de la máquina de vapor, el desarrollo de las comunicaciones y tecnologías de comunicación (telégrafo, radio, teléfono), así como barcos y ferrocarriles a vapor, el motor de combustión interna, la energía eléctrica, fueron solo algunas de las innovaciones que transformaron la economía y a las sociedades precedentes. Un hecho apreciable fue la incorporación de las mujeres a las grandes fábricas producto del éxodo masivo de habitantes de las áreas rurales hacia las ciudades, lo cual se tradujo en evidentes ventajas como el constante crecimiento, el aumento del consumo y mejoras en la producción y en el producto interno bruto. Estos cambios sociales y económicos dieron paso, desde finales del siglo XIX, al desarrollo de sistemas que trascendieron lo tecnológico, como el inicio de la electrificación, el motor de combustión interna, tecnologías de comunicación (telégrafo, radio y teléfono, cadenas de montaje) entre otros adelantos y una larga lista de nuevos materiales. Durante este período mejoraron las infraestructuras, las formas de producción y los patrones de consumo que crecieron exponencialmente más allá de las necesidades básicas (Aibar, 2019).

Indudablemente, esta sucesión de procesos hizo que la arquitectura y la ingeniería se beneficiaran de ella. El desarrollo de materiales y el mejoramiento de los ya existentes mediante novedosos procesos produjo avances e innovaciones que incidieron en el diseño y la

construcción de obras civiles, cuya extensión e importancia se hicieron visibles con la irrupción del movimiento moderno en distintos ámbitos y particularmente en arquitectura, cuyo éxito y repercusiones históricas aún perduran. La utilización del hierro y el vidrio en la construcción, moldeados a partir de maquinarias que funcionaban con fuentes de energía provenientes principalmente de combustibles fósiles y del carbón, contribuyeron con las transformaciones de las grandes obras edificadas a través de la sucesión de procesos cada vez más sofisticados. La posibilidad de producir en serie, produjo un cambio en la visión del diseño y la arquitectura al disminuir los tiempos y reducir de manera significativa el desperdicio de materiales.

La numerosa literatura sobre el tema coincide en asociar a la arquitectura moderna el surgimiento de materiales nuevos y/o renovados como el hierro, el acero y el cristal desde el siglo XIX. Sin embargo, no fue hasta avanzado el siglo XX cuando se constituyó un movimiento arquitectónico universal, moderno y exitoso. Para neutralizar el rechazo inicial hubo que pasar por una transición combinando la arquitectura convencional con innovaciones tecnológicas, en lo cual Inglaterra, Francia y los países industrializados se colocaron a la vanguardia. El siglo XIX, con Francia e Inglaterra a la cabeza, fue ejemplo de grandes estructuras de hierro, acero y cristal tipo invernadero, como el *Jardin des Plantes* en París, o el invernadero, *Palm House*, del Jardín real botánico en Londres, con el objeto de proteger del frío las especies vegetales. A menudo el hierro sustituyó parcialmente estructuras de madera, como la cubierta de la Catedral de Chartres en Francia que fue cambiada por una estructura de hierro con revestimiento de cobre, y la cúpula del Capitolio de Washington D.C. sustituida por una realizada con soportes de hierro fundido.

El arquitecto francés Henri Labrouste fue de los primeros en concebir las posibilidades espaciales de las edificaciones con la incorporación de los nuevos materiales. En sus proyectos

más representativos, como el de la Biblioteca de Santa Genoveva y el de la Biblioteca Nacional de Francia en París, utilizó una estructura de hierro que amplió las posibilidades espaciales interiores al conjugar amplitud y luminosidad. En sus obras, como en las de otros destacados arquitectos, prevalece la combinación de sus innovaciones constructivas con estilos tradicionales. De esta forma buscaban evitar el rechazo de la sociedad de finales de siglo y comienzos del XX. Los mercados públicos fueron también obras de ensayo de la arquitectura industrializada. *Le Bon Marché* (imágenes 1a y 1b) obra de Gustave Eiffel y Louis Auguste Boileau, sentó un precedente por la transparencia y el efecto dinámico de los puentes elevados ubicados bajo la gran cubierta acristalada.

También *Les Halles Centrales* de Víctor Balldard funcionó como un gran y popular mercado. El conjunto estaba integrado por 12 pabellones dispuestos en pares a lo largo de un gran corredor peatonal longitudinal que remataba en la rotonda circular de la Bolsa de Comercio (Robles Cairo y Calderón Aguilera, 2022).

Desde las primeras manifestaciones conjuntas entre tecnología e historicismo en el siglo XIX, representadas por la obra de piedra combinada con la aplicación de materiales renovados como el hierro, el vidrio y el acero, se fue gestando el movimiento moderno, mediante la ruptura con los estilos anteriores. Se caracterizó por el diseño refinado marcado por el funcionalismo racionalista de líneas simples y el funcionalismo organicista, así como por la ruptura con el neoclasicismo y el ornamento. El concepto global de arquitectura moderna se internacionalizó a la vez que se diferenció del modernismo previo, más orgánico e inspirado en la naturaleza, de formas sinuosas, cuya estética se caracterizó por ser mucho más cargada y ornamental que la arquitectura funcionalista. El modernismo, de gran resonancia, pero menor duración, fue parte de la transición que se desvió del historicismo dominante durante buena parte del siglo XIX y que a la vez se convirtió en la fase inicial del movimiento moderno. En Francia tuvo gran auge y se conoció como *Art Nouveau*. Eugène Viollet le Duc –ar-

Imágenes 1a y 1b. *Maison du Bon Marché*, Paris



Fuente: <https://www.lebonmarche.com/fr/magasin/culture/histoire-lebonmarche>



Fuente: Interior del *Bon Marché*, circa 1900. Fotografía: Albert Chevallon: https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Le_Bon_March%C3%A9_C3%A9_29_Paris_%281875%29.jpg

quitecto francés famoso por sus restauraciones de edificios medievales, como la Catedral de Notre Dame de Paris- es considerado el padre del modernismo y pionero del movimiento Art Nouveau en Europa. Otros ejemplos memorables de modernismo son: Antonio Gaudí en España con una prolífica obra-que destaca, entre otras, por la Catedral La sagrada Familia en Barcelona; Hector Guimard, en Francia, con sus famosas bocas del metro en París y Víctor Horta en Bélgica, con su afamado hotel Tassel, donde

Imagen 2. Hector Guimard. Estación de metro Chardot-Lagash, París



Fuente: https://arthive.com/es/artists/86915~Hctor_Guimard/works/605402~Entrada_a_la_estacin_de_metro_Chardot_Lagash_Pars

Imagen 3. Joseph Paxton. Gran Exposición Universal en el Palacio de Cristal, Londres (1851)



Fuente: <https://aorillasdeltamesis.com/joseph-paxton-el-jardinero-autodidacta-que-ideo-el-crystal-palace/>

integró de manera impecable la estructura forjada de hierro (imagen 2).

No es posible disociar el auge del movimiento moderno en Arquitectura, de los espacios para la experimentación que fueron las exposiciones universales realizadas desde mediados del siglo XIX. Por eso se habla de transición a la modernidad. Estas exposiciones fueron la plataforma donde se reunió el estado de la técnica, de la ciencia y la tecnología. La primera gran Exposición Universal se celebró en el Palacio de Cristal en Londres, en 1851 en la Inglaterra Victoriana (imagen 3).

Obra cumbre de la ingeniería del hierro y el cristal, modular, prefabricada y desmontable, de 82.000 m² de superficie, fue la mayor construcción metálica y la primera en emplear pórticos rígidos, lo cual constituyó una innovación fundamental en el campo del diseño estructural. Su autor, Joseph Paxton, logró una auténtica síntesis entre arquitectura e ingeniería al aplicar el concepto de coordinación modular y la estandarización de componentes. Con sus extensas fachadas de cristal en las que la iluminación jugó un papel primordial, el Palacio de Cristal se convirtió en paradigma de su tiempo e influyó en obras similares, aunque nunca de tanta envergadura, como el Palacio de Cristal de Nueva York de la misma época (Bertozzi, 2021).

La Exposición Universal de París, realizada en 1889, celebró el centenario de la Revolución Francesa y el potencial de la industria nacional. Contó con una extensión de cincuenta hectáreas, con galerías que ocupaban parte del Campo de Marte, coronadas con cúpulas monumentales y pabellones dispersos por los jardines. Marcó época con dos gestas innovadoras basadas en el uso del metal: el edificio más grande del mundo, la Galería de las Máquinas, con una extensión de 40.000 m² sin ningún punto de apoyo, y la torre Eiffel, (imagen 4), la más alta del mundo. La Galería fue desmontada. La Torre Eiffel se conservó, gracias a su creador y constructor, Gustave Eiffel (imágenes 5a y 5b) (Lemoine, 2020).

Imagen 4. Torre Eiffel París, Arq. Gustave Eiffel, Francia (1889)



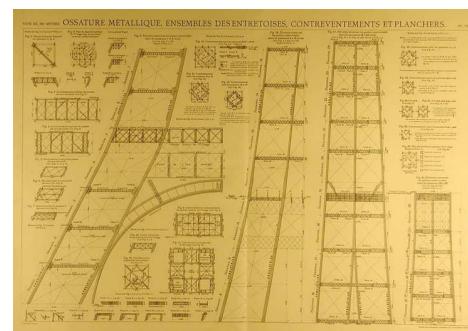
Fuente: https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Tour_Eiffel_3c02660.jpg

Exponer mundialmente la evolución de la técnica y la incorporación de materiales renovados facilitó la realización de grandes obras que respondieron a amplias necesidades de las nuevas sociedades, particularmente en Europa al igual que en otras latitudes como Estados Unidos de América. La posibilidad de cubrir grandes luces con las nuevas estructuras y de tener enormes espacios iluminados naturalmente, representó un cambio cuantitativo y cualitativo que se exhibió a gran escala en las grandes exposiciones universales, precursoras de la arquitectura moderna como movimiento cosmopolita.

Auge y declive del movimiento moderno en arquitectura. La Bauhaus como síntesis

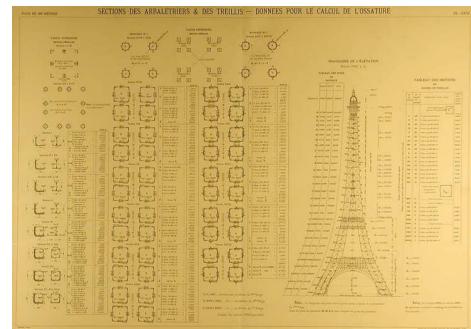
El objetivo primordial de la arquitectura moderna era aproximar el diseño al funcional-

Imágenes 5a y 5b. Copia de los planos originales realizados por Gustave Eiffel, tomadas del libro *La Tour de 300 mètres*, Ed. Lemercier, Paris 1900



Fuente: <https://www.toureiffel.paris/en/the-monument/history>

miento de las máquinas mediante la industrialización y la producción en serie. Sin embargo, fueron muchos los estilos que conformaron este movimiento arquitectónico, los cuales fueron tomando forma en 'La Bauhaus', escuela alemana de arquitectura, diseño, artesanía y artes fundada por Walter Gropius en la ciudad de Weimar, Alemania en 1919. Según su fundador, la revolución industrial priorizó la eficiencia y desvalorizó la estética por lo que el individuo en vez de liberarse de la labor manual terminó cautivo de una sociedad caótica y divisoria con ingenieros sin intereses estéticos y artistas desconocedores de los métodos productivos. Consideraba que las ideologías académicas mataban la creatividad, cuyo resurgimiento se daría como parte de un proceso teórico y práctico experimental. El diseño, que abarcaba desde edificaciones hasta mobiliario y objetos, debía reflejar su propósito y función, traducido en una belleza *per se*, carente de ornato.



Su iniciación en medio de las secuelas de la Primera Guerra Mundial la condujo a asociarse con ideas de humanismo moderno. A medida que se desarrolló se fue consolidando la idea central de que “la forma sigue a la función” corolario que pretendía mejorar la calidad de vida de los ciudadanos a través de su hábitat. Anteriormente ya se habían gestado estilos como De Stijl, en 1917, en los Países Bajos, que simplificó el diseño a formas simples y colores esenciales, con elementos horizontales y verticales de color negro, blanco y colores primarios. Fue difundido por la revista del mismo nombre del diseñador holandés Theo van Doesburg. Paralelamente, surgió el constructivismo que combinó la innovación tecnológica con una influencia futurista rusa asociada al socialismo soviético, así como el estilo expresionista en países europeos, el cual exploró la utilización de nuevas técnicas con el acero, ladrillo y vidrio. El minimalismo evolucionó a partir de los movimientos De Stijl y Bauhaus de la década de los años 1920-1930, al hacer énfasis en el uso de elementos de diseño simples, contrapuestos a la ornamentación y decoración propias del neoclasicismo. Otro factor expreso en la innovación que implicó este alejamiento de los conceptos clasicistas fue, como ya observamos, el uso del acero, el concreto armado y el vidrio. Entre sus máximos exponentes destaca Ludwig Mies van der Rohe, cuya arquitectura proponía llevar el diseño a su esencia, mediante formas geométricas puras, materiales lisos, repetición y líneas limpias. El estilo internacional, por su parte, refiere la era en la que el movimiento moderno europeo se extendió por todo el mundo, especialmente en Estados Unidos, expresándose en sus rascacielos monolíticos con muros cortina.

Una de las corrientes más importantes del movimiento moderno, surgida en la década de los cincuenta, la constituye la arquitectura brutalista, caracterizada por el uso de hormigón a la vista, formas geométricas imponentes y una estética funcionalista. En sus inicios se atribuye a los arquitectos británicos Alison

y Peter Smithson, quienes –a diferencia de la universalidad promulgada por la Bauhaus, representada por un hombre-tipo: “El Modulor”– defendían el sentido de identidad, la diversidad cultural, la tradición, las precedencias ambientales, etc.

Derivado del término *Béton brut*, el hormigón en bruto fue asociado con Le Corbusier y caracterizado por mostrar en obra limpia y belleza los materiales considerados más nobles. Así fue reseñado por el crítico de arquitectura británico Reyner Banham en su ensayo para la *Architectural Review*, “El nuevo Brutalismo” en 1955. Con este enfoque se resaltaban los materiales y la estructura, protagonistas expuestos de las edificaciones conjuntamente con espacios luminosos y ventilados, creando una conexión con el entorno. Las edificaciones destacan por su monumentalidad y la utilización de formas geométricas, superficies lisas y colores monocromáticos.

El brutalismo conquistó muchos países, siendo apreciado y cuestionado hasta el día de hoy. No solo se utilizó en proyectos de gran escala, también en piezas únicas. Además de Le Corbusier, lo acogieron el húngaro Erno Goldfinger, los estadounidenses Louis Kahn y Mies Van der Rohe, el finlandés Alvar Aalto, entre otros. Como estilo ha dejado huella en la arquitectura contemporánea, influyendo en diseñadores y proyectos que buscan reinterpretar su estética y principios estructurales, combinándolos con enfoques más cálidos y sostenibles, mediante proyectos que lo reinterpretan con materiales locales y técnicas modernas.

¿Cómo se forjó el movimiento moderno en arquitectura? En el periodo transcurrido entre el decorativismo recargado del siglo XVIII y los edificios racionales sin adornos y funcionales del siglo XX, surgieron precursores del movimiento moderno, como Adolf Loos y Joseph Hoffman, cuyas brillantes trayectorias brindan luces para comprender tanto la relevancia como las discrepancias de aquel momento, y su evolución hacia las tendencias actuales.

Adolf Loos, figura carismática de la sociedad vienesa de comienzos del siglo XX, militó en contra del ornamento y del historicismo. Introdujo el principio de racionalidad y minimalismo en arquitectura y creó una nueva distribución de los espacios para preservar la privacidad. Sin Loos no se comprendería el racionalismo, el funcionalismo y el carácter emblemático de la Bauhaus. Consideraba la falta de ornamentos en arquitectura como un signo de fuerza espiritual que elevaba a las demás artes a una altura imprevista. Desde su punto de vista, el retorno a la decoración era un retroceso en arquitectura que llevaba al derroche de recursos en falsos lujos, además de considerar el mueble como un objeto funcional y práctico que había que adaptar a la vida moderna. La evolución de la cultura era, según Loos (1908), proporcional a la desaparición del ornamento en los objetos utilitarios.

Sus ideas sobre racionalidad y ausencia de ornatos fueron incomprendidas por la mayoría, sin embargo, sus conceptos fueron acogidos y refinados por Le Corbusier y por Mies Van Der Rohe, así como por otras figuras del movimiento moderno vinculados a la Bauhaus. Una de sus mejores obras, la 'Villa Mulleren' en Praga, es contemporánea con la 'Villa Savoie' de Le Corbusier en Poissy, en las afueras de París y con la 'Villa Tugendhat' de Mies Van Der Rohe en la ciudad de Brno, en la actual República Checa. Las tres se terminaron de construir en 1930 (imágenes 6a, 6b y 6c).

Sus proyectos atemporales, criticados en la época por considerarlos como inacabados, hacen de su obra uno de los pilares fundamentales del movimiento moderno en arquitectura. Sus líneas sobrias conformaban espacios amplios y confortables. Sus edificios siguen siendo actuales en cuanto a forma y espacio, además de haber logrado el objetivo de adaptarse a distintas épocas y a la vida de las personas que residen en ellos.

Joseph Hoffmann, por su parte, se dio a conocer a comienzos del siglo XX, inspirado

Imagen 6a. Villa Mulleren (1930). Adolf Loos



Fuente:<https://www.archdaily.cl/cl/972866/adolf-loos-y-los-inicios-del-modernismo-europeo>

Imagen 6b. Villa Savoye (1931). Le Corbusier



Fuente: Fotografía cortesía de Iván González Viso

Imagen 6c. Villa Tugendhat (1930). Mies Van der Rohe



Fuente: <https://www.tugendhat.eu/>

en el movimiento artístico inglés y escocés Arts and Crafts liderado por William Morris, reconocido arquitecto inglés. Esta tendencia reivindicadora de la artesanía y crítica de la

industrialización, incluía técnica y arte en el proceso creativo de diseño aplicable a todos los ámbitos de la vida. También ejerció influencia sobre Hoffman el arquitecto escocés Charles Rennie Mackintosh, exponente del *art nouveau* escocés, quien cuestionaba la deshumanización del trabajo mecanizado. Hoffmann, cuya obra buscaba resaltar la belleza al combinar el estilo neoclásico con un toque Art-Déco, armonizaba columnas estriadas e innovaciones de la modernidad. Su apreciación como arte de los objetos de uso cotidiano lo enfrentó a Loos, para quien el objeto artesanal de uso corriente era tan superfluo como el ornamento. Hoffmann tenía como lema la frase: "Es mejor trabajar en un objeto durante diez días que producir diez objetos en un día" (Sarnitz, 2007). Entre sus obras maestras arquitectónicas resaltan el Sanatorium Westend en Purkersdorf, cerca de Viena, y el Palacio Stoclet en Bruselas (Patrimonio mundial de la UNESCO) (imagen 7).

Hoffman combinó la sencillez de la producción hecha a mano con un ornamento estético refinado sin descuidar la función, por lo que se le considera un genuino precursor del movimiento moderno. Así como con Loos se gestaba una tendencia continental, Charles Mackintosh, y Josef Hoffmann –críticos de la industrialización a ultranza– reivindicaban la estética y el arte.

La trayectoria de estos y otros precursores en su búsqueda para dar respuestas y adaptarse a los nuevos tiempos de cambios tecnológicos e industrialización, marcó el camino que llevó a la Bauhaus, escuela que transformó una época en el arte, la técnica y la arquitectura al crear las bases del diseño moderno y que se inició con la idea de fusionar todas las artes y estimular la producción de objetos minimalistas, funcionales y de líneas puras.

La escuela buscaba en la era industrial una nueva expresión artística que fuera más allá de la sustitución del ornamento por la forma abstracta como base estética del diseño industrial. La idea era que el arte y la técnica se unificaran de manera acorde a su tiempo. Gropius pretendía modelar a un nuevo diseñador industrial fuera de la academia rígida y teórica de las escuelas de artes y oficios, cuyo pragmatismo no admitía la posibilidad de mejorar la calidad del diseño. De allí surgió su propuesta pedagógica de unir las dos escuelas para lograr una formación integral. La nueva escuela alcanzó una síntesis estética mediante la integración de todos los géneros del arte con las artes aplicadas y la técnica, bajo la preeminencia de la arquitectura. Su sede, diseñada en 1925 por Walter Gropius, fue uno de los grandes emblemas de la arquitectura moderna (imagen 8).

Imagen 7. Palacio Stoclet de Josef Hoffmann en Bruselas (1905)



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Palacio_Stoclet#/media/Archivo:20120923_Brussels_PalaisStoclet_Hoffmann_DSC06725_PtrQs.jpg

Imagen 8. Edificio de la Bauhaus en Dessau, Alemania (1925-1926)



Fuente: https://en.wikipedia.org/wiki/File:6265_Dessau.JPG

El estilo Bauhaus se convirtió en una de las corrientes más influyentes en la arquitectura moderna. Repercutió en el modo en que se enseñaba el arte y la artesanía. Esta escuela moldeó los fundamentos del diseño industrial y gráfico y experimentó con las nuevas tecnologías industriales. Gropius reforzó la unión entre el arte y la técnica, con la elaboración de modelos para la industria. Se incorporaron ideas para solucionar los problemas de la vivienda social a través de todas las formas de racionalización e industrialización posibles. En 1933, con la llegada al poder del nazismo, la escuela cerró sus puertas, pero al emigrar la mayoría de sus profesores a Estados Unidos y a otros países, subsistieron sus enseñanzas en arquitectura, publicidad, fotografía y bellas artes, diseño industrial y gráfico. Eran saberes para los nuevos tiempos (Bürdek, 1999).

El movimiento moderno y la vivienda social

Mientras arquitectos como Frank Lloyd Wight y Alvar Aalto desarrollaron una arquitectura orgánica contrapuesta en parte al estilo internacional de Le Corbusier y Mies Van der Rohe, estos acogían un funcionalismo preciso, expresado en la Carta de Atenas, manifiesto urbanístico ideado en el IV Congreso Internacional de Arquitectura Moderna (CIAM) y publicado en 1942 por Le Corbusier y Jeanne de Villeneuve. De allí que el movimiento moderno avanzó durante la segunda postguerra europea estimulado por el propósito de la reconstrucción. En medio de este debate, la tendencia “brutalista” fue utilizada entre otras para la reconstrucción durante la postguerra. La *Cité Radieuse*, vivienda social diseñada por Le Corbusier (imágenes 9a, 9b y 9c) fue un ejemplo que destacaba la estética del hormigón, la funcionalidad de los espacios habitables y la austeridad como propósito social, sin perder la calidad espacial mediante la creación de espacios luminosos, ventilados y amplios.

Imágenes 9a, 9b, 9c. *La Cité Radieuse*, Le Corbusier, Briey-en-Forêt, Francia (1947-1952)

9a



9b



Conjunto de “células” de habitación que se distinguen por sus ventanas cuadradas y la torre “técnica” que protege la maquinaria de ascensores. Fotografías: Pascal Volpez

Fuente: <https://www.itinerairesdarchitecture.fr/ficheop.php?id=602> (© Le Corbusier, cité radieuse © F.L.C. / Adagp, Paris, 2014).



Pasillos interiores animados con colores primarios. Fotografía: Karine Thilleul

Fuente: <https://www.itinerairesdarchitecture.fr/ficheop.php?id=602> (© Le Corbusier, cité radieuse © F.L.C. / Adagp, Paris, 2017).

Se pretendía un enfoque funcional y racional a través de la separación de las áreas de trabajo, vivienda, recreación, ocio y vialidad en las ciudades, así como los recursos de la técnica moderna para definir de ser necesario altas densidades, con el propósito de liberar los terrenos para áreas verdes, acceso a la luz solar y buen transporte público. Esta proclamación tuvo gran influencia en Europa y tras la segunda guerra mundial se reflejó en la construcción de grandes conjuntos residenciales, proyectados de acuerdo con los postulados del Movimiento Moderno con el objetivo de solventar la escasez crítica de viviendas utilizando las nuevas herramientas y técnicas plasmadas en los CIAM, cuyo apoyo a la estandarización y la prefabricación, permitiría construir mayor cantidad de edificaciones en menos tiempo (Le Corbusier, 1992).

Las ventajas cuantitativas de la vivienda social colectiva no bastaron para desmontar las objeciones concernientes a problemas de calidad no resueltos. Se centraron en la necesidad de producir masivamente, en serie y con mayor rapidez, y acogieron los principios de la industrialización esbozados en la Carta de Atenas, los cuales fueron cuestionados por considerar

que a pesar de las grandes líneas trazadas no resolvían problemas básicos de habitabilidad. La merma de los estándares de calidad de vida en estos conjuntos urbanos impidió valorar la indiscutible disminución del déficit habitacional. Por su parte, los planes urbanos utilizaron el concepto de unidad vecinal, como base, en ciudades del Oeste y del Este al compartir el espíritu de la Carta de Atenas.

Un ejemplo significativo de lo anterior lo constituye los conjuntos residenciales realizados en Europa en los años sesenta del siglo pasado. Su carácter monolítico en bloques horizontales o verticales, organizados en una rígida retícula, la rigurosa estandarización con base en los principios racionalistas de los CIAM, les valió arduas críticas. Posteriormente, en la planificación urbana de los países socialistas sobresalió igualmente la unidad vecinal, cuyos conjuntos se edificaron en función de las mismas reglas del urbanismo moderno que acogió previamente el bloque occidental. Praga fue otro campo de experimentación similar con sus conjuntos residenciales, algunos de mayor calidad que los del resto del bloque socialista (Monclús y Diez, 2015) (imágenes 10a y 10b).

Imagen 10a. Edificio de vivienda construido durante la posguerra en Berlín. Fotografía: Malte Brandenburg



Fuente: <https://vein.es/stacked-la-belleza-arquitectonica-de-berlin/>; www.maltebrandenburg.com

Imagen 10b: Viviendas sociales en Burdeos (Francia)



Fuente: https://www.archdaily.cl/cl/914815/transformacion-de-530-viviendas-sociales-grand-parc-bordeaux-ganador-del-eu-mies-award-2019/5cadd09c284dd19a91000016-grand-parc-bordeaux-wins-2019-eu-prize-for-contemporary-architecture-mies-van-der-rohe-award-photo?next_project=no

Las ciudades nuevas de la periferia que acogían estos conjuntos con su nuevo concepto de unidad vecinal respondieron en general de forma radical a los principios del movimiento moderno. Este programa de construcción masivo consiguió solucionar en gran medida los problemas de vivienda de la época. La respuesta concreta fue esencialmente cuantitativa tanto en Francia como en el resto de Europa: "las viviendas de alquiler moderado" (conocidas como "*habitation à loyer modéré*", HLM por sus siglas en francés). Pese al resultado, estas edificaciones demostraron sus limitaciones: exceso de mecanización, edificios tipo, repetitivos, con viviendas estándar, pérdida de la escala humana y la consecuente deshumanización de los espacios (Moya et al., s.f.) y aunque en el corto plazo se resolvió en parte el déficit de viviendas, prevaleció la idea del fracaso de estas experiencias, entre otras razones por el grado de estandarización, que produjo viviendas tipo, descontextualizadas y monótonas que incumplieron estándares mínimos de habitabilidad en aras de la rapidez de ejecución y el bajo costo. Se colocó un alto valor en las capacidades tecnológicas y de experimentación, quedando de lado los aspectos de calidad y bienestar de sus habitantes, en contraste con los principios teóricos esbozados. El carácter internacional se entendió como una falta de identidad, de manera que la misma arquitectura homogénea se extendió a lo largo y ancho de Europa del Este y del Oeste y se realizaron planteamientos ideológicos poco realistas sobre la incidencia de estas obras en una mayor justicia social. De allí la crítica por la falta de respuestas reales a los ideales de calidad de vida y mayor desarrollo que se lograrían a través de la racionalidad, la tecnología, el funcionalismo y la estandarización, que además superaría el déficit de viviendas y el hacinamiento, mediante la producción masiva en serie. A esto se agregaron nuevos problemas más recientes asociados a la tecnología, como la baja eficiencia energética y dificultad

de mantenimiento de esos grandes conjuntos. En el camino, algunos de estos conjuntos fueron implosionados por la imposibilidad física y económica de renovarlos.

A manera de corolario es prudente preguntarse cuáles de los aspectos del movimiento moderno en arquitectura pueden y deben recuperarse, cuál es su legado y cómo gestionar hoy en día los espacios públicos. Se requiere un análisis objetivo de aquellos aspectos que marcaron un hito histórico, así como de los asuntos controversiales respecto a la vivienda social masiva. Cualquier respuesta debe incorporar una variable esencial como es el cambio climático y tomar en cuenta el cambio de paradigma que representa la sociedad del conocimiento y de la información, cuyas repercusiones en el planeta global implican nuevas necesidades y exigencias arquitectónicas y urbanísticas en cuanto a prioridades y, por tanto, nuevas metas y objetivos a alcanzar.

Arquitectura contemporánea y sostenible: innovación frente al cambio climático y el rol de las nuevas tecnologías de la información

El siglo XX fue un laboratorio de estudio de los cambios acaecidos por la intervención de la mano del hombre y su talento creativo en la arquitectura mundial, pero mostró a su vez la capacidad de la tecnología de producir en ciertos casos impactos perjudiciales en el espacio y tiempo, lo cual se tradujo en que se culpara con críticas generalizadas al movimiento moderno dando lugar a nuevos planteamientos arquitectónicos.

A partir de la década de los años sesenta y setenta surgió una arquitectura que reaccionaba contra la austeridad, la rigidez y el funcionalismo. Reaparecieron formas nuevas eclécticas, con la vuelta al uso de elementos decorativos y referencias históricas. Se descartó la lógica funcional en aras de formas expresivas y artísticas. Algunos de los arquitectos más destacados del

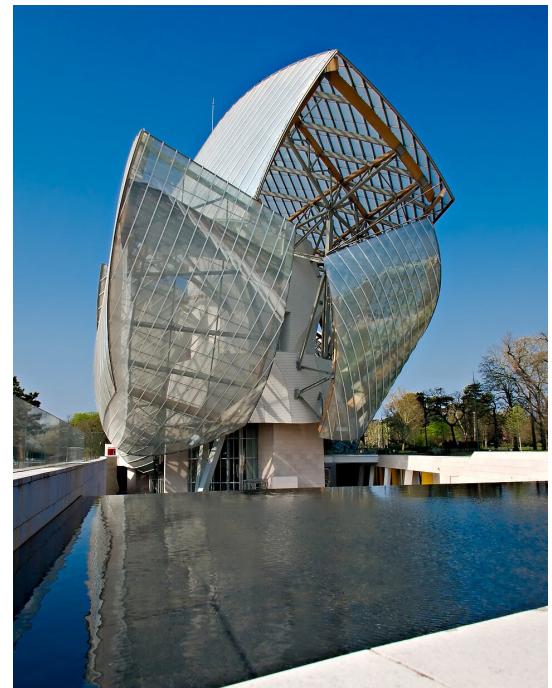
movimiento posmoderno como Robert Venturi, Michael Graves o Philip Johnson, rechazaron la simplicidad de las formas de la arquitectura moderna y reivindicaron su complejidad, al combinarla con formas clásicas supuestamente superadas. Promovieron la diversidad de estilos e influencias como algo enriquecedor de la cultura. Cuestionaban la idea de progreso proveniente de la modernidad, movimiento al que consideran sobredimensionado en sus capacidades sociopolíticas más allá de lo arquitectónico. Asimismo, notorios arquitectos contemporáneos como Frank Gehry han sido grandes críticos de la arquitectura moderna de la postguerra por considerarla sosa, fría e impersonal. Gehry defiende diseños expresivos y aunque su planteamiento pretende equilibrar forma y función desde un diseño emocional, no siempre lo logra. Algunas de sus obras como el Museo Guggenheim de Bilbao o el edificio sede de la Fundación Louis Vuitton en París (imágenes 11 y 12), carecen de ese acoplamiento que se daba en el modernismo en el que la función precedía a la forma de manera magistral.

La primera arquitectura posmoderna se caracterizó por no poseer un marco unificador

que la identificase. Se le ha atribuido centrarse más en la apariencia y en la forma que en los aspectos cualitativos, descuidando la funcionalidad y la habitabilidad para crear espacios habitables y confortables. La arquitectura se mantiene como obra singular, con sus atributos relacionados con el punto de vista de cada arquitecto en particular.

Al presente, después de un corto periodo de apogeo de esta arquitectura posmoderna iconoclasta, ha surgido una arquitectura menos agresiva. La aplicación de las nuevas tecnologías de la información y del conocimiento ha propiciado cierta continuidad e integración entre lo moderno y lo contemporáneo, a cuyos principios se agrega la sostenibilidad y la calidad con base en exigencias ampliadas y actualizadas en función de las condiciones preexistentes. Ante el cambio climático y la instauración de la era digital, en arquitectura

Imagen 12. Edificio sede de la Fundación Louis Vuitton, París (2014). Frank Gehry



Fuente: Fotografía Piotr Ilowicki
[https://en.wikipedia.org/wiki/Louis_Vuitton_Foundation#/media/File:Fondation_Louis_Vuitton_-Paris_\(50569906682\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Louis_Vuitton_Foundation#/media/File:Fondation_Louis_Vuitton_-Paris_(50569906682).jpg)

Imagen 11. Museo Guggenheim, Bilbao (1997). Frank Gehry



Fuente: Fotografía de Naotake Murayama
[https://en.wikipedia.org/wiki/Guggenheim_Museum_Bilbao#/media/File:Museo_Guggenheim,_Bilbao_\(3127324534\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Guggenheim_Museum_Bilbao#/media/File:Museo_Guggenheim,_Bilbao_(3127324534).jpg)

pasaron a ser tendencia la sostenibilidad como condición *sine qua non* y la innovación tecnológica asociada, e incorporaron, además, aquellos aspectos del movimiento moderno cuyos fundamentos y principios se han mantenido vigentes para la creación de espacios acordes al bienestar humano. Este tema remite a una posible revalorización de la modernidad. La cultura posmoderna se cuestiona si aquello que movía la cultura moderna desde la Ilustración sigue o no vigente. Por tanto, si se quieren conservar principios de la arquitectura moderna, se debe entender que ello pasa por distanciarse de algunos de sus criterios fallidos, para poder mirarla desde una perspectiva actual (Calduch Cervera, 2009).

En tal sentido, desde mediados del siglo XX surge una arquitectura vanguardista, con concepciones diversas, exitosas y sustentables, cuyos autores han innovado y a la vez incorporado elementos del movimiento moderno. Entre ellos el reconocido arquitecto Jean Nouvel (1945), ganador del Premio Pritzker por su vasta obra, en la que destaca el Palacio Rhinoceros (Roma, 2018), quien ha creado su propio

lenguaje arquitectónico, en el que se observan rasgos modernistas, posmodernistas y propios, fuera de estilos preconcebidos, de lo cual son clara expresión el Instituto del Mundo Árabe y el Musée du Quai Branly (imágenes 13a y 13b) ambos en París. Sus edificios se diferencian unos de otros, pero presentan como características en común la transparencia, la luz y las sombras. Además, le da gran importancia a su integración armoniosa con el entorno.

El arquitecto japonés Riken Yamamoto (1945), premio Pritzker 2024, es reconocido por haber establecido una conexión entre los ámbitos público y privado y por fusionar la tradición arquitectónica japonesa con una visión contemporánea con contenido social. En edi-

Imagen 13a. Parte del jardín vertical vegetal en la fachada del Musée du Quai Branly (2006). Jean Nouvel



Fuente: <https://www.franciaturismo.net/wp-content/uploads/sites/4/musee-du-quai-branly-esterno-hd.jpg>

Imagen 13b. Instituto del Mundo Árabe (1987). Jean Nouvel. Fotografía: Ricardo Vidal



Fuente: https://www.archdaily.cl/cl/02-265617/clasicos-de-arquitectura-instituto-del-mundo-arabe-jean-nouvel?ad_source=search&ad_medium=projects_tab

Imágenes 14a y 14b. Viviendas Pangyo (2010). Fotografías cortesía de Riken Yamamoto

14a



Fuente: https://www.archdaily.mx/mx/1014049/viviendas-pangyo-riken-yamamoto/65e5dae5d8983c2d9b8b06ee-pangyo-housing-riken-yamamoto-image?next_project=no

14b



Fuente: https://www.archdaily.mx/mx/1014049/viviendas-pangyo-riken-yamamoto/65e5dae5d8983c2ef772cdf1-pangyo-housing-riken-yamamoto-image?next_project=no

Imagen 15. Centro Cultural Heydar Aliyev en Baku, Azerbaiyán (2013). Zaha Hadid. Fotografía Iwan Baan



Fuente: <https://www.archdaily.cl/cl/02-310432/centro-heydar-aliyev-zaha-hadid-architects/52851f2be8e44e524b0001ab-heydar-aliyev-center-zaha-hadid-architects-photo>

cios como Pan-Gyo en Corea del Sur –conjunto de viviendas de baja altura, volúmenes transparentes y cubierta común (imágenes 14a y 14b)– fomenta la interacción entre vecinos.

Los edificios cuentan con espacios de reunión y de juego, además de con jardines y puentes que los conectan entre sí. La transparencia en la forma, los materiales y la filosofía que hay detrás son la base de su visión arquitectónica, que además introdujo un concepto de planificación urbana en el que subraya la evolución como un elemento crucial en el desarrollo.

Por su parte, la arquitecta británica de origen iraquí Zaha Hadid (1950-2016), relevante por su legado, originalidad y su proyección a nivel mundial, cursó estudios de arquitectura y dio clases en Londres en donde estableció su propia firma. Fue la primera arquitecta mujer en ganar el Premio Pritzker en 2004 y la Orden de las Artes y las Letras de la República en Francia, al redefinir los paradigmas arquitectónicos del siglo XXI. Sus proyectos innovadores desafiaron convenciones establecidas al introducir formas y materiales hasta entonces inéditos, combinados de manera singular. Su extensa obra se caracteriza por las formas curvas con diversos puntos de perspectiva y geometría fragmentada, como el Guangzhou Opera House en China (2010), de más de 330 mil metros cuadrados. Las formas curvas de los cuatro volúmenes unidos por pasarelas, transmiten la idea de movimiento y fluidez, organizados en torno a grandes patios interiores que buscan la continuidad de los espacios abiertos. Así mismo el Centro Acuático de Londres, construido para los Juegos Olímpicos de 2012, inspirado por las geometrías fluidas del agua en movimiento. También el Centro Cultural Heydar Aliyev construido en Baku, Azerbaiyán, en 2013 (imagen 15).

La arquitecta de origen libanés Amale Andraos (1973), profesora de la Universidad de Harvard, desarrolla una búsqueda que conecta lo urbano, lo rural y lo natural. Entre sus proyectos destacan un nuevo barrio en la ciudad de San Francisco que recurre a formas curvas

y a vacíos, así como también el Beirut Museum of Arts (imágenes 16a y 16b), donde integra de manera excepcional el interior con el exterior.

Otro conocido arquitecto, Norman Foster, obtuvo fama internacional en 1979 cuando ganó el concurso para diseñar el Hong Kong and Shanghai Bank (imágenes 17a y 17b), cuyo es-

tilo *high tech* lo catapultó a construir por todo el mundo, entre otras: el centro de distribución Renault en el Reino Unido (Imagen 18), el acueducto de Milleau en Francia, el metro de Bilbao, la cúpula del Reichstag en Berlín, los aeropuertos de Hong Kong y Pekín, Metrópolis ecológicas (Masdar City), etc.

Imágenes 16a y 16b. Nuevo Museo de Arte de Beirut (Líbano, 2023). Fotografías: A. Andraos



Fuente: WORKac Selected to Design the New Beirut Museum of Art
<https://www.archdaily.com/908182/workac-selected-to-design-the-new-beirut-museum-of-art>

Imágenes 17a y 17b. Banco de Hong Kong y Shanghai (1986). Foster and Partners



Fuente: <https://www.fosterandpartners.com/projects/hongkong-and-shanghai-bank-headquarters>

Su trayectoria lo hizo ganador en 1999 del Premio Pritzker de Arquitectura. Desde su Fundación, cuya sede se encuentra en Madrid, investiga sobre el futuro de las ciudades, la sostenibilidad del planeta y el poder transformador de la tecnología y la arquitectura (imagen 18).

"The Interlace" es un proyecto de vivienda realizado por Ole Scheeren, socio de la Office for Metropolitan Architecture-OMA, muestra de arquitectura contemporánea en un ambiente tropical, que rompe con la tipología estándar de Singapur de torres de apartamentos verticales y aisladas. Distinguido con el galardón Edificio Mundial del año 2015, está construido en un terreno de ocho hectáreas y posee 170.000 metros cuadrados de espacio habitable con 1040 apartamentos. El aprovechamiento vertical y el trabado modifican la tipología predeterminada usual de las viviendas con el juego de perspectivas, y diversos puntos de vista. Este complejo residencial genera entornos independientes alrededor de patios, parques, piscinas, zonas verdes, etc. (imagen 19).

Todos estos arquitectos que acabamos de mencionar, reconocidos mundialmente, han trascendido el movimiento moderno al combinar algunos de sus rasgos con las necesidades de la contemporaneidad. Sin un estilo determinado han creado una arquitectura orgánica de nuevas formas, conectada con el entorno mediante el hábil uso de materiales renovados combinados con materiales preexistentes. Mas allá de sus predecesores posmodernos, han innovado con una arquitectura en perfecta armonía entre el pasado, la modernidad y el progreso al asumir el retorno de la tendencia civilizadora que tuvo la arquitectura moderna, con una visión mejor pensada para el ser humano. Sus edificios se caracterizan por su estética, funcionalidad y capacidad para crear espacios que conectan a las personas entre sí y con su entorno, con lo cual fomentan el sentido de comunidad. Su compromiso con la sostenibilidad los convierte en un referente en el mundo de la arquitectura contemporánea al establecer relaciones indisolubles con el ambiente. Represen-

Imagen 18. Centro de distribución Renault en Reino Unido (1981). Norman Foster. Fotografía: Richard Davies, cortesía de Foster + Partners



Fuente: <https://www.metalocus.es/es/noticias/icono-high-tech-y-escenario-de-una-pelicula-de-james-bond-renault-distribution-centre-de-foster-sera-rehabilitado>

Imagen 19. The Interlace, Singapur (2013). Ole Scheeren, OMA. Fotografía: Iwan Baan



Fuente: <https://www.archdaily.cl/cl/766765/the-interlace-oma/55498741e58ece423b00001a-the-interlace-oma-foto>

tan, por tanto, un nuevo tipo de arquitectura marcada por la tecnología y sustentable frente al cambio climático, que traspasa su época y –no menos importante– con una presencia creciente femenina entre los nombres más reconocidos mundialmente.

El movimiento moderno inspirado en la industria y los nuevos materiales desechó la arquitectura decorativa y ornamental al romper con el viejo modelo de manera contundente. La arquitectura contemporánea ha incorporado nuevas variables, pero no acepta definiciones preconcebidas. Es parte de un proyecto fundamentalmente sostenible, de bajo consumo energético, que responde a nuevas exigencias de habitabilidad que incluyen diversos ámbitos como el ambiental/espacial, económico, político y social. Una arquitectura audaz e innovadora que admite elementos clave del modernismo, lo cual le da ese carácter atemporal del cual hablaba Adolf Loos, a la vez que una identificación local relacionada entre otras variables con una que ha alcanzado una importancia proverbial, el clima de su entorno por sus variaciones e influencia en la vida humana.

Diseñar y construir con la doble visión de contribuir con la reducción del recalentamiento global y lograr calidad de vida y confort representa uno de los retos esenciales del arquitecto de hoy. Las edificaciones y el urbanismo son modificadores de un medio ambiente que se ha vuelto cada vez más hostil, lo cual hace del cambio climático una variable crucial para el diseño. De allí que la producción de edificaciones en el siglo XXI, busque como objetivo primordial abogar por una arquitectura sostenible en el tiempo, que responda a criterios de habitabilidad.

La habitabilidad –término definido entre otros por Habitability Research Group, grupo de habitabilidad de la Nasa en 1988– se explica como la medida del grado con el cual un ambiente determinado promueve el bienestar, la productividad y el comportamiento deseado

en cierta situación de sus ocupantes. Bienestar que depende de la sustentabilidad de la propuesta, es decir, de la capacidad de la misma de responder de manera adecuada tanto a los aspectos técnicos como ambientales, sociales y económicos en un contexto determinado, sin menoscabar los recursos energéticos y sin hipotecar el futuro. Es por ello que la gestión de la utilización de los recursos naturales para la conservación y buen uso de la energía en el ámbito edilicio, debe responder a requerimientos de habitabilidad garantizados por normas actualizadas y vigentes y se relaciona directamente con los criterios dictados por los organismos internacionales a quienes compete legislar sobre cambio climático.

Mientras el mundo hace inmensos esfuerzos en este sentido, debe enfrentar a quienes niegan que la mano del hombre está involucrada en el cambio climático. En el debate, los escépticos argumentan que las teorías científicas están sesgadas políticamente, impulsadas por el activismo medioambiental y no por estadísticas ciertas. A los negacionistas se les dificulta distinguir las causas reales que nos aporta la ciencia y la tecnología para entenderlos y así separar lo falso de lo verdadero. La provisionalidad de la ciencia cuyos preceptos son susceptibles de cambio por el avance de la misma ciencia, genera dudas en quienes buscan explicaciones acordes a intereses y visiones de la vida más cercanas a lo religioso o a la fe. Las proclamas científicas, al no ser certezas absolutas, generan incertidumbre y esto es inevitable en la vanguardia del conocimiento. Las contradicciones emergen y cuentan con el uso de las redes digitales como un medio en el cual agruparse y promover conjuntamente teorías sin sustento que encubren con hipótesis seudocientíficas y aseveraciones falsas o descartables por su falta de comprobación (Achenbach, 2024).

Afortunadamente, los esfuerzos científicos y la búsqueda de consenso internacional no se

detienen y las tecnologías avanzadas ya intentan desarrollar formas de detectar las noticias e informaciones falsas y así evitar su circulación generalizada obligando al pago de un alto costo moral por su divulgación y falta de comprobación.

El cambio climático es una realidad que ha sido comprobada con hechos y analizada por diversos científicos reconocidos de todo el mundo, que han comprendido la imperiosa necesidad de frenar el calentamiento global y así evitar una catástrofe mundial. En efecto, al ser el mundo más cálido, producto de las emisiones de gases de efecto invernadero, el aire admite más humedad y se intensifica la pluviosidad, junto con otros aspectos como un mar cada vez más caliente y con más energía para alimentar las tormentas, huracanes y desastres naturales en general.

Algunas consecuencias comprobables son el derretimiento del Ártico en los Polos a una mayor velocidad que lo estimado en los modelos, así como sequías e inundaciones, menos disponibilidad de agua, aumento de huracanes, etc. Un caso reciente es el incremento de fenómenos meteorológicos como la DANA: Depresión Aislada en los Niveles altos de la Atmósfera que se ha separado totalmente de la circulación general de la atmósfera generando intensas corrientes que se desplazan a gran velocidad, como la corriente Polar, que genera el embolsamiento de aire frío ciclónico. Este fenómeno es potencialmente peligroso en la zona mediterránea por su calidez y humedad en verano, pues al favorecer más nubosidad genera mayor pluviosidad por el aumento del gradiente térmico que crea gran inestabilidad atmosférica con el resultado de lluvias torrenciales e inundaciones, como sucedió recientemente en Valencia, Andalucía y Extremadura en España (Gómez, 2024).

Un fenómeno similar e incluso más potente ocurrió en el litoral venezolano de La Guaira en 1999 causando miles de fallecidos y damnificados, debido a la desaparición de pueblos

enteros bajo el agua y el barro. Hubo una confluencia de factores atmosféricos que crearon una vaguada de baja presión sobre la cordillera de la costa, un estancamiento sobre esta área de las masas de aire cargadas de humedad, y una alimentación de vapor de agua desde el Caribe, lo cual explica la larga duración de las lluvias y su altísima intensidad. Esto ocasionó una inestabilidad atmosférica que produjo lluvias anormales y recurrentes en las costas del Litoral Central como consecuencia del desplazamiento de una masa de aire frío de las altas latitudes que originó una vaguada de altura con restos del frente frío. En esa oportunidad el fenómeno tuvo una magnitud nunca vista antes y produjo daños incalculables tanto desde el punto de vista de la pérdida de vidas humanas como de la destrucción de bienes materiales. La geografía del estado Vargas (hoy estado La Guaira) cambió profundamente; también en otros sectores de la costa venezolana del Caribe se produjeron modificaciones muy importantes (Cárdenas Colménér, 2000).

Estos fenómenos generalmente se acompañan de acciones inadecuadas como ocupación por el hombre de zonas peligrosas, la tala de los árboles de las laderas o la modificación de taludes naturales con la apertura de vías y construcciones que generan mayor vulnerabilidad. Así mismo, al ser manifestaciones climáticas inéditas, no se toman las precauciones necesarias para adelantarse al siniestro. De allí la importancia del conocimiento y la ubicación del problema a fin de legislar al respecto y actuar en consecuencia.

Los retos fundamentales del cambio climático han sido señalados sistemáticamente por los diversos organismos creados para tal fin y estos demuestran la elevada probabilidad de que acciones humanas como que la quema de combustibles fósiles haya sido la causa principal de ese calentamiento desde mediados del siglo XX, por lo que la arquitectura y los arquitectos juegan un papel crucial en la creación de un futuro más sostenible y resiliente.

La Organización Meteorológica Mundial (CMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (ONU 1988 y 2024) establecieron en 1988 el Grupo Intergubernamental de Expertos para el Cambio Climático (IPCC) con el objetivo de evaluar toda la información sobre el cambio climático proveniente de los estudios e investigaciones de los científicos del mundo. En tal sentido la Organización Meteorológica Mundial ha informado que los gases efecto invernadero (dióxido de carbono, metano y óxido nitroso) alcanzaron nuevos máximos históricos en 2023 y 2024 y por ello –teniendo en cuenta el tiempo que dura el CO₂ en la atmósfera– considera que los niveles actuales de temperatura se mantendrán durante décadas incluso si las emisiones se redujieran (y se estima que continuarán aumentando en los próximos años si no se actúa a tiempo). Según el último informe, la acumulación de CO₂ es cada vez más veloz, con un aumento de más de 10% en dos décadas, lo cual significa que es muy remota la posibilidad de alcanzar los objetivos del Acuerdo de París de limitar el calentamiento global a menos de 2°C respecto a los niveles preindustriales e incluso a 1,5°C si fuera posible. Por su parte el informe del servicio de cambio climático “Copernicus” de la Unión Europea ha señalado el año 2024 como el más cálido jamás registrado y el primero con un calentamiento que supera un aumento de 1,5°C.

A falta de un avance significativo durante las sucesivas Conferencias de las Partes conocidas como COP (Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático), se han introducido nuevos elementos a considerar, como el financiamiento de la mitigación y de la adecuada adaptación al cambio climático. La COP 28, celebrada en 2023 en Dubái, decretó el fin de la era de los combustibles fósiles y pidió sentar las bases para una transición hacia energías renovables mediante una eliminación progresiva de los subsidios. Se evaluó el progreso de los objetivos de París y se planteó la reducción de las

emisiones en un 43%. Se acordó triplicar las energías renovables y duplicar las mejoras en eficiencia energética para 2032. Aunque ha habido avances, los logros siguen siendo parciales. La COP 29, realizada en noviembre de 2024 en Baku, Azerbaiyán, se clausuró con una nueva meta de financiamiento para ayudar a los países en desarrollo a proteger a su población y sus economías contra los desastres climáticos, y a compartir los enormes beneficios del auge de las energías limpias. Todos los países deben presentar planes climáticos que abarquen todos los gases de efecto invernadero y todos los sectores, para mantener el límite de calentamiento a menos de 1,5°C. Se hizo énfasis en la necesidad de más acciones concretas como la evaluación y ayuda por pérdidas y daños para los países en desarrollo y la instrumentación de medidas de concientización y presión hacia los países desarrollados que presumen que los objetivos de desarrollo sostenible son contrarios al crecimiento económico (Unesco, 2005)

Las exigencias cada vez mayores para reducir el calentamiento global y el hecho de que países con el mayor consumo de energías fósiles, como Estados Unidos, China e India sean los que más cuestionen la reducción del consumo, impone con urgencia buscar formas de no afectar el crecimiento económico con la disminución del gasto energético. En tal sentido, para llevar a cabo las acciones correspondientes existe un potente recurso en las nuevas tecnologías digitales de la información y el conocimiento, las cuales están redefiniendo la economía global al impulsar una era de cambios comparable a la de la revolución industrial. En la sociedad del conocimiento se desarrollan las capacidades para producir e integrar nuevos discernimientos con el acceso a la información, los datos y una vasta gama de conocimientos prácticos. Esta era inédita se apoya en la capacidad de proporcionar nuevos instrumentos del saber –como la inteligencia artificial– para innovar constantemente en el conjunto de las actividades humanas.

La era digital abre un mundo de posibilidades en las ciudades y en su arquitectura a la vez que marca un cambio en el modelo industrial y social. La aplicación de las tecnologías digitales en arquitectura comienza a dominar las tendencias mundiales por sus grandes ventajas, como el hecho de haber pasado de un modelo analógico limitado a lo presencial, a un modelo digital, con mayores posibilidades a distancia. Con cada uno de los avances tecnológicos, los arquitectos se ven animados a adaptarse continuamente y a modificar su forma de trabajar, ya que además de facilitar el trabajo y los procesos constructivos, consiguen mejorar la calidad de vida de la ciudadanía, creando un bienestar generalizado. La arquitectura, al cruzar esta frontera e incorporar la tecnología a sus procesos de diseño y construcción, pasa a ser inteligente, eficaz y dinámica. Esta fusión entre la tecnología y la arquitectura está transformando nuestros espacios y nuestra forma de pensar. Desde sistemas de iluminación inteligentes hasta la aplicación de la inteligencia artificial y el internet de las cosas, estamos en el umbral de una nueva arquitectura, capaz de adaptarse y comunicarse con nosotros a niveles apenas imaginados.

Los sistemas digitales permiten la creación de diseños complejos y precisos además de facilitar la simulación y el modelado de edificaciones y su entorno. En constante evolución, la tecnología se ha convertido en aliado fundamental para el desarrollo de una arquitectura cuya concepción bioclimática, pensada para el bienestar humano y la preservación del planeta, le otorga un papel crucial al lado de la ciencia.

La construcción automatizada, la robótica y la impresión 3D están cambiando la forma de construir edificaciones. Estas tecnologías con especial énfasis en lo económico, la seguridad, el ahorro energético y el confort, permiten una mayor eficiencia, reducen los tiempos de construcción y disminuyen los residuos. La Inteligencia Artificial contribuye con el diseño arquitectónico y permite a los arquitectos

analizar datos y patrones de manera eficiente y sostenible. Es una herramienta de diseño sofisticada que puede mejorar el bienestar de los ocupantes, resaltar elementos arquitectónicos como la iluminación y optimizar el consumo de energía.

La domótica, el diseño paramétrico, son técnicas complementarias de diseño digital que permiten manipular el modelado y la organización de los materiales para crear estructuras complejas. El BIM es una tecnología que permite la creación de modelos digitales tridimensionales de edificaciones con información detallada sobre todos los aspectos del edificio, desde el diseño hasta la construcción y el mantenimiento. La realidad aumentada AR y la realidad virtual VR se utilizan para visualizar diseños arquitectónicos en un entorno tridimensional. Los drones cumplen la función de inspección y supervisión de construcciones: pueden tomar imágenes aéreas y proporcionar datos precisos sobre el progreso de un proyecto. Estas tecnologías, además de mejorar la eficiencia y la precisión en el diseño y la construcción, promueven prácticas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente (ORT, 2024).

Un caso emblemático es la vuelta de la prefabricación a la luz del cambio climático y de las nuevas tecnologías de la información. El movimiento moderno no logró una industrialización total del sector construcción el cual mantuvo en buena parte su carácter manufacturero. La prefabricación enfrentó graves problemas tanto técnicos como económicos que le impidieron imponerse sobre la construcción en sitio. Además, desde que se planteó la producción masiva de edificaciones, se resolvieron problemas cuantitativos en áreas como la vivienda, pero se perdió en parte la capacidad creativa del diseño al producir edificaciones únicas, repetidas, con escaso margen para la diversificación y la recreación del espacio. La idea de la vivienda como un producto estandarizado y repetitivo y no como un proyecto elaborado y personalizado fue muy criticada en su momento por sus

magros resultados cualitativos, lo cual condujo a su fracaso comercial.

Sin embargo, a diferencia de la construcción convencional, la prefabricación actualmente prevé mayor flexibilidad y eficiencia, con costos competitivos y un reducido impacto ambiental. Su construcción a partir de componentes prefabricados y transportados a la obra para su montaje reduce los tiempos de construcción. La tendencia a la monotonía de edificaciones como réplicas ajenas a la localidad y al contexto quedó atrás con las nuevas tecnologías, instrumentos de apoyo indispensables para desarrollar proyectos personalizados y creativos (Gattupalli, 2024).

La búsqueda de un equilibrio entre la producción estandarizada y la personalización de la arquitectura comienza a dar sus frutos con la ayuda de las herramientas digitales, que están cambiando radicalmente las reglas de concebir las edificaciones al permitir simular la eficiencia energética, las características de los materiales, producir componentes con nuevos materiales, acelerar los tiempos de producción y todo lo que sea parte de los requerimientos de diseño sin que se limite la capacidad creativa del arquitecto. La tecnología no se relaciona *per se* con el diseño, es este quien debe resolver los problemas de sus espacios a través de la tecnología. Diseños personalizados, rápidos, modernos y eficientes, capaces de generar grandes espacios seguros, ventilados e iluminados para el confort. Al ser una prefabricación abierta esta permite a su vez el intercambio de componentes con una flexibilidad distinta a la prefabricación cerrada y pesada de los años de postguerra europea con un adecuado control de calidad y a costos cada vez más accesibles.

Indiscutiblemente, el cambio climático y la nueva era digital van de la mano y han potenciado un cambio imprescindible en la manera de hacer arquitectura, generando novedosas tendencias que asumen lo bueno del pasado y del presente, para el logro de los objetivos del siglo XXI y los siglos por venir.

El auge del movimiento moderno en Venezuela: arquitectura, investigación y avances tecnológicos

El siglo XX fue muy favorable para la arquitectura en Venezuela, debido a que el movimiento moderno tuvo un impacto significativo, especialmente a partir de la segunda década. Fue una época en la que la interrelación con Europa y Estados Unidos en el campo científico y cultural era muy fluida y permitió el intercambio de conocimientos y de personas para su formación.

Carlos Raúl Villanueva, precursor de la arquitectura moderna en Venezuela, nacido en Londres, realizó sus estudios de arquitectura en L'École Nationale Supérieure des Beaux-Arts de París. Ya graduado, viajó a Venezuela en 1929 y se inició como profesional de la arquitectura en el entonces Ministerio de Obras Públicas-MOP. Su formación en París marcó sus primeras obras en Venezuela, algunas de corte neoclásico en la primera mitad del siglo XX y su posterior evolución hacia el movimiento moderno europeo, creando a partir de allí una arquitectura propia del trópico, integrada al clima, lo cual hizo de sus obras –además de estéticas y funcionales– símbolo de una arquitectura distintiva, de líneas sobrias, integrada a la naturaleza circundante y de bajo consumo energético. Villanueva definió su concepción de la arquitectura en sus famosas “notas docentes” como: “El acto social por excelencia. Arte utilitario como proyección de la vida misma ligada a lo económico y a lo social, además de la estética. Y al arquitecto como un humanista de visión global, universal y a la vez local, intelectual y técnico”. Consideraba la arquitectura como una disciplina en la que se integraban el arte, la técnica y la función en una composición arquitectónica cuya armonía dependía de la función adecuada de estos tres elementos (Larrañaga, 2023). Su ascendencia como arquitecto y docente de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Central de Venezuela fue tal que los arquitectos más destaca-

dos de su tiempo se acogieron a los principios del movimiento moderno en arquitectura, y se formaron internacionalmente en gran parte por su influencia. Creó una cátedra de arquitectura tropical que tuvo como máximo ejemplo su obra magna: la Ciudad Universitaria de Caracas, designada patrimonio de la humanidad por la

Imagen 20. Pastor de Nubes, escultura de Jean Arp (1953). Al fondo “bimural” de Mateo Manaure. Universidad Central de Venezuela. Plaza Cubierta del Rectorado



Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:UCV_2015-045a_Escultura_de_Jean_Arp_1953,_Pastor_de_nubes.JPG (Fotografía autorizada por Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International license).

Imagen 21. Facultad de Arquitectura y Urbanismo (1957), Universidad Central de Venezuela

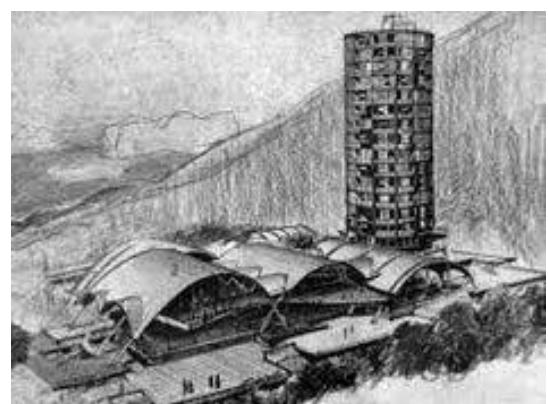


Fuente: Fotografía de Julio César Mesa.

Unesco en el año 2000, por su diseño moderno y campus urbano excepcional, uso de nuevos materiales, integración de las artes y demostraciones de calidad en todos los aspectos de habitabilidad (imágenes 20 y 21).

A partir de los años cuarenta del siglo pasado las principales ciudades venezolanas vieron prosperar una arquitectura de tendencia moderna con la extensa obra de Villanueva y la incorporación de diversos proyectistas con ideas novedosas provenientes de las distintas corrientes del pensamiento emergente. El movimiento moderno venezolano estuvo precedido por destacados arquitectos de finales del siglo XIX e inicios del XX entre los que despuntaron Juan Hurtado Manrique –cuyas obras fueron construidas en su mayoría durante el gobierno del presidente Antonio Guzmán Blanco–, Alejandro Chataing y Carlos Guinand. Ya entrado el siglo XX fueron numerosos los arquitectos de la modernidad venezolana: Cipriano Domínguez, Luis Malaussena, Tomás José Sanabria, José Miguel Galia, Julián Ferris, Helene de Garay, Elena Seguías, Henrique Hernández, Klaus Heufer, son solo algunos de los que dejaron huella (imágenes 22 y 23).

Imagen 22. Boceto del Hotel Humboldt, Caracas (1956). Tomás José Sanabria



Fuente: Archivo Tomás Sanabria.

Numerosos fueron los profesionales que, además de promover el arte y la modernidad desde su vasta obra arquitectónica, dejaron rastro como académicos en y desde las universidades en donde formaron grupos de adeptos igualmente talentosos. Conjuntamente con el maestro Villanueva representan a una arquitectura de calidad, duradera, de carácter social, ejemplo de excelencia, en la que tempranamente se introdujeron las variables sociales, ambientales y tecnológicas para el logro del bienestar integral del ser humano a través de la arquitectura.

De esta manera se planteó la investigación sobre la producción arquitectónica y su vinculación con el desarrollo tecnológico, consolidándose grupos experimentales que buscan hasta hoy la innovación continua y la adaptación de la arquitectura al lugar donde se edifica tomando en cuenta el contexto y las necesidades de la contemporaneidad.

Imagen 23. Edificio Seguros Orinoco (1971).
José Miguel Galia



Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6c/Edificio_Seguros_Orinoco.jpg
(Fotografía: JoseGre12, 2025).

Arquitectura, investigación y desarrollo en la academia venezolana: el IDEC, Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (1975-2025)

Después del auge sostenido de una arquitectura notable durante buena parte del siglo XX, a principios de los años ochenta se produjo un punto de inflexión en Venezuela y la industria de la construcción comenzó un lento pero sostenido declive. Aunque la arquitectura singular se siguió nutriendo del movimiento moderno, convirtiendo especialmente a Caracas en una metrópolis moderna, el déficit habitacional irrumpió con fuerza por la falta de políticas globales y efectivas para su solución. Los planes de industrialización de la construcción y transferencia tecnológica no fueron masivos y los intentos de asumir los postulados del movimiento moderno para las viviendas sociales tropezaron con sus propias fallas y no pasaron de ser propuestas puntuales. En poco más de una década se pasó del mayor “boom” de la empresa petrolera en los setenta y de la gran expansión del sector construcción, a su depresión y paulatino descenso. Las universidades, consideradas como valiosos centros de conocimiento e investigación, se convirtieron en un reducto para quienes estaban interesados en seguir adelante tanto con la resolución de los graves problemas sociales por el déficit creciente de viviendas y de servicios públicos como con el desarrollo tecnológico aplicado a las edificaciones y a su arquitectura.

En 1975 fue creado el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción IDEC, en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Central de Venezuela (UCV), un instituto de investigación único en el país en respuesta a las inquietudes de un grupo de jóvenes arquitectos que habían cursado estudios de postgrado en el exterior, en su mayoría profesores de la cátedra de Diseño Arquitectónico de la FAU, formados bajo la dirección del maes-

tro Carlos Raúl Villanueva. Sus antecedentes se remontan al Banco Obrero, donde el arquitecto Henrique Hernández, proveniente de Inglaterra, había creado la Unidad de Diseño en Avance, con un equipo humano (Carlos Becerra, Alfredo Roffé, Alfredo Cilento, entre otros) que progresivamente fue creciendo y del que nunca más se separó, con el cual procuró poner en práctica las ideas traídas del mundo desarrollado en cuanto a diseño y desarrollo tecnológico, producción de edificaciones y planificación urbana. Fueron ellos quienes con la formación internacional y la experiencia local decidieron desplegar un gran proyecto de investigación y desarrollo desde la universidad en la que ejercían la docencia, al suponer que tendrían más libertad de acción que en el mundo cada vez más parcializado y partidista de los organismos públicos. Desde allí mantendrían el vínculo fundamental Academia/Estado para concretar las investigaciones más allá de su desarrollo experimental mediante su inserción en la sociedad a través de políticas públicas destinadas a tal fin.

El IDEC se planteó como base conceptual un enfoque holístico del proceso de diseño y la producción de edificaciones entendidas desde una perspectiva sistémica, así como su inserción, adaptación e interrelación con el medio ambiente, con un enfoque científico-tecnológico asociado a la arquitectura para su progreso y evolución progresiva en función de las necesidades y exigencias humanas.

La gestión científica aplicada a la construcción considera las construcciones como un sistema, enfoque según el cual la edificación está formada por componentes interrelacionados cuyas propiedades son distintas al verse en forma aislada. Desde este análisis se prescinde de las especificaciones descriptivas definitorias del proyecto arquitectónico y, en sustitución, se introduce el término rendimiento, expresado en un conjunto de propiedades que definen la aptitud de la edificación y de cada uno de sus componentes según su ubicación para cumplir con sus diversas funciones en un contexto

dado. Para ello se definen los requerimientos de las edificaciones en función de las exigencias de los usuarios, que varían en el tiempo de acuerdo a sus aspiraciones. Requerimientos como: economía y eficiencia energética, bienestar térmico, acústico, calidad de la iluminación y visual, calidad espacial, la seguridad estructural frente a fenómenos naturales y riesgos en general como incendios, robos, etc., complementados con su interrelación y adaptación al entorno externo que incluye además del clima, reglamentos, ordenanzas urbanísticas, etc. Para su materialización se requiere de una organización social y un proceso productivo que no escapa de las reglas de la economía para su adecuada inserción en el tejido urbano.

Esta visión libera la creatividad ya que el diseño puede ser totalmente libre siempre que se cumpla con los objetivos propuestos. Al no haber una tipología determinada se logra calidad y diversidad arquitectónica, independientemente de la tecnología utilizada, así como la posibilidad de incorporar nuevas variables en función de los cambios sociales, económicos y contextuales (Chemillier, 1990).

Con apoyo en la docencia y la extensión, el instituto se propuso innovar en el campo del desarrollo tecnológico de las edificaciones y su entorno urbano, con énfasis en una arquitectura social y colectiva, mediante la propuesta de soluciones para resolver el problema creciente del déficit de viviendas en el país. Sin embargo, al aplicar los principios "Lecorbusianos" del movimiento moderno al hábitat colectivo, se cometieron en parte los mismos errores de la postguerra europea: la calidad y la estética fueron afectadas por la eficiencia en la búsqueda de disminuir el déficit de viviendas y dar una respuesta eminentemente cuantitativa. De allí que, a manera de autocritica, se amplió el campo de investigación y desarrollo, con la tecnología no como camisa de fuerza, sino como sustento para el diseño, la estética y la creatividad, tal y como sucedió en Europa en la etapa de las grandes exposiciones al inicio de los cambios

tecnológicos que desencadenaron el movimiento moderno y el modernismo en la arquitectura, la técnica y las artes desde la Bauhaus.

El IDEC incluyó desde sus inicios el desarrollo de prototipos en la planta experimental situada en el Núcleo de El Laurel, en Hoyo de la Puerta (Imagen 24). Posteriormente se creó la primera empresa universitaria: TECNIDEC para la firma de acuerdos y su transferencia a la sociedad mediante su inserción en las políticas públicas del Estado, así como los postgrados y publicaciones, organizándose un extraordinario campo de transmisión y ejecución de las nuevas ideas y de comprensión de la importancia de la investigación y el desarrollo tecnológico como parte de la arquitectura y su evolución (Imagen 25).

Conclusión: El IDEC frente al reto del nuevo paradigma

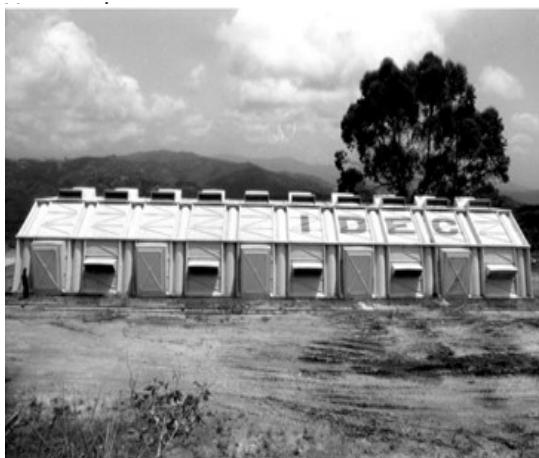
El paso de una arquitectura industrial dependiente de combustibles fósiles a una que –sin retroceder tecnológicamente– logre contribuir con la eficiencia energética mediante el bajo consumo y la utilización de energías renovables es quizás el cambio más importante que

deben acometer los movimientos de arquitectura contemporáneos.

Actualmente en Venezuela, la situación ha dado un gran vuelco respecto a los años en los que la arquitectura y la construcción se destacaron y pusieron el país en alto a nivel internacional. A pesar de seguir siendo un país rentista, ya la renta no es suficiente para los grandes emprendimientos públicos o privados lo cual ha afectado el rendimiento de la industria de la construcción, mientras que la economía en vez de diversificarse depende más que nunca de una producción petrolera en descenso. Adicionalmente, el sistema eléctrico deteriorado por falta de mantenimiento e inversiones adecuadas no logra cubrir la demanda, por lo que la eficiencia energética constituye un imperativo también en Venezuela, que no escapa de las consecuencias atmosféricas de cambio climático.

Uno de los mayores estudiosos del tema en Venezuela, Juan Carlos Sánchez, ha planteado en numerosos estudios la importancia estratégica de los recursos energéticos, principal fuente de divisas. Factor de seguridad e independencia energética, tanto para las empresas básicas como para el sector privado. De allí la importancia de buscar soluciones a la crisis energética

Imagen 24: Sistema Sidec. Núcleo El Laurel, Hoyo de la Puerta, estado Miranda, Caracas,



Fuente: Conti, A. Estrategias de transferencia de los resultados de las investigaciones del IDEC, FAU, UCV: trienal.fau.ucv.ve > 2014 > cd > PDF > tc > TC-04.pdf.

Imagen 25: Programa CLASP-IDECA (FAU-UCV). Escuela Básica Experimental de Guarenas, 1983



Fuente: Conti, A. Estrategias de transferencia de los resultados de las investigaciones del IDEC, FAU, UCV: trienal.fau.ucv.ve > 2014 > cd > PDF > tc > TC-04.pdf.

sin precedentes que afecta todos los ámbitos y la calidad de vida del país. Por otra parte, además de la recuperación de la industria petrolera, se requiere el desarrollo de los abundantes recursos renovables como las energías eólica y solar respetuosas del ambiente y el clima.

Con estos principios el IDEC continúa investigando hasta el día de hoy, con la prioridad puesta en el desarrollo tecnológico sustentable. A 50 años de su creación se enfrenta a una situación inédita, inserto como está en una crisis económica, política y social de larga data en el país que también ha afectado a las universidades, su rendimiento y su financiamiento.

La sostenibilidad de la construcción implica eficiencia y ahorro energético, disminución de la huella de carbono. El uso de energías renovables versus combustibles fósiles, cuyo manejo y gasto deben racionalizarse a fin de reducir las emisiones de gases efecto invernadero. En Venezuela la emisión ha disminuido por la debacle petrolera y la disminución de la actividad industrial en general, sin embargo, recibimos el impacto del cambio climático, frente a lo cual hay que actuar de forma combinada con el Estado venezolano. Se requiere regular lo concerniente a la arquitectura y el cambio climático puesto que constituye un problema social, de salud, de ecosistemas, así como económico y de infraestructura. Especialmente se requiere la recuperación y el uso racional de recursos básicos como el agua y la electricidad.

Son objetivos generales en lo económico reducir la dependencia de los recursos no renovables e invertir en recursos renovables, fortalecer una economía equilibrada en cuanto a producción y consumo, así como descentralizar y diversificar la capacidad productiva. Plantear la economía circular como parte de la construcción sustentable, en la que los procesos productivos están libres de desperdicios y desechos. Este nuevo modelo económico implica el diseño de la economía de manera que sea restaurativa de los ecosistemas. Bajo el actual sistema económico lineal extraemos recursos del

planeta, a un ritmo creciente, los cuales se incorporan a productos que en su mayor parte se convierten en residuos y se desechan después de utilizarlos. A partir del concepto de sostenibilidad de la construcción con base en las premisas de la economía circular, se propone la base de un nuevo paradigma de diseño inteligente para una larga vida útil, basado en cerrar el ciclo de vida de los productos tal y como ocurre en la naturaleza: mediante la reducción de materiales, la reutilización de los mismos y su reciclaje con el objetivo de eliminar totalmente los desperdicios, para lo cual es esencial la racionalidad energética a lo largo de todo el proceso. Ello requiere conocer el impacto social y ambiental de las acciones que se lleven a cabo y plantearse la transición hacia el uso cada vez mayor de energías renovables para ir descartando el uso de combustibles fósiles (Cilento-Sardi, 2023).

En el ámbito social se hace necesario promover valores de comportamiento adecuado con la naturaleza y el ambiente, generar cambios culturales orientados a tomar conciencia al respecto –incluyendo cambios en patrones de producción y consumo– y conocer de primera mano la situación de riesgo existente si no cambia la relación del hombre con la naturaleza y se ataca el calentamiento global producido por el cambio climático. Igualmente instruir sobre calidad de vida, exigencias y normas de habitabilidad como condiciones fundamentales que acompañen al desarrollo tecnológico. En el ámbito político fomentar políticas públicas adecuadas a los nuevos planteamientos y planes integrales de desarrollo en una estructura descentralizada y eficiente. Solicitar un marco normativo y jurídico que garantice la preservación del ambiente, el diseño arquitectónico y la construcción de edificaciones de calidad que cumplan con requerimientos de habitabilidad acordes a las aspiraciones de la población y se inserten en un entorno urbano adecuado con los servicios necesarios. Adoptar las nuevas convenciones internacionales y avanzar hacia el

uso de las nuevas tecnologías de la información. En el ámbito ambiental mantener la diversidad y equilibrio de los ecosistemas, desarrollar criterios de adecuada interacción entre el hombre, las edificaciones y su entorno natural. Lograr niveles adecuados de calidad y disponibilidad de bienes como el aire, el agua, el suelo, el clima y la energía, y especialmente alcanzar niveles de confort y calidad de vida adecuados, mediante el diseño de edificaciones adaptadas al clima tropical en un entorno ambiental y urbano acorde y moderno a los requerimientos y exigencias de habitabilidad. Estos temas han sido objeto de investigación en el instituto durante los años transcurridos desde su fundación y que arriba ya a sus 50 años (Hobaica, 2005).

Se estima que la construcción produce aproximadamente el 50% de la energía consumida y el 25% de la contaminación emitida, por lo que resulta fundamental actuar desde los ámbitos de la investigación y el desarrollo de las edificaciones mediante el planteamiento de estrategias de eficiencia y ahorro energético con la utilización de energías pasivas y el abordaje del uso de energías renovables. Asimismo, la aplicación de normas y certificaciones de reducción de las emisiones de CO₂ en las edificaciones produciría cambios importantes en ahorro energético con su consecuente impacto ambiental.

Al respecto cabe hacer una distinción entre los sistemas de control climático aplicados en la arquitectura, que pueden ser pasivos o activos, así como una combinación de ambos.

Los sistemas pasivos se fundamentan en el control de las variables climáticas en el interior de las edificaciones mediante el uso racional de las formas y de los materiales utilizados en arquitectura, con incidencia en la radiación solar, utilizando los aislamientos y la inercia térmica de los materiales como sistemas de control y amortiguamiento térmico. Es fundamental la elección de los materiales de construcción, cerramientos, tabiquería y estructuras, así como la aplicación de determinadas técnicas de bajo

consumo energético, entre las que destacan los sistemas de ventilación, evaporativos, radiativos, o de enfriamiento por el suelo, entre otros, cuyas características son su capacidad para acondicionar los ambientes de las edificaciones con un consumo energético mínimo reduciendo al máximo la contaminación del ambiente. Asimismo, se requiere acudir a fuentes de energía renovables, como la energía solar fotovoltaica o la energía eólica proveniente del viento, con miras a su aplicación igualmente en construcciones piloto. También profundizar estudios sobre techos verdes, recolección de agua de lluvia, etc.

Los sistemas activos, por el contrario, aplican directamente las nuevas tecnologías de aprovechamiento de energías renovables como la solar (para producción de agua caliente sanitaria, calefacción o energía fotovoltaica), la energía eólica o la biomasa. También entrarían en este apartado todos aquellos sistemas de ahorro energético de equipos tradicionales, como los que suponen las centrales de cogeneración y todos aquellos otros sistemas de control ambiental que necesitan un gasto inicial de energía para su correcto funcionamiento: sistemas móviles de parapluies, domótica, sistemas variables de iluminación.

Se hacen igualmente necesarios estudios minuciosos sobre el clima tropical y la adaptabilidad de edificaciones a conceptos novedosos como el de la temperatura libre, auditorías energéticas, diagnósticos, estudios de tendencias de las viviendas en el ámbito de la construcción sustentable, modelos de comportamiento térmico de edificaciones, potencial de sistemas pasivos en el diseño de edificaciones, impacto de las estrategias arquitectónicas en la climatización e iluminación, manuales y guías de aplicación de eficiencia energética o estudios más generales sobre el ciclo de vida de las edificaciones, los cuales constituyen la variedad de productos que han sido desarrollados como parte de una perspectiva que busca en la sustentabilidad mejorar la calidad de vida de la

gente a través de una relación armoniosa de las construcciones que habitan, con la naturaleza y el ambiente. Con ello se pretende gestionar y transferir conocimientos clave para atenuar el impacto del uso arbitrario de la energía en el ámbito de las grandes consumidoras que han sido las edificaciones, y contribuir a crear conciencia sobre la relación armoniosa que puede y debe existir entre desarrollo sostenible e innovación tecnológica, entre las edificaciones cuya envoltura es concebida como un filtro ambiental y la naturaleza o clima circundante.

La vigencia del concepto de sistema de las edificaciones (Blachere, 1978), facilita el desarrollo de componentes y sistemas constructivos por sus ventajas respecto a la construcción convencional, con la incorporación de los aspectos de sustentabilidad y eficiencia energética. Las herramientas digitales proveen la ventaja de posibilitar un proceso más detallado controlado, preciso y confiable. Los conceptos de coordinación modular y prefabricación se priorizan a partir del uso de las nuevas tecnologías digitales las cuales permiten y facilitan el desarrollo de edificaciones con mayor eficiencia, y grandes ventajas tanto en la realización de proyectos como en la reducción de los tiempos de construcción y de los costos, el logro de productos sostenibles y edificaciones de calidad.

El arte de construir edificaciones –para adaptarse a los tiempos– encara hoy numerosos desafíos de envergadura que deben ser enfrentados con nuevos conocimientos provenientes de su adaptación al cambio climático, a las nuevas demandas sociales y a las innovaciones tecnológicas. La tecnología ha sido, especialmente después del siglo XIX, un factor indispensable estrechamente ligado a apreciación de la arquitectura y a su sostenibilidad. En la actualidad los cambios son indetenibles, cada vez hay más y mejores materiales, sistemas constructivos, cerramientos y componentes generadores de espacios habitables confortables y con gran calidad para lo cual existen herramientas digitales que simplifican su diseño, desarrollo,

producción y transmisión. El reto es generar espacios estéticamente novedosos, funcionales, generosos y acogedores al integrar arquitectura y tecnología, sin afectar el proceso creativo que es el alma de la buena arquitectura.

Científicos de todo el mundo han expresado a través de los informes del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNU-MA) la urgencia de cumplir con los objetivos de los distintos acuerdos sobre edificaciones y su entorno. Reducir las emisiones del sector constructivo es vital para lograr la neutralidad con miras al año 2050. El cambio climático es pues una realidad innegable que afecta a todo el planeta y que tiene graves consecuencias para la vida humana y la biodiversidad.

La arquitectura sustentable busca disminuir los efectos adversos del clima, apaciguar el calentamiento global y cumplir con las exigencias actuales de ahorro y eficiencia energética. Asimismo, debe responder con espacios flexibles que favorezcan la convivencia y la cohesión social, la identidad cultural y su transformación en el tiempo, su progresividad. Ello es factible mediante el uso de fuentes de energía renovables, de técnicas de aislamiento térmico o integración al clima según sea el caso, como el uso de la ventilación natural, la incorporación de sistemas de climatización pasiva o activa, la gestión eficiente del agua y los residuos, la utilización de materiales reciclados o biodegradables y la creación de espacios verdes, entre otros.

El elevado consumo de electricidad, el consumo energético global del proceso de construcción que utiliza materiales y agua, la cantidad de residuos sólidos que genera y por tanto la contaminación que causan las edificaciones si contamos su ciclo de vida desde la selección de los materiales hasta su construcción, uso y demolición, demuestran fehacientemente la conveniencia de resolver con eficiencia el despido de energía del proceso productivo que involucra a las edificaciones y su entorno.

El IDEC, con su visión tecnológica asociada a la arquitectura y a la creatividad sin perjuicio

del medio ambiente, ha estado a la vanguardia desde su creación cuando sus fundadores asumieron postulados del movimiento moderno con énfasis en la vivienda social e intentaron adaptarlos a las exigencias del país. Muchos de sus principios continúan vigentes en la búsqueda de una arquitectura renovada a partir de la investigación y la innovación.

En la actualidad el instituto cuenta para su crecimiento con el aporte de las nuevas tecnologías digitales de amplia accesibilidad, por ser un instrumento facilitador para el desarrollo de una arquitectura sostenible, que controle el rendimiento energético, el confort ambiental y los requerimientos base de comportamiento, seguridad y calidad en general. El cambio tecnológico ha puesto de nuevo en el tapete la construcción prefabricada, así como el uso de materiales innovadores, de alto rendimiento, ligeros y sustentables. La aparición de diversos productos en el mercado que cumplen estos criterios permite prever una nueva era de industrialización de la construcción cuya producción en fábrica no requiera combustibles fósiles a fin de reparar las fallas del pasado. De igual manera la gestión científica/sistémica, aplicada a la construcción, ha sido un valor esencial para avanzar hacia el uso de productos y técnicas que han ido reemplazando a los convencionales y cuyas propiedades se valoran mediante el análisis de su rendimiento en laboratorios respecto a las exigencias generales y particulares que satisfacen las necesidades permanentemente actualizadas de los usuarios.

La ratificación del IDEC como instituto universitario, implica, asimismo, la búsqueda de

mecanismos idóneos para transferir los nuevos proyectos cuya aplicación debe responder a políticas de Estado respecto a las edificaciones y su producción de manera de reducir el déficit con una arquitectura y planes urbanos de calidad adaptados a los nuevos tiempos.

En el caso venezolano el traspaso tecnológico y su inserción en un plan nacional de construcción de edificaciones para resolver el déficit de viviendas, enfrenta grandes dificultades por la crisis económica política y social que aqueja al país. Ese es el gran reto para avanzar frente a un Estado que, pese a su crecimiento y gran poder, presenta dificultades orgánicas y estructurales para aplicar mediante políticas públicas eficientes, los productos generados desde las instancias académicas, las cuales a su vez enfrentan condiciones precarias que, por falta de recursos y aislamiento, requieren de gran inventiva, acciones y perseverancia para prosperar. Para el diseño de estrategias de difusión y transferencia de las investigaciones y proyectos de desarrollo, es indispensable un espacio de diálogo igualmente estratégico que proponga y favorezca la elevación de la calidad de las políticas y la gestión pública en el marco de los necesarios procesos de modernización y descentralización actualmente estancados. Este apoyo desde lo público y lo privado, con base en lo económico y en el interés nacional, así como una formación científica/humanista, restauraría las condiciones para dar el salto cualitativo que nos coloque de nuevo a la vanguardia del desarrollo tecnológico en función de una arquitectura que –como afirmaba Villanueva– conjugue arte, técnica y función, sin olvidar que es un acto social.

Referencias bibliográficas

- Achenbach, J. (2024). Negacionistas y escépticos. Consecuencias de las contradicciones para el logro de los objetivos aprobados en los acuerdos internacionales. *National Geographic*.
- Aibar, E. (2019). “¿Progreso o precarización? Un término con deficiencias y efectos ideológicos”, en *Oikonomics: Revista de Economía, Empresa y Sociedad*, 12. Universidad Oberta de Catalunya. <https://oikonomics.uoc.edu/divulgacio/oikonomics/es/numero12/>

- Bertozzi, S. G. (2021). "El Crystal Palace. Arquitectura, ingeniería y diseño industrial en el siglo XIX, en: A&P continuidad, *Diseño industrial en Latinoamérica quiebres y desafíos: continuidades*, Vol. 8, Nº15: pp.84-91. Universidad Nacional de Rosario.
- Blachere, G. y otros (1978). *Saber construir. Habitabilidad. Durabilidad. Economía de los edificios* (con la colaboración de J. Berthier; L. Chabrel; M. Croiset; G. Démarré; L. Fahri; P. Fallard; R. Uzac). Tercera Edición. Editores Técnicos Asociados, S.A. Barcelona, España.
- Bürdek, B. E. (1999). *Diseño. Historia, teoría y práctica del diseño industrial*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- Calduch Cervera, J. (2009). El declive de la arquitectura moderna: deterioro, obsolescencia, ruina. *Rita, IV(II)*, 09.
- Cárdenas Colménter, A. L. (2000). Análisis del fenómeno ocurrido en el litoral venezolano en diciembre de 1999. *Biblio 3W. Revista bibliográfica de Geografía y ciencias sociales*, (213).
- Chemillier, P. (1990). *Industrialización de la construcción. Los procesos tecnológicos y su futuro*. Barcelona. Editores Tecnológicos Asociados.
- Cilento Sardi, A. (2023). "Cambio climático, pandemias, comunidades sostenibles y prioridades de Venezuela", en: *Tecnología y Construcción*, vol. 35-II, IDEC-FAU. Universidad Central de Venezuela.
- Contreras, C. (2023). Los 12 mejores arquitectos de Venezuela: <https://www.misrevistas.com/oceandrive/lectura/12401/arquitectos-de-venezuela>
- Corominas i Julián, J. (2019). Centenario. De Walter Gropius a Mies Vander Rohe: esplendor y derrota de la Bauhaus: <https://www.elconfidencial.com/cultura/bauhaus-gropius-van-der-rohe-centenario/>
- Galíndez, J. (2023). 19 obras arquitectónicas venezolanas que hay que conocer. Universidad Católica Andrés Bello. <https://elucabista.com/2023/10/02/19-obras-arquitectonicas-venezolanas-que-hay-que-conocer/>
- Gattupalli, A. (2024). Vivienda modular: equilibrio entre estandarización y personalización. *ArchDaily en español*. <https://www.archdaily.cl/cl/1015447/vivienda-modular-equilibrio-entre-estandarizacion-y-personalizacion>
- Gómez, M. (2024). *Ciencia y tecnología* [Podcast]. <https://go.ivoox.com/sq/1911273>
- Hobaica, M. E. (2005). "Edificaciones energéticamente eficientes en un marco integral de habitabilidad", en: *Tecnología y Construcción*, vol. 21-I, IDEC-FAU. Universidad Central de Venezuela.
- Iberdrola (2024). Cambio climático: evolución, virus, tecnología, vacunas. *Grandes reportajes Acuerdos internacionales sobre el cambio climático*. <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/acuerdos-internacionales-sobre-el-cambio-climatico>
- Icónico, A. (2023). Arquitectura contemporánea y la lucha contra el cambio climático: <https://www.icon-ico.com/arquitectura-contemporanea-y-la-lucha-contra-el-cambio-climatico>
- Larrañaga, E. (2023). "La construcción de la modernidad (I)", en: *Revista Estilo*: <https://revistaestilo.org/2023/09/19/carlos-raul-villanueva-la-construcion-de-la-modernidad>
- Lemoine, B. (2024). ¿Cuál fue el balance de la exposición universal de 1889? Adolf Loos y los inicios del modernismo europeo. <https://www.archdaily.cl/cl/972866/adolf-loos-y-los-inicios-del-modernismo-europeo>
- Loos, A. (1908). *Ornamento y delito y otros escritos* (Edición en castellano). Gustavo Gili.
- López de Lucio, R. (2013). *Vivienda colectiva, espacio público y ciudad. Evolución y crisis en el diseño de tejidos residenciales, 1860-2010*. Buenos Aires: Editorial Nobuko.
- Monclús, J. y Díez, C. (2015). El legado del movimiento moderno y los grandes conjuntos de vivienda colectiva. *Rita*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5094555>
- Moya, L. et al. (s.f.). *La vivienda social en Europa, Alemania, Francia y Países Bajos desde 1945*, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Madrid. Paralelo Ediciones: <https://www.academia.edu/7458506>
- ONU-Organización de las Naciones Unidas (s.f.). Acción por el clima: Informes. Recuperado de <https://www.un.org/es/climatechange/reports>
- ONU-Organización de las Naciones Unidas (2024). Conferencias de la ONU por el cambio climático: <https://www.un.org/es/climatechange/un-climate-conferences>
- ORT Uruguay, U. (2024). Trazando el futuro: la fusión de tecnología y arquitectura: <https://fa.ort.edu.uy/blog/tecnologia-y-arquitectura>

- Robles Cairo, C. y Calderón Aguilera, C. M. (2022). "Arquitectura y Revolución Industrial", en: *South Florida Journal of Development*, 3(3), mayo/junio 2022.
- San Juan, C. (1993). *Historia de la ciencia y de la técnica. La Revolución Industrial*, Nº 50. Ediciones Akal S.A.
- Sánchez, J. C. (2012). *Plan de acción para la adaptación al cambio climático*. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- Sánchez, J. C. (2016). *La transición energética y su incidencia en Venezuela*. Fundación Friedrich Ebert.
- Sarnitz, A. (2007). *Josef Hoffmann: 1870-1956. En el universo de la belleza*. Colonia: Taschen.
- Tobón, S.; Guzmán, C. E.; Hernández, J. S., y Cardón, S. (2015). "Sociedad del conocimiento: Estudio documental desde una perspectiva humanista y compleja", en: *Paradigma*, 36(2), Maracay. Venezuela.
- Unesco (2005). *Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible, 2005-2014: el Decenio en pocas palabras*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000141629_spa
- Walsh, N. P. (2020). 12 estilos del movimiento moderno explicados. <https://www.archdaily.cl/cl/931380/12-estilos-del-movimiento-moderno>