UNIVERSITAT
JAUME I

Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales
Departamento de Ingeniería de Sistemas Industriales y Diseño

Programa de Doctorado: TIME - Tecnologías industriales, Materiales y Edificación

Tesis Doctoral:

Las emociones en el lenguaje constructivo de Norman Foster

Presentada por:
Javier Lahuerta Ferrís

Dirigida por:
Julia Galán Serrano.

Castellón, 2017

Resumen

La presente tesis investiga acerca del vínculo emocional que se establece entre las personas y la arquitectura y los diseños de Norman Foster a través de su lenguaje constructivo.

Para empezar, nos basamos en las explicaciones del reconocido neurobiólogo Antonio Damasio, en las que plantea que las emociones forman parte intrínseca de las decisiones racionales. Este hecho nos debe llevar a replantear todo aquello considerado hasta ahora como racional. La arquitectura de Foster ha sido clasificada generalmente dentro de la corriente del High-Tech, que fue una tendencia de finales del siglo XX basada en el racionalismo analítico y el expresionismo estructural; sin embargo, Norman Foster, en las múltiples explicaciones públicas que nos ofrece sobre su arquitectura, insiste en que lo más destacable de la misma es su lado humanístico, y centra su atención en los que para él han sido campos fundamentales de inspiración como son la naturaleza, la ingeniería y el arte, entretejiendo estos temas en una visión global del mundo y del ser humano.

Nuestra experiencia personal de la arquitectura de Foster, nos hace preguntarnos cuáles son aquellas cualidades que le permiten conectar con sus usuarios y formar parte del imaginario colectivo. En esta tesis, asumimos que existe un lenguaje de los objetos, del diseño y de la arquitectura, que explicamos basándonos en la semiótica y en la teoría de la información, y concluimos afirmando que para que el mensaje encriptado en la obra llegue a los usuarios y conecte con ellos, debe existir un código compartido entre el emisor y el receptor del mensaje, que puede ser aprendido y parte de una cultura, o biológico y universal. Foster utiliza códigos populares y los eleva a la categoría del arte.

Apoyándonos en estos razonamientos, explicamos la formación del lenguaje a partir del pensamiento, e investigamos sobre los mecanismos lingüísticos por los que se consigue la transmisión de ideas y sentimientos por medio del diseño. El pensamiento se basa en la memoria, y ésta se forma con fragmentos de imágenes constituidas en el cerebro a partir de diferentes mapas neuronales derivados de las emociones, que se activan al unísono cada vez que una imagen o un pensamiento aparecen en la mente.

La combinación de fragmentos de imágenes para el análisis de la transmisión de las emociones en el arte a lo largo de la historia, fue parte del método propuesto por Aby Warburg a principios de siglo XX, conocido como iconología. Basándonos en este método, construimos un mapa de imágenes con los objetos que conforman las pasiones del arquitecto y con sus principales influencias, y planteamos una investigación sobre el lado subjetivo en el proceso de creación de la arquitectura de Foster, en la que tratamos de desvelar relaciones inesperadas entre las imágenes de referencia, la composición de los edificios y los diseños, y la resolución de sus detalles. Estas relaciones serán la base para la formación de su lenguaje constructivo.

Finalmente, como conclusión de la tesis, creemos haber demostrado suficientemente que la considerada como una arquitectura analítica y racional, formada a partir de componentes y sistemas provenientes de la ingeniería, se ve siempre afectada por el nivel subconsciente en el que se encuentran las tendencias emocionales de su autor, incluso en la composición de sus detalles constructivos. Así, podremos concluir que la comunicación que se produce mediante códigos compartidos entre el arquitecto y las personas a través de sus obras, forma parte de un espacio intermedio entre lo real y lo imaginario, entre lo cuantificable, lo cultural y lo emocional que contamina todo lo anterior.

Resum

La present tesi investiga sobre el vincle que s'estableix entre les persones i l'arquitectura i els dissenys de Norman Foster a través del seu llenguatge constructiu.

Per començar, ens basem en les explicacions del reconegut neurobiòleg Antonio Damasio, en què planteja que les emocions formen part intrínseca de les decisions racionals. Aquest fet ens ha de portar a replantejar tot allò considerat fins ara com racional. L'arquitectura de Foster ha estat classificada generalment dins de la tendència de l'High-Tech, que va ser una tendència de finals del segle XX basada en el racionalisme analític i l'expressionisme estructural; però, Norman Foster, en les múltiples explicacions públiques que ens ofereix sobre la seva arquitectura, insisteix que el més destacable en la mateixa és el seu costat humanístic, i centra la seva atenció en els que per a ell han estat camps fonamentals d'inspiració com són la natura, l'enginyeria i l'art, entreteixint aquests temes en una visió global del món i de l'ésser humà.

La nostra experiència personal de l'arquitectura de Foster, ens fa preguntar-nos quines són aquelles qualitats que li permeten connectar amb els seus usuaris i formar part de l'imaginari col·lectiu. En aquesta tesi, assumim que existeix un llenguatge dels objectes, del disseny i de l'arquitectura, que expliquem basant-nos en la semiòtica i en la teoria de la informació, i concloem afirmant que perquè el missatge encriptat en l'obra arribi als usuaris i connecte amb ells, ha d'existir un codi compartit entre l'emissor i el receptor del missatge, que pot ser après i part d'una cultura, o biològic i universal. Foster utilitza codis populars i els eleva a la categoria de l'art.

Recolzant-nos en aquests raonaments, expliquem la formació del llenguatge a partir del pensament, i investiguem sobre els mecanismes lingüístics pels que s'aconsegueix la transmissió d'idees i sentiments per mitjà del disseny. El pensament es basa en la memòria, i aquesta es forma amb fragments d'imatges constituïdes al cervell a partir de diferents mapes neuronals derivats de les emocions, que s'activen a l'uníson cada vegada que una imatge o un pensament apareix en la ment.

La combinació de fragments d'imatges per a l'anàlisi de la transmissió de les emocions en l'art al llarg de la història, va ser part del mètode proposat per Aby Warburg a principis de segle XX, conegut com iconologia. Basant-nos en aquest mètode, construïm un mapa d'imatges amb els objectes que conformen les passions de l'arquitecte i amb les seves principals influències, i plantejem una investigació sobre la part subjectiva en el procés de creació de l'arquitectura de Foster, en la qual tractem de desvetllar relacions inesperades entre les imatges de referència, la composició dels edificis i els dissenys, i la resolució dels seus detalls. Aquestes relacions seran la base per a la formació del seu llenguatge constructiu.

Finalment, com a conclusió de la tesi, creiem haver demostrat suficientment que la considerada com una arquitectura analítica i racional, formada a partir de components i sistemes provinents de l'enginyeria, es veu sempre afectada pel nivell subconscient en què es troben les tendències emocionals del seu autor, fins i tot en la composició dels seus detalls constructius. D'aquesta manera, podrem concloure que la comunicació que es produeix mitjançant codis compartits entre l'arquitecte i les persones a través de les seves obres, forma part d'un espai intermig entre el real i l'imaginari, entre el quantificable, el cultural i l'emocional que contamina tot l'anterior.

Abstract

This dissertation is a research paper focused on the emotional links established between audiences and the architecture and designs of Norman Foster.

First, we introduce the renowned neurobiologist Antonio Damasio's theories, in which he exposes the reality that emotions are an intrinsic component of all our rational decisions. This new understanding is making us redefine all the things which were, until now, considered purely rational. Foster's architecture has usually been classified as High-Tech - an architecture and design trend in the late 20th century, based on structural expressionism and analytic-rationalism. As Norman Foster points out in the various lectures and explanations he has given about his work, however, the main goal of his architecture has always been humanistic. He focuses on his main inspirational influences which are nature, engineering, and art, weaving them together in a global vision of the world and of human beings.

Personal experience made us wonder which qualities in Foster's architecture are most significant in allowing it to connect with its users and those who observe it, allowing it to become part of the collective imagination. In this thesis, we assume that there is a language of objects and architecture, and we base our explanation in Semiotics and on the Theory of Communications, to conclude that a shared code between sender and receiver is indispensable for the message transmitted through design to be received by users. This code can be learned, as a cultural transmission, or can be biological and universal. Foster's creations involve taking popular codes and elevating them to the level of art.

Regarding these arguments, we explain how language is formed from thoughts and we investigate the linguistic mechanisms that allow ideas and feelings to be transmitted via design. Thought is based on memory, and the latter consists of fragments of images represented in the brain from a collection of emotion-generated neural maps which are activated, all at once, every time a memory or a thought comes to the conscious mind.

Using combinations of images as a research method allowing us to read the presence of emotions in art through history, was proposed by the art historian Aby Warburg at the beginning of the 20th century: it is known as Iconology. Based on this method we have created a mental map of images out of Foster's passions and main influences, and we propose an investigation on the subjective side of the creative process in his architecture, trying to reveal unexpected or hidden relationships between the images of that mental map and those of his designs, architecture, and construction detailing. These relationships form the basis of his construction language.

In conclusion, we have proved that Foster's architecture, widely considered as rational and analytic, and formed from engineering systems and components, has always been affected and influenced by the architect's emotional associations, interests and beliefs. We will be able to conclude that communication between the architect and the people, which has occurred thanks to a shared code, belongs to an intermediate space between the real and the imaginary, between what can be quantified, what belongs to culture and the emotional which contaminates the whole.

Sumario

Introducción			
I -Objetivo	1		
II-Métodología. Marco teórico y marco práctico	2		
1- Las emociones forman parte de la razón. Sin emoción no hay razón. Sin emoción no hay arquitectura	7		
1.1-Definiciones: qué entendemos por emoción y por razón			
1.2 Sin emoción no hay razón: creación y pensamiento racional <i>versus</i> sentimiento			
1.3- Sin emoción no hay arquitectura			
		2- Arquitectura y lenguaje	39
		2.1 El diseño y la arquitectura como lenguaje de signos	
		2.2 Lingüística y semiótica. El objeto de diseño o arquitectónico en un sistema semiológico	
		2.3-Diseño, arquitectura y lenguaje como código y comunicación	
		2.4 Hermenéutica y la interpretación abierta de la obra de arte	
			3- El lenguaje y el pensamiento a partir de imágenes
			85
			3.1 Imágenes combinadas a partir de cartografías neuronales
			3.2 Conocer mediante imágenes como iconos de la realidad
			3.3 Memoria y pensamiento en imágenes
			3.4 Imágenes relacionadas mediante figuras lingüísticas: analogía y homología, metáfora y metonimia
			3.5 Imágenes de la memoria: cartografías de Aby Warburg
			3.6 Imágenes conectadas por relaciones ocultas: surrealismo

4- Un mapa de imágenes de Foster a partir de sus pasiones e influencias	133	5- El lenguaje de la arquitectura de Norman Foster	291	6-Proyectos: relaciones entre componentes para la formación de un lenguaje emocional	397
4.1 Época del vapor desde 1781		5.1 Conceptos previos		Grupos 1 y 2. Listado de proyectos	400
4.2 Final de la época del vapor (Siglo XX: 1900-1959)		5.2 El mensaje de Norman Foster y su codificación: significados, metáforas y metonimias		Grupo 2. Listado de proyectos	511
4.3 Imágenes biográficas de Foster de 1935 a 1961		5.3 El código: componentes y sistemas de componentes			
4.4 La influencia de Le Corbusier y el libro <i>Vers une architecture</i>		5.4 La sintaxis: disposición y unión de componentes			
4.5 Viaje a los Estados Unidos y estancia en Yale en 1961-62		5.5 Sistemas repensados e innovación			
4.6 La influencia americana de Frank Lloyd Wright					
4.7 Yale y Serge Chermayeff en <i>Community and Privacy</i>					
4.8 Buckminster Fuller					
4.9 Otros arquitectos en los Estados Unidos de los años 60					
4.10 Arte en los Estados Unidos de los años 60					
4.11 La etapa de desarrollo profesional 1963-2017: el Team 4, Foster Associates y Foster and Partners					
4.12 Otros diseñadores de referencia: Jean Prouvé, Alvar Aalto y Otl Alcher					
				III- Conclusiones	
				IV- Posibles líneas de investigación	
				V- Bibliografía	
				VI - Listado de imágenes	

Introducción

Experimentar la arquitectura de Norman Foster suele imprimir en las personas ciertas sensaciones invariantes, centradas en el humanismo y en la confianza en un futuro tecnológico; sin embargo, la serie de mensajes que ésta transmite mediante su lenguaje no siempre llegan a un usuario que debería conocer ciertos códigos para poder interpretar y sentir una arquitectura que se desarrolla en varios niveles de comprensión. Los artefactos tecnológicos son comúnmente interpretados como contrarios a la naturaleza y al ser humano, y muchas personas se sienten incómodas o amenazadas ante su presencia. No obstante, la obra de Foster llega a conectar emocionalmente con sus usuarios, porque es capaz de transmitir en el plano subconsciente, una serie de cualidades que la convierten en objeto de deseo.

Analizando la arquitectura y el diseño de Foster, es posible corroborar los hallazgos de la revolución científico-tecnológica actual; según la cual, las emociones son inseparables de la razón y lo artificial tiende a fusionarse con la naturaleza.

I- Objetivo

El objetivo de esta tesis es demostrar que la obra de Norman Foster (1935-) es emocional y transmite las pasiones y la visión del mundo del arquitecto a través de su lenguaje constructivo.

Explicaremos cómo se entienden la obra y el diseño como un lenguaje, -sus códigos e interpretaciones-. Veremos cómo el discurso arquitectónico de Foster establece una conexión emocional particular con las personas, necesaria en toda arquitectura.

Norman Foster suele ser asociado generalmente al estilo High-Tech, y con ello, a un lenguaje racional, analítico, industrial y frío de la arquitectura modular de vidrio para edificios de oficinas o grandes espacios públicos. Esta reducción clasificatoria no impide a su obra conectar profundamente con el público. Explicaremos que los mecanismos tradicionalmente considerados racionales están basados en lo emocional y analizaremos cómo una parte de la clave para lograr la conexión con el usuario reside en la generación y transmisión de emociones, a través de una narración optimista de confianza en el progreso, encriptada en la construcción y en el diseño. Se tratará por tanto, de sacar a la luz y desarrollar, a partir de su lenguaje constructivo, una lectura aparentemente secundaria del trabajo de Foster, la del subconsciente y lo emocional.

La obra de Foster une la tecnología y la ciencia a los sentimientos humanos y al poder mítico del arte. La tecnología es sólo un medio para mejorar la vida del usuario. El avance en el bienestar del ser humano es el objetivo principal, y en la consecución del mismo y en su expresión por medio de un lenguaje de la arquitectura y del diseño, reside la emoción compartida. Esta arquitectura tiene tanto de emocional como lo pueda tener, por ejemplo, la de Gaudí (1852-1926), aunque Foster nos cuenta una historia diferente, con otro lenguaje, otros valores y en otro tiempo histórico.

En las publicaciones que recogen la lectura oficial de la obra de Foster, a las imágenes de los edificios se yuxtaponen otras de vehículos, naturaleza, arte, arquitectura y diseño, que han servido de referentes e inspiración para la generación de formas y conceptos. En esta dirección ya marcada, encontraremos que el lenguaje de su arquitectura está basado en la combinación de fragmentos procedentes de imágenes de la historia y de los intereses del arquitecto. Dichos fragmentos de imágenes, se materializan en la sintaxis de una arquitectura a base de componentes, formando un lenguaje que representa unas ideas y una actitud vital, transmitida al usuario mediante la percepción o mediante el reconocimiento de un código compartido.

II Metodología

El título de la tesis, *Las emociones en el lenguaje constructivo de Norman Foster*, marca los ámbitos en los que centraremos el desarrollo de la misma. Para poder llegar a la demostración de que los componentes emocionales traducidos en imágenes forman la base del lenguaje de la arquitectura tecnológica de Foster, nos centraremos en los siguientes puntos:

- El análisis de los conceptos de emoción y razón.
- La definición del lenguaje y la comunicación por medio de los objetos.
- El método iconológico con el que se investigan relaciones no exploradas entre las imágenes, las emociones, el pensamiento y la memoria.
- La formación de una narración y un lenguaje constructivo de la arquitectura y el diseño, basado en la combinación de fragmentos de imágenes de las pasiones e influencias personales de su autor.

Como método y estructura para abordar este trabajo se plantean tres partes. La parte I constituye el marco teórico, y las partes II y III constituyen el marco práctico:

Parte I. Emociones, lenguaje e imágenes (capítulos 1, 2 y 3)

En esta primera parte hablaremos de las emociones y del lenguaje en el proceso de crear e interpretar la realidad y los objetos que nos rodean a partir de imágenes.

Comenzaremos explicando los conceptos de razón y de emoción a la luz de interpretaciones históricas y de la visión actualizada que nos ofrece la neurociencia. Veremos que no es posible el razonamiento y la toma de decisiones sin la intervención de los mecanismos emocionales más básicos, fundamentales en la creatividad y en la intuición. A partir de ahí, introduciremos el papel de las emociones en la arquitectura a través de los conceptos de empatía y de homeostasis.

Explicaremos cómo se pueden entender la arquitectura y el diseño como lenguajes, y cuáles son los conceptos principales de la semiótica como comunicación y lenguaje, apoyados en parámetros lingüísticos.

Por último, veremos cómo el pensamiento y el lenguaje se basan en la combinación de fragmentos de imágenes seleccionados y evaluados por criterios emocionales, y nos basaremos en el método iconológico para introducir la lectura de las emociones como variables del diseño y la arquitectura.

Parte II. Las imágenes de Foster y su lenguaje (capítulos 4 y 5):

En la segunda parte trataremos de generar un mapa mental de imágenes del arquitecto, mediante la recopilación de fotografías de sus influencias y sus preferencias principales, explicando su relación con éste y la temática y el contexto de las mismas. A continuación, explicaremos las variables y temas fundamentales que entran en juego en la interpretación del lenguaje de Foster y propondremos una posible codificación del mismo por medio de sus componentes.

Parte III. La lectura de las emociones en la interpretación del lenguaje constructivo de Foster a través de las imágenes (capítulo 6):

En la tercera parte pondremos en práctica todo el desarrollo previo: por un lado, tratando de encontrar la lectura de las emociones en el lenguaje constructivo de sus obras a partir del descubrimiento de relaciones entre imágenes; por otro lado, tratando de mostrar la evolución de dicho lenguaje y su decodificación a lo largo de sucesivos proyectos, a través de la evolución de las formas y de su sintaxis. Esta tercera parte mostrará los resultados de la investigación y establecerá la base para la definición de las conclusiones.

Marco teórico

Si hablamos de las emociones en el lenguaje de la arquitectura de Norman Foster estamos proponiendo que existe un lenguaje derivado de la misma capaz de condensar, transmitir y generar emociones, y que por lo tanto, es posible la comunicación por medio de la materia a nuestro alrededor.

La relación entre los conceptos de razón y emoción ha cambiado en los últimos años: actualmente se sabe que no es posible el pensamiento racional sin la intervención de las emociones. Para poder leer la parte emocional en aquello hasta ahora considerado únicamente racional, será imprescindible abordar, en primer lugar, este cambio de paradigma.

A partir de ahí, explicaremos que hablar de arquitectura y de diseño es también hablar de las emociones que éstos nos provocan y para ello es fundamental ver como se establece la relación entre los seres humanos y la materia a nuestro alrededor, cómo conocemos la realidad exterior y cómo construimos e interpretamos nuestra propia realidad a través del pensamiento.

La arquitectura y el diseño son creaciones (artificios) del ser humano en sociedad y como tales, son capaces de comunicar diferentes historias. En la arquitectura existen múltiples narraciones que cristalizan y quedan encriptadas en lo construido -historias del pasado, del presente y del futuro proyectado-. El lenguaje de la materia podemos verlo en los objetos producidos en una sociedad y en las relaciones con otros elementos, pasados o contemporáneos, con los que los seres humanos establecen relaciones de emoción, pensamiento y significado. Examinaremos cómo la arquitectura y el diseño pueden ser entendidos como lenguaje y comunicación.

El lenguaje y el pensamiento, que permiten la creación de artefactos y su interpretación, están basados en la combinatoria de imágenes mentales sensoriales, de las cuales las visuales son las principales en la percepción de la forma y el espacio, y las acústicas -también apoyadas principalmente en imágenes visuales- son las protagonistas en el lenguaje y en la formación e interpretación de conceptos.

Para empezar, veremos algunos mecanismos del lenguaje que ayudan a relacionar conceptos e imágenes y a continuación, nos aproximaremos a la formación del pensamiento a partir de la combinación de representaciones mentales basadas en mapas neurales.

Introduciremos la iconología como método de investigación de la realidad, -de la historia y de las artes-, por medio de las imágenes.

Marco práctico

Análisis y recopilación de datos:

En primer lugar, esclareceremos algunas de las principales influencias en la vida y la obra del arquitecto y eso nos posibilitará, por medio de la recopilación de imágenes, crear una porción del mapa mental o atlas de sus referentes.

Explicación contextual:

En segundo lugar, explicaremos algunos de los conceptos principales para entender el lenguaje de la arquitectura de Foster, incluyendo aspectos clave en su visión del mundo. También veremos la relación de su obra con el concepto popular de arquitectura High-Tech.

Conocer el funcionamiento de la realidad, es un propósito que une a Foster con Aristóteles (384-322 a.C.). Podríamos ver al arquitecto como un científico que trata de proyectar, al igual que lo hace la naturaleza, de forma bella y eficiente, con ánimo de integrarse en ella y de superarla. Para Norman Foster hablar de arte, naturaleza, arquitectura, diseño o ingeniería es en realidad hablar de distintos aspectos de un mismo tema: la integración y la resolución de sistemas para el desarrollo del bienestar del ser humano. El concepto de bienestar es, por tanto, un punto central. El camino de la ciencia utiliza todo el conocimiento disponible en un momento histórico, la última tecnología al servicio del hombre. La aviación y los vehículos representan y sintetizan este camino a lo largo del siglo XX y junto a la naturaleza y el arte, son las principales fuentes de inspiración para el arquitecto.

Aplicación y resultados:

En tercer lugar, por medio de la yuxtaposición de imágenes de naturaleza, ingeniería y arte -la mayor parte de ellas proveniente del mapa mental construido anteriormente-, con imágenes de los proyectos, descubriremos nuevas relaciones simbólicas y formales que serán la prueba de la operación del pensamiento en el plano subconsciente y de la conexión de la narración general subyacente con el lenguaje de su arquitectura expresado en su sintaxis.

Las relaciones encontradas entre las imágenes pondrán de manifiesto aquellas existentes entre el lenguaje de la arquitectura, las pasiones y la visión del mundo del arquitecto. Veremos cómo las emociones, así como diversos temas ideológicos y emocionales, se convierten en persistencias a través de las series de proyectos y se expresan en cada caso con variaciones formales y sintácticas que siguen una línea evolutiva.

01

1- Las emociones forman parte de la razón. Sin emoción no hay razón. Sin emoción no hay arquitectura.

1.1 -Definiciones: qué entendemos por emoción y por razón

1.1.1 Razón, pensamiento y conocimiento de la realidad

Expondré muy brevemente dos de las concepciones principales de la razón y el pensamiento que han prevalecido a lo largo de los últimos siglos, de la mano de Descartes y de Kant, junto a una concepción neurobiológica actual de Antonio Damasio (1944).

René Descartes (1596-1650):

René Descartes nació en La Haye, al sur de París en 1596 y falleció en Estocolmo en 1650.

Se le considera el padre de la filosofía moderna y del racionalismo. Fue un matemático, científico y filósofo, cuya obra señaló el cambio entre el pensamiento medieval y renacentista y el pensamiento moderno.

Situó a la razón como única autoridad admisible y estableció un método para llegar a juicios ciertos. Rechazó los principios de verdad y autoridad provenientes de la tradición o del poder, y puso a su razón como juez de cualquier opinión, que debía ser demostrada y no sólo aceptada, estableciendo que lo único aceptable eran los juicios y deducciones a los que el sujeto por sí mismo pudiera llegar.

Su pensamiento se desarrolló a partir de la certeza exclusiva de la duda. A partir de las matemáticas, buscó la certeza en el conocimiento, como aquel momento en el que pudiéramos establecer que lo que consideramos verdadero lo es con toda seguridad, apoyándonos en ideas fiables, claras y diferentes, y estableció un procedimiento, basado en la duda metódica, para conseguir dicha certeza, estableciendo las bases para el pensamiento científico a partir de entonces (Descartes, 1637).

Descartes sostuvo que todo hecho complejo debe explorarse y entenderse mediante el análisis, la intuición y la deducción, desarmando y reduciendo el problema a sus partes y elementos básicos. Su método de análisis, por medio de la descomposición en elementos simples y su posterior recomposición, se aplicó en todas las esferas del pensamiento, la ciencia y la creación ingenieril y artística (Descartes, 1637).

La concepción cartesiana de la naturaleza se basó en la diferenciación entre pensamiento y materia, poniendo al intelecto por encima de todo y al sujeto como centro de lo real. Descartes formuló la primera versión moderna de la dualidad mente-cuerpo. Diferenció entre el espíritu, que pertenecía a la dimensión del pensamiento y el cuerpo, que pertenecía a la dimensión de la materia. La materia es aquello que el espíritu, entendido como intelecto o razón, está destinado a conocer, es una realidad de causas y efectos, ajena y separada completamente del mundo del espíritu, al cual pertenecen la certeza y el pensamiento.

Descartes llegó a la conclusión de que se podía dudar de todo excepto de que él mismo estaba allí presente, dudando. Atribuyó todo el conocimiento humano al pensamiento racional.

Su frase *Cogito, ergo sum*, “pienso luego existo”, en base a su concepción separada de pensamiento y materia, sugiere que la existencia del sujeto es independiente del cuerpo y perteneciente a la esfera del pensamiento, de las ideas, de las certezas y del espíritu (Descartes, 1637), (Rene Descartes | French mathematician and philosopher | Britannica.com,n.d.).

Immanuel Kant (1724-1804):

Immanuel Kant fue un filósofo nacido en 1724 en Königsberg, capital de la Prusia oriental, que vivió durante toda su vida en dicha ciudad, donde falleció en 1804. Sus trabajos versaron sobre temas diversos que incluyeron, entre otros, a la ética, la estética, la epistemología y la política. Su filosofía representa la síntesis que supera al empirismo y al racionalismo de los siglos anteriores.

Kant introdujo en lo que se denominó su *giro copernicano*, la idea de que todo conocimiento viene condicionado por la propia naturaleza y construcción de nuestra mente y órganos sensoriales. Estableció un análisis de la relación entre lo que advertimos por medio de los sentidos y lo que aportamos mediante nuestra forma de percibir y conocer. Consideró que existía una realidad que quizá nunca pudiésemos llegar a comprender como realidad en sí misma, ya que nuestra forma de conocer estaba limitada por el funcionamiento de nuestro

cuerpo. Tanto los órganos receptores de los estímulos que nos ofrece la realidad exterior, como la codificación y representación mental que nuestras estructuras nos permiten hacernos de ese entorno exterior, eran el filtro y el límite humano para el conocimiento de lo real. A partir del pensamiento de Kant, la subjetividad y el relativismo son introducidos en la forma de entender el mundo y nuestra propia naturaleza (Kant, 1781a).

Kant desarrolló el concepto de la *razón pura*, como aquella que nos permite llegar a los juicios verdaderos, que no se apoya en la experiencia sino que se desarrolla a partir de sí misma, *a priori*. Se trata del pensamiento previo a la experiencia; correspondiente, por ejemplo, a los juicios matemáticos, cuyas proposiciones no habían de buscar una base experimental externa a ellos mismos en la que apoyarse para ser ciertas. Kant intentó, de este modo, establecer los límites del ejercicio de la razón y su pureza o variabilidad para conocer lo universal y lo particular de la realidad (Kant, 1781a).

Para Kant, el conocimiento de la realidad no proviene de la razón ni de la experiencia, como se había sostenido por parte de racionalistas y empiristas, sino de la colaboración entre ambas. El conocimiento era la mezcla entre lo que proporciona el entorno y lo que aportan nuestras estructuras perceptivas, siendo el objeto que el ser humano percibe, constituido por él mismo, a partir de la suma de las interpretaciones que su organismo es capaz de realizar de los datos obtenidos de múltiples percepciones sensibles.

Tanto los problemas de la metafísica como los de la ciencia debían ser universales, basados en juicios *a priori*, pero también debían basarse en el conocimiento de lo real, de lo perceptible externamente. “Así, pues, por medio de la sensibilidad nos son dados objetos y ella sola nos proporciona intuiciones; por medio del entendimiento empero son ellos pensados y en él se originan conceptos” (“Immanuel Kant | German philosopher | Britannica.com,” n.d. p. 3; Kant, 1781).

Los objetos son sólo apariencias, ya que están condicionados por el espacio y el tiempo, que son intuiciones puras. Tiempo y espacio son considerados por Kant como conocimientos previos a la experiencia, previos a cualquier cualidad de la realidad exterior e impuestos por la naturaleza de nuestros sentidos.

Prescindid poco a poco, en el concepto que la experiencia os da de un cuerpo, de todo lo que es en él empírico: color, dureza o blandura, peso, impenetrabilidad; siempre queda el espacio que aquel cuerpo (que ahora ha desaparecido por completo) ocupaba; de este no podéis prescindir. De igual modo, si en vuestro concepto empírico de todo objeto, corporal o incorporeal, prescindís de todas las propiedades que os enseña la experiencia, no podréis sin embargo suprimirle aquella por la cual lo pensáis como substancia o como adherente a una substancia (Kant, 1781, p. 18).

Para Kant, la intuición como sensibilidad subjetiva, incluye el espacio y el tiempo y precede a las sensaciones que provienen de la materia y a la experiencia (Kant, 1781, p. 138). El aspecto que nos interesa resaltar es que el filósofo parece asumir el problema de la dualidad mente-cuerpo y la concepción de lo físico y lo mental como entidades separadas. Las leyes morales eran la voz de la razón, ejerciendo un contrapeso sobre la parte sensorial (Rosas, 1995).

En sus razonamientos, Kant seguía manteniendo sentidos, entendimiento y razón como conceptos separados. Separa los sentidos, como facultad de las intuiciones que no requieren razonamiento alguno, del entendimiento, como facultad de conceptualizar la información que obtenemos de nuestros sentidos y así llegar a un común denominador de las cosas reales, capaz de aproximarse a la idea de perfección.

El entendimiento no puede intuir nada, y los sentidos no pueden pensar nada. Sólo de su unión puede originarse conocimiento (....) hay fuertes motivos para separar y distinguir cuidadosamente unos y otros (Kant, 1781, p. 44).

Antonio Damasio (1944-):

Antonio Damasio es un científico portugués, profesor de neurociencia en la University of Southern California y en el Salk Institute, que además dirige el Brain and Creativity Institute en Los Angeles. Sus teorías e hipótesis han tenido un impacto fundamental en la filosofía y la ciencia contemporánea¹.

1 (“Antonio Damasio, Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica 2005,” n.d.)

Los estudios de Damasio se centran en las bases neurológicas de la mente y en la memoria, en el lenguaje, las emociones y el proceso de toma de decisiones. Sus libros tratan principalmente de la relación entre sentimientos, emociones y su correspondiente sustrato cerebral y biológico.

Ha formulado, entre otras, la teoría del marcador somático, que habla de cómo las emociones viscerales están involucradas en el proceso consciente e inconsciente de toma de decisiones.

Damasio ha sido nombrado por el Institute for Scientific Information, uno de los investigadores más citados de la pasada década; por la publicación *Archives of Scientific Psychology* de la American Psychological Association, uno de los 100 psicólogos más eminentes de la era moderna; y por la revista francesa *Sciences Humaines*, uno de los 50 pensadores clave en las ciencias humanas de los dos últimos siglos. Libros suyos, como *El Error de Descartes*, han sido calificados como unos de los libros de mayor influencia científica en las dos últimas décadas ("Antonio Damasio | Big Think," n.d.).

1.1.2 Emoción y sentimiento

Definiremos emoción y sentimiento según las hipótesis que nos ofrece Antonio Damasio en sus libros *El Error de Descartes* y *En Busca de Spinoza*.

En *El Error de Descartes. La emoción, la razón y el cerebro humano*, Damasio argumenta la unión de cuerpo y mente como entidades indisociables. Expone que la mente surge del cuerpo y que aspectos típicamente relacionados con los sentimientos y con el espíritu, como puede ser el sufrimiento, ocurren realmente en la carne. El autor nos aproxima a los procesos neurales y muestra que las actividades racionales del cerebro no son diferentes de las pasionales. La mente surge de la interacción cuerpo-cerebro, no siendo posible independizarlos. A partir del citado razonamiento, el científico explica el funcionamiento de la memoria, las emociones y los sentimientos.

En el libro *En Busca de Spinoza. Neurobiología de la emoción y los sentimientos*, Damasio resalta las ideas de Spinoza (1632-1677), quien ya en el siglo XVII intuyó y expuso que todo en el ser humano estaba centrado en los sentimientos y las emociones como sensores del progreso de la vida y como motores del esfuerzo por conseguir la supervivencia con bienestar y la felicidad del ser humano como fin último. Damasio argumenta que Spinoza relacionó la necesidad biológica de la preservación de la vida con los comportamientos éticos personales y sociales. Para el neurobiólogo, la capacidad del ser humano de conocer y razonar es parte de los dispositivos de regulación de la vida para la autopreservación, como son los apetitos y las emociones. Los

mecanismos de nuestro organismo por los que las emociones y las reacciones más básicas forman parte de la creatividad y de los razonamientos más complejos estarán relacionados con la moral, la intuición o la conciencia. Muchos de los problemas a los que el ser humano se enfrenta para conseguir la supervivencia se resuelven automáticamente en un plano subconsciente. Cuando las emociones que siente el cuerpo, monitorizado por el cerebro constantemente, adquieren especial relevancia, se hacen conscientes y un sentimiento positivo o negativo actúa como marcador y origina un proceso de reacciones electroquímicas encaminadas a restablecer el equilibrio y el progreso con bienestar. Damasio explica de qué forma las imágenes procedentes de nuestros sentidos, del interior y el exterior del cuerpo, se convierten en mapas neuronales organizados topográficamente en el cerebro, y cómo estas imágenes a partir de fragmentos derivados de la percepción, son la base del pensamiento, la memoria y la conciencia (Damasio, 2003, p. 191).

Sentimiento:

Los sentimientos de dolor o placer, o de alguna cualidad intermedia, son los cimientos de nuestra mente (Damasio, 2003, p. 14).

Como hipótesis provisional Damasio propone que un sentimiento es:

La percepción de un determinado estado del cuerpo junto con la percepción de un determinado modo de pensar y de pensamientos con determinados temas. Los sentimientos surgen cuando la acumulación absoluta de detalles cartografiados alcanza una fase dada (Damasio, 2003, p. 100).

En esencia, un sentimiento es una idea; una idea del cuerpo y, de manera todavía más concreta, una idea de un determinado aspecto del cuerpo, su interior, en determinadas circunstancias. Un sentimiento de emoción es una idea del cuerpo cuando es perturbado por el proceso de sentir la emoción (Damasio, 2003, p. 103).

El origen de los sentimientos es la percepción de un estado corporal interno a partir de las cartografías que representan a las diferentes partes del cuerpo en el cerebro. Dichas cartografías se traducirán en imágenes mentales a las que podremos asociarles los sentimientos (Damasio, 2017, min. 51). El cerebro, a partir de estas cartografías puede actuar sobre el origen del estado corporal, y así modificar las señales que provienen del mismo y en consecuencia los sentimientos que se derivan de dichas señales (Damasio, 2003, p. 106).

En términos evolutivos, la mente surge de las interacciones entre el cerebro y el resto del cuerpo. Los circuitos neurales se desarrollaron por la necesidad de servir a funciones del organismo y representan continuamente los estados de las diferentes partes del cuerpo en su interacción con estímulos externos e internos (Damasio, 1995, p. 306).

intervienen en la consciencia que los individuos tenemos de nuestro pasado, presente y futuro anticipado. En el aprendizaje y la memoria, los sentimientos intervienen para determinar qué recuerdos se grabarán con mayor intensidad y cuáles serán borrados. Esto permite bloquear aquellos demasiado dolorosos, que influirían negativamente en el desarrollo de la vida. Los sentimientos, como procesos mentales de consciencia y registro de los estados corporales, activan las correcciones en el organismo necesarias para la supervivencia (Damasio, 2003, pp. 198-199).

Damasio sugiere que lo más distintivo de los seres humanos frente al resto de los animales es la capacidad para la creación de cultura, y que ésta, se encuentra íntimamente ligada a la existencia de los sentimientos. Con frecuencia se dice que gracias al intelecto, a la capacidad cerebral y a la sociabilidad, los seres humanos fueron capaces de crear las diferentes culturas y el conocimiento. Según el neurobiólogo, sin los sentimientos nada de esto hubiese sucedido, ya que éstos, apoyados en la memoria y el lenguaje, son los motivadores de las respuestas intelectuales que constituyen los hechos y artefactos culturales, y además, actúan como testigos evaluadores permanentes del desarrollo y de los efectos de dichas respuestas.

Los sentimientos nos dan razones para la creación y para generar respuestas culturales (Damasio, 2017, min. 20), al tiempo que evalúan e indican si una solución ha funcionado o no. Veremos que esta evaluación es de raíz homeostática, y que la memoria se forma a partir de la combinación de las imágenes registradas en los mapas neurales que dan lugar a los sentimientos, sin los cuáles no tendríamos consciencia de pasado, presente y futuro (Damasio, 2017, min. 50).

1.2-Sin emoción no hay razón: creación y pensamiento racional *versus* sentimiento

1.2.1 Razonamiento lógico

Damasio estudió a pacientes neurológicos, con patologías que afectaban a la toma de decisiones y desórdenes emocionales, que parecían personas normales y eran capaces de hablar y de efectuar cálculos racionales o de pensar con lógica un problema abstracto, pero que eran incapaces de tener una conducta social y una toma de decisiones adecuadas debido a una alteración en la capacidad de experimentar sentimientos. Sus descubrimientos apuntan que la racionalidad máxima y la más simple capacidad de elegir se ven comprometidas o imposibilitadas cuando no se tienen sentimientos.

Hemos visto que la objeción principal que Antonio Damasio le hace a Descartes es que en el proceso de razonamiento intervienen las emociones como parte intrínseca del mismo, de la construcción de nuestro pensamiento y de nuestra manera de conocer. En la actualidad, gracias a dichas hipótesis, la ciencia parece haber empezado a asumir que la dualidad cuerpo- mente como dos entidades independientes es errónea. Una concepción todavía generalizada de esta dualidad, derivada tanto de la teología cristiana como de las teorías platónicas o de filósofos como Descartes, ha supuesto hasta ahora un límite aceptado en el acercamiento al problema real, una hipótesis de partida que ha conllevado toda una serie de planteamientos equivocados respecto al ser humano y a su entorno material en casi todos los campos, incluyendo la arquitectura y el diseño.²

² Son precisamente estos estudios de Antonio Damasio los que se citan en la introducción del libro *Diseño Emocional* del profesor Donald A. Norman, que llevaron a su autor a reconfigurar su concepción sobre la relación emoción-razón y en consecuencia sobre los objetivos del diseño. Su influencia en el diseño a partir del año 2004 impulsó una aproximación centrada en lo emocional y en el desarrollo de productos placenteros que se adaptasen a las personas.

Estamos programados para percibir el medio y producir una reacción automática de respuesta. Las reacciones más básicas de autorregulación de un organismo, como el sistema inmune y la regulación metabólica, forman parte anidada de reacciones más complejas como los mecanismos de dolor y placer. A su vez, los citados mecanismos están englobados en los instintos y motivaciones, que son parte fundamental en la maquinaria de las emociones y finalmente, dichas emociones, configuran la base de los sentimientos y de la razón.

Que los mecanismos de regulación básicos formen parte de las operaciones más complejas de la mente, hace que el objetivo de supervivencia con bienestar se mantenga en las operaciones complejas del organismo (Damasio, 2003, p. 61).

Las reacciones del cuerpo, tanto individuales como sociales, existen en nosotros al igual que en organismos mucho más simples sin necesidad de cerebro ni consciencia, como por ejemplo, el alejamiento de un objeto amenazante, el acercamiento al calor y a la luz, la aproximación y cercanía a los semejantes en una situación de peligro o de escasez de alimento y las exhibiciones de dominancia o dependencia social (Damasio, 2003, p. 59).

Se piensa que debe haber una conexión y un solape anatómicos entre las áreas que procesan los razonamientos más elevados, los sentimientos y la regulación corporal básica. La razón parece depender de sistemas cerebrales concretos, algunos de los cuales son los que procesan sentimientos y éstos, parecen estar entretejidos con los sistemas de regulación biológica (Damasio, 1995, p. 329).

Es como si estuviéramos poseídos por una pasión por el razonamiento, un impulso que se origina dentro del cerebro, impregna otros niveles del sistema nervioso y emerge ya sea como sentimientos o como preferencias no conscientes que guían la toma de decisiones (Damasio, 1995, p. 329).

La proposición “pienso, luego existo” podría pasar a ser “siento luego existo”, con lo que estaríamos dando preponderancia al plano del cuerpo frente al de la mente, por la asociación de los sentimientos con las sensaciones y emociones. Es necesario comprender que la razón va unida a la emoción de manera intrínseca y que el cuerpo es el origen de la

mente y del pensamiento. El cuerpo reacciona con las distintas emociones y éstas generan registros neurales ante los estímulos y constituyen una respuesta químico-eléctrica. Los registros neurales se organizan en mapas que generan imágenes y permiten pensar.

1.2.2 Creación, pensamiento racional y sentimiento

Según lo que hemos visto hasta este punto, las emociones y los sentimientos forman parte anidada del proceso de razonamiento y ayudan a alcanzar los niveles más elevados del pensamiento, aquellos que implican la valoración y el descarte instantáneos de múltiples variables. La intuición y la creatividad, sólo son posibles con la intervención de todos los mecanismos del cuerpo; es decir, de las emociones simples y complejas junto a las pasiones y sentimientos asociados.

Es importante destacar el papel de los pensamientos subconscientes y automáticos en el proceso de creación y de razonamiento, ya que a partir de ellos buscaremos relaciones no exploradas o no sacadas a la luz, nuevas lecturas e interpretaciones de la obra de un autor derivadas de una recomposición parcial de su mundo mental. Veremos más adelante, que las pasiones de Norman Foster resumidas en la aviación, los vehículos, el arte y la naturaleza, son parte fundamental en su proceso creativo.

En esta línea de “lo invisible” “el ingrediente poético del vuelo puede reposar cercano a la superficie, incluso si nunca aparece en la conversación. Con el mismo espíritu, cada decisión en el diseño de un edificio está tocada no sólo por la razón sino también por esas influencias poéticas e intangibles (Foster en Jenkins, 2002, p. 246).

1.2.2.1 Hipótesis del marcador somático

En el proceso de toma de decisiones la hipótesis del marcador somático aporta una alternativa o un complemento a la decisión lógica formal, que debería ejecutar para cada operación un análisis coste-beneficio, lo cual, en la práctica se muestra imposible debido a la velocidad a la que se producen nuestras elecciones reales. En cualquier situación, por poco compleja que parezca, siempre existen múltiples variables a futuro, probabilidades y consecuencias difíciles de evaluar por un proceso lógico racional. “Los marcadores somáticos aumentan probablemente la precisión y eficiencia del proceso de decisión. Su ausencia las reduce” (Damasio, 1995, p. 243).

El marcador somático se refiere a una marca o señal automática con la que el cuerpo, a la hora de la elección, señala con un sentimiento negativo o positivo proveniente desde las entrañas, la aparición en la mente de la imagen de un resultado negativo o positivo vinculado a una de las opciones. Estas señales nos ayudan a descartar gran parte de las opciones disponibles, permitiendo mayor eficiencia y precisión. Si el marcador es positivo actúa como una guía de incentivo. Por ejemplo, cuando aceptamos un sacrificio en aras a un beneficio futuro, un marcador somático positivo acompaña a la imagen del bien futuro y ayuda a imponer el camino doloroso para obtener la recompensa posterior. Sin la intervención de las emociones -desde las más básicas- nuestra capacidad para decidir se vería bloqueada.

El marcador somático trata sobre sentimientos que funcionan como una señal de peligro que se dispara automáticamente al barajar inconscientemente alternativas que pudieran conllevar resultados negativos, y redirige nuestra elección hacia otras opciones.

Los marcadores somáticos son un caso especial de sentimientos generados a partir de emociones secundarias. Estas emociones y sentimientos han sido conectados, mediante aprendizaje, a resultados futuros predecibles de determinados supuestos (Damasio, 1995, p. 244).

1.2.2.2 Creatividad

La creatividad es la capacidad subconsciente de combinación de imágenes e ideas para formar otras nuevas. Es la imaginación aplicada a la creación y a la resolución de problemas.

Según nos explica el profesor Damasio, los sentimientos, como acontecimientos mentales, nos ayudan a resolver problemas complejos que requieren la gestión, evaluación y selección de grandes cantidades de información (Damasio, 2003, pp. 197,198). En actividades consideradas totalmente racionales, como puede ser la labor científica, la creatividad y las múltiples combinaciones que operan a nivel subconsciente, junto a los razonamientos analíticos y lógicos, son fundamentales para cualquier avance (Damasio, 1995, p. 263).

Veremos en el capítulo 3 que la metáfora como una figura lingüística, y por lo tanto como mecanismo del pensamiento, nos ayuda a relacionar imágenes y a construir nuevas realidades mediante la asociación con otras ya conocidas. La creatividad está relacionada con la capacidad de variación en los signos, la alteración de significaciones y la construcción de metáforas. Esta variabilidad de las significaciones en la lengua aporta al pensamiento la capacidad de invención continua (Galán & Felip, 2011, p. 36; Jakobson, 1970).

1.2.2.3 Intuición

La intuición es el proceso de pensamiento por el que se llega a una conclusión rápidamente sin tener consciencia de los pasos intermedios necesarios para elaborar el razonamiento. Se apoya en conocimientos, experiencias y razonamientos previos ya almacenados en la memoria, que sirven para llegar a un resultado rápido sin que el proceso de razonamiento tenga que repetirse y en muchos casos se muestra más útil que el pensamiento formal. Las emociones proporcionan una conclusión de manera inmediata, sin apenas necesidad de razonamiento consciente (Damasio, 1995, p. 17).

El mecanismo básico de lo que llamamos intuición, por el que llegamos a una solución sin razonar sobre ella, se apoyaría según Damasio en un nivel inconsciente, en el que el cerebro generaría imágenes relacionadas con resultados negativos y automáticamente inhibiría los circuitos cerebrales tendentes al acercamiento o apetito al respecto de esas opciones (Damasio, 1995, p. 261).

1.3 Sin emoción no hay arquitectura

1.3.1 La emoción en arquitectura. Introducción

La relación entre sensación, sentimiento, pensamiento, conocimiento y razón es fundamental en la arquitectura.

La arquitectura es el maridaje de lo funcional con lo espiritual. Si los espacios que creamos no nos mueven el corazón y la mente, entonces, con seguridad, sólo están resolviendo una parte de su función. La luz es un buen ejemplo. Un ingeniero puede cuantificar los lúmenes que se necesitan para iluminar un pasaje o para leer un libro pero, ¿que hay de la dimensión poética de la luz natural?: la luz cambiante de un cielo nublado, el descubrimiento de la sombra moteada, la intensidad de los rayos de sol (Foster, 2005, n.d.).

La supresión de la separación cartesiana entre la mente y el cuerpo, entre el plano del pensamiento o del espíritu y el plano de la materia o emocional, tiene también su impacto en la manera de considerar la interacción de los hombres con la creación artística en general y con la arquitectura particularmente. Las creaciones arquitectónicas deberán tener en

cuenta lo emocional y lo comunicativo junto a los criterios de economía y rendimiento de uso práctico. Este aspecto es trasladable al diseño y ha dado lugar a lo que se ha llamado diseño emocional, según el cual, el gozo obtenido a partir de nuestra relación con los objetos, por su uso, su presencia y por el vínculo personal que establecemos con ellos, pasa a ser una de sus funciones principales, uno de los primeros objetivos de diseño. Esto se pone de manifiesto muy claramente en los diseños de productos de las marcas; por ejemplo, los de Ian Callum³ (1955-) para Jaguar y Aston Martin, quien afirma: “Forma y función deben relacionarse y ocurrir en orden. Nosotros definimos el orden desde una escala de practicidad y emoción”(“Ian Callum | www.iancallum.com,” n.d.).

La arquitectura trata, por medio de la razón, de la búsqueda de soluciones al problema del sostenimiento de la vida con bienestar. La búsqueda del confort del hombre es la búsqueda de respuestas a sus necesidades espirituales y materiales sin exclusión de ninguno de estos campos. Una vez cubiertas las necesidades materiales, no podemos alcanzar bienestar y felicidad si no logramos dar solución a los factores espirituales.

Los espacios y los objetos que nos rodean tienen un valor simbólico y el poder de comunicarnos determinados mensajes atendiendo a diferentes códigos. La arquitectura y el diseño, como creaciones del hombre, tratan de proporcionar soluciones prácticas y materiales, pero también comunicativas y espirituales. Entre estas dos vertientes, la de lo práctico y la de lo comunicativo, se establecen todas las discusiones, aproximaciones y concepciones sobre la manera de proyectar y sobre lo aceptable y lo deseable en arquitectura y en diseño. La visión del problema conjunto es imposible e irreal si mantenemos separados los dos ámbitos. Lo espiritual y lo comunicativo, unido a los temas de la salud y el bienestar, son cuestiones tan prácticas para la arquitectura y el diseño como la utilización funcional de los objetos y de los espacios.

³ Ian Callum es un famoso diseñador de automóviles que ha trabajado para marcas como Ford, TWR, Aston Martin, Volvo o Nissan y en la actualidad es el diseñador jefe de Jaguar y Land Rover

Algunos de los principales exponentes de la arquitectura del siglo XX hicieron referencia al respecto. Veamos la siguiente afirmación de Le Corbusier (1887-1965) recogida en *Hacia una arquitectura* de 1923, en la que establecía una clara distinción entre las creaciones del ingeniero, derivadas de la economía y razón, y las del arquitecto, derivadas de las formas y del espíritu:

Estética del ingeniero, arquitectura, dos entes solidarios, consecutivos, el uno en pleno desarrollo, el otro en penosa regresión. El ingeniero, inspirado por la ley de la economía, y llevado por el cálculo, nos pone de acuerdo con las leyes del universo. Logra la armonía. El arquitecto, por el ordenamiento de las formas, obtiene un orden que es pura creación de su espíritu; por las formas, afecta intensamente a nuestros sentidos, provocando emociones plásticas; por las relaciones que crea, despierta en nosotros profundas resonancias, nos da la medida de un orden que se siente de acuerdo con el mundo, determina reacciones diversas de nuestro espíritu y nuestro corazón; y entonces percibimos la belleza (Le Corbusier, 1923, p. 3).

Como vemos en el citado fragmento de Le Corbusier, entender correcta o incorrectamente los temas sobre la emoción, el razonamiento, el espíritu, el pensamiento, la empatía, la creatividad o la belleza, es fundamental para entender la arquitectura y su relación con las personas y con los autores de las obras. Si al plantear algunos de los conceptos principales para el ser humano, -como son la forma en la que conocemos la realidad exterior y la forma en la que se construyen nuestros pensamientos y nuestra mente-, partimos de enfoques equivocados, es de esperar que la arquitectura que se construye para éste sea fallida y no consiga el objetivo ni el éxito deseado a largo plazo.

Otras citas, como las de Antoni Gaudí, Luis Barragán (1902-1988), o Peter Zumthor (1943-), nos sirven para destacar las emociones como parte intrínseca de la arquitectura:

Para hacer las cosas bien es necesario: primero, el amor, segundo, la técnica (Gaudí en Álvarez Izquierdo, 1999, p. 51).

Mi casa es mi refugio, una pieza emocional de arquitectura, no una pieza fría de conveniencia. Creo en una “arquitectura emocional”. Es muy importante para la humanidad que la arquitectura gire en torno a la belleza; si hay varias soluciones a un problema, lo que le transmite al usuario un mensaje de belleza y emoción, eso es arquitectura. (Luis Barragán en Ulrich Obrist & Reyes, 2006, p. 130).

La genuina sustancia nuclear de la arquitectura que buscamos surge a través de la emoción y la inspiración (....) Mediante mis obras no intento querer producir emociones, sino dejar que las emociones se expandan Peter Zumthor (Zumthor, 2004, pp. 20-27).

Cuando la razón se contrapone a la emoción, se establece un conflicto entre dos aspectos intrínsecos al ser humano en el que uno ha de salir vencedor. Si se considera únicamente la razón, se opta por soluciones que tienden a la reducción a lo abstracto, a lo puro, a la monosemia de un signo verdadero que no tenga ni elementos superfluos ni posibilidad de interpretación simbólica. Comprender que no hay razón sin emoción y que la emoción forma parte constituyente de la razón, reconcilia los dos campos y debe cambiar la aproximación a las soluciones de diseño y de arquitectura.

El diseño y la arquitectura son creaciones del hombre para el hombre, en búsqueda de un mayor bienestar por medio de la tecnología. Por una parte, será fundamental saber en qué consiste dicho bienestar y por otra parte, saber cuál es la relación del hombre con los objetos y espacios que le rodean, por qué algunos nos hacen sentir mejor que otros, y cuáles son capaces de hacernos sentir bien o emocionarnos positivamente.

1.3.2 *Einfühlung*, interpretación emocional de la arquitectura y el diseño

Ya desde la arquitectura clásica de Vitruvio, en su interpretación antropomórfica de los órdenes (dórico, jónico, corintio y toscano), éstos eran justificados por su parecido a posturas y cualidades humanas, haciendo referencia a la teoría Aristotélica de la mimesis, fundamento de todas las artes y del aprendizaje (Zevi, 1948, p. 130). Se atribuían, a los componentes de la arquitectura, actitudes humanas que se traducían en la postura corporal, lo que hoy en día describiríamos como comunicación no verbal, que podemos considerar un concepto ya sugerido por Darwin (1809-1882) en su obra *Las emociones en el hombre y en los animales* de 1872. A través de la mimesis, -tendencia a imitar y armonizar con el entorno-, los sujetos se identifican con el objeto al que se le atribuyen sentimientos y un valor emocional por medio de la imaginación (Rampley, 1997, p. 45)⁴.

En la interpretación emocional de la arquitectura es preciso señalar el concepto de *einfühlung*, que se ha traducido del alemán como empatía, pero que en su idioma original incluye otros términos como simpatía o entendimiento. Dicho concepto apareció en el siglo XVIII como un medio de adentrarse en la psique humana y de tratar de explicar la relación del hombre con la naturaleza. Según esta teoría:

La emoción artística consiste en el ensimismamiento del espectador en las formas y, por ende, en el hecho de que la arquitectura transcribe los estados de ánimo en las formas del construir, humanizándolas y animándolas. Mirando las formas arquitectónicas, vibramos con ellas en simpatía simbólica, porque suscitan reacciones en nuestro cuerpo y en nuestro ánimo (Zevi, 1948, p. 127).

En sus escritos *Sobre diligencia en varios lenguajes aprendidos* de 1764 y en *Fragmentos sobre literatura germana reciente* de 1768, Herder avanzaba algunas ideas fundamentales en el posterior estudio y filosofía del lenguaje; por ejemplo, que el pensamiento estaba indisolublemente unido al lenguaje y que no se podía pensar aquello que no se puede expresar lingüísticamente. Por otra parte, en su *Tratado sobre el origen del lenguaje* de 1772, Herder ya exponía que la empatía era necesaria para interpretar la historia, y este concepto se volvió fundamental en la interpretación de los textos y la cultura. Aunque posteriormente el concepto fue rechazado por subjetivo, emocional y carente de valor científico, en la actualidad ha sido recuperado como un elemento imprescindible en el análisis histórico (Nowak, 2011, p. 303).

Una de las principales figuras que trató el concepto *emfühlung* fue Friedrich Theodor Vischer (1807-1887), filósofo y poeta alemán que escribió sobre el arte y la estética explicados por medio de la dialéctica de Hegel (1770-1831). Vischer escribió en *Das Symbol* (1887) que las personas encuentran elementos espirituales en los objetos, y se refirió a este hecho como simbolismo, dividiendo la representación simbólica entre mágica y lógica, dependiendo respectivamente de que el símbolo y lo simbolizado se fundieran en uno o permanecieran separados (Nowak, 2011, p. 303).

Este tema y los autores que acabamos de mencionar fueron centrales en el trabajo iconológico de Aby Warburg (1866-1929) que comentaremos más adelante. Warburg fue un historiador del arte alemán, contemporáneo de Robert Vischer (1847-1933) –hijo de Theodor Vischer–, que planteó el arte del Renacimiento como representante del paso del pensamiento mágico al lógico en Europa, e inició la iconología como método científico de investigación histórica a través de la interpretación de las imágenes.

Sostuvo que en la obra de arte, el objeto y el sujeto se funden gracias a la imaginación y que el espectador, por medio de su mirada puede animar a los objetos y cargarlos de valor emocional (Rampley, 1997, p. 45).

Otra figura fundamental relacionada con el concepto de *emfühlung* es Theodor Lipps (1851-1913), psicólogo y filósofo alemán centrado en cuestiones de arte y estética, precursor y referencia de Sigmund Freud (1956-1939) en la idea del subconsciente, quien en su obra *Asthetik* sostenía que es posible empatizar con todo tipo de objetos, incluso con formas abstractas; una línea diagonal puede causarnos un sentimiento interno de alzamiento o hundimiento. Lipps también defendía la fusión sujeto y objeto por medio de los sentimientos asociados. Para él, la empatía con la naturaleza conllevaba la tendencia del ser humano a entender los fenómenos naturales de forma antropomórfica atribuyéndoles sentimientos y vida. Por ejemplo, la tormenta se identifica comúnmente con la lucha (Nowak, 2011).

Para la teoría del *emfühlung* “toda la crítica de la arquitectura consiste en la capacidad de transferir el propio espíritu al edificio, en humanizarlo, en hacerle hablar, en vibrar con él en una simbiosis inconsciente, en la que nuestro cuerpo tiende a repetir el movimiento de la arquitectura” (Zevi, 1948, pp. 130-131).

De acuerdo con la perspectiva de Lipps, existe una interpretación casuística de los elementos geométricos y así, la línea horizontal expresa lo racional, lo estable, lo inmanente; la línea vertical, lo infinito, lo emocional, lo sublime; la línea curva, la flexibilidad, la decoración, la sensualidad; la hélice, el ascender y separarse de lo terrenal; el cubo, la integridad, la seguridad; el círculo, el equilibrio, el control de todo el entorno; la esfera, la perfección; la elipse, el dinamismo cíclico en torno a dos centros. Todas estas interpretaciones no son sino significados dados a las formas a partir de proyecciones empáticas e intelectuales que parten del sujeto (Zevi, 1948).

La semántica de los objetos y las formas ha formado parte de una gramática que estudia los principios y reglas del lenguaje de los signos. Esta gramática, partiendo de las interpretaciones empáticas, ha tratado conceptos formales como la proporciones, el ritmo, la simetría, la escala o el contraste, asociados a conceptos psicológicos y fisiológicos como unidad, equilibrio, énfasis, carácter, verdad, sinceridad, peso, tensión, dulzura, feminidad o masculinidad, atribuyendo a la arquitectura todas las expresiones humanas.

Como expone Bruno Zevi (1918-2000):

Confrontad el Taj Mahal con el rascacielos de Filadelfia, y decid si el primero no representa el amor, por lo menos dentro de los límites en los que una música puede, respecto a otra, definirse como música de amor. ¿Cuál es el objeto del Taj Mahal, sino el de una eterna y pura contribución del amor de un hombre hacia su esposa? La interpretación utilitaria tiene solamente un sentido si amplía sus horizontes hasta el campo psicológico y espiritual (....) Es espontáneo pasar de la crítica fisio-psicológica y de sus ilaciones a la interpretación psicoanalítica (Zevi, 1948, p. 132).

En el caso del diseño de producto los aspectos psicológicos derivados de las interpretaciones comunicativas y simbólicas son iguales o más importantes que los aspectos prácticos. Esta lectura se correspondería con las propuestas hermenéuticas que hemos citado de Schleiermacher, Vischer y Herder. En la actualidad, diseñar consiste en contar una o varias historias, adecuadas al usuario a través del objeto y en resolver una función práctica.

Según Donald A. Norman (1935-) en su libro *Diseño emocional*:

Más allá del diseño de un objeto, existe también un componente personal, un componente que ningún diseñador o fabricante puede proporcionar. En nuestra vida, los objetos son mucho más que meras posesiones materiales. Nos hacen sentir orgullosos, no porque hagamos ostentación de nuestra riqueza o nivel social, sino por el sentido que dan a nuestra vida. Los objetos más apreciados por alguien pueden ser perfectamente baratijas, muebles avejentados o fotografías y libros, a menudo en mal estado, sucios o descoloridos. Un objeto favorito es un símbolo que establece un marco positivo de referencia mental, un recuerdo de experiencias gratas o a veces una expresión de la propia identidad. Y este objeto, a su vez, guarda una historia, una remembranza, un recuerdo y algo que personalmente nos une con este objeto particular, con esta cosa particular. Visceral, conductual y reflexivo: estas tres dimensiones, muy distintas unas de otras, se entrelazan a través del deseo. No es posible el diseño sin que estén presentes las tres. Pero y lo que es más importante señalar, estos tres componentes se entretienen con las emociones y la cognición (Norman, 2004, p. 6).

***Einfühlung* traducido como empatía: la explicación biológica**

Introducíamos en este capítulo el término empatía para explicar la relación del hombre con los objetos y el mecanismo por el cual entablamos una relación emocional interactiva con los mismos. Asignamos valores emocionales a los objetos y éstos, junto con nuestro pensamiento simbólico y metafórico, cambian nuestras emociones y por tanto nuestro cuerpo. De esta forma, esta relación se vuelve un ingrediente fundamental en nuestras vidas.

Como veremos en la explicación de Antonio Damasio sobre la realidad icónica, los seres humanos representamos en nuestro cerebro abstracciones de las formas y estímulos que percibimos de la realidad, y posteriormente, por medio de la memoria, recuperamos estas representaciones que hicimos en origen. De este modo, la verdad que conocemos es siempre subjetiva e icónica, sólo un representante de la realidad creado por nuestro cerebro y afectado por el estado de nuestro cuerpo y sus reacciones, no por la realidad en sí misma.

Hemos visto que las emociones son conjuntos de respuestas químicas y neuronales del cerebro, que forman un patrón distintivo cuando éste reacciona frente a un estímulo real o rememorado. Cuando sentimos las emociones, estamos percibiendo estados corporales. Dichos estados, generan mapas neurales que se transforman en patrones o imágenes mentales que cuando se hacen conscientes constituyen los sentimientos. Sin embargo, los sentimientos pueden surgir de mapas neurales provocados por estados reales del cuerpo o de mapas ficticios activados por el cerebro.

Empatía en la interacción con el entorno

Es de suponer que por analogía, al interactuar con los objetos o con la arquitectura, se producen en nuestro cerebro representaciones neurales de los mismos y un conjunto de reacciones -emociones-, que nos modifican física y mentalmente.

Si en el pasado se pensaba que el cuerpo, la postura y el aspecto exterior, eran capaces de expresar el estado físico y emocional de una persona, “la cara es el espejo del alma”, hoy se sabe que este fenómeno es retroactivo y la compostura, las acciones y el entorno de un individuo tienen la capacidad de transformar su estado interior. Al adoptar forzosamente una nueva posición o una expresión, ésta será capaz de cambiar el estado anímico original; el sentimiento generado será acorde con lo que el cuerpo manifieste externamente. El ser humano, por tanto, se ecualiza y afina con sus propias posturas y expresiones y con las de los demás, al igual que también lo hace con los espacios que habita y los objetos que le rodean. Adoptar las actitudes corporales que adopta cuando se siente feliz, le llevará a sentirse más feliz, y de un modo paralelo, el cambio del entorno o de los objetos que poseemos o que forman parte de los espacios que habitamos, producirá cambios internos en nosotros.⁵

⁵ Estos hechos han sido ampliamente estudiados y publicados en los últimos años por muchos científicos de diferentes partes del mundo, relacionados con la psicología, la medicina y la neurociencia, como por ejemplo los profesores Richard Wiseman, Helen Payne, Jon Kabat-Zinn, James Lard, Chen-Bo Zhong, Iris Hung, Ellen Langer, Ron Friedman, o Andrew Elliot, de diferentes universidades respectivamente. Al parecer, el primero en mostrar la hipótesis de la interacción entre la postura corporal y el estado de ánimo fue introducida por el filósofo y psicólogo de Harvard, William James, en el siglo XIX, al que A. Damasio hace referencia en sus textos. (Damasio, 2003; Pham & Taylor, 1999; Wiseman, 2012)

Cuando Foster and Partners mostraban en su página web⁶ la frase: “creemos que la calidad de nuestros entornos puede elevar nuestra calidad de vida” estaban haciendo referencia a este concepto de acción y reacción. Le Corbusier se refirió a esta relación con la arquitectura como provocadora de “profundas resonancias” (Le Corbusier, 1923, p. 4).

Una vez sabemos que el entorno físico es capaz de transformarnos, debemos saber qué factores nos afectan positivamente y cuáles no, para poder conseguir un efecto positivo. Al igual que existen gestos y expresiones faciales universales, que manifiestan las mismas emociones humanas en todas las culturas, existen factores que identificamos de forma innata y universal como positivos o negativos y otros que dependen del aprendizaje y del entorno cultural. Hablaremos de un código de interpretación biológico y de uno aprendido.

1.3.3 Arquitectura y homeostasis

La homeostasis se define como la habilidad de todo organismo viviente de organizar los procesos que le posibilitan alcanzar el equilibrio energético y generar un excedente de energía que permite el avance de su proceso vital. Sin regulación homeostática no podrían sobrevivir.

Las imágenes que produce el estado interno de equilibrio de nuestro organismo, se traducen en sentimientos de bienestar que sirven para monitorizar los diferentes procesos (Damasio, 2017, min. 40).

Los mapas asociados a la alegría significan estados de equilibrio para el organismo. Dichos estados pueden suceder realmente o presentarse como si ocurrieran. Los estados alegres significan la coordinación fisiológica óptima y la marcha tranquila de las operaciones de la vida (Damasio, 2003, pp. 153-154).

El sistema de preferencia interno en nuestro cuerpo tiene una base neural y unas disposiciones reguladoras innatas que le permiten conseguir estados homeostáticos. Este sistema de preferencia tiende a buscar situaciones placenteras y a evitar las dolorosas (Damasio, 1995, p. 250). El proceso homeostático aparece en los seres vivos como el máximo imperativo vital alrededor del cual gira todo lo demás. Sin regulación homeostática el organismo primero enferma y más tarde acaba muriendo.

La vocación protectora de la arquitectura hace que todas las variables relacionadas con la salud y con el bienestar en un sentido amplio deban de ser incluidas en el proyecto. La tecnología disponible será sólo una herramienta para ayudar a conseguir estos objetivos globales.

En palabras de David Nelson, (director de F+P desde 1984):

El buen diseño se basa en hacer las cosas mejores para la gente e intentar hacer las cosas para la gente es tratar de entender la condición humana, las diferencias culturales en todo el mundo, las situaciones climáticas en que vive la gente y cada vez más englobar todos los aspectos relacionados con la salud. Si se piensa en la salud en todos los aspectos, puede llevarnos a estrategias nuevas e interesantes hacia las que la tecnología debe dirigirse (...) existe el potencial, el potencial siempre creciente, al tiempo que la tecnología avanza, de hacer cosas nuevas que ayudarían a todo el mundo (Nelson, 2012).

La homeostasis es un proceso de equilibrio dinámico en el que ocurren continuos cambios dentro de un rango de estabilidad. Este proceso lo encontramos también en los edificios, que para proporcionar bienestar a sus habitantes deben mantener un rango de estabilidad frente a las fuerzas exteriores opuestas a la misma y para ello se requieren acciones que respondan a situaciones cambiantes. Cualquier sistema que integre y coordine las acciones de respuesta para el mantenimiento del equilibrio en un edificio, ya se trate de un sistema eléctrico de control lumínico, de un sistema de ventilación mecánica, o de un sistema pasivo de aislamiento térmico, puede considerarse homeostático. Los sistemas mecánicos y digitales de control ambiental en los edificios monitorizan los niveles de CO₂, la velocidad del aire, la humedad y la temperatura. En muchos casos, los mejores sistemas de control son pasivos, como la inercia térmica de los materiales o la sombra e iluminación proporcionadas por la forma de los edificios, siendo estos los más efectivos y sostenibles.

La búsqueda de la conservación y del mayor confort, que va desde la evitación del dolor hasta el placer máximo y el deleite, es el objetivo vital de cada una de las células que componen nuestro cuerpo y también debe ser el de la arquitectura, que ha de constituir un sistema homeostático, que facilite el desarrollo de la vida con bienestar y sirva de catalizador para una vida más placentera. De este modo, conocer qué materialidad es capaz de provocar sentimientos de bienestar, es fundamental para la consecución de esa buena arquitectura y espacio interior.

Al interactuar con gran parte de nuestro entorno construido, incluyendo la que se considera como arquitectura contemporánea, podemos tener la sensación de que hemos desnaturalizado nuestro hábitat hasta tal punto que éste nos resulta ajeno, agresivo y sin ningún vínculo emocional tendente al bienestar. Al contrario, dichos espacios nos llevan automáticamente a reaccionar en su contra, a entrar en un conflicto personal. Volúmenes y formas que no somos capaces de comprender, agresivos, cuyos detalles constructivos pobres y mal resueltos ahondan en la falta de coordinación armónica de sus partes y llevan al deterioro prematuro de las obras. Estas construcciones extendidas masivamente pueden considerarse intrínsecamente malas en el sentido biológico del término, porque son contrarias al sostenimiento de la vida con bienestar, -nuestro primer objetivo vital-. Podemos afirmar, que al proyectar y construir nos hemos olvidado de nosotros mismos y de nuestros códigos éticos y biológicos.

Como expone Charles Jenks (1939-) en su crítica a la arquitectura del movimiento moderno, las construcciones en los años 70, en gran parte resultaban agresivas para la población y carentes de cualquier tipo de respeto o intento de integración de lo existente, del entorno o de las necesidades reales de sus usuarios. Los bloques construidos según los ideales de los CIAM resultaron ser un fracaso, sus preceptos racionales como la zonificación segregada, los espacios verdes comunitarios y la metáfora del hospital limpio y sano, fueron contraproducentes y mostraron las deficiencias de una época que trataba de reinventarse a sí misma rompiendo con el pasado en base a simples ideas supuestamente racionales (Jencks, 1981).

2- Arquitectura y lenguaje

2.1 El diseño y la arquitectura como lenguaje de signos

La palabra lenguaje, según la Real Academia Española de la Lengua tiene varias acepciones:

- “conjunto de sonidos articulados con los que el hombre manifiesta lo que piensa o siente”
- “manera de expresarse”
- “estilo y modo de hablar de cada persona en particular”
- “conjunto de señales que dan a entender algo”

Durante siglos, antes de la aparición de la imprenta, la arquitectura era el objeto en el que se condensaban la poesía, la escritura, las artes, la historia y la ingeniería punta en cada época. En ella se narraban y quedaban perpetuadas las historias de los pueblos, constituyendo un modo universal de escritura para la humanidad (Lloyd Wright, 1901).

Un lenguaje forma un sistema de construcción del pensamiento y un sistema de comunicación. Si hablamos del lenguaje en la arquitectura es porque creemos que a través de ella son posibles la comunicación, la transmisión y recepción de mensajes. También porque podemos reconocer fácilmente un vocabulario, un modo de construcción y composición, y unos significados asociados a la narración de una historia por medio de lo construido. El objeto arquitectónico y su espacio interior o exterior, poseen para los seres humanos cualidades con las que fabricamos nuestra propia realidad. Como hemos visto, las ideas sobre las cualidades de la materia contruida, se forman a partir de los estímulos que recibimos mediante percepciones sensoriales que el cerebro interpreta como positivas o negativas.

Al hablar del lenguaje de la arquitectura nos referiremos, además, a la transmisión de ideas o narraciones, a la articulación de los elementos que la constituyen y a la comunicación por medio de estos elementos; es decir, al mensaje, los códigos y las interpretaciones. La estética, la imagen total de la obra y de cada una de sus partes, el ritmo que establece la disposición de componentes en el espacio, el recorrido, la relación e interacción entre las piezas que integran la arquitectura -sus diálogos-, las proporciones interiores y exteriores, los materiales y sus acabados, su calidez, sus temperaturas, sus cualidades acústicas, la iluminación, su escala en relación a otros elementos, la historia de su construcción y sus posibles interpretaciones, todo ello es lo que el espacio construido utiliza en la comunicación con sus usuarios, y forma el lenguaje de la arquitectura.

Desde otro punto de vista, en lo que se refiere al papel del arquitecto como intérprete y comunicador de las aspiraciones y necesidades de los múltiples agentes intervinientes en una obra, podemos apreciar que todos los procesos de los que depende la arquitectura se basan en la comunicación. El arquitecto o el diseñador debe saber hablar el idioma del cliente, de los usuarios, de los constructores, de los consultores, etc., y ha de tener la capacidad para ponerlos de acuerdo y ofrecerles, las soluciones más satisfactorias posibles.

Miles Davis (1926-1991), el célebre músico de jazz, decía que la música es como una pintura que puedes oír, de igual forma que la pintura es música que puedes ver. La arquitectura, engloba a todos los sentidos a la vez. Se trata de una partitura que se vuelve a interpretar y actualizar cada vez que es habitada. Para Frank Lloyd Wright (1867-1959), que era amante de la música de Beethoven, la arquitectura también era comparable a la música, con la diferencia de que la "partitura" de una arquitectura solo podía ser escuchada cuando el proyecto llegaba a materializarse en lo construido (Frank Lloyd Wright en - *El arte de construir*, 1997).

Hemos introducido en el capítulo primero, que tanto la arquitectura como el diseño de productos nacen con una función práctica, pero también simbólica y comunicativa. Incluso cuando el arquitecto o el diseñador no son conscientes de las cualidades comunicativas de su obra, ésta se puede interpretar como un conjunto de signos dentro de un sistema semiológico. Como veremos, en la relación del objeto con la imagen mental que formamos del mismo y con los significados que le asignamos, se pueden establecer paralelismos entre el lenguaje, la arquitectura y el diseño entendidos como signos. A este respecto, la semiología se constituyó a partir de mediados del siglo XIX como una ciencia que estudia los signos dentro de un sistema social y en el lenguaje que utilizamos para describir la arquitectura y el diseño, utilizamos muchos conceptos extraídos de la lingüística que son indisociables de la semiótica.

Otros ejemplos de aplicación de la semiología, se pueden observar en el campo de la publicidad, en el que se juega con los signos visuales y auditivos como palabras para construir mensajes. En el diseño de máquinas u objetos industriales, la semiótica es fundamental, puesto que el hombre se relacionará con la máquina por medio de sistemas de signos, ya sean éstos indicadores luminosos o señales acústicas, y la máquina ha de transmitir sus aspectos funcionales de una forma lo más clara posible, mientras que en el diseño de productos, en el que se persigue su eficacia pero también su máxima venta al público, las cualidades comunicativas del producto son igual o más importantes que sus funciones.

Antes de profundizar en la semiología y en la arquitectura y el diseño como signos y comunicación, explicaremos varios conceptos relacionados con el signo que deben ser aclarados: signo, índice, icono y símbolo. Los definiremos en relación a la división entre signos que estableció Charles Sanders Peirce (1839-1914), científico y filósofo considerado el fundador del pragmatismo y uno de los padres de la semiótica, que además trabajó sobre la lógica ("Charles Sanders Peirce | American philosopher and scientist | Britannica.com," n.d.). Todos estos términos, como signos, se refieren a la relación entre dos conceptos, el significado y el significante, que varía alternando entre la presencia o ausencia de alguno de ellos.

Icono: es un signo que mantiene una relación de semejanza con el objeto representado. Por ejemplo, son signos icónicos las fotografías, la pintura y las representaciones esquemáticas.

Índice: es un signo que mantiene una relación directa con su referente. Es una “huella”, algo que nos indica otra cosa por una relación causa-efecto. Tiene una variable de dirección, de movimiento, de continuidad hacia lo que se indica. Un índice es, por ejemplo, el humo como indicativo del fuego y de la presencia humana.

2.2 Lingüística y semiótica. El objeto de diseño o arquitectónico en un sistema semiológico

2.2.1 Ferdinand Saussure. La semiología y la lingüística

Entendemos por semiología o semiótica la ciencia del estudio de los signos, que trata sobre los sistemas de comunicación en la sociedad.

Se considera que la semiótica como ciencia fue planteada originalmente por Ferdinand de Saussure (1857-1913) dentro de su obra *Curso de lingüística*, publicada a título póstumo, en 1916, por sus alumnos Charles Bally y Albert Séchehaye.

Charles Sanders Peirce, filósofo y científico estadounidense, contemporáneo de Saussure, también planteó la semiótica como una teoría general de los signos en la que el intérprete formaba parte de la formación de éstos. Otros autores posteriores, como Umberto Eco (1932-1992) y Roland Barthes (1915-1980), han ampliado los conceptos del estudio de los signos a todos los ámbitos de la vida.

Según Saussure:

Se puede, pues, concebir una ciencia que estudie la vida de los signos en el seno de una vida social. Tal ciencia sería parte de la psicología social, y por consiguiente de la psicología general. Nosotros la llamaremos semiología (del griego *semeion* 'signo') (....) La lingüística no es más que una parte de esta ciencia general (...) La lengua es el depósito de las imágenes acústicas y la escritura la forma tangible de estas imágenes (....) La lengua es un sistema de signos que expresan ideas, y por eso comparable a la escritura, al alfabeto de los sordomudos, a los ritos simbólicos, a las formas de cortesía, a las señales militares, etc (De Saussure, 1945, p. 43).

El objetivo de la lingüística de Saussure, fue la construcción de una teoría sobre la estructura de las lenguas y el sistema cognitivo que las hace posibles. En en la citada teoría se estudió la organización del lenguaje en sus partes mínimas, definiendo el signo como parte compuesta por significante y significado. Diferenció entre el habla y la lengua, el habla entendida como uso particular de un sistema de expresiones y la lengua como el propio sistema de expresiones, compartido por un colectivo. Además, analizó el lenguaje en su vertiente evolutiva histórica y en su uso en el presente, estableciendo con ello la diferenciación entre lo anacrónico y lo sincrónico.

En los años 60 la semiótica puso de relieve la comunicación no verbal, la función comunicativa de los objetos y la búsqueda de mensajes y significados en todo proceso cultural.

Para Umberto Eco “La semiótica estudia todos los procesos culturales como procesos de comunicación; tiende a demostrar que bajo los procesos culturales hay unos sistemas; la dialéctica entre sistema y proceso nos lleva a afirmar la dialéctica entre código y mensaje” (Eco, 1968, p. 28).

ambos fenómenos que ocurren a nivel mental. Sustituyendo la palabra concepto por *significado* y la imagen acústica por *significante* obtenemos que el signo es la unión de significado más significante. El signo lingüístico une un concepto a una imagen acústica, no un objeto a un nombre; y dicha imagen, no es el sonido como fenómeno físico, sino la representación psíquica del mismo (De Saussure, 1945, pp. 92-93).

Es de capital importancia advertir que la imagen verbal no se confunde con el sonido mismo y que es tan legítimamente psíquica como el concepto que le está asociado (...) los signos lingüísticos no por ser esencialmente psíquicos son abstracciones (...) los signos de la lengua son, por decirlo así, tangibles; la escritura puede fijarlos en imágenes convencionales (...) en la lengua, por el contrario, no hay más que la imagen acústica, y ésta se puede traducir en una imagen visual constante (....) La lengua es el depósito de las imágenes acústicas y la escritura la forma tangible de esas imágenes (De Saussure, 1945, pp. 40-42).

Llama la atención comprobar como ya Saussure en 1916, introducía el concepto de imagen acústica como representación cerebral de un sonido, intuyendo el fenómeno de la creación de imágenes psíquicas basadas en mapas de actividad neural, organizados topográficamente en el cerebro a partir de los estímulos procedentes del cuerpo y del exterior, que veremos en la explicación de Antonio Damasio en el capítulo tercero.

Mutabilidad del signo lingüístico

El signo lingüístico es arbitrario y se establece por convención social, a diferencia de los símbolos, que no son completamente arbitrarios sino que tienen alguna relación o vínculo natural con lo representado.

Aun siendo posible el cambio, éste siempre estará fundamentado en las estructuras previas, en la historia. Luego el signo lingüístico tiene, como dice Saussure, carácter mutable e inmutable al mismo tiempo: "Lo que domina en toda alteración es la persistencia de la materia vieja; la infidelidad al pasado solo es relativa. Por eso el principio de alteración se funda en el principio de continuidad" (De Saussure, 1945, p. 100).

El signo lingüístico adquiere significación en relación a otros términos: por un lado, al formar parte de un sintagma en presencia de otros términos a los que oponerse dentro de una estructura de signos y, por otro lado, por medio de la memoria, con todo tipo de relaciones asociativas que el pensamiento establece. Estos dos planos en los que se desarrollan las relaciones entre términos lingüísticos, el sintagmático, por correlación "en presencia" y el asociativo, paradigmático o sistemático, por asociación de los términos "en ausencia", suponen dos formas de pensamiento: el metonímico y el metafórico respectivamente. El pensamiento metafórico se establece por relaciones con otros términos ausentes que están dentro de un sistema, a los cuales accedemos por medio de la memoria; el metonímico, se da por relación entre términos presentes en un sintagma. Estos conceptos de la lingüística son extrapolables a la semiología, a los gestos, los objetos, las imágenes, la arquitectura o la moda, entendidos como significados y significantes (De Saussure, 1945, p. 148).

Roland Barthes (1915-1980), fue un ensayista y crítico literario francés cuyos escritos sobre semiótica se encuentran entre los más influyentes. Al respecto de la transmisión de significado por medio de los objetos Barthes apuntó: "que los objetos no transmiten solamente informaciones, sino sistemas estructurados de signos, es decir, esencialmente sistemas de diferencias, oposiciones y contrastes" (Barthes, 1985, p. 246).

Las relaciones asociativas con términos ausentes, sólo presentes en la memoria, es la que hemos llamado metafórica:

Nos sería imposible decir de antemano cual será el número de palabras sugeridas por la memoria ni en qué orden aparecerán. Un término dado es como el centro de una constelación, el punto donde convergen otros términos coordinados cuya suma es indefinida (De Saussure, 1945, p. 150).

Para Saussure, la mutabilidad del lenguaje es atribuible a la práctica social a lo largo del tiempo y la lengua es inseparable de la masa hablante, que por una parte la hereda y por otra la transforma con su uso.

Carácter lineal del signo lingüístico:

El signo lingüístico tiene carácter lineal puesto que se desarrolla y se puede medir sólo sobre la línea temporal, un signo tras otro, como se puede ver en la escritura en la que el tiempo corresponde al espacio lineal de los gráficos. Los signos visuales, en cambio, se presentan simultáneamente en varias dimensiones

Podríamos decir, estableciendo un paralelismo con las palabras de Saussure sobre la lengua y la escritura (De Saussure, 1945), que la arquitectura es el depósito de las imágenes espaciales (como huellas psíquicas provenientes del conjunto de sentidos que nos permiten sentir el espacio) y lo construido es la forma tangible de esas imágenes.

aspectos seleccionados y recompuestos de la misma, y que así, nuestra noción de la realidad es reconstitutiva a partir de lo fragmentario que nuestros sentidos han seleccionado. Por ello, como veremos en el capítulo tercero, podemos identificar imágenes y formas con otras experiencias de la realidad, si la estructura que las constituye tiene rasgos en común.

Este mecanismo de comparación entre patrones estructurales es la base de las metáforas y de los cambios de sentido, que como veremos, es un mecanismo fundamental en las facultades comunicativas del diseño y de la arquitectura.

Cuando veo el vaso de cerveza (viejo problema psicológico que se va repitiendo en toda la historia de la filosofía) yo *percibo* cerveza, vidrio y hielo, pero no los *siento*: lo que siento son algunos estímulos visuales, colores, relaciones espaciales, incidencias de luz, etc. (aunque coordinados dentro de un campo perceptivo determinado), y los coordino (en una operación transaccional compleja) hasta que se genera una *estructura percibida* que, fundándose en experiencias adquiridas, provoca una serie de sinestesias y me permite pensar: “cerveza helada en un vaso” (Eco, 1968, p.171).

Seleccionamos datos del signo basándonos en códigos innatos y aprendidos y les damos significado. Como hemos analizado, los signos icónicos no poseen las propiedades del objeto representado sino que reproducen similitudes perceptibles, formales o estructurales, que son seleccionadas arbitrariamente, por convención, según un código. Por otra parte, sabemos que toda la realidad perceptible entra dentro de la categoría de signo icónico.

El signo icónico construye un modelo de relaciones (entre los fenómenos gráficos) homólogo al modelo de relaciones perceptivas que construimos al conocer y recordar el objeto. Si el signo icónico tiene propiedades en común con algo, no es con el objeto sino con el modelo perceptivo del objeto (Eco, 1968, p. 18).

2.2.2 El signo en la teoría semiótica de C.S.Peirce

En la teoría de los signos de Charles Sanders Peirce, recogida en sus *Collected Papers* (1857-1892) y planteada con anterioridad a la lingüística de Saussure, un signo es todo lo que existe, referido a que todo tiene la capacidad de ser representado y de portar una idea que se formará en la mente de los individuos. Según Peirce, todos los signos se basan en una relación de tres elementos: el significante, el significado y el objeto en sí mismo, que en sus palabras equivalen al representamen, al interpretante y al referente u objeto, respectivamente. El objeto en sí mismo, está ligado a un significante o representamen con el que lo representamos y a un significado o interpretante concreto que le asignamos. Para Peirce, la forma de conocer el mundo es solamente posible a través de los signos. Un signo únicamente podrá hacer referencia a otro ("Charles Sanders Peirce | American philosopher and scientist | Britannica.com," n.d., "Modelo Trídico de Peirce - TEORÍA Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN I & II," n.d.).

Peirce introduce el papel del intérprete como una de las variables constituyentes del signo. Sin un intérprete que aporte el significado, el objeto en sí mismo y el significante no podrían formar lo.

Tanto el significante como el significado, o el representamen y el interpretante, son dos conceptos inmateriales, que se dan en la mente de la persona. Sólo el objeto es la parte material del signo.

Estas tres variables constituyentes del signo nos avanza las tres dimensiones de la semiótica: la sintáctica, relacionada con el significante; la semántica, relacionada con los significados y la pragmática, relacionada con el objeto en sí mismo y su contexto. La pragmática, a su vez, está relacionada con la hermenéutica, que en origen trata de la interpretación, lectura y traducción de textos, y que será indispensable para comprender e interpretar los objetos y la arquitectura (Bürdek, 1994; Quarante, 1992a).

Sintáctica, semántica y pragmática

2.2.2.1 Sintáctica

La sintáctica se ocupa del estudio de las relaciones entre signos y especialmente entre sus significantes, que en lingüística son las palabras mientras que en diseño y arquitectura, son, en términos simplificados, los objetos o la materia que forma un espacio.

Al hablar de los objetos, la sintaxis es el conjunto de relaciones entre sus partes, que puede ser descrito por el ordenamiento de sus elementos constituyentes. En arquitectura, la sintaxis implicará las relaciones entre las partes de un elemento y entre éstas y el resto de elementos constructivos del edificio a su alrededor (Quarante, 1992a), como vimos en el ejemplo propuesto por Saussure sobre la columna de un edificio al hablar de la mutabilidad del signo lingüístico.

Otra muestra de relación sintáctica en arquitectura, puede observarse entre los elementos de una ventana y su estructura soporte. Una ventana está constituida por un hueco practicado, por ejemplo, en una pared de mampostería; el hueco está formado por un dintel, dos jambas y un alféizar, que delimitan el perímetro de éste sobre el cual se monta el marco de la ventana. El marco se adosa al hueco y se ancla a la pared mediante garras; sobre el marco se montan las bisagras —en el caso de una ventana batiente— y éstas articulan las hojas de la ventana, que a su vez está formada por varias relaciones constructivas entre los vidrios y el marco, para cuyo montaje harán falta otros elementos como los junquillos y el vierteaguas cubriendo la junta inferior, etc. Toda esta descripción de relaciones constructivas constituye su sintaxis, la cual podrá materializarse de diferentes formas en función de un estilo, un ideal estético, un sentido práctico, un contexto, etc.

Un ejemplo más, para ilustrar la dimensión sintáctica, podría ser la descripción de la relación entre las partes de un objeto de diseño. En el plano sintáctico, podríamos decir que la mesa de la fotografía está constituida por un sobre, formado por una superficie plana de vidrio, sostenida a 70 centímetros del suelo mediante una estructura de soporte. Dicha estructura es metálica y se compone de tres partes principales: un cuerpo central formado por un tubo horizontal al que se unen las patas en su conexión con el suelo y los brazos que unen el cuerpo central al sobre superior. Las cuatro patas son tubos de acero atornillados al cuerpo, dispuestos como aristas de una pirámide truncada de base rectangular. Los brazos son seis piezas metálicas atornilladas al eje central, que se proyectan desde el mismo hacia los lados y hacia arriba hasta entrar en contacto con el sobre de vidrio por medio de ventosas de goma. Cada uno de estos cuatro elementos principales está compuesto por sus propias subpartes.

2.2.2.2 Semántica

La semántica, se ocupa del estudio de los significados y de sus relaciones de sentido, combinaciones, cambios y evolución.

Se define como “el estudio de las relaciones entre signos lingüísticos (palabras, locuciones o expresiones) y los objetos o conceptos a los que se refieren”.

En diseño y arquitectura la semántica estudia al objeto como signo, en relación a lo que significa por sí mismo y en la combinación con otros signos. La significación variará en función de su representación e interpretación, y de los símbolos que les atribuimos en base a un contexto. Podrá tener diferentes significados denotativos y connotativos. Su interpretación simbólica variará aunque el valor de uso sea el mismo (Quarante, 1992a).

2.2.2.3 Pragmática

La pragmática se ocupa de las condiciones de uso del lenguaje, de los contextos y las circunstancias en las que se utilizan los signos y por tanto, de factores extralingüísticos de la realidad, como las condiciones del emisor y del receptor que influyen en la interpretación del significado.

Una combinación de signos distinta, una sintaxis diferente, puede hacer variar el significado de la oración entera o de cada significante individualmente, al igual que ocurrirá con la variación en las condiciones contextuales del objeto o del receptor y sus posibles interpretaciones.

En el diseño de producto, la pragmática hace referencia a sus dimensiones lógicas, su uso, su destino, y su grado de éxito, que muchas veces se corresponde con la descripción comercial del producto y con todos los aspectos que el usuario puede esperar de él. Ello incluye la relación, más allá de lo práctico, que el usuario mantendrá con el objeto; es decir, cualquier relación de significado proveniente del campo de la semántica, ya que las tres dimensiones del producto son interdependientes (Quarante, 1992a).

2.2.3 Planos connotativo y denotativo en el análisis del signo:

Al analizar los significados vinculados a un significante en un signo, se pueden distinguir dos niveles de pensamiento: el plano connotativo y el plano denotativo.

La denotación es la lectura de un significante atendiendo únicamente a su función primaria, generalmente práctica, despojando al objeto significante de cualquier referencia cultural o simbólica. El plano denotativo se considera aquel que atribuye a un significante un significado lógico o racional-funcional. Existirá una función, que será la lógico-funcional denotativa, para la que un objeto ha sido creado. Por ejemplo, una lámpara es un objeto que en primer lugar ilumina, más allá de otras connotaciones que le podamos otorgar.

La connotación hace referencia a todos los significados y valores añadidos y en general, alude al subconsciente y a los valores simbólicos. Estos significados añadidos constituirán la función semántica de los objetos, no menos importante que la función práctica.

Veamos estos conceptos ilustrados por Umberto Eco en su obra *La Estructura Ausente*:

Hemos dicho que el objeto arquitectónico puede denotar la función o connotar determinada ideología de la función. Pero también puede connotar otras cosas. La gruta de la que hablábamos en nuestro modelo hipotético connotaba la función “refugio”, pero con el tiempo también connotó “familia”, “núcleo comunitario”, “seguridad”, etc. Y sería difícil determinar si esta naturaleza connotativa, esta “función” simbólica es menos “funcional” que la primera. En otras palabras, si la gruta denota (utilizando un término empleado por Koenig) una *utilitas*, a los fines de la vida asociativa cabe preguntarse si no es igualmente útil la connotación de intimidad y de familiaridad vinculada a valores simbólicos. La connotación “seguridad” y “refugio” se basa en la denotación de la *utilitas* primaria, pero no por ello es más importante (Eco, 1968, p. 266).

En otro ejemplo de Umberto Eco, un ascensor no denotaría por sí mismo su función para un ser humano de la antigüedad, ya que éste no podría reconocer el código que asocia el objeto a su función. Por otra parte, una escalera puede hablar de su función principal que es la de subir, pero también de la dificultad para acceder al espacio superior al que conduce, del estatus social del propietario, de su voluntad de permanencia en el tiempo o de los gustos artísticos de una determinada época. El código para interpretar puede ser subjetivo u objetivo por convención social, pero depende de la intención humana, de su proyecto (Eco, 1968, p. 41, p. 100).

En la diferenciación entre denotación y connotación, es interesante señalar que hasta los objetos despojados de sus valores culturales o simbólicos, tratando de entenderlos en su plano exclusivamente denotativo, pueden adquirir nuevas connotaciones, como ocurre cuando intentamos diseñar un objeto o un espacio que sea totalmente funcional. Aun reducidos a sus elementos necesarios para realizar una función práctica, toda una serie de connotaciones y de lecturas interpretativas sobre el objeto aparecerán en la mente del usuario.

Además, todos los signos pasan a formar parte de un sistema de valores y de un sistema cultural. Incluso en ejemplos de reacción instintiva, como el miedo que experimenta una cría de mono ante la presencia de una serpiente, se ha demostrado que dicha reacción es cultural y no instintiva, ya que se aprende al ver la reacción de la madre y está dotada de un valor simbólico y emocional. (Damasio, 2003).

2.2.4 Monosemia y polisemia

Dos conceptos relacionados con la mutabilidad del signo y con sus denotaciones y connotaciones, definidos en la semiótica, son la monosemia y la polisemia. La monosemia es la cualidad de los signos por la cual sólo responden a un único significado, que es de gran precisión, no admitiendo interpretaciones. Esto ocurre, por ejemplo, con los signos matemáticos. La polisemia, contrariamente, es la cualidad por la cual son atribuibles a un mismo signo diferentes significados. Un signo del que se pueden extraer múltiples connotaciones tendrá mayor capacidad para adoptar diferentes significados en distintos contextos de lectura.

2.2.5 La semiología según Roland Barthes

Roland Barthes fue un ensayista y crítico literario francés cuyos escritos sobre semiótica y símbolos, apoyados en las teorías de Saussure, se encuentran entre los más influyentes en la materia y dieron pie al estructuralismo. Barthes aportó obras como *La Aventura Semiológica* en 1985, *La Actividad Estructuralista* en 1963 o *Mythologies* en 1957. En esta última, analizaba los supuestos ocultos bajo los fenómenos culturales y la arbitrariedad en las construcciones del lenguaje. Planteó la semiología como análisis y sistematización de los procedimientos y técnicas del lenguaje de las imágenes, analizando el lenguaje publicitario y aplicando los conceptos de lengua y habla de Saussure a otros campos de comunicación no verbal como la moda, los alimentos, los automóviles o el mobiliario.

Para Barthes, todo objeto es signifiante debido a su uso, porque “todo uso es convertido en signo de uso”, aunque sea un uso que parte de una connotación. “definimos el objeto como “una cosa que sirve para alguna cosa” (...) “el objeto sirve efectivamente para alguna cosa, pero sirve también para comunicar informaciones (Barthes, 1985, p. 247).

En la alimentación por ejemplo, Barthes entendió “la práctica culinaria de una familia como un idiolecto”, hablando de un menú como de una estructura “rellenada de manera diferente según los días y los usuarios” (Barthes, 1985), al igual que las combinaciones lingüísticas que un hablante necesita para construir un mensaje.

En cuanto a los automóviles entendidos como lenguaje escribió:

En el automóvil, la «lengua está constituida por un conjunto de formas y de «detalles», cuya estructura se establece diferencialmente comparando los prototipos entre ellos (independientemente de sus copias); el habla está muy reducida, porque, dentro de un mismo “rango” (standing), la libertad de elección de un modelo es extremadamente escasa: no puede basarse más que en dos o tres modelos, y en el interior de un modelo, en el color o el tapizado (Barthes, 1985, p. 32).

Barthes también comparó un *Citroën DS* con una “catedral de nuestro tiempo”: formadora de un mito, creada de forma anónima para un uso generalizado en la sociedad, portadora de mensajes de tecnología, transformación de la materia y progreso, encriptados en su construcción:

Se me ocurre que el automóvil es en nuestros días el equivalente bastante exacto de las grandes catedrales góticas. Quiero decir que constituye una gran creación de la época, concebido apasionadamente por artistas desconocidos, consumidos a través de su imagen, aunque no de su uso, por un pueblo entero que se apropia, en él, de un objeto absolutamente mágico (Barthes, 1957, p.84).

El autor hablaba de los objetos, y en concreto del *Citroën DS* como “el mejor mensajero de lo sobrenatural”, por su perfección, origen desconocido, silencio y representación de la vida en la materia. En el *DS* Barthes leía un nuevo atractivo para el público, debido a una nueva sintaxis, de componentes ajustados a una forma fluida de velocidad intrínseca hecha materia, que en el interior pasaba de “una alquimia de la velocidad al placer de la conducción” (Barthes, 1957, p. 84-85).

Existe un paralelismo entre esta comparación que propone Barthes al hablar de semiología en 1957 y la comparación entre arquitectura y vehículos que establece Le Corbusier en sus publicaciones *Hacia una arquitectura* (1923) y *Avion* (1935). Le Corbusier habla del Partenón y del automóvil como de la selección aplicada a una norma de construcción, por medio de ordenamiento de elementos racionales para llegar a la perfección, en un proceso de selección natural de los artefactos fabricados por el hombre, quien en aras de la competitividad y supervivencia, trata de dotarles del máximo rendimiento y de la máxima belleza.

Estos planteamientos de Le Corbusier, fueron influencias principales en Foster cuando éste descubrió los citados textos durante su adolescencia. Precisamente el *Citroën DS* es uno de los iconos de referencia para Foster, quien dice de él que es uno de los coches más bellos nunca creados, avanzado a la tecnología de su tiempo. El arquitecto recuerda que vio este automóvil por primera vez en la trienal de Milán de 1957, suspendido en el espacio como si de una escultura se tratase, justo el mismo año en que Barthes publicó su obra *Mythologies*, de la que hemos extraído la referencia anterior (Sudjic, 2010).

2.3-Diseño, arquitectura y lenguaje como código y comunicación

2.3.1 –Recepción e interpretación de la realidad mediante códigos

Según la RAE, un código es un sistema de relaciones, una recopilación sistémica de diversas leyes, un conjunto de normas que regulan una materia, o un sistema de signos y reglas que permiten formular y comprender mensajes.

Conocemos e interpretamos la realidad por medio de códigos. Por un lado, la materia comunica por sí misma a la luz de diferentes códigos aprendidos o innatos y por otro, los seres humanos se sirven de un lenguaje de la materia o de los objetos para establecer entre ellos una comunicación por medio de los mismos. Si consideramos a nuestros organismos como receptores de señales del medio que nos rodea -señales que como receptores, interpretamos por medio de códigos-, y al medio, o incluso al interior de nuestro cuerpo, como emisor de dichas señales, podemos establecer el paralelismo entre la percepción del entorno natural o artificial y la comunicación, aunque como hemos explicado, para que exista comunicación se requiere de la transmisión de un significado, -un mensaje- y por tanto de su decodificación e interpretación por parte de un receptor. El medio que nos rodea sólo podrá actuar como emisor, sin embargo, cuando el medio emisor sea nuestro propio organismo, este sí que actuará como emisor y receptor en un sistema que se retroalimenta. Por otro lado, en el caso de objetos creados por el hombre, el objeto en sí será el vehículo para la comunicación con los individuos que conozcan el código por el cual se transmite el mensaje.

En algunos casos, como ocurre con los símbolos visuales, éstos forman parte de un lenguaje codificado (Eco, 1968, p. 169), y por tanto de un sistema de relaciones signifiante-significado-reacción aprendido.

En palabras de Umberto Eco:

Cualquier índice visual me comunica algo, por medio de un impulso más o menos ciego, basándose en un sistema de convenciones o en un sistema de experiencias aprendidas; cuando se difunde una luz rosada en el cielo y deduzco que va a salir el sol, reacciono ante la presencia de un signo que es reconocible por aprendizaje (Eco, 1968, pp. 169-170).

En otros casos, podemos hablar de códigos biológicos que forman parte de nuestra programación innata, en los que se incluyen comportamientos en apariencia complejos, como los sociales de solidaridad o de reagrupación en situaciones de adversidad, que son compartidos por organismos sencillos. Se ha demostrado que animales simples, sin apenas cerebro, reaccionan al calor, a la luz, a un objeto amenazante, a la escasez de comida o la presencia de un mal olor, con comportamientos individuales y sociales (Damasio, 2003, p. 52).

El significado de los estímulos, en último término categorizables como buenos o malos, dolorosos o placenteros, viene dado de forma automática e instintiva por la percepción y evaluación que nuestro organismo lleva a cabo, siempre con el fin último de la supervivencia con bienestar y de un estado de funcionamiento óptimo.

El cerebro y la mente evalúan los ambientes interior y exterior al organismo, ante los que reaccionan adaptativamente, de manera natural, incluso sin necesidad de una evaluación consciente por parte del sujeto. “procesamos no solo la presencia de un objeto sino su relación con otros y su conexión con el pasado” (Damasio, 2003, p. 67). Estas reacciones corporales frente al entorno, en gran parte inconscientes y automáticas, son las emociones, que constituyen el sistema básico de autorregulación de la vida o sistema homeostático.

2.3.1.2 Códigos universales

Existen algunos códigos compartidos por todas las culturas. En primer lugar, podríamos hablar de los códigos matemáticos, que son inequívocos, universales y no interpretables. Todas las ciencias tratan de apoyarse en el paradigma matemático para poder establecer un camino evolutivo sobre certezas inamovibles. Más allá de estos códigos científicos, que suponen siempre abstracciones de la realidad y trabajo con modelos conceptuales, los seres humanos interpretaremos la mayor parte de nuestro entorno según el prisma de nuestra cultura y nuestra experiencia personal, en las que prevalecen los códigos sociales como los de privacidad o de proximidad personal, las costumbres religiosas, las culinarias, los códigos de vestimenta, etc. Estos se leerán en cada lugar según un dialecto propio, contrario a cualquier intento de universalización.

En arquitectura y en diseño, al igual que en otros ámbitos culturales, las opciones basadas en códigos universales y uniformes, los ideales de un diseño científico alejado de toda posible interpretación cultural o personal, se fueron abandonando en los años 50 y 60 para dar paso a un movimiento opuesto y de reacción, que constituyó el posmodernismo y que apoyado en la lingüística y en la semiótica, comenzó a poner en relieve y a valorar las historias y los códigos particulares y locales, plurales, relativos y ambiguos, por encima de los conceptos universalizadores o totalizadores.

Los códigos con los que interpretamos la realidad, están sufriendo un proceso de uniformización, de fusión y aplanamiento, que acompaña al proceso de globalización general. Cada vez con más intensidad en nuestra realidad actual, en la sociedad del estrés, posmoderna o post-capitalista, se pierden los referentes que nos unen con la realidad física y son sustituidos por realidades virtuales que nos dejan sin raíces contextuales de fondo, la “profundidad es sustituida por la superficie” (Jameson, 1984, p. 29).

Las imágenes con las que se nos cuenta la realidad, provenientes de los medios de comunicación, nos dejan indiferentes y saturados de una información irrelevante, ya que carecemos de códigos propios que nos permita entenderla y empatizar con ella. Una historia contada en televisión por medio de imágenes o por ejemplo, una obra de arte de la que desconocemos su contexto, nos aparecen como historias anónimas que pertenecen a otros, y que en un mundo de velocidad infinita en el que se nos fuerza a saltar de un lugar a otro y de una noticia a la siguiente, no nos detendremos a conocer en profundidad. Se trata de la tendencia hacia una vida anestesiada por la avidez de novedades y por la reproducción permanente, en la que los individuos no llegan nunca al plano existencial de su propia realidad, que es considerado como algo obscuro y la conversión del sujeto en mercancía resulta inmediata.

2.3.1.3 Código en el lenguaje y la semiología

Un emisor codificará el mensaje o la idea mental que desee transmitir (idea psíquica, concepto o significado), de acuerdo con su sistema cultural y sus posibilidades de representación, y existirá un receptor que deberá decodificar el mensaje haciendo uso de sus propios códigos, influenciados por la cultura. Para que el mensaje llegue, los códigos del emisor y del receptor deberán coincidir o al menos poseer un mínimo número de puntos en común.

Para entender el mensaje del objeto como signo, debemos comprender el sistema en el que éste se inscribe junto al emisor y al receptor como una red en la que se integran las dimensiones culturales, históricas, sociales, tecnológicas, etc. Este sistema será parte del código del mensaje con el que poder leer e interpretar correctamente el objeto.

La lengua sólo existe como entidad abstracta, suma de todas las imágenes verbales en el colectivo de hablantes, transmisible por la práctica del habla y materializable por medio de la escritura. En palabras de Ferdinand de Saussure:

Si pudiéramos abarcar la suma de imágenes verbales almacenadas en todos los individuos, entonces topáramos con el lazo social que constituye la lengua. Es un tesoro depositado por la práctica del habla en los sujetos que pertenecen a una misma comunidad, un sistema gramatical virtualmente existente en cada cerebro o, más exactamente, en los cerebros de un conjunto de individuos, pues la lengua no está completa en ninguno, no existe perfectamente más que en la masa (....) La lengua, por el contrario, es una totalidad en sí y un principio de clasificación (...) Además, los signos de la lengua son, por decirlo así, tangibles; la escritura puede fijarlos en imágenes convencionales (De Saussure, 1945, pp. 41-42).

Cuando hablemos del lenguaje de la arquitectura de Foster, aplicaremos la descripción anterior de Saussure, según la cual, debemos buscar la vida de la lengua creada por el arquitecto en la práctica proyectual de un conjunto de individuos y en la recepción de las obras por parte de sus usuarios.

El simbolismo tradicional de una sociedad determinada será el código común para sus habitantes y gran parte de las interpretaciones de nuevas realidades se hará bajo estos códigos compartidos. El aprendizaje de los mismos se produce en sociedad y así se establece una lengua como sistema de signos y códigos de creación e interpretación. "Significar quiere decir que los objetos no transmiten solamente informaciones, sino también sistemas estructurados de signos, es decir, esencialmente sistemas de diferencias, oposiciones y contrastes" (Barthes, 1985, p. 246).

2.3.1.4 El código en arquitectura

Hemos visto hasta ahora el papel del signo lingüístico traducido al lenguaje de los objetos en la semiótica. Un objeto significa por su uso previsto pero supone otras cosas, otros sentidos que son comunicados por medio del proceso de semantización del mismo.

En principio, los objetos arquitectónicos no son concebidos para comunicar sino para funcionar, pero como hemos apuntado, la función comunicativa puede ser más importante que la utilidad primaria. Roland Barthes explica que en una sociedad, cualquier uso se convierte en signo de sí mismo (Barthes, 1985). Pensemos en un uso cualquiera, por ejemplo en un almacén utilizado como escuela; el propio uso, convertirá al almacén y a todas sus características, en signos del concepto de escuela, porque uso y objeto se asociarán en la mente de los individuos de la sociedad en la que tienen lugar. De esta forma se habrá establecido un código.

En el campo de la lingüística, entendemos el código como el nivel léxico-semántico en la estructura del lenguaje, que incluye tanto las palabras como sus significados. Podríamos proponer, a modo de hipótesis, para explicar la correspondencia de las definiciones anteriores con el lenguaje de la arquitectura y el diseño, que la lengua, equivalente al código, es la suma de los elementos que forman el objeto arquitectónico y sus significados, y constituye un sistema de expresiones abstracto y colectivo, representable por medio de imágenes convencionales, que en este caso son objetos o elementos constructivos. Este sistema de expresiones incluye dichos elementos y sus relaciones en el pensamiento. El código no existe en ninguno de sus usuarios sino que se forma con la suma de imágenes que posee un colectivo social, formando un sistema de reglas virtual que se materializa en la práctica de sus hablantes.

Como nos explica Bruno Zevi, en el caso de otros arquitectos del pasado como Miguel Ángel (1475-1564), ocurrió que su lenguaje fue personal y no compartido, y en los siglos posteriores no se codificó ni formalizó; quedó aislado como un fenómeno individual en la historia de la arquitectura, no transmitible ni reproducible en sus mismos términos. “no había nadie que pudiera entender qué decía Miguel Ángel” (Zevi, 1978, p.39) .

En resumidas cuentas el lenguaje verbal, al igual que el de la arquitectura, se constituye mediante la lengua y el habla; es decir, mediante un código y la práctica del mismo. El código en arquitectura lo forman los sistemas de relaciones de los que se compone, los elementos constructivos, sus relaciones y sus significados. Los códigos nuevos se basarán en los preexistentes y así los usuarios los podrán leer e interpretar correctamente. Aunque sean nuevos se apoyarán en la tradición.

Cuando nos referimos al código de relaciones constructivas o código sintáctico, hablamos de la forma de unión de sus elementos, entendiendo por elementos desde los materiales constructivos hasta unidades funcionales o tipológicas ya formadas: escalera, cúpula, vestíbulo, etc. o a una escala mayor, escuela, aeropuerto, hospital, etc. Cuando nos referimos al código de relaciones de significado o semánticas, estaremos hablando de todas aquellas que se establecen por medio de la arquitectura y a través de ella. Haremos referencia a su lenguaje, a sus elementos entendidos como “palabras arquitectónicas”, como un sistema de signos.

La sola presencia de un objeto arquitectónico aportará de partida un valor másico y escultórico que responderá a códigos de la percepción, pero además, la arquitectura habrá sido creada con el objetivo de resolver o promover un conjunto de necesidades prácticas y comunicativas mediante diferentes códigos. Por ejemplo, si tenemos que resolver una escalera, podremos utilizar códigos materiales, formales y constructivos ya existentes o inventar un nuevo tipo, que para ser comprendido, deberá basarse necesariamente en algún código previo. Este código previo podría no formar parte del repertorio existente en arquitectura, pero deberá formar parte del existente en un sistema cultural para poder ser entendido o interpretado. Si decidimos crear la escalera de un edificio con la misma forma, componentes y relaciones entre sus partes que la escalera de un avión, podríamos estar aportando una novedad al repertorio del lenguaje arquitectónico, creando un elemento ya conocido, la escalera, mediante un código ajeno. Veremos un ejemplo en el proyecto de las Bodegas Portia de Foster and Partners en el capítulo sexto (ver p. 495).

Al igual que la sociedad cambia con el tiempo, los códigos de interpretación también son cambiantes, tanto en el lenguaje como en todo tipo de manifestaciones sociales y en la arquitectura. Al hablar de la mutabilidad del signo lingüístico mencionábamos que “lo que domina en toda alteración es la persistencia de la materia vieja” y que “el principio de alteración se funda en el principio de continuidad” (Saussure, p. 100). Decíamos que la mutabilidad del lenguaje es atribuida a la práctica social, que lo hereda sin poder actuar sobre él y lo modifica a lo largo del tiempo mediante su uso. Este fenómeno también ocurre en el diseño y en la arquitectura. Como apunta Charles Jencks¹ (1939-), la arquitectura cambia lentamente aunque sus códigos puedan hacerlo rápidamente, como ocurre en el arte y la ciencia (Jencks, 1981). Si los usuarios desconocen el código de un diseño o de una arquitectura, en primera instancia lo entenderán como metáfora de algo conocido. Cuanto más desconocido sea éste, más acusadas serán las comparaciones metafóricas para tratar de hacer inteligible el objeto.

La arquitectura como lenguaje es mucho más maleable que el lenguaje hablado y está sujeto a transformaciones de códigos de poca duración. Mientras un edificio puede durar 300 años, la manera que la gente lo considera y usa puede cambiar cada diez (Jencks, 1981, p. 50).

¹ Charles Jencks, fue un arquitecto estadounidense, crítico e historiador, que trató los temas del posmodernismo, la semiología y la comunicación en arquitectura a partir de los años 70. Jencks publicó en 1977 su libro *El Lenguaje de la Arquitectura Posmoderna* en el que popularizó el término *posmoderno* aplicado a la arquitectura.

Como ejemplo de este cambio de uso y significado, es destacable la utilización de antiguas iglesias como discotecas y centros de ocio, al servicio de una sociedad que ya no conoce el código anterior con el que el edificio fue creado.

Existirán unos códigos más o menos populares y otros limitados a grupos sociales, colectivos y culturas. Como expuso Jenks, algunas arquitecturas como las posmodernas intentaban comunicar en un doble registro, uno para una élite de intelectuales y otro para “el hombre de la calle” (Jencks, 1981, p. 8), trataban de hablar en un código popular y en uno elitista e intelectual a un mismo tiempo, para poder llegar al público general.

Fredric Jameson (1934-), que ha sido uno de los filósofos más influyentes en las últimas décadas del siglo XX, argumenta que uno de los rasgos distintivos de la época posmoderna es el fin de la separación entre la cultura de masas y la de las élites, la mezcla de códigos. Como veremos, esta cualidad fue un rasgo distintivo de la cultura Pop, cuyos orígenes estuvieron enraizados con los del High-Tech, al igual que lo había sido de otras tendencias artísticas anteriores como el dadaísmo o el surrealismo. El Pop Art acompañó a la arquitectura posmoderna a partir de los años 60; ambos recurrieron a la interpretación de la historia como un almacén de imágenes y metáforas y al collage de fragmentos como objetos encontrados (Montaner, 2002, p. 128).

En cuanto al código biológico en arquitectura, es interesante apuntar que los códigos primarios, que informan sobre el estado del cuerpo y el sostenimiento de la vida, tienen un efecto poderoso sobre cualquier otro mecanismo y son capaces de evocar sentimientos de gran intensidad. Un olor o un sonido pueden hacernos rememorar intensamente todo el escenario de un momento concreto de nuestra historia.

Las percepciones conectadas a los instintos dominan sobre las demás. Cualquier diseño se puede ver arruinado por un sentimiento opuesto al mantenimiento de la vida con bienestar, que produce la percepción negativa de un signo que apela a nuestros instintos básicos. En el caso de un edificio, un defecto de calidad como una gotera, una grieta o un sonido de rotura, hacen que la percepción y el sentimiento derivado sean negativos. Así ocurre en el caso de un diseño de producto; el uso de un objeto que no funciona bien o es incómodo produce frustración. En esta

percepción se encuentra implicada la activación automática de los mecanismos que implican a los marcadores somáticos que hemos explicado en el capítulo primero. Aplicados al marketing, tratan de producir el sentimiento deseado en el consumidor con la introducción de un estímulo directo y primario. Por ejemplo, el sonido del cierre de la puerta de un vehículo es un factor importante a la hora de su venta, ya que denota consciente o inconscientemente un signo de la calidad general de su construcción y de su funcionamiento que puede llevar a engaño, pero que impacta intensamente en el comprador; cuanto más grave y compacto suena, más confianza de seguridad ofrece. Otro ejemplo es la introducción de aroma de barbacoa de carne en el sistema de aire de los establecimientos de comida rápida, por los que se establece una comunicación codificada a través de un olor o un sonido que apela a nuestros sentidos más primarios y no forma parte de un pensamiento consciente sino de una intuición.

2.3.2 La teoría matemática de la comunicación aplicada al diseño y a la arquitectura

La denominada teoría de la información fue desarrollada por Claude E. Shannon en su publicación *A Mathematical Theory of Communication* en 1948. Claude Elwood Shannon (1916-2001) fue un ingeniero eléctrico y matemático estadounidense que estableció las bases teóricas de los circuitos digitales y desarrolló un modelo matemático de comunicación en su teoría de la información, cuyo objeto fue desarrollar leyes matemáticas para cuantificar los mensajes y su estructura y así optimizar la transmisión de la información en la telefonía. Se trataba de medir la información que llevaba un mensaje compuesto por elementos sencillos organizados en base a un código (Shannon, 1948).

Planteando la significación de los objetos (arquitectura, objeto industrial, imagen, grafismo, etc.) y la manera en que los hombres dan sentido a los mismos, como un acto de comunicación informativa entre un emisor (creador o diseñador) y un receptor (usuario o público), podemos analizar esta experiencia según los parámetros de la teoría de la información: emisor, receptor, código, mensaje, medio, canal, ruido, inteligibilidad, redundancia, retroalimentación, etc. Definiremos algunos de estos conceptos por su interés en la posible extrapolación al campo de la comunicación en diseño y en arquitectura, particularmente en lo relativo a la codificación, a la interpretación y al medio y contexto en los que se produce la comunicación. Definiremos: comunicación, inteligibilidad, redundancia, complejidad, canal, y *feedback*.

2.3.2.1 Comunicación

La comunicación es el intercambio de información entre emisor y receptor. En diseño industrial y arquitectura, la información y el mensaje, son encarnados y codificados por el producto, que debe ser comprendido por los usuarios, receptores o destinatarios del mensaje. Como hemos explicado, se trata del objeto unido a los mensajes que el diseñador pretende comunicar, más aquellos que comunicará el objeto sin que el diseñador sea consciente de ello (Quarante, 1992b).

2.3.2.2 Inteligibilidad, redundancia y complejidad:

Con el fin de que el mensaje sea inteligible se deben poder diferenciar sus formas y su organización y para ello hace falta conocer el código, común entre emisor y receptor.

La medida de la inteligibilidad de un sistema es la redundancia, que se produce cuando el mensaje se apoya en un mayor número de códigos del que sería necesario para hacerse comprensible. En términos matemáticos estaría representada por la proporción entre la información realmente transmitida y la cantidad total de elementos utilizados en la transmisión. Sería una medida de eficiencia de la información transmitida, cuyo valor sería la unidad, cuando fuese la estrictamente necesaria para la comprensión del mensaje (Quarante, 1992b; Shannon, 1948).

La información se puede medir por el índice de originalidad del mensaje. A mayor originalidad, mayor grado de inteligibilidad del mensaje. De acuerdo con Abraham Moles² (1920-1992), un mensaje tendrá más inteligibilidad y valor cuando mayor novedad aporte, siendo capaz de producir mayores cambios en el comportamiento del receptor (A. Moles en Piñuel Raigada, 1999).

La utilización de múltiples códigos para transmitir una misma información es útil para conseguir que el mensaje sea comprendido por un público heterogéneo que lo interpretará en sus

² Abraham Moles fue ingeniero, físico, filósofo, sociólogo e investigador, profesor de escuela de diseño de Ulm en Alemania, y uno de los primeros en relacionar la teoría de la información con la estética y la cultura de masas.

diferentes registros. La redundancia se muestra útil en la venta de productos y en la publicidad y también podemos observarla en las obras de arte y en los edificios. En edificios como la capilla de Le Corbusier en Ronchamp, podemos apreciar una supercodificación que da al edificio un carácter enigmático. El edificio se puede interpretar en base a múltiples referentes y metáforas.

Según Charles Jencks:

El arquitecto debe supercodificar sus edificios redundando en signos populares y en metáforas si desea que su obra se comuniquen como quería y así sobrevivir a la transformación de los siempre cambiantes códigos (Jencks, 1981, p. 50).

Cuando los arquitectos han producido su obra en base a una codificación personal, se ha llegado a paradojas o contradicciones en su implantación en una sociedad que entendía las obras en base a códigos diferentes. En palabras de Jencks hablando sobre la arquitectura moderna de la Weisenhof Siedlungen de 1927: “¿por qué deben adoptar las casas la imagen de una cadena de producción en serie y la blanca pureza de un hospital?” (Jencks, 1981, p. 31). Lo mismo ocurre con gran parte del arte moderno, que más allá de las interpretaciones emocionales que susciten y de las lecturas personales, sólo podrán entenderse si se conocen y comparten los códigos con los que el artista ha creado su obra.

2.3.2.3 Complejidad

La complejidad del sistema depende del orden y posibilidades de distribución de los elementos de éste. En cuanto a la complejidad de un producto se refiere, Abraham Moles diferencia entre complejidad estructural y complejidad funcional, haciendo referencia a la posición relativa de los componentes que forman el objeto en el sistema, y al orden de funciones que se han de ejecutar para hacer uso del mismo respectivamente (Quarante, 1992b).

Complejidad en arquitectura ha sido un término utilizado para hacer referencia a la riqueza de variables que se deben resolver en los edificios y a la oposición de esta integración de elementos múltiples y contradictorios frente a la reducción simplificadora del minimalismo y del funcionalismo racionalista (Venturi, 1966).

2.3.2.4 El canal

En la teoría de Shannon, el canal es el medio utilizado para transmitir la señal desde el emisor hasta el receptor. Aplicado al diseño, el canal sería el objeto mismo o el sistema por medio del cual se transmite el mensaje, como puede ser la prensa, la televisión, el cine o la publicidad.

2.3.2.5 La retroalimentación o *feedback*

Este concepto fue desarrollado por Norbert Wiener (1894-1964), quien fue un científico y matemático norteamericano que en la década de 1920 participó en el desarrollo de la teoría de los espacios vectoriales, y en los años cuarenta formuló los principios de la cibernética como teoría interdisciplinar para el estudio de las relaciones y los sistemas entre la máquina, la tecnología y el ser humano (“cybernetics | Britannica.com,” n.d., “Norbert Wiener y el origen de la cibernética,” n.d.). A partir de los estudios de la trayectoria de misiles, observó que en los procesos y los sistemas sociales se producía también un intercambio circular de información por el que un efecto producido influía sobre su causa y así se reajustaba o reequilibraba el sistema. Estos conceptos eran análogos al concepto de entropía en la naturaleza y fueron utilizados tanto en el desarrollo de máquinas como en las teorías de la comunicación.

En la venta de productos, el *feedback* o respuesta del consumidor, puede determinar el desarrollo de una nueva línea de éstos. La aparición de nuevos productos, nuevos sistemas o nuevas formas de hacer las cosas, tiene la capacidad de cambiar el entorno y condicionar la dirección en la que una sociedad va a evolucionar. Se produce, de este modo, un impacto de retroalimentación del producto constituido como un sistema nuevo integrado en la sociedad que lo ha originado, que en un proceso de reajuste, va a demandar nuevas propuestas o variaciones sobre el nuevo sistema (Quarante, 1992b).

En el análisis de la relación hombre-máquina, el *feedback* supone un reajuste interactivo de las órdenes y los resultados obtenidos. Cuando entendemos la arquitectura como una máquina, debemos entender la capacidad del hombre de interactuar con el edificio en un reajuste mutuo, lo que tendrá un impacto decisivo en el diseño del mismo, desde los sistemas mecánicos o electrónicos controlables por el usuario hasta la ergonomía. Veremos que a medida que avanzan la ciencia y la tecnología, las máquinas y los edificios se van acercando poco a poco al

funcionamiento de los organismos vivos, en los cuales como ya hemos explicado, la regulación homeostática a partir del *feedback* y reajuste constante entre el cuerpo y el entorno es una de las claves para el éxito en la supervivencia con bienestar. En los edificios, algunos ejemplos de esta capacidad de reajuste e interacción con el usuario podrían ser el control de la temperatura, la regulación de la luz y la ventilación o la adaptabilidad física y funcional de los espacios, todos ellos asuntos que incluyen la variable tiempo como hipótesis de proyecto.

2.3.3 Arquitectura y diseño basados en su lenguaje comunicativo

El diseño industrial, durante su primera etapa de desarrollo en el siglo XX, centraba la atención en resolver eficazmente las funciones prácticas de utilización. Esta aproximación se enmarca en la corriente del funcionalismo, que tuvo en la arquitectura una de sus primeras manifestaciones y abarcó disciplinas como la filosofía, la psicología, la sociología o la economía. Deliberadamente, el diseño funcionalista trataba de alejarse de lo polisémico, por considerarlo sujeto a interpretaciones y connotaciones, y de todo aquello que pudiera ser considerado emotivo, variable y falto de rigor científico, como eran los símbolos visuales y culturales de la burguesía del siglo XIX. Este despojo de elementos estilísticos se convirtió paradójicamente en su propio estilo, tanto o más simbólico y comunicativo que sus antecedentes. A partir de la década de los años ochenta del siglo XX, las funciones comunicativas se fueron convirtiendo en su variable principal a la hora de proyectar, lo simbólico de los productos se comenzó a integrar como una variable más e incluso como la principal en objetos como la estantería *Casablanca* de Ettore Sottsass (1917-2007). Esta tendencia fue potenciada por las teorías semióticas desarrolladas desde principios de siglo, por los nuevos avances en la tecnología, informática y ciencias de la información, y por el cambio de paradigma que dio lugar al posmodernismo a partir de los setenta, que conllevó el interés renovado por lo subjetivo y lo particular (Bürdek, 1994; Jencks, 1981; Quarante, 1992a; Torrent & Marín, 2005).

Posmodernismo

El concepto de posmodernismo tiene varios orígenes y hubo diversos filósofos que contribuyeron a su desarrollo como corriente ideológica a partir de los años 50 del siglo XX y principalmente a partir de los años 70. Uno de los principales exponentes en el desarrollo de las ideas sobre el posmodernismo fue Jean-François Lyotard (1924-1998), quien en sus textos *La condición posmoderna* y *La posmodernidad explicada a los niños*, de 1979 y 1986 respectivamente, trató de explicar el estado del saber en las sociedades desarrolladas contemporáneas, exponiendo que en las sociedades avanzadas se acumulaban el saber y el poder, y que éstas se encontraban en una fase post-industrial de superación de la modernidad, caracterizada por la muerte de los grandes relatos y el fin de la historia. “Se tiene por “postmoderna” la incredulidad con respecto a los metarrelatos” (Lyotard, 1979, p. 4).

Para Lyotard la historia occidental había estado marcada por la adopción de una serie “grandes relatos”, que le daban sentido y ordenaban los acontecimientos (Lyotard, 1987, p. 36), en los que el hombre era el protagonista y con sus acciones perseguía la llegada a un espacio de plenitud. Estos grandes relatos habían sido: el relato capitalista, el científico-iluminista, el cristiano y el marxista (Lyotard, 1987, p. 29). Sus invariantes comunes fueron la visión teleológica de la historia por la que la humanidad caminaba hacia un fin establecido y la legitimación de las acciones humanas que llevaban a dicho fin. Con el fin de los grandes relatos se pusieron de relevancia los denominados “no-relatos” y los pequeños relatos, la multiplicidad de los mismos y de lo fragmentario, que confluían para hacer la historia. Con ello se comenzaba a valorar una lectura alternativa y multicultural de ésta, centrada en los temas que tradicionalmente habían quedado marginados fuera de la misma, como eran: las minorías sociales, las etnias, los dialectos, lo femenino, los países pobres, lo local frente a lo internacional, etc. Con esta actitud se ensalzaba el respeto a lo diferente, lo multicultural y lo plural que en algunos casos se identificó con la multiplicidad del mercado capitalista y las democracias.

Según Fredric Jameson, aceptar el posmodernismo supone aceptar el final abrupto de diversas tendencias e ideologías modernas en los años 50 y 60, y su sustitución por lo heterogéneo, caótico y empírico, que incluye desde el Pop Art hasta el realismo fotográfico, el *punk-rock*, o el cine y el video experimentales, y que responden a un corte radical y no a un simple cambio

periódico en la moda, la tendencia o el estilo. El posmodernismo en arquitectura se presenta como un populismo estético que critica ferozmente la falta de sensibilidad hacia lo particular del movimiento moderno y del estilo internacional precedentes, así como el mesianismo de sus principales representantes (Mies, Wright, Le Corbusier, Gropius, etc.). El rasgo común de los distintos ámbitos del posmodernismo, representados por el campo de la arquitectura, es que en ellos se desvanece la separación entre cultura de masas y cultura popular o comercial (Jameson, 1984).

En el arte, lo heterogéneo y los híbridos vendrían acompañados, en los años sesenta, por teorías de la complejidad que incorporaban el azar, los modelos matemáticos no lineales, el desequilibrio, lo individual y subjetivo, y lo contradictorio. La complejidad hace referencia a la toma de conciencia de que todo está interconectado y de que todos los sistemas se afectan unos a otros produciendo resultados impredecibles. Buckminster Fuller, desde los años 30 como luego veremos, habló de estos sistemas complejos y de la Tierra como una unidad de sistemas interconectados.

Los conceptos de pluralidad y diversidad se convirtieron también en el centro del pensamiento. Así ya no habría lugar para la buena forma, pregonada desde distintos ámbitos artísticos y filosóficos desde principios de siglo, sino que deberían aceptarse otras alternativas y puntos de vista a la hora de evaluar la realidad, y con ella, el arte, el diseño y la arquitectura. En este punto vemos clara la conexión con las teorías del *empfindung* y la implicación del lector o del historiador en la interpretación de la obra de arte por medio de la empatía que se había planteado a finales del siglo XIX y principios del XX, ya que lo que predomina es la interpretación subjetiva que niega la validez de las visiones universales o totalizadoras.

En arquitectura, Charles Jencks (1939), ha sido uno de los autores que popularizó el término posmoderno, refiriéndose a una arquitectura compuesta por fragmentos de motivos del pasado histórico y por la mezcla de estilos, afectada por los medios de comunicación de masas, y consistente en la utilización de códigos populares junto a otros elitistas. Esta arquitectura se centró en la relación con el consumidor, buscando el simbolismo, las metáforas y la comunicación por encima de otros factores como el de utilidad práctica, que habían marcado la etapa histórica anterior. Robert Venturi (1925-) y Denise Scott Brown (1931-) fueron dos autores fundamentales

en la definición de esta tendencia y de sus parámetros teóricos, principalmente a partir de sus publicaciones *Complejidad y Contradicción en la Arquitectura*, de 1966 y *Aprendiendo de Las Vegas*, del año 1972, en las que defendieron la existencia de una arquitectura y un nuevo estilo expresionistas, creados a partir de la publicidad y del consumo, con mecanismos similares a los del Pop Art, en lo que se refiere a la mezcla y el collage a partir de fragmentos en capas superpuestas. Esta arquitectura consistía en la formación de imágenes de consumo por medio de los edificios, mediante códigos que atrajesen a las personas, identificadas como consumidores. Venturi y Scott Brown propusieron una arquitectura opuesta al racionalismo de la arquitectura moderna, basada en la ambigüedad y el relativismo de las soluciones, que debía dar respuesta a una realidad compleja, a la integración de variables contradictorias, a la pluralidad funcional y al simbolismo de la psicología individual y colectiva.

Por otra parte, la ciencia, por encima de teorías de la complejidad como la teoría del caos, el principio de incertidumbre o la teoría de la relatividad, mostraba un camino seguro en el que los logros se sucedían. En este sentido, Buckminster Fuller desde los años 30, al igual que Serge Chermayeff en los 60, había defendido que la ciencia y las matemáticas podían llegar a explicar y a utilizar a favor del hombre toda la complejidad de la realidad física y metafísica.

2.3.3.1 Definición de las funciones del producto:

En un primer acercamiento, podemos diferenciar entre las funciones prácticas y las funciones lingüísticas, a pesar de que una categoría funcional se solapa con la siguiente de forma que no existen campos estancos de clasificación. Dentro de las funciones del lenguaje podemos diferenciar tres tipos: indicativas, simbólicas y estético formales. Las indicativas y simbólicas, serían las pertenecientes a las funciones del signo de forma genérica.

Estas funciones, las podemos relacionar con las tres variables del signo de Peirce. Las indicativas y simbólicas forman la dimensión semántica, las simbólicas y las posibles interpretaciones de un producto en su contexto, forman parte de la dimensión pragmática y las funciones estético-formales, constructivas y estructurales, formarían parte de la sintáctica del producto, haciendo referencia a la descripción analítica de las reglas de construcción que pueden entenderse independientemente del significado (Quarante, 1992, p. 267).

Funciones prácticas

Son aquellas que responden al manejo o uso lógico o racional-funcional del producto. Su carácter es denotativo porque trata de la descripción estricta de sus cualidades funcionales y materiales, y su significado tiende a la monosemia, como única interpretación posible derivada de la función para la que el objeto ha sido creado.

Funciones del lenguaje o comunicativas del producto

A-Funciones estético-formales

Hacen referencia a la composición del objeto y a su forma, a aquello que puede separarse de su significado. En términos de semiología diríamos que las funciones estético-formales hacen referencia al significante y a su sintaxis, -a su construcción y su estructura-, independientemente de las dimensiones semántica y pragmática, que le vendrán dadas por los significados, por las funciones indicativas y simbólicas del objeto como signo, dentro de un contexto social, histórico y cultural (Bürdek, 1994, p.180).

El estudio de la estética formal se ha basado en la investigación sobre la percepción de las formas. La teoría principal al respecto fue la teoría psicológica de la *gestalt* (o de la forma), desarrollada a partir de la última década del siglo XIX. Se considera su fundador a Christian Von Ehrenfels (1859-1932). Ehrenfels introdujo los conceptos de la forma como estructura y de sinergia. La forma como estructura se refiere a una abstracción que subsiste a los cambios físicos de los elementos individuales que la constituyen (por ejemplo una letra A es una letra A independientemente de su forma siempre que mantenga su estructura, la sintaxis de relación entre sus partes, aunque varíen su proporción, su color o su perfil) y el concepto de sinergia se entiende como fenómeno por el que “el conjunto es más que la suma de las partes”, y fue ejemplificado por el efecto producido por la música, compuesta por una suma ordenada de notas. Una melodía es una “forma” audible, entendida como un todo, como un conjunto estructurado. Se trató de definir, además, la pureza de las formas como medida del orden frente al nivel de complejidad.

Posteriormente, otros investigadores como Max Wertheimer (1880-1943) demostraron que la percepción se estructuraba según principios organizativos espontáneos, y definieron así lo que

se conoce como leyes de la *gestalt* que básicamente se pueden resumir en cinco principales: de la transposición, de la figura y el fondo, de la segregación de unidades, el concepto de pregnancia y la ley de la jerarquización.

Un concepto primordial fue el de pregnancia de la forma, como capacidad de ésta o de su estructura de percibirse automáticamente sin que fuese necesaria su visión completa y de imponerse en la percepción captando la atención sobre las demás y sobre su entorno debido a su claridad, entendida como unidad, regularidad y simplicidad. La forma con más pregnancia era la “buena forma” (Quarante, 1992a).

B-Funciones indicativas

Las funciones indicativas, junto con las simbólicas, son las que aportan el significado al objeto, son las funciones semánticas del mismo.

Las funciones indicativas del objeto, tienen que ver con sus cualidades como signo, y ayudan a comprender su manejo. Son los aspectos externos que permiten visualizar sus funciones prácticas. Tienen un carácter didáctico, y se ajustan a la concepción del signo como índice o señal, que mantiene una relación directa con su referente. Se trata de una “huella”, que nos indica otra cosa por una relación causa-efecto, por medio de una correspondencia lógica e inequívoca extraída de una relación natural o establecida por convención (Bürdek, 1994).

Existe una conexión entre la forma y las funciones indicativas; por la forma, se puede indicar o esclarecer la función. Su reconocimiento será importante en la inteligibilidad de un producto, pero su comprensión no se trata sólo de un tema de percepción sino también de las asociaciones, pensamientos y decodificación del objeto en base a un contexto dado (Bürdek, 1994; Quarante, 1992a).

Algunas cualidades de la forma que son visualizables o perceptibles como señales con función indicativa son: la delimitación, la agrupación, el contraste, la orientación, la solidez y estabilidad, la capacidad de ajuste, la forma de utilización y la precisión.

Un ejemplo de ello, es la utilización del color en arquitectura como elemento que ayuda a comprender la función. Podremos ver que en algunos edificios de Foster, el color se utiliza con esta intención para señalar los núcleos de servicios o de comunicaciones.

La percepción de las cualidades de un producto que nos lleven a entender su función, tiene relación con su capacidad simbólica, ya que algunas características indicativas se convierten en representación de ideas no presentes que se transmiten como símbolos. Por ejemplo, las cualidades de la precisión o la facilidad de utilización pueden darse de hecho, pero también puede estar representadas por las connotaciones y asociaciones que el objeto suscita en la mente del usuario. Un objeto puede ser tecnológico o simplemente parecerlo, tener calidad o únicamente aparentarla. Este aspecto será fundamental en la venta de productos y en su éxito social, y es aplicable a la arquitectura y al diseño de productos.

C- Funciones simbólicas

Cuando el objeto se puede leer como representante de otras cosas por asociaciones indirectas estamos en el plano de sus funciones simbólicas.

Como hemos explicado en el capítulo 1, Friedrich Theodor Vischer escribió en 1887:

En los objetos sensibles la gente encuentra elementos espirituales y llamó a esta operación “simbolismo”. Tanto las obras de arte como la naturaleza se manifiestan como entes emocionales que pueden sentirse con la empatía, que para él era un instinto primario (Nowak, 2011, p. 303).

Una silla se puede diseñar de muchas formas y algunas de sus características servirán a funciones diferentes a la supuesta utilidad primaria. Incluso sirviendo a la comodidad, un excesivo grado de ésta en relación a otras sillas nos sugerirá otras ideas asociadas como el estatus del usuario dentro de un colectivo, su poder adquisitivo o algún rasgo de su carácter a través de sus gustos.

Conociendo el código compartido del usuario y de la sociedad en la que se ubican, tanto el objeto como el propio usuario, el diseñador puede proyectar para resolver una función utilitaria del producto y para comunicar. Siempre existe un uso práctico y un uso retórico. Con los automóviles podemos ver que ocurre algo parecido: no son simplemente medios de transporte, son también indicios o símbolos de poder, de estatus, de estilo de vida y además, objetos escultóricos con connotaciones de tecnología, belleza y potencia.

Como explica Umberto Eco:

Una silla me dice que puedo sentarme en ella. Pero si la silla es un trono, no sirve solamente para sentarse: sirve para sentarse con cierta dignidad. Sirve para corroborar el acto de “sentarse con dignidad” por medio de una serie de signos accesorios que connotan la realeza (águilas en los brazos, respaldo rematado por una corona, etc.). Estas connotaciones de “realeza” llegan a ser tan funcionales que por el mero hecho de existir pueden relegar a la función primaria de “sentarse cómodamente”. Y así, un trono, para connotar realeza, exige que uno se siente rígida e incómodamente (con un cetro a la derecha y un globo a la izquierda, y con una pesada corona en la cabeza), y por lo tanto, “mal”, desde el punto de vista de la “utilitas” primaria. “sentarse” solamente es una de las funciones del trono, uno de sus significados, el más inmediato, pero no el más importante (....) Desde esta perspectiva la calificación de “función” se extiende a todas las finalidades comunicativas del objeto, dado que en la vida asociativa las connotaciones “simbólicas” del objeto útil no son menos “útiles” que sus denotaciones “funcionales” Resulta evidente que las connotaciones simbólicas se consideran funcionales no solamente en sentido metafórico, sino también porque comunican una utilidad social del objeto que no se identifica inmediatamente con la “función” en un sentido estricto (Eco, 1968, p. 266).

El significado de un objeto representa todos sus escenarios posibles junto a todo lo que se pueda saber de él o predecir: su historia, sus usos, su valor, el tipo de usuario, su estatus, etc. Aquello que puede significar y ser transmitido mediante su lenguaje (Bürdek, 1994).

2.3.3.2 Función comunicativa y simbólica en la arquitectura

Al hablar del signo y del código en arquitectura ya hemos tratado la formación de sus significados, que incluía todas las relaciones del pensamiento junto a las funciones prácticas e indicativas. La comprensión del signo como símbolo es inherente a nuestra forma de pensamiento asociativo. Tendemos a asociar unas ideas con otras y los objetos de nuestra realidad material con ideas y con otros objetos, de los que guardamos en nuestra memoria una representación icónica.

Según Charles Jenks, la mayoría de “palabras arquitectónicas” son signos simbólicos y son más potentes y convincentes que los signos indicativos o icónicos (Jencks, 1981). Un edificio, será siempre un símbolo de muchas otras realidades e ideas vinculadas a él.

Umberto Eco dice que el examen fenomenológico de nuestras relaciones con la arquitectura nos indica que disfrutamos de ella como acto de comunicación además de por su función práctica. En su ejemplo de la caverna, que hemos visto al hablar del plano connotativo y denotativo del signo, ésta suscitaba en el hombre pensamientos y relaciones con otros elementos. La representación abstracta, codificada, le permitía reconocer por analogía otras cavernas. El uso se había convertido en signo de uso y podía entonces ser comunicado a otros individuos. Un simple dibujo esquemático de la caverna debía ser capaz de comunicar todas las funciones y connotaciones de la misma a quien poseyera el mismo código de asociaciones (Eco, 1968, p.253).

En la arquitectura, tradicionalmente, lo simbólico y lo práctico formaban una unidad, una simbiosis en la que un aspecto potenciaba al otro. Un edificio marcaba un lugar y simbolizaba una promesa de futuro junto a la idiosincrasia, los valores y la historia de las personas o la sociedad que lo habían construido. Se trataba de la representación de otras realidades unida a la resolución de un problema práctico, en la que convivían razón y emoción.

Como hemos mencionado, en el siglo XX, el funcionalismo y el movimiento moderno consideraron obscena la representación simbólica y las asociaciones que no hicieran referencia al uso práctico y racional. Lo simbólico estaba mal visto, por representar valores no deseables y por la falta de rigor racional de una polisemia abierta a sentimientos e interpretaciones subjetivas y variables. Sin embargo, estas tendencias se convirtieron paradójicamente en el símbolo de sí mismas y de sus valores, a través de su lenguaje constructivo-formal basado en códigos elitistas que se creía superador de los estilos y representante de la razón y del progreso tecnológico (Jencks, 1981, p. 50; Venturi, Scott Brown, & Izenour, 1977, p. 7).

2.4 Hermenéutica y la interpretación abierta de la obra de arte

Una vez explorados los principios básicos de la semiótica y de la comunicación por medio de los objetos, debemos volver la mirada a cómo los seres humanos creamos los significados y las interpretaciones; es decir, sobre la semántica y la hermenéutica en relación a la materia a nuestro alrededor, al arte, el diseño y la arquitectura. Veremos en el capítulo 3 que el mecanismo de pensamiento humano se basa en imágenes mentales formadas a partir de las sensaciones, las emociones y la memoria. Hemos visto que el signo lingüístico está formado por un significado y un significante, concepto e imagen acústica respectivamente, que son representaciones mentales del objeto real. La relación del lenguaje con las imágenes mentales será fundamental en el pensamiento, en la creación de significados y en la interpretación, tanto de la realidad física exterior como de la idea de nosotros mismos.

Un mensaje tomado objetivamente por el significado de sus palabras, sin una interpretación ayudada de metáforas y otros recursos lingüístico-simbólicos y sin lecturas diversas en un contexto histórico cultural de referencia, no significaría nada. Como explica Barthes, un marciano que dominase la lengua pero ignorase todo el contexto y con él, las posibles interpretaciones y lecturas en base al mismo, no podría entender lo que queremos decir (Barthes, 1985, p.240).

Las metáforas están presentes en todos los aspectos de nuestra vida que implican el lenguaje y el pensamiento (Lakoff & Johnson, 2005).

Como hemos visto en el capítulo primero, al hablar sobre la interpretación emocional de la arquitectura por medio de la empatía, Robert Vischer, en su concepto de *emfühlung* hablaba de la participación activa del espectador en la obra de arte y distinguía entre ver pasivamente y mirar activamente. La mirada activa tenía valor emocional y era asociada con lo físico y con la capacidad de dar vida a los objetos. Explicábamos que el término empatía surgió en el pensamiento filosófico-estético alemán como mecanismo necesario para interpretar los textos y la historia, un concepto ya presente en el tratado sobre el lenguaje de Johann Gottfried Herder de 1772 y también en las teorías de Theodor Lipps, quien consideraba necesaria la inmersión en las vidas de los protagonistas de la historia para entender las acciones del pasado.

Herder escribió importantes textos sobre literatura, metafísica, historia, estructura del lenguaje y sobre el papel de los sentimientos en el conocimiento de la realidad (“Johann Gottfried von Herder | German philosopher | Britannica.com,” n.d.). Theodor Lipps por su parte, fue reconocido por su teoría sobre estética y por su aplicación del concepto de *empatía* en la psicología, traducible como empatía, y definible como el acto de proyectarse uno mismo en los objetos de la percepción (“Theodor Lipps | German psychologist | Britannica.com,” n.d.).

Las teorías de Herder influyeron en Friedrich Schleiermacher (1768-1834), filósofo y teólogo alemán a quien se considera el primer representante de la hermenéutica de la Edad Moderna. Schleiermacher proponía dos niveles de lectura necesarios para entender los textos: el lingüístico-gramatical y el psicológico centrado en el autor, y proponía dos métodos: el comparativo, para analizar el lenguaje y el adivinatorio, relacionado con la intuición y la psicología del autor, sus pensamientos y sentimientos, en la búsqueda de significados, contando siempre con la inmersión en el contexto histórico y el análisis sociocultural (Nowak, 2011, p. 309).

Wilhelm Dilthey (1833-1911), otro filósofo alemán de la misma época, catedrático de la Universidad de Berlín entre 1882 y 1905, e influido por las teorías de Schleiermacher y de Lipps, trató de crear un estatuto para las ciencias del espíritu que permitiera comprender campos como la historia, el derecho o el arte. Defendió que las ciencias humanas debían ser estudiadas a partir de contextos históricos, lo que implicaba a la autobiografía y experiencias del historiador, para aspirar a la comprensión de los fenómenos objeto de estudio. Postuló que “comprender” implica la reconstrucción de la mente de otros por analogía, de modo que busquemos situaciones en las que mostramos los mismos signos de expresión de sentimientos que percibimos en los objetos y así les atribuimos estos sentimientos como propios. Dilthey diferenció entre las ciencias explicativas –que sirven para interpretar la naturaleza- y las ciencias descriptivas –filosóficas-, que sirven para explicar el alma (Nowak, 2011; “Wilhelm Dilthey | German philosopher | Britannica.com,” n.d.).

Desde los inicios del siglo XX, el término empatía se apartó como mecanismo de análisis histórico válido, por supuesta falta de objetividad y por considerarse que estaba demasiado enraizado en las emociones como para poder ejercer una visión racional y distanciada de la realidad.

En el siglo XX se discutió sobre si la empatía sólo supone entender los sentimientos del otro o si supone tener que experimentarlos para poder entenderlos y en consecuencia, si la empatía se entiende como una fusión con el otro o con los objetos, en la que uno pierde su perspectiva como observador en favor de la del otro, ya que en este caso se volvería un recurso en contra de la objetividad necesaria en el análisis. En la actualidad, se ha recuperado el término como un mecanismo esencial para comprender la historia, habiendo descartado la posibilidad de una única interpretación histórica verdadera, racional y totalmente aislada del criterio y de la selección del historiador o de quien cuenta la historia, habiendo asumido que incluso éste selecciona los aspectos con los que quiere empatizar y respecto a los cuales desarrollar la crítica. Se han puesto de relieve las pequeñas historias, a veces subjetivas y parciales, que antes se pasaban por alto precisamente por pertenecer a la experiencia particular de un sujeto concreto (Nowak, 2011).

Por otro lado, las explicaciones biológicas sobre la empatía, como la que hemos visto al hablar de *emfühlung* en el capítulo primero, proveen de algunas conclusiones a las discusiones y críticas filosóficas de los siglos XIX y XX, ya que en primer lugar, todo conocimiento racional es a la vez emocional y en segundo lugar, sabemos que la empatía implica una simulación real de un estado físico de acuerdo con una interpretación personal según el cerebro de cada individuo.

Conocer el significado de un término no supone conocer el sentido que se le quiere dar a éste y para comprender el sentido es necesaria la interpretación. Interpretar y comprender conlleva reconstrucción. Para entender una obra, o para comprender nuestro entorno artificial, debemos interpretar las características del objeto y la historia, el contexto socio-cultural, las circunstancias del autor y el papel activo del espectador o usuario, para lo cual, el concepto de empatía es fundamental. El valor emocional que asignamos a la arquitectura y a los objetos tiene que ver con la selección de elementos con los que los interpretamos.

Otros autores en el siglo XX recogieron la necesidad de interpretación de la obra como un sistema abierto y el papel central del espectador para terminarla. Umberto Eco también dedicó una obra entera al planteamiento de la *obra abierta*, que entendía como:

Proposición de un “campo” de posibilidades interpretativas, como configuración de estímulos dotados de una sustancial indeterminación, de modo que el usuario se vea inducido a una serie de “lecturas” siempre variables; estructura, por último, como “constelación” de elementos que se prestan a varias relaciones recíprocas (Eco, 1962, p. 89).

En arquitectura la implicación del usuario en la obra es obligatoria, puesto que un edificio sólo se percibe por medio del movimiento del usuario alrededor o a través del mismo. Podríamos hablar de una obra abierta y en movimiento. La percepción momentánea será diferente a la rememorada, ya que ésta se reconstruirá a partir de fragmentos e imágenes que el espectador-usuario haya seleccionado consciente o inconscientemente durante la experiencia del espacio construido.

Como planteó Walter Benjamin, la arquitectura se suele percibir de forma inconsciente y en general por parte de un colectivo ocupado en otros asuntos diferentes a la recepción o lectura de una obra (de arte):

La arquitectura es objeto de recepción colectiva simultánea, como el cine (...) La arquitectura ha sido desde siempre el prototipo de una obra de arte cuya recepción tiene lugar en medio de la distracción y por parte de un colectivo (...) los edificios acompañan a la humanidad desde su historia originaria (Benjamin, 1936, pp. 64-83).

La interpretación y lectura de la arquitectura tienen un paralelismo intrínseco con la de la historia. A diferencia del producto industrial que uno se encuentra como un objeto sin pasado, -al menos hasta que no forma parte de la historia personal del usuario-, la arquitectura siempre encierra hechos históricos: económicos, sociales y técnicos, que fueron parte integrante en su génesis y que en muchos casos encierran parte de la historia del usuario o de su sociedad, encarnadas tanto en la construcción original como en sus adaptaciones y modificaciones posteriores. Como explicaremos a continuación, las personas reproducimos la realidad y la historia reconstruyéndolas por fragmentos seleccionados.

03

3- El lenguaje y el pensamiento a partir de imágenes

3.1 Las imágenes combinadas a partir de cartografías neuronales

Como vimos en el capítulo primero, las personas tenemos la capacidad de crear cartografías a partir de representaciones neuronales, de generar configuraciones cerebrales originadas por lo que ocurre en el exterior y en el interior de nuestro cuerpo y transformarlas en imágenes. Esa habilidad de crear mapas de configuraciones a partir de un sonido o de algo que tocamos o que vemos es crucial para la generación de la mente que se basa en el flujo de dichas imágenes en el tiempo y está en la base del pensamiento y de la creación de las respuestas intelectuales que constituyen la cultura. Las estructuras cerebrales que cartografían el cuerpo, modificadas constantemente por las emociones, -entendidas como la respuesta química y neural del organismo ante un estímulo emocionalmente competente-, son la base de las imágenes que forman el pensamiento y la memoria.

Vimos también que la percepción del pensamiento y de los estados del cuerpo en un momento determinado constituye los sentimientos y se basa en las imágenes generadas a partir de nuestro estado interno, gracias a complicados sistemas nerviosos. A su vez, sabemos que sin sentimientos ni otra clase de imágenes mentales no podríamos tener consciencia ni subjetividad (Damasio, 2017, min. 51).

disposicionales sobre la base de las cuales tienen lugar los movimientos se localizan en las cortezas premotoras, ganglios basales y cortezas límbicas. Existe la evidencia de que activan a la vez los movimientos y las imágenes internas del movimiento corporal (Damasio, 1995, p.159).

La base de estas imágenes fundamentales es una colección de mapas cerebrales, es decir, un conjunto de patrones de actividad o inactividad neuronal (patrones neurales, en resumen) en una variedad de regiones sensoriales. Estos mapas cerebrales representan, de manera generalizada, la estructura y el estado del cuerpo en cualquier momento dado (...) lo que surge en el cerebro, en forma de una idea, corresponde a alguna estructura del cuerpo (Damasio, 2003, p. 216).

En una hipótesis de la relación mente-cuerpo, el profesor Damasio afirma que:

- las operaciones reguladoras del cerebro dependen de la formación y transformación de imágenes mentales. Las mismas que forman los sentimientos, las ideas y los pensamientos en lo que llamamos mente.
- la capacidad para percibir objetos requiere de la formación de imágenes a partir de estímulos exteriores, recibidos por nuestros órganos sensoriales, y de estímulos interiores a nuestro cuerpo.
- para ejecutar cualquier respuesta y para anticipar y planificar respuestas futuras requerimos de dichas imágenes.
- la coordinación entre los estados y actividades que suceden en el cuerpo y estas imágenes mentales se produce por medio de regiones del cerebro en las que se trazan cartografías neuronales de registro de estos acontecimientos.

La interfase crítica entre las actividades del cuerpo propiamente dicho y los patrones mentales que denominamos imágenes consiste en regiones cerebrales específicas que emplean circuitos de neuronas para construir patrones neurales continuos y dinámicos que corresponden a las diferentes actividades del cuerpo; y que, efectivamente, cartografían dichas actividades a medida que tienen lugar (Damasio, 2003, p. 213).

Se sabe que las imágenes mentales se corresponden y proceden de estas cartografías y patrones neurales a partir de los estudios con animales, que han demostrado cómo en el cerebro de éstos se forman patrones característicos diferentes ante la visión de distintos tipos de líneas y se ha observado además que dichos patrones en el cerebro tienen correspondencia estructural con la imagen presentada.

Utilizando un método de imagería neuroanatómica, R.B.H. Tootell ha demostrado que (...) un observador independiente que mire el estímulo externo y la pauta de actividad cerebral reconocerá su semejanza estructural (Damasio, 1995, p. 156).

A partir de los estudios de David Hubel (1926-2013) y Torsten Wiesel (1924-), se demostró que un mono que mirase una línea recta, una curva, o líneas con diferentes ángulos entre sí, formaba en su cerebro patrones de actividad neural distintivos. Estos patrones y las imágenes mentales que se derivan de ellos son creaciones del cerebro, y no reflejos de la realidad (Damasio, 2003).

Podemos ver en la figura, la imagen de tres circunferencias concéntricas y cuatro ejes de simetría que formó parte de los experimentos de Roger Tootell, en el cual, cuando se mostraba esta geometría a un mono, se registraba la misma estructura como un patrón topográfico de actividad neuronal en su cerebro (Damasio, 2003, p. 220; Tootell, Switkes, Silverman, & Hamilton, 1988)

Se conoce, por tanto, la formación de cartografías o patrones de actividad neural en el cerebro como respuesta a un estímulo exterior y como inicio de la formación de las imágenes mentales, pero todavía se desconoce cómo estos patrones, cuyas estructuras se pueden identificar en el cerebro, se transforman finalmente en las imágenes que forman el pensamiento:

La presencia en el cerebro de patrones neurales (o mapas) relativos a un objeto o acontecimiento es una base “necesaria” pero no suficiente para explicar las imágenes mentales de dicho objeto o acontecimiento (...) puedo explicar el proceso hasta la organización de patrones neurales sobre la base de que imágenes mentales surgirán (Damasio, 2003, p. 217).

Por otra parte se sabe que la mayor parte de la información que llega al cerebro tiene que ver con la percepción visual. “Half the sensory information going into the human brain concerns visual processing” (Sussman & B. Hollander, 2014, p. 4).

3.2 Conocer mediante imágenes como iconos de la realidad

La realidad que podemos conocer es icónica, es una aproximación, una representación personal de la misma que se forma en el cerebro a partir de estímulos exteriores y fragmentos de imágenes provenientes de la memoria. Las imágenes que vemos no son réplicas de los objetos exteriores sino una creación del cerebro, basada en los cambios que ocurren en éste y en el cuerpo cuando estos reaccionan al impacto del objeto exterior sobre el conjunto de nuestros detectores sensoriales (Damasio, 2003, p. 219).

Como vimos en el capítulo primero, la realidad exterior que los seres humanos somos capaces de conocer no es única sino variable y depende de nuestra percepción. Sólo podemos conocer la realidad a través de la codificación y decodificación que nos ofrecen nuestros sentidos, nuestros órganos receptores, y nuestra memoria. Al igual que no podemos ver u oír determinadas longitudes de onda que si que detectan otros animales o artefactos, toda la realidad de la que nos percatamos está limitada y conformada por la capacidad y modo de percepción de nuestros órganos. Como explicábamos al hablar de Kant y de su giro copernicano, el sujeto modifica la realidad, y la construcción de objetos a partir de la percepción es siempre subjetiva y depende de la perspectiva individual.

Al hecho de que todo nuestro conocimiento de la realidad sea filtrado y modificado por la configuración de nuestros receptores, se une el hecho de que una vez percibida la realidad, el cerebro, al recordar, sólo podrá representar una aproximación, gracias a la activación de un grupo específico de neuronas llamado mapa neuronal, según las definiciones del profesor Damasio a las que hemos hecho referencia.

Cuando rememoramos, por ejemplo, la cara de una persona, lo que ocurre es que se activan pautas o patrones de actividad neuronal organizados topográficamente, capaces de reconstruir momentáneamente aquellos que se generaron al percibir dicha cara. Estos patrones, situados en distintas partes del cerebro, responden a diferentes percepciones como la visual, la auditiva, etc. que se activan a la vez como los diferentes instrumentos en una sinfonía, para formar un recuerdo completo (Damasio, 1995, p. 157).

La memoria de un estímulo exterior estará formada por las señales registradas provenientes de dicho estímulo, por las imágenes que la memoria generó en relación a éste y por el registro de las reacciones del cuerpo en el momento de la percepción.

Eventualmente, cuando se forma una memoria del paisaje visto, esta memoria será un registro neural de muchos de los cambios “organísmicos” que se acaban de describir, de los que algunos tienen lugar en el cerebro mismo (la imagen construida para el mundo externo, junto a las imágenes constituidas a partir de la memoria) y otros suceden en el cuerpo propiamente dicho (Damasio, 1995, p. 305).

Al plantear el problema de la sensación que produce el vaso de cerveza a partir de un anuncio publicitario que nos proponía Umberto Eco (Eco, 1968, p. 171), y que hemos comentado en el capítulo segundo, la conclusión debe ser que el anuncio puede hacernos sentir todos los estímulos visuales que representa, porque nuestro cerebro no distingue realidad de ficción al rememorar lo vivido o lo imaginado, y un recuerdo o un icono son capaces de activar en nuestro organismo las mismas emociones que una situación presente y real, aunque en general, con menor intensidad (Damasio, 1995).

Podemos sentir que hemos estado en un lugar sin haber estado nunca allí, sólo por una reconstrucción mental que nuestro cerebro realiza, en base a ciertos aspectos de la realidad referida, como pueden ser sus imágenes.

La imagen en el anuncio publicitario no significaría nada para el receptor si éste nunca hubiera vivido con todos sus sentidos la experiencia personal de lo que se le muestra y no hubiese elaborado mapas mentales en su cerebro que hubiesen registrado el estado de su cuerpo derivado de esa experiencia. Sería percibida como mero estímulo visual por su color y sus formas pero sin significado, sin emoción más allá de la respuesta fisiológica primaria e instintiva.

La exposición anterior nos plantea la incertidumbre de las interpretaciones personales, el pluralismo y el relativismo como puntos de partida válidos para conocer la realidad.

3.3 Memoria y pensamiento en imágenes

Animales más simples que los humanos, tienen la capacidad de generar reacciones de respuesta ante estímulos dados, pero no tienen la representación mental del estado del organismo en el cual se produce dicha reacción.

La memoria como registro y manipulación de estas representaciones, que se traducen en imágenes, es un factor clave en la aparición del pensamiento, de la consciencia y en último término, en la aparición de las culturas humanas. La memoria puede ser de dos tipos, memoria del pasado y memoria del futuro, estando esta última constituida por lo que podemos imaginar y predecir que va a suceder a partir de la combinación y proyección de imágenes de memorias pasadas; además, nos da la posibilidad de actuar sobre un estado presente, por ejemplo un estado de dolor, mediante todo el acompañamiento de memorias pasadas y futuras (Damasio, 2017, min. 54-56). Nuestra mente cultural se basa en la memoria.

Veremos como Aby Warburg, por medio de la combinación de imágenes, se adentraba en la memoria social e investigaba sobre el pasado, la cultura y el arte, realizando proyecciones de futuro con su método iconológico.

Los aspectos ligados a momentos en que sentimos con intensidad se fijan más en la memoria y por ello, aprendemos cuando existen vínculos emocionales de por medio, cuando conseguimos que algo nos apasione. Se aprende más una asignatura cuando establecemos un vínculo emocional con la materia o con el profesor, por ejemplo, al sentirnos valorados en aquello que hacemos.

En el proceso de aprender y recordar acontecimientos emocionalmente competentes, es diferente hacerlo con sentimientos conscientes que sin ellos. Algunos sentimientos optimizan el aprendizaje y la memoria. Otros, en particular los que son extremadamente dolorosos, perturban el aprendizaje y suprimen la memoria como protección (Damasio, 2003, pp. 198-199).

Como hemos visto, nuestros sentidos y las emociones asociadas, generan imágenes mentales como fragmentos icónicos del cuerpo y del exterior. La combinación de estas imágenes en el cerebro hace posible el pensamiento, el lenguaje y la comunicación. La comunicación por medio del lenguaje de la arquitectura y del diseño, genera imágenes mentales que disparan las emociones y la memoria generando nuevos cambios en el organismo y una nueva posición relativa de respuesta o *feedback*.

Enfocado desde otra perspectiva, este hecho es el que hemos tratado ya al hablar de la empatía en relación a la comunión del usuario con la obra de arte y sus interpretaciones. La arquitectura, puede entenderse como una partitura de estímulos 'emocionalmente competentes' que se recibe e interpreta como una serie de imágenes mentales y de asociaciones combinadas. Cuando percibimos un estímulo interior o exterior a nuestro cuerpo, se produce una reacción corporal momentánea a partir de la cual se genera un registro cerebral en forma de mapa neural topográfico con ayuda de señales químicas y electroquímicas, y a partir de estos mapas se producen las imágenes mentales (Damasio, 2003, p. 215).

El pensamiento se produce en forma de imágenes combinadas, manipuladas y generadas en el cerebro, antes incluso de haberlas materializado por medio del lenguaje. Dichas imágenes se utilizan para las operaciones reguladoras de respuesta y el cerebro necesita de su formación para percibir el interior y el exterior de nuestro cuerpo. Esta relación entre sensación y pensamiento por combinación de imágenes es la que nos da una idea del presente y del futuro anticipado.

Se suele decir que el pensamiento está hecho de mucho más que solo imágenes, que también está hecho de palabras y de símbolos abstractos no imaginables. Seguramente nadie negará que el pensamiento incluye palabras y símbolos arbitrarios. Pero lo que esta afirmación deja de lado es el hecho de que tanto las palabras como los símbolos arbitrarios se basan en representaciones organizadas topográficamente y pueden convertirse en imágenes. La mayoría de palabras que usamos en nuestro discurso interior, antes de hablar o de escribir una frase, existen en forma de imágenes auditivas o visuales en nuestra conciencia. Si no se convirtieran en imágenes, por fugazmente que fuera, no serían algo que pudiéramos conocer (Damasio, 1995, pp. 159-160).

3.3.1 Imágenes organizadas en el tiempo y memoria selectiva

El tiempo mental y el recuerdo sobre el paso de éste son variables, en función del número de estímulos registrados y de su intensidad, y están relacionados con nuestro bienestar. A mayor registro para un tiempo dado, percibimos que el tiempo se expande. Cuando somos felices (estado óptimo de equilibrio) la producción de imágenes y su combinatoria se multiplica y se hace más rápida; en el caso contrario se tiende a paralizar (Damasio, 1995, p.209; Punset, n.d.).

Como hemos visto, el signo lingüístico tenía carácter lineal, puesto que los significantes acústicos se han de disponer necesariamente uno tras otro y así los representamos en la escritura. Los significantes visuales, al contrario, se pueden presentar simultáneamente, como ocurre en la arquitectura, pero para organizar el pensamiento y las experiencias necesitamos ordenar las imágenes en el tiempo. El pensamiento se estructura con la generación de una secuencia de mapas mentales asociados a los cambios corporales y al movimiento (Damasio, 1995). “Las imágenes que constituyen nuestros pensamientos han de estructurarse en “frases” que, a su vez, han de ordenarse en el tiempo en forma de “oraciones” (Damasio, 1995, p. 275). “Las imágenes pueden ser manipuladas en nuestra mente y utilizadas para representar relaciones espaciales y temporales entre objetos” (Damasio, 2003, p. 233).

3.3.2 Diseñar con imágenes

La imagen está involucrada en el proceso creativo desde antes de poder expresar el pensamiento en palabras e interviene en el proceso hasta el último instante. Incluso en el caso de la resolución de elementos que podrían parecer puramente científicos, la estética y las imágenes forman parte fundamental en el diseño. Nos referimos a la valoración estética como la apariencia ante nuestros ojos de que la imagen concuerda con el objetivo que se persigue, como podría ser la búsqueda de eficiencia y velocidad en un diseño. Cuando existen varias opciones para resolver un problema elegiremos la opción que visual e intuitivamente nos satisfaga más.

Hay decisiones que dependen de la estética, porque las imágenes y las estructuras que la constituyen están ligadas a la intuición profunda de que una opción es la correcta y a nuestras emociones básicas enraizadas en razonamientos complejos.

La diferencia entre un buen diseñador de aviones y un gran diseñador de aviones es la medida en la que su subconsciente “siente” la estética. A pesar de que todos los diseñadores trabajan con las mismas leyes de la naturaleza, en diseño, cuando hay que realizar una elección y la balanza se mueve igualmente hacia varias opciones, entonces creo que el gran diseñador elegirá subconscientemente aquella opción que es más placentera estéticamente - los sentimientos del diseñador harán la elección- (Springer, 2003, p.59).

Un ejemplo de ello lo encontramos en el diseño del modelo de avión *Douglas DC-1* para la compañía *TWA*, en 1933. Tras las pruebas en el túnel de viento del Instituto de Tecnología de California, había que situar el centro de gravedad del aparato por delante del centro de empuje vertical y para ello se decidió doblar las alas hacia atrás y darle una forma más dinámica. Otras soluciones eran posibles pero se decidió la más satisfactoria estéticamente (Springer, 2003, p. 60). Otro ejemplo, podría ser el del diseño de los trajes espaciales, cuyo color original era un marrón caqui que no daba ninguna idea de futuro o innovación. Cuando tuvo que sacarse a la luz pública, se decidió revestir los trajes de color plata (ver p. 218 y p. 456) que aparentaba mejor en las fotografías y transmitía una serie de ideas sobre tecnología (Springer, 2003, p. 135).

3.4 Imágenes relacionadas mediante figuras lingüísticas: analogía y homología, metáfora y metonimia

Hemos visto que la creación y manipulación de imágenes mentales que constituyen nuestros pensamientos han de estructurarse en oraciones ordenadas en el tiempo. Para ello, el lenguaje, ofrece una base sobre la que se estructura el pensamiento. Ya en la explicación de Saussure (de principios de siglo XX), el significado y el significante que forman el signo eran entendidos como entidades psíquicas. Recuperemos aquí la cita:

Los hechos de la conciencia, que llamaremos conceptos, se hallan asociados con las representaciones de los signos lingüísticos o imágenes acústicas que sirven a su expresión (....) Es de capital importancia advertir que la imagen verbal no se confunde con el sonido mismo y que es tan legítimamente psíquica como el concepto que le está asociado (De Saussure, 1945).

El análisis de las figuras del lenguaje trata de desentrañar la forma en la que pensamos, razonamos y contamos historias, que es paralela a la forma en la que se produce la creación artística en otras disciplinas diferentes a la lingüística, desde la música hasta la arquitectura, el diseño y las artes en general. Significados y significantes son entidades psíquicas que se materializan por medio del habla, la escritura u otros tipos de expresión.

Para comprender como razonamos y creamos, será muy útil analizar las figuras y los mecanismos de generación del lenguaje basados en las relaciones entre imágenes. Veremos cinco mecanismos fundamentales: la analogía, la homología, la metáfora, la metonimia y la alegoría.

3.4.1 Analogía y homología:

Analogía:

El término analogía significa proporción y semejanza, etimológicamente “conformidad de razones” y se refiere a elementos similares encontrados en cosas diferentes y a la asociación de éstos por medio de sus características comunes. Una analogía permite deducir cualidades de un segundo elemento mediante su comparación, o de un tercer elemento por medio de una regla o similitud ya descubierta entre dos diferentes. Se trata de un razonamiento comparativo, de una inferencia por probabilidad y no de una deducción matemática. Si A tiene características comunes con C y A contiene B, entonces es sólo probable que C contenga B.

En el lenguaje, la analogía explica las creaciones y los cambios en el uso del mismo conforme a modelos previos y a asociaciones de semejanza. Podemos asociar una palabra a un significado que comparta alguna característica semejante; es decir, que sea análogo al significado al que se refiere esa palabra debido a esa característica. Así por ejemplo, llamamos “basura” a algo que no tiene valor, simplemente por analogía de sus significados. Llamar a un avión, “pájaro de hierro”, es hacer una transferencia semántica por analogía. La palabra original toma un sentido figurado al referirse al significado análogo.

También podemos formar una nueva palabra, similar a otra con la que tiene una analogía estructural. Por ejemplo, según define la RAE, “los pretéritos tuve, estuve, anduve se formaron por analogía con hube”.

La analogía supone un modelo y su imitación regular. Una forma analógica es una forma hecha a imagen de otra o de otras muchas según una regla determinada (...) la analogía (...) juntamente con los cambios fonéticos, es el gran factor de evolución de las lenguas (...) la analogía supone la conciencia y la comprensión de una relación que una las formas entre sí (De Saussure, 1945, pp. 186-190).

Hablaremos de analogías formales y también de funcionales, cuando la forma no es análoga pero sí la función. En algunos casos se precisa de una abstracción para observar la analogía de la forma entendida como estructura o como relación constructiva entre los elementos o su sintaxis.

Las analogías natural-artificial son y han sido históricamente una fuente de referencias para el desarrollo de productos y máquinas.

Homología:

En lingüística, hablamos de homología cuando lo semejante entre dos significados es la estructura, y ello nos permite la transferencia de significantes. Por ejemplo, se llama esférico a un balón de fútbol por su parecido estructural con la esfera. La relación de semejanza se da en la geometría, en la sintaxis o relaciones constructivas entre las distintas partes del objeto-significado.

Richard Owen (1804-1892), que fue un cirujano especialista en anatomía comparativa y paleontología, contemporáneo y colega de Charles Darwin, definió el término homología como semejanza estructural al analizar las formas orgánicas, sus funciones y nomenclaturas en estudios de anatomía. Owen diferenció lo homólogo de lo análogo; lo homólogo era la semejanza morfológica debida a una estructura ancestral común mientras que lo análogo era la semejanza formal y funcional pero derivada de orígenes diferentes:

Para él, análogo, significa una parte o un órgano en un animal que tiene la misma función que otra parte u órgano en un animal diferente (Owen, 1847).

"Analogue" –A part or organ in one animal which has the same function as another part or organ in a different animal- (....) "Homologue" –The same organ in different animals under every variety of form and function- (....) The little *Draco Volans* offers a good illustration of both relations. Its four limbs being composed of essentially the same parts as the wings of a bird are homologous with them; but the parachute being composed of different parts, yet performing the same function as the wings of a bird, is analogous to them (Owen, 1847, p. 175).

Owen diferenci3 tres tipos de homolog3a: especial, general y serial. Especial era la que se establec3a entre 3rganos de dos especies distintas; general, cuando la semejanza se daba entre los 3rganos de una especie y los del arquetipo y la serial, cuando se trataba de semejanzas estructurales entre partes de un mismo individuo.

Este concepto de homolog3a de Richard Owen, que identifica el mismo 3rgano proveniente de un ancestro com3n en distintos animales, tambi3n lo podemos encontrar en el desarrollo evolutivo de la arquitectura y de los distintos artefactos producidos por el hombre a lo largo de la historia y ser3 importante en el an3lisis posterior que haremos de algunos de los proyectos de Norman Foster. Ser3n ejemplos de analog3as las relaciones que el arquitecto suele establecer entre las partes de sus edificios y las de los aviones, como cuando explica que colgar los motores bajo el ala en el avi3n *Boeing 707* supuso una ventaja de mantenimiento, que es la misma ventaja obtenida al colgar las instalaciones del aeropuerto de Stansted de la parte inferior de la losa de planta baja. Hablaremos de casos de homolog3a entre dos objetos cuando podamos ver entre ellos una relaci3n evolutiva; ver que los dos elementos comparados son en realidad el mismo, pero evolucionado en diferentes formas. Esto ocurrir3, por ejemplo, cuando comparemos la *Dymaxion House* de Fuller, con su m3stil central a compresi3n y los cables perimetrales a tracci3n, con uno de los 3rboles estructurales de Foster, como la Torre Colserola (ver p. 100), o los soportes del Renault Centre, que funcionan bajo los mismos principios estructurales y sint3cticos (ver p. 459).

3.4.1.1 Innovación por analogía y homología

Según nos indica Ferdinand de Saussure, pese a que la sustitución de formas viejas por otras nuevas derivadas de su analogía es un aspecto principal en la evolución de las lenguas, “cada vez que una creación se instala definitivamente y elimina a su competidora, hay verdaderamente algo creado y algo abandonado, y en este sentido la analogía ocupa un lugar preponderante en la teoría de la evolución” (De Saussure, 1945, pp. 194-197).

Sin embargo, la analogía es conservadora al “utilizar siempre la materia vieja” y por sí misma no podría ser un factor de evolución.

La “belleza de la máquina” y las tendencias tecnográficas han acompañado todos los movimientos de vanguardia del primer cuarto de siglo. Pero aquellos funcionalistas que se extasiaban ante un automóvil y exaltaban su racionalidad, nunca se han preguntado por qué el motor iba colocado delante, pese a todos los problemas de transmisión a las ruedas posteriores, y no sospecharon que hasta esto derivaba probablemente del hábito de ver la fuerza motriz de los caballos ante el conductor (Zevi, 1948, p.124).

Al igual que decíamos que para que un objeto sea inteligible, debemos poseer un código o debemos conocer objetos similares que permitan interpretar el nuevo objeto, las respuestas formales en campos en los que no existen tipos antecedentes, como el de la informática, tienden hacia elementos conocidos con los que se puede establecer alguna analogía. Por ejemplo, la máquina de calcular fue formalmente homóloga a la de escribir.

La aparición y el éxito de un tipo innovador, cuando ya existe un arquetipo establecido para una función dada, es de gran dificultad debido a la inteligibilidad del producto y a su aceptación por parte de un usuario que asocia automáticamente una función a la estructura del arquetipo.

3.4.2 Metáfora y metonimia

Metonimia y metáfora suponen relaciones de desplazamiento entre un objeto y su significado. La metáfora se referirá a un orden ausente dentro del sistema *-in absentia-*, mientras que la metonimia se referirá a un orden presente dentro del sintagma *-in praesentia-*. La metonimia es el predominio de las asociaciones sintagmáticas mientras que la metáfora es el predominio de las relaciones sustitutivas.

Como explica Barthes en su obra *La aventura semiológica*, citando a Saussure y a Roman Jakobson (1896-1982), las relaciones que unen términos lingüísticos pueden desarrollarse en dos planos que generan sus propios valores y corresponden a formas de actividad mental diferentes: el de los sintagmas y el del sistema o de las asociaciones fuera del sintagma. El plano del sintagma es el de la extensión lineal de la cadena hablada, en el que los términos adquieren valor en relación a otros anteriores y posteriores en la cadena. El plano de las asociaciones o de sistema, es aquel en que las unidades se asocian en la memoria, formando grupos relacionados y unidos por múltiples y diferentes criterios, fuera del plano lineal del sintagma, en un espacio virtual *in absentia* (Barthes, 1985; De Saussure, 1945, p. 148).

Barthes también se refirió al ejemplo propuesto por Saussure que hemos visto para describir el plano sintáctico, en el que un elemento de una columna clásica se relaciona con los elementos constructivos junto a él, dentro de su sintagma, pero establece asociaciones virtuales con otros elementos no presentes. Estas relaciones generan un sistema, al producir grupos en la memoria que constituyen series mnémicas virtuales. Según la explicación de Saussure en la misma dirección, un término dentro de un sintagma adquiere valor por oposición al que le precede y al que le sigue, mientras que fuera del discurso, en la memoria, los términos se asocian por relaciones muy diversas (De Saussure, 1945, p. 147).

Si decimos que hemos “leído a Shakespeare” o que un “luchador se comió a su oponente” estamos sustituyendo un libro de Shakespeare o su obra por Shakespeare y comer por vencer sobradamente. No se importa un significado procedente de un significante independiente y ajeno al sintagma en el que se introduce, como podría hacerse al utilizar la expresión “el cuello de la botella”, sino que el término importado adquiere significado en su relación con los otros elementos dentro del mismo grupo de palabras o sintagma

Metonimia es según la RAE: “Tropo que consiste en designar algo con el nombre de otra cosa tomando el efecto por la causa o viceversa, el autor por sus obras, el signo por la cosa significada” (www.rae.es).

Al hablar la metonimia en los objetos, un sintagma es una composición, una serie que transmite un sentido global único. Barthes nos propone la transmisión de distensión y descanso por el empleo de cuatro o cinco significantes en un mismo escenario: una lámpara, un jersey cómodo, un sillón de cuero, y un periódico. Dentro del sintagma cada elemento le proporciona significados a los elementos junto a él. En otro ejemplo propuesto por Barthes, una naranja sugiere su jugosidad y esta característica podría ser trasladada al significado de otro elemento mostrado junto a dicha naranja. En el caso del vaso de cerveza helada de Umberto Eco, el hielo es lo que vende la cerveza como refrescante. Se produce una traslación de significados entre significantes. Los significados de los objetos, no obstante, serán polisémicos y dependientes de las interpretaciones del receptor (Barthes, 1985).

3.4.3 Metáfora

Una metáfora es en retórica, una “traslación del sentido recto de una voz a otro figurado, en virtud de una comparación tácita”¹. Se trata de aplicar una idea sobre un significante u objeto, para describirlo de manera figurada por medio de la comparación con dicha idea y facilitar así su comprensión.

Hablamos de metáfora cuando intercambiamos y sustituimos un concepto por su término análogo en base a la cualidad análoga que queremos destacar. En la metáfora siempre hay tres componentes, el termino real sustituido al que nos referimos (tenor), el término que sustituye al primero (vehículo), y la relación de semejanza entre ambos términos (fundamento).

Este mecanismo es compartido por el que veíamos al hablar de la significación del signo lingüístico por asociación de ideas e imágenes.

Según diversos lingüistas y filósofos, el pensamiento normal se produce por medio de metáforas, la mente lleva a cabo la fragmentación, abstracción, mezcla y recombinación, de sus propias imágenes, y así se permiten la extrapolación de conceptos, las proyecciones y la innovación. Este mecanismo se corresponde con el proceso neurobiológico que hemos introducido anteriormente.

Veamos la reflexión realizada por George Lakoff y Mark Johnson² en su texto *Metáforas de la vida cotidiana* de 1995:

Hemos llegado a la conclusión de que la metáfora, por el contrario, impregna la vida cotidiana, no solamente el lenguaje, sino también el pensamiento y la acción...si estamos en lo cierto al sugerir que nuestro sistema conceptual es en gran medida metafórico, la manera en que pensamos, lo que experimentamos y lo que hacemos cada día también es en gran medida cosa de metáforas (Lakoff & Johnson, 2005).

1 (dle.rae.es).

2 George Lakoff es un investigador norteamericano retirado como distinguido profesor de Ciencia cognitiva y Lingüística en la universidad de California en Berkeley, y en la actualidad es director del Centro para la Mente Neural y Sociedad.

3.4.3.1 Variación de significados e innovación por medio de metáforas

En el caso del lenguaje de la arquitectura y el diseño, las palabras todavía sin contenido, sólo como signos sin significado, son los objetos, que pueden ser entendidos como equivalentes a las palabras escritas o a los significantes acústicos en el habla. “El lenguaje arquitectónico, al igual que el hablado, debe utilizar unidades significantes conocidas. Para completar esta analogía lingüística podríamos llamar a estas unidades “palabras” arquitectónicas” (Jencks, 1981, p. 52).

Si el significante es el objeto, el significado aparecerá por la denotación o connotación del mismo; por ejemplo, por su uso práctico o por sus asociaciones simbólicas respectivamente, que en muchos casos son inconscientes. Cada nuevo significado que demos a un objeto constituirá un signo nuevo.

En una lámpara podemos ver inmediatamente que se trata de un artefacto para iluminar en determinadas condiciones: sobre una mesa, de pie, colgada de un techo, etc. y en un segundo nivel de lectura veremos un sistema de relaciones que construyen su significado: según su estilo, sus materiales, su peso, su potencia, su forma, su color, su antigüedad, etc.

Estos recursos en la lectura e identificación de los objetos son los que utilizan las marcas comerciales para tratar de transmitir sus valores. Por ejemplo, la marca de relojes Swatch propone la diversidad de modelos y mensajes socio-culturales individualizados, mediante la flexibilidad que le otorga la modularidad y reducción de componentes para la fabricación (Quarante, 1992, p.264).

En esta variación del significado de los distintos elementos es donde aparece el recurso de la metáfora como vehículo de comprensión y de diseño y con ella entramos en el campo de la semántica del producto. Como expone Bernhard E. Bürdek (profesor en la Escuela Superior de Diseño de Offenbach, Alemania):

El significado de un objeto representa todos los contextos en los que este puede tener lugar. Todo lo que se puede saber y predecir de él —su historia, procedimiento de fabricación, círculo de usuarios, lógica de la función, valor económico de posición, etc.— se transmiten mediante su lenguaje de comunicación (Bürdek, 1994, p. 236).

Por otra parte, el lingüista Roman Jakobson (1896-1982), resaltó que las combinaciones de los diversos significados son lo que posibilita la innovación: “La variabilidad de las significaciones (...) son precisamente las propiedades que favorecen la creatividad de una lengua natural y confieren, no sólo a la actividad poética, sino también a la actividad científica, posibilidades de invención continuas” (Jakobson, 1970, p. 508).

Este carácter polisémico es la base de las innovaciones en una lengua y es fundamental en la creación artística y el diseño. La yuxtaposición de ideas produce una relación no esperada entre dos conceptos y les añade información y riqueza semántica por medio de nuevas connotaciones. En este sentido, el lingüista y filósofo francés Paul Ricoeur (1913-2005) denomina *metáfora viva* a aquella que todavía tiene la capacidad de innovar mediante una distorsión del sentido literal de las palabras. Cuando la metáfora pasa a ser parte de la polisemia de las palabras constituye, según Jakobson, una *metáfora muerta* que ya no aporta originalidad y ha perdido su eficacia. En este caso, la metáfora ya no aporta la ganancia semántica que vinculada a la asociación de términos mejoraba el discurso y facilitaba su comprensión. Imaginemos que a partir de la metáfora entre lluvia y llanto, una palabra hubiese sido adoptada comúnmente como sustitutiva de la otra. La comparación habría perdido la ganancia de significados que se aportaba en origen, donde el llanto añadía a la lluvia y al contexto connotaciones de tristeza. Este sería el caso de una metáfora muerta y es lo que ocurre cuando decimos, por ejemplo, la pata de la mesa o el tiempo vuela, que son metáforas ya asimiladas por el lenguaje.

La autodestrucción del sentido, por acción de la impertinencia semántica, es sólo el reverso de una innovación de sentido desde el punto de vista de todo el enunciado, obtenida por la “distorsión” del sentido literal de las palabras. Precisamente esta innovación constituye el recurso de la metáfora viva (Ricoeur, 2001, p. 303).

3.4.3.2 Variación de significados por el contexto de la metáfora

Una misma metáfora evocará conceptos diferentes en función del sentido del texto donde sea utilizada. Como explica Jorge Luis Borges (1899-1986), la clásica comparación entre ojos y estrellas, puede en diferentes textos sugerir ternura, indiferencia, temor, u otros:

Tomemos la primera que me viene a la mente: la comparación modelo, la clásica comparación entre ojos y estrellas (...) “Desearía ser la noche para mirar tu sueño con mil ojos”. Aquí, evidentemente, percibimos la ternura del amante; sentimos que su deseo es capaz de ver al amante desde muchos puntos a la vez. Sentimos la ternura detrás de esos versos (....) Veamos ahora otro ejemplo menos ilustre: «Las estrellas miran hacia abajo», Si tomamos en serio el pensamiento lógico, encontramos aquí la misma metáfora. Pero el efecto en nuestra imaginación es muy distinto. «Las estrellas miran hacia abajo» no nos sugiere ternura; bien nos hace pensar en generaciones y de hombres que se fatigan sin fin mientras las estrellas miran hacia abajo con una especie de sublime indiferencia (Borges, n.d., pp. 37-59, trad. Justo Navarro).

3.4.3.3 Metáfora en arquitectura

La metáfora en arquitectura constituye su función simbólica, cuando adquiere las connotaciones de significados de otros términos asociados en la mente del usuario, tal y como vimos en el capítulo segundo.

Al hacer el paralelismo de la metáfora lingüística con la metáfora en el lenguaje de la arquitectura y el diseño, podríamos decir que la comparación entre dos formas materiales, entre los objetos de diseño, elementos arquitectónicos o sus componentes, puede señalar significados diversos al ser utilizada en contextos diferentes. Por ejemplo, la forma del ala de un avión o de un pájaro, utilizada para la cubierta de un aeropuerto, evocará el vuelo de forma directa, junto a otros aspectos asociados al mismo como ligereza, tecnología, viaje, etc.; mientras que el ala, utilizada sobre un edificio universitario o una biblioteca podrá evocar otros conceptos, como la capacidad del hombre para elevarse sobre la naturaleza y dominarla por medio de la investigación y la cultura, el progreso y la precisión de la ciencia y la tecnología.

Cada componente de un edificio forma una palabra con un significado establecido, que se mantiene hasta que se utiliza de otra forma, transformada o dispuesta de manera diferente a la habitual. Las nuevas palabras, para ser comprensibles deberán ser, al menos metafóricamente, parecidas a palabras ya existentes con las que podamos explicarlas o con las que compartan características de algún código ya conocido.

Una ventana rectangular en una fachada podría ser una palabra conocida o una oración entera, y poseería connotaciones claras para todo el mundo: interior y exterior, opacidad y transparencia, iluminación natural, etc. Simplemente cambiando una de las variables que asociamos al concepto ventana, por ejemplo su posición, trasladándola sobre la fachada hasta tocar el plano del pavimento exterior, se convierte en una puerta de entrada, siempre que tenga la altura mínima para ser entendida como puerta, y requerirá de algún signo adicional si no queremos que se entienda intuitivamente como tal. Si la ventana la colocamos en el plano del techo y le cambiamos el tamaño y la forma, su identificación como tal, requerirá un esfuerzo y quizá forme una palabra nueva una vez sus características hayan sido aceptadas por la comunidad de usuarios, por medio del aprendizaje de signos simbólicos.

La utilización correcta de las palabras arquitectónicas para la transmisión de un mensaje, necesita un contexto y una relación coherente con el resto de elementos constructivos; es decir, una sintaxis en relación a la semántica (indicativa y simbólica) y a la pragmática (práctica y contextual).

Charles Jenks denomina “pequeños errores de metáfora en los que caen los arquitectos”, a los casos en los que los edificios transmiten mensajes contradictorios o inesperados e incluso contrarios a la voluntad de su autor.

La gente invariablemente, cuando ve un edificio lo compara con otro o con un objeto similar; en otras palabras lo ve como una metáfora. Cuanto menos familiar sea un edificio moderno, más lo compararán metafóricamente con lo que conocen (Jencks, 1981, p.39).

La arquitectura construida bajo las premisas racionalistas tendía a uniformizar, a aplanar la estética y el lenguaje constructivo y a enviar mensajes confusos y equívocos respecto al carácter y naturaleza de los edificios. Desde el punto de vista de la comunicación, de la percepción y por tanto de la psique de los usuarios, resultaban desorientadores y deshumanizadores.

Entre la fábrica Fagus de Walter Gropius 1911 y el hogar como “máquina para vivir” de Le Corbusier en 1922, tenemos el nacimiento y establecimiento de la mayor metáfora de la arquitectura moderna: la fábrica. La vivienda se concibió con esta imagen y mientras que la metáfora de la fábrica aplicada a las viviendas fue rechazada en la mayoría de lugares, su aplicación en otro tipo de edificaciones como estadios, aeropuertos y edificios de grandes estructuras fue aceptada con gran éxito (Jencks, 1981, p. 28, 31).

Lo construido siempre ha entrado en comunicación con el ser humano y ha servido a la imaginación y a la proyección del futuro individual y colectivo. “Tanto la investigación social como la semiótica arquitectónica demuestran que la respuesta a la metáfora es interpersonal y compartida por todos” (...) “la metáfora juega un papel predominante en la aceptación o rechazo de los edificios por parte del público” (Jencks, 1981, p. 50).

3.4.4 Alegoría

Una alegoría, como recurso lingüístico, es una comparación directa entre objetos o situaciones, prolongada a lo largo de un discurso, hablando del término comparado en lugar del término original.

Se puede definir alegoría como una serie de metáforas ligadas entre sí para explicar una idea compleja. Según la RAE se trata de una “plasmación en el discurso de un sentido recto y otro figurado, ambos completos, por medio de varias metáforas consecutivas, a fin de dar a entender una cosa expresando otra diferente”.

Como podemos apreciar en esta alegoría sobre el paso de la vida escrita por Jorge Manrique (1440-1479):

Este mundo es el camino para el otro, que es morada sin pesar, más cumple tener buen tino para andar esta jornada sin errar. Partimos cuando nacemos andamos, mientras vivimos, y llegamos al tiempo que fenecemos así que cuando morimos descansamos (Manrique, n.d.).

En las artes plásticas encontramos alegorías frecuentes. Un ejemplo es la representación de la justicia por medio de una figura femenina con una venda en los ojos, sosteniendo una balanza con una mano y una espada con la otra. En ella existen varias metáforas: la balanza representa la medida equilibrada de los hechos, la venda la imparcialidad y la espada el rigor y la fuerza de las leyes.

En la arquitectura podemos identificar alegorías como series de metáforas. En edificios de Foster como el Aeropuerto de Stansted, podremos leer una alegoría del vuelo y la tecnología por medio de las metáforas interpretables en los detalles constructivos, las formas, el uso de la luz, etc. (ver p. 471)

3.5 Las imágenes de la memoria: iconología y cartografías de Aby Warburg

Como hemos introducido en el capítulo 1, la iconografía (o iconología) se define como un método de investigación basado en el descubrimiento experimental de relaciones inesperadas entre imágenes (heurística), y la apertura de caminos laterales o tangenciales para descubrir partes no evidentes de la realidad, a veces estableciendo relaciones aparentemente ilógicas que, sin embargo, conforman claramente la historia y la memoria.

Aby Warburg, fue un historiador de arte, alemán de origen judío, que inició la iconología como método científico de investigación histórica a través de la interpretación de las imágenes. Estuvo influido por pensadores y científicos de su tiempo como el filósofo alemán Robert Vischer, con sus teorías sobre la empatía, la mimesis y los símbolos; el científico naturalista británico Charles Darwin, con sus estudios sobre la evolución de las especies y sobre la expresión de las emociones en los hombres y en los animales; o el neurólogo austríaco Sigmund Freud con su psicoanálisis.

En 1866, Warburg ingresó en la Universidad de Bonn para realizar sus estudios sobre historia del arte. Del profesor Karl Lamprecht heredó el interés por la construcción de la historia por medio del arte, como indicador de una psicología social. Del profesor August Schmarsow, en Florencia, recibió la introducción al arte florentino del *Quattrocento* y una lectura de la historia del arte abierta a la antropología y a la psicología, ambas relacionadas con el lenguaje de los gestos y la empatía corporal en las imágenes (Didi-Huberman, 2009, pp. 32-33). Del profesor Hermann Usener heredó el interés por la formación y pervivencia de los mitos y su reflejo en la representación de la psicología, las creencias y los sentimientos (Warburg, 1893).

Influido por los estudios de Darwin sobre la evolución y la expresión de las emociones en animales y en personas, consideró a las imágenes como documentos de encriptación de la historia, que hacían posibles nuevas reconstrucciones. Investigó sobre la transmisión de iconos y símbolos en el arte desde la antigüedad hasta la época moderna, sobre la relación entre el pensamiento mágico y el racional que se impuso a partir del Renacimiento, y sobre la narración de la historia europea por medio de sus imágenes. Las representaciones simbólicas a través de dichas imágenes eran demostrativas de tendencias sociales e históricas y consideró al Renacimiento como manifestación de la transición del pensamiento mágico al lógico en Europa. Lo principal para Warburg fue el rastreo de la vida de los símbolos, sus orígenes empáticos, y la relación de lo primitivo con el inconsciente, que provocaba la vuelta a la vida de lo antiguo a través de la memoria.

Los conceptos de *supervivencia*, *forma emotiva (pathosformel)*, y *vuelta a la vida de lo antiguo*, fueron principales en su investigación por medio de las imágenes (Warburg, 1893, p. 10). *Pathosformel* respondía a una organización atemporal de las formas, unidas a las emociones y a sus significados que llevaba a la supervivencia y persistencia de los símbolos.

Warburg inició sus planteamientos en su tesis doctoral, presentada en 1891, que trataba sobre Botticelli. En 1893 publicó un estudio sobre las obras *El nacimiento de Venus* y *La Primavera*, cuyo subtítulo era: *Investigación sobre la imagen de la antigüedad en el primer renacimiento italiano*. En este estudio, Warburg expone que el movimiento representado en el Renacimiento remite a fuentes de la antigüedad, encontradas en los textos de Homero, Ovidio, o Séneca, en sarcófagos grecorromanos, en los simbolismos de la mitología griega y romana, y en otras fuentes de la antigüedad clásica, de entre las cuáles los artistas del Renacimiento escogían aquellos elementos que más les interesaban.

3.5.1 *Atlas Mnemosyne*

Aby Warburg poseía un gran archivo de imágenes y concibió en sus últimos años de vida, un nuevo método de investigación histórica por combinación de fragmentos visuales que se materializó en su obra *Atlas Mnemosyne*. Iniciado en 1924, el Atlas consistía en la yuxtaposición de imágenes provenientes de diferentes contextos y épocas históricas sobre tableros de trabajo, formando múltiples capas arqueológicas de significados superpuestos, con los que Warburg pretendía indagar en la memoria colectiva y social por medio de claves recurrentes que irían saliendo a la luz y haciéndose evidentes sobre la mesa de trabajo. Mediante estos paneles, Warburg iba descubriendo nuevas relaciones, analizando la historia de un modo global, extrayendo pervivencias, influencias y trasvases entre ámbitos, épocas y culturas, e iniciando un proceso abierto e interactivo de interpretación y relecturas. El análisis iconológico permitía la libertad de tratar los mundos antiguos, medieval y moderno como un continuo de expresiones interconectadas (Gombrich, 1999, p. 270). Esta nueva ciencia de la imagen incluía una aproximación multidisciplinar: creencias científicas y religiosas, festividades, literatura, magia y astrología, para explorar la historicidad de la memoria social y la relación entre memoria e historia. La obra quedó sin acabar en 1929 por el fallecimiento del autor.

Con el método de mi intento para interpretar los frescos del Palacio Schifanoia, espero haber mostrado que un análisis iconológico, que no se deje atemorizar por un respeto exagerado de los límites, que considere a la Antigüedad, el Medievo y la era moderna como una época conexa, y que interroge a las obras del arte autónoma y del arte aplicada por el hecho de ser ambas, y con igual derecho, documentos de la expresión, espero haber mostrado que este método, buscando iluminar con cuidado una oscuridad individual, ilumina los grandes momentos del desarrollo general y sus relaciones (Didi-Huberman, 2006, pp. 452-453).

La finalidad del atlas fue la de explicar a través de un repertorio muy amplio de imágenes, y otro, mucho menor de palabras, el proceso histórico de la creación artística en lo que hoy denominamos Edad Moderna, sobre todo, en sus momentos iniciales de los comienzos del Renacimiento en Italia, centrándose en algunos aspectos esenciales de finales de siglo XV en Florencia y buscando sus fundamentos en la Antigüedad. En el centro de las preocupaciones warburgianas se encontraba la figura del artista, la psicología de la creación, y el proceso de producción de imágenes e ideas, que concibe como algo mental (Aby Warburg, 2010, pp. 137-138).

El encuentro de imágenes en el atlas produce una dialéctica capaz de desvelar relaciones secretas u ocultas, del mismo modo en que el mecanismo surrealista y el cubista del collage conseguía este efecto mediante los encuentros extraños entre objetos y fragmentos sacados de contexto, desclasificados y abiertos al juego de la imaginación y a las posibles combinaciones del azar. Como referencia temporal, conviene apuntar que Aby Warburg inició su atlas en 1924 mientras que ya en 1912 Pablo Picasso (1881-1973) y George Braque (1882-1963) habían realizado sus primeros collage en obras como *Naturaleza muerta con silla de rejilla* y *Tête de femme*, mediante fragmentos, elementos prefabricados y trozos de realidad que salían del cuadro y pasaban a la dimensión del espectador. Posteriormente, como parte del surrealismo, Max Ernst (1891-1976) también destacó por sus collages y ensamblajes y estas técnicas artísticas tendrían múltiples repercusiones en todos los campos de la producción e investigación artística.

Mientras los surrealistas tenían la intención de explicar y representar la verdad del mundo psíquico junto a la realidad percibida, el mundo interno y externo al individuo, la investigación de Warburg, tenía el objeto de desentrañar las persistencias de lo humano a través de las imágenes, aquello que se nos muestra a través de los gestos y el lenguaje del cuerpo y de las formas sobrepasando los discursos oficiales y desvelando las historias nunca contadas a las que hemos hecho referencia. En función de las relaciones encontradas y de sus secuencias, el atlas definía cartografías parciales de la historia.

Es ese malestar el que ha de explorar la ciencia de la cultura que Warburg define como “una historia psicológica a través de las imágenes”, que sea capaz de ilustrar la distancia entre el impulso y la acción (Aby Warburg, 2010, p. 138).

En los paneles del *Atlas Mnemosyne* se exploraban la representación y las conexiones de mitos y símbolos persistentes, como la fortuna, la ciencia, la mujer como creadora y destructora, el orden y la violencia, la expresión individual y la restricción formal, etcétera. Los tres primeros paneles sirven como introducción para la lectura de los siguientes. En el panel B, Warburg muestra la relación entre el cosmos y el cuerpo humano mediante representaciones geométricas y astrológicas del Renacimiento. En el panel C, las fotografías del *Graf Zeppelin* como representación de la promesa de la tecnología, se yuxtaponen con dibujos de la concepción inicial del sistema solar de Kepler a partir de sólidos platónicos y la representación de Marte mediante formas matemáticas y míticas.

En los últimos paneles del Atlas, los temas que se introducen son contemporáneos, extendiendo el estudio de las supervivencias culturales hasta la época de Warburg. Por ejemplo, en el número 79 que es el último conservado, se daban cita yuxtaposiciones desconcertantes, surrealistas, capaces de desvelar algunos hilos conductores que enlazaban el presente con episodios del pasado antisemita europeo, y al mismo tiempo, tal y como ocurre a veces con las obras de arte, anticipaban el futuro, sugiriendo los campos de exterminio nazi, que tendrían lugar más de una década después.

Algunas de las imágenes presentes en el panel son: el cuadro de Rafael *La misa de Bolsena* de 1512, en la que se representa la protección de Dios a la Iglesia, fotografías del concordato establecido en 1929 por Mussolini con el papa Pío XI, xilografías antisemitas, una fotografía de la firma de los *Tratados de Locarno* de 1925, por los que tras la Primera Guerra Mundial, Alemania, Francia, Bélgica, Gran Bretaña e Italia garantizaban el mantenimiento de la paz en Europa Occidental, una fotografía del suicidio ritual japonés del *harakiri* y un recorte periodístico del *Hamburger Mittags-Blatt* de 1929 titulado *Accidente ferroviario cerca de Düren: un moribundo recibe los últimos sacramentos* (“Mnemosyne: Meanderings through Aby Warburg’s Atlas | Cornell University,” n.d.).

3.5.2 Empatía y símbolo

La cuestión de la empatía y del símbolo, tal y como era recogida por Friedrich Theodor Vischer y su hijo Robert, influyó de manera principal en Aby Warburg. Vischer dividía la representación simbólica en dos tipos, mágica y lógica, en función de que el símbolo y lo simbolizado se fundieran en uno o permanecieran separados, y atribuía a estos dos tipos de pensamiento el paso de las sociedades primitivas a las modernas y desarrolladas.

La distinción básica que plantea Vischer entre ver y mirar, en la que mirar implica la reflexión y el análisis de las formas y sus relaciones, conlleva una intervención del sujeto para dar sentido y valor a los objetos y al mundo a su alrededor, mediante la cual la persona se identifica con los objetos. Como hemos visto anteriormente, Vischer argumentaba que a través de la mirada damos vida a lo que vemos y que la base de esta inmersión en fenómenos inertes a la vista es la similitud; el impulso mimético es lo que genera la sensación de armonía entre el objeto y el sujeto.

El cuerpo, que funciona como medida común de comparación por la cual el objeto es investido de las cualidades de experiencia corporal subjetiva, es central en este proceso mimético. Más aún, esta comparación por medio del cuerpo es posible en base a la capacidad de la imaginación subjetiva de simbolizar; es en virtud del símbolo como dos o más elementos heterogéneos pueden ser literalmente entrelazados en base a alguna similitud percibida (Rampley, 1997, p. 7).

La capacidad de simbolizar es la capacidad de fabricar metáforas, y lo que Vischer argumenta es que el cuerpo, como medida común de comparación, permite investir al objeto con sus mismas cualidades por medio de la imaginación.

Según se explica en el *Atlas Mnemosyne*, el proceso creador se fundamenta en la memoria que fluctúa entre lo racional y lo irracional, entre lo reflexivo y lo subconsciente, lo ordenado frente a lo natural y caótico, representado por lo “apolíneo y lo dionisiaco” respectivamente. Para Warburg, lo creativo se inclinaba hacia lo dionisiaco. *Mnemosyne* es una cartografía de la memoria:

Memoria, considerado como espacio mental entre el yo y el objeto: es allí donde se produce el momento creador. Los dos polos de la memoria son el apolíneo-racionalizador y el dionisiaco-movimiento. La memoria, y por consiguiente la creación, se inclinan hacia el segundo (...) la mejor comprensión de este proceso resulta del estudio de la gestualidad y la expresividad, ya que es allí donde se manifiestan con mayor claridad estas fobias anémicas. En buena medida *Mnemosyne* es un repertorio de imágenes de la gestualidad antigua, para explicar lo que sucede en el renacimiento, y en sus láminas finales, en algunos ejemplos del Barroco (Aby Warburg, 2010, p. 137).

Como vimos al hablar de códigos universales y biológicos, es destacable que a finales del siglo XX, a partir de 1954 y de 1966, con los estudios sobre microexpresiones faciales como los de Paul Ekman (Ekman, 2017), se demostraron la existencia de gestualidades universales para expresar emociones y la de un lenguaje corporal que es fundamental en la comunicación entre los seres humanos³. Por otra parte, ya hemos visto que la neurociencia actual (2017) está demostrando que el movimiento está asociado a la memoria y al aprendizaje (Damasio, 1995; Sussman & B. Hollander, 2014); a la creación de imágenes, a la forma en la que estructuramos el pensamiento en el tiempo, y a la plasticidad cerebral que permite asimilar cambios y crear a partir de los datos en la memoria.

3.5.3 Leer lo nunca escrito

Tanto Warburg como su contemporáneo Walter Benjamin se interesaron por el papel de los detalles como elementos para la interpretación histórica y desarrollaron ideas paralelas en los años 20. Del Atlas de Warburg y del concepto de *constelación* de Benjamin, se extrae la conclusión de que era posible sacar a la luz afinidades y correspondencias secretas a partir del montaje y la yuxtaposición de hechos históricos singulares, diferentes e incluso conflictivos, por medio de la dialéctica entre imágenes. Benjamin también planteó el arte como una manera de pensar y de reconstruir la historia a través de las imágenes con aproximaciones desde todas las disciplinas (Rampley, 2012, p. 10).

Ya Walter Benjamin planteaba la diferencia entre Legibilidad y Visibilidad de las cosas “vinculadas al mundo por relaciones secretas”; lo que Walter Benjamin denominaba, “leer lo nunca escrito” (Barrera Puigdollers, n.d., p.34).

³ Las micro-expresiones fueron descubiertas por Haggard y Isaacs. En su estudio de 1966, Haggard y Isaacs delinearon como descubrieron estas expresiones micro-momentáneas mientras escaneaban películas y cintas de sesiones psicoterapéuticas, buscando indicaciones de comunicación no verbal entre paciente y terapeuta (Haggard, E.A., & Isaacs, K. S., 1966).

Situar las imágenes en el centro de la investigación social, política, productiva y cultural permitió a Benjamin un giro estético que se anticipa al que se produciría posteriormente en los años 60. Para Benjamin, la experiencia estaba por encima del conocimiento científico que no llegaba a abarcar las relaciones del inconsciente (Barrera Puigdollers, n.d.).

Como Benjamin, Saussure también hablaba de constelaciones al tratar sobre la significación del signo lingüístico por medio de la memoria y de las relaciones establecidas por la mente (De Saussure, 1945). Sobre la mesa de montaje, las cartografías de Aby Warburg constituyen dichas constelaciones entre imágenes, en las que es posible vislumbrar o sacar a la luz relaciones formales y de significado, tal y como ocurre en el proceso psíquico.

Walter Benjamin planteó que en su época, fundamentalmente debido a la aparición de la fotografía desde mediados del siglo XIX, había habido una revolución en el mundo del arte y en sus relaciones con los individuos, derivada de la capacidad de la reproducción técnica. El arte como pieza única, adquiriría en otros periodos históricos un valor mágico-ritual casi en exclusiva frente a su valor como exposición y, por el contrario, este último, era para Benjamin el único que prevalecía en la época actual, eliminando el valor ritual o *aurático*.

En el cine, la obra surge a partir del montaje y se trata de un proceso que tiene similitudes con el Atlas de Warburg. El Atlas tampoco se plantea como una obra acabada sino como un sistema abierto en el que el autor de la obra pasa a ser el iniciador de un proceso de pensamiento a través del arte. El formar un sistema de relaciones entre imágenes cambiante y nunca acabado, que además permite la interacción con el usuario y sus propias interpretaciones, hace que esta forma de estudio pudiera parecer alejada de un posible análisis científico y cercano a la casualidad y al azar. El Atlas es incompleto por definición, cada imagen lleva a otras nuevas, creando una máquina generadora de ideas, una cartografía personal abierta a nueva información, nuevas relaciones y relecturas.

La arquitectura, ofrece múltiples estímulos y lecturas coexistentes. Según Walter Benjamin, es la única entre las artes que desde siempre se ofreció al público de forma simultánea en una “recepción colectiva” de la obra de arte, tal y como ocurre con el cine: “su unicidad no es perenne y excluyente como la obra de arte aurática, sino reutilizable y convocante. Es siempre la misma y siempre otra. Es una obra que está hecha para ser reproducida o que solo existe bajo el modo de la reproducción” (Benjamin, n.d., p. 16).

Esta pérdida del valor ritual en aras de la representación al público y la reproductibilidad de la obra a los que Benjamin se refiere, se podría entender paralelamente, en arquitectura, como el proceso de industrialización y el montaje por componentes estandarizados y repetibles que se produce particularmente en el estilo High-Tech. Benjamin toma el paradigma de la reproducción industrial de objetos, obras de arte e imágenes representados por la imprenta, la litografía y el cine:

Piensa que en la industria de lo bello tienen lugar cambios radicales que son el resultado de conquistas de la técnica moderna; que no solo el material, los procedimientos de las artes, sino la invención artística y el concepto mismo de arte están en plena transformación (Benjamin, n.d., p. 12).

En la época de Walter Benjamin, la construcción trataba de reconciliarse con el arte por medio de la enseñanza, uniendo arte, técnica e industria. Esta fue la época del Deutscher Werkbund (1907) y posteriormente de la Bauhaus en Alemania (1919).

La desacralización de la obra de arte es análoga a la democratización pretendida en la arquitectura y el diseño del movimiento moderno, que Foster heredará y tratará de desarrollar bajo sus propios parámetros. En este sentido, la dualidad de la arquitectura industrial o de alta tecnología, y en particular la de la arquitectura de Foster, consistirá en tratar conservar el carácter ritual y mágico y al mismo tiempo conseguir el ideal desacralizador, democratizante y emancipador, por medio de la reproducción industrial.

3.5.4 Aby Warburg en la lectura de las emociones del lenguaje constructivo de Foster

La figura de Warburg es central en el presente trabajo por diversos motivos, entre ellos:

1-El descubrimiento de relaciones mediante imágenes. La investigación que vamos a llevar a cabo, está inspirada en el trabajo de Warburg y en su *Atlas Mnemosyne*, en cuanto a la posibilidad de realizar nuevas lecturas y descubrimientos a partir de la yuxtaposición de imágenes. Este proceso de investigación tiene correspondencias con los mecanismos de memoria y pensamiento en el ser humano que la neurociencia está sacando a la luz

2-El papel de la memoria y el tiempo. *Mnemosyne* se basa en la memoria y ésta es un elemento de la razón, del pensamiento y del sentimiento. Qué es lo que grabamos, cómo lo hacemos y cómo recordamos y olvidamos en función de objetivos vitales básicos, constituye un punto clave de la neurobiología. Una cartografía de la memoria a base de conexiones entre fragmentos de imágenes y detalles no apreciados previamente, a partir de enfoques inusuales, se acerca de forma análoga al funcionamiento real del cerebro, que bebe de fuentes colectivas e individuales y reproduce iconos interpretativos para recuperar la realidad pasada por medio de metáforas. La memoria nos permite interpretar lo nuevo y reconocerlo como familiar en base a códigos previos y nos permite expandir el tiempo psíquico o acortarlo. La búsqueda de invariantes, de persistencias en fuentes propias y ajenas como en capas arqueológicas para la explicación del presente y la posible proyección de futuro, es parte del presente trabajo sobre Foster.

3-Búsqueda de las emociones por medio de los detalles. La búsqueda de las emociones en la obra de Foster, nos acerca a los caminos que Warburg exploró en cuanto al rastreo de invariantes humanísticos se refiere. El reconocimiento empático e interpretativo de la expresión de las emociones en el arte por medio del enfoque y la descontextualización y recontextualización espacio-temporal de detalles desapercibidos. Por ello, el concepto *einfühlung* fue central para Warburg, al igual que lo ha sido en nuestra explicación sobre la razón y la emoción y su papel en las interpretaciones de la arquitectura y de la historia.

4-Uso de objetos cotidianos y códigos populares recompuestos. Como hemos explicado, existe una conexión clara entre el trabajo de Warburg y las vanguardias artísticas, representadas entre otros por Picasso, Braques y los surrealistas, que enlaza también con la obra de Marcel

Duchamp (1887-1968) y posteriormente en los 60 con el Pop Art, a través de los collage, los objetos encontrados y los *ready-made*. Esta conexión nos lleva hasta la utilización de productos industriales, sacados de su contexto original y elevados a la categoría de arte por medio del diseño, junto a la puesta en valor de lo “popular” no elitista, como uno de los temas principales en la arquitectura High-Tech y en el trabajo de Foster.

3.6 Imágenes conectadas por relaciones ocultas en el surrealismo

3.6.1 Surrealismo

El surrealismo se define, en el *Manifiesto Surrealista* de André Breton, 1924, como: "Automatismo psíquico puro, por cuyo medio se intenta expresar, verbalmente, por escrito o de cualquier otro modo, el funcionamiento real del pensamiento. Es un dictado del pensamiento, sin la intervención reguladora de la razón, ajeno a toda preocupación estética o moral" (Breton, 1924).

Se trataba de una nueva forma de indagar en el funcionamiento real del pensamiento que partía del psicoanálisis, y que como éste, se basaba en el lenguaje.

Partiendo de ejercicios de automatismo y de experiencias con médiums y procesos de hipnosis, el surrealismo arrancó esencialmente de la poesía. De hecho, la base del surrealismo, como la del psicoanálisis, es el lenguaje, reinterpretado como vínculo entre la razón y el inconsciente: la conciencia oculta está concebida por el lenguaje y este es el hilo de Ariadna que permite enlazar los sustratos más profundos con una posible formulación expresable e inteligible. El lenguaje se revela como mecanismo esencial para hacer aflorar todas las paradojas, miedos y dudas (Montaner, 2002, p. 46).

Por el psicoanálisis se intentaba llegar, a través del lenguaje, a lo inconsciente, al mundo de los sueños y de lo irracional. El surrealismo recogía esta idea en un afán por reformular nuestro sentido del mundo mediante el descubrimiento de las relaciones ocultas como el azar, el deseo, la coincidencia, la memoria, etc.

Como hemos visto, nuestro pensamiento y nuestra memoria son reconstructivos y seleccionamos fragmentos de la realidad, valorados en distinto grado y combinados de todas las formas posibles, para crear la nuestra propia. Este hecho conlleva la validez de todos los puntos de vista a la hora de explicar la realidad.

Los surrealistas tomaron como inspiración a artistas y poetas como Conde de Lautremont (1846-1870) que se caracterizaba por su culto romántico al mal, a lo irracional y a lo deshumanizador. Este autor, con su frase *“bello como el encuentro fortuito, sobre una mesa de disección, de una máquina de coser y un paraguas”* resume la visión surrealista de la belleza, la libertad y el pensamiento, compuesta por fragmentos aparentemente incongruentes. La incongruencia y la discontinuidad son la esencia de la extrañeza de los sueños, donde se encuentran realidades inconexas, dislocadas y contradictorias. Rene Magritte (1898-1967), por ejemplo, muestra esta esencia en sus cuadros.

Pintores como Giorgio De Chirico (1888-1978) tendrían también una gran influencia en el surrealismo. De Chirico recogió la concepción de los lugares históricos como condensadores de la memoria y en sus cuadros representaba planos neutros en los que se producían encuentros entre objetos extraños que sugerían correspondencias secretas. Estas coincidencias, como la relación entre elementos en los collages de Picasso, George Braques o Max Ernst, dieron lugar al objeto surrealista como nueva obra de arte, compuesto por elementos sacados de contexto y re combinados. Era un collage en tres dimensiones que desclasificaba la realidad y la hacía susceptible de ser imaginada y re combinada (Fernández, Barnechea, & Haro, 1997; Hughes & BBC, 1980).

Marcel Duchamp creó en 1913 el que se considera su primer objeto encontrado (*ready-made*), que consistía en una rueda de bicicleta montada sobre su horquilla delantera, insertada boca abajo sobre un taburete de cuatro patas.

Para Man Ray (1890-1976), -fotógrafo estadounidense de raíces dadaístas-:

Un objeto es el resultado de mirar algo que en sí mismo no tiene ninguna cualidad o encanto (...) cuando pasé por delante de una ferretería y vi una plancha en el escaparate me dije, ahí tienes un objeto que es casi invisible. Quizá pueda hacer algo con él. Lo que hice fue añadirle algo que fuera provocativo, así que cogí una caja de clavos y los pegue en fila para hacerlo tan inútil como pensaba. Pero no hay nada inútil, siempre puedes encontrar un uso hasta para el objeto más extravagante (Hughes & BBC, 1980).

Esta forma de creación de arte es una forma generar significados a partir de objetos que anteriormente pasaban desapercibidos y es parte de la distinción entre mirar y ver, que hemos visto al hablar de la empatía como elemento principal para dotar de vida e interpretar los objetos en su contexto.

Para Umberto Eco, el arte convierte en signo al objeto y le introduce una cualidad comunicativa; sobre Claude Levi Strauss (1908-2009) –filósofo y antropólogo francés que introdujo el estructuralismo en antropología y ciencias sociales-, escribe:

El arte eleva al rango de signifiante a un objeto bruto, lo convierte en signo y descubre en él una estructura que estaba latente. Pero el arte comunica por medio de cierta relación entre el signo y el objeto que lo ha inspirado; (...) Si en el arte existe una relación sensible entre signos y objetos, es porque su iconicidad le permite adquirir un valor semántico; y si tiene un valor de signo es porque, de una manera u otra, tiene los mismos tipos de articulación que el lenguaje verbal. Estas afirmaciones, sentadas de una manera confusa en los *Entretiens*, se concretan en mayor precisión y rigor en la «Ouverture» de *Le Cru et le Cuit* (Eco, 1968, p. 197).

Veremos que una de las componentes del lenguaje de la arquitectura de Norman Foster, tiene origen en el objeto encontrado o *ready-made* del surrealismo y en la cultura de masas e industrial que da lugar al Pop Art. Partes de los edificios o algunos de sus componentes, parecen responder al mecanismo del objeto encontrado de Marcel Duchamp pero de un modo analógico, dando vida reciclada a formas de objetos del pasado reinterpretados y rediseñados. No se tratará, por tanto, del objeto encontrado tal cual, sino del objeto recompuesto a partir del ejercicio mental que permite sacarlo de contexto, rediseñarlo y reciclarlo.

Ambasz explica que la acción de Duchamp era una protesta contra la idea de la obra de arte como objeto por encima de las ideas que encierra, mediante la constitución de objetos que todavía no estaban acabados, mientras en la de Picasso, el objeto creado era un acto estético, una transformación de un objeto para convertirlo en otro. Esta oposición complementaria es la que se da en los objetos industriales reutilizados, que son a la vez objeto encontrado y *ready-made*. Los dos aspectos se fusionan, según Ambasz y otros autores, en la casa propia del matrimonio Eames en Santa Mónica, California, de 1949, calificada como el modelo para una reutilización alternativa, y posteriormente citada en los libros de Norman Foster como un antecedente de sus primeros proyectos.

En este diseño tan influyente – un verdadero compendio de objetos encontrados y ready-mades- Eames utilizó materiales de producción en masa, como puertas, y ventanas, pilares de acero y vigas celulares, que se utilizan normalmente en la construcción de fábricas. La casa de los Eames vino en aquel tiempo, a sustituir a ese nuevo y mejor tipo de vivienda que la prefabricación había de traer, fue una creación “mitopotética”, una acto alegre de optimismo, donde objetos sacados de un dominio eran usados para representar un supuestamente rico estilo de vida todavía por venir (Emilio Ambasz en Kron & Slesin, 1978, pp. 9-11).

4- Un mapa de imágenes de Foster a partir de sus pasiones e influencias

Las imágenes mostradas a continuación, reflejan las pasiones de Norman Foster y algunas de las cosas que le emocionan o que han influido y siguen influyendo en él, según sus testimonios recopilados a partir de entrevistas y videos, de su biografía, y de otras publicaciones. Estas imágenes son relevantes para el arquitecto, bien porque pertenecen a recuerdos de su infancia, porque son imágenes u objetos que intervinieron en momentos decisivos de su vida, o porque forman parte de sus obras de arte y diseño preferidas. Con ellas, pretendemos crear una pequeña porción del mapa mental de referencias iconográficas del arquitecto, con el que poder descubrir nuevos aspectos y relaciones en el lenguaje de su arquitectura y sus diseños.

4.1 Época del vapor desde 1781

4.1.1 Introducción y contexto

Norman Foster, al hablar sobre su trabajo, suele hacer referencias al futurismo, al Art Déco y al *streamlining*. La época en la que nació (1935), -la de las décadas de los años 20 y 30 del siglo XX-, es sin duda una de sus preferidas en cuanto al diseño de todo tipo de objetos, desde los edificios a las joyas¹, pasando por los automóviles.

Podemos considerar que este periodo histórico, el de que va desde 1900 hasta 1945, es resultado y heredero de uno más amplio con el que se solapa, conocido como época del vapor, cuyo inicio se produce con la Revolución Industrial a finales de siglo XVIII en Inglaterra. La introducción de las máquinas de vapor en la producción y en los transportes, que eliminó el trabajo manual y la fuerza motriz animal, supuso una de las mayores transformaciones de la historia humana ("Industrial Revolution | Britannica.com," n.d.; Torrent & Marín, 2005).

La gloriosa época del vapor, a partir la mitad del siglo XIX, es la época de los transatlánticos y de los trenes, y se solapa en su último período, con el desarrollo de la aviación asociada a los motores de combustión interna de principios de siglo XX. El final de esta época, es un período prolongado a lo largo de varias décadas, que coincide también con la Primera Guerra Mundial 1914-1918 y con el periodo de entreguerras 1918-1939 ("steam engine | machine | Britannica.com," n.d.).

Foster nació el 1 de Junio de 1935, en Reddish, Stockport, a las afueras de Manchester en Inglaterra, en la zona geográfica que había sido el centro de la revolución industrial desde hacía más de 150 años. Poco después de su nacimiento se trasladó con sus padres a Levenshulme, otra población a las afueras de Manchester. Tras 1935, lo que llamamos época del vapor, por la preponderancia de las máquinas de vapor, todavía sobrevivió durante dos o tres décadas en función de cada país, hasta su extinción definitiva debida al avance de la tecnología y especialmente de los motores de combustión interna desarrollados desde la segunda mitad del siglo XIX.

¹ Entrevista de Marta Robles a Elena Ochoa (Elena Foster) en el diario "La Razón" en 2012 http://www.larazon.es/historico/6286-elena-ochoa-editora-y-galerista-tengo-capacidad-para-sentir-lo-que-puede-funcionar-en-el-arte-ULla_razon_434223#.Ttt1Qrql20ArQVV

En cuanto al diseño, el arte y la arquitectura, esta época histórica comprende, -en las referencias habituales de Norman Foster-, desde J.M.W Turner (1775-1851) y Van Gogh (1853-1890) hasta el *Art-Decó* (1920-1939), cuyo punto culminante fue la Exposición Internacional de Artes Decorativas de París en 1925, y llega incluso hasta la Bauhaus alemana (1919-1933), pasando por todas las vanguardias de las primeras décadas del siglo XX.

I was looking at an exhibition of locomotives, each one must have been lovingly created and everything works as a miniturized series of, I mean, just, labours of love, and for me, those are pure art: the sailplane is as beautiful as the Brancusi, the Brancusi and the Boccioni -the figure flowing in the space-, those are inseparable from the best cars of the period: The Chrysler Airflow is inseparable from the Chrysler Building of Van Alen, the streamline forms of the Burlington's F and the M-10000, in the thirties, which heralded a new high-performance, again, lighter form of locomotion, those are inseparable from these incredible works by artists around 1913. So they're kind of magic years, but all of these things, they're timeless, they go beyond the style of a certain time, they're classics² (Foster en Wagner, 2015, min. 35).

Previamente, y al mismo tiempo que se producía el desarrollo de los ferrocarriles y de los barcos a vapor a partir de 1800, se produjo el de nuevos materiales como el hierro colado, el acero y el aluminio, que hicieron posible la evolución de las industrias, de los vehículos y de las nuevas infraestructuras de transportes asociadas a los mismos. Estas infraestructuras incluían las vías de los ferrocarriles, los puentes, las estaciones de tren, los almacenes y las fábricas, junto a otros sistemas urbanos como sistemas de alcantarillado, alumbrado público a gas, y otros.

En 1777 se construyó el primer puente de hierro colado en Inglaterra, el Coalbrookdale sobre el río Severn, a partir del hierro de John Wilkinson (1728-1808), sólo cuatro años antes de la patente de la máquina de vapor de Watt. Al desarrollo del acero, acompañó en años posteriores, el del vidrio y el del hormigón, siendo de 1904 y 1905 respectivamente las patentes del proceso

2 Entrevista a Norman Foster disponible en youtube: "Striving for simplicity" min. 35

de vidrio plano del belga Emile Fourcault (1862-1919) y del estadounidense Irving Colburn (1861-1917); también de esta época, de 1928, es el desarrollo del vidrio templado *Securit* en Francia y estos desarrollos comenzaron a hacer posible la arquitectura del vidrio a principios de siglo. De 1848 es la patente del hormigón de Joseph-louis Lambot (1814-1887), cuya primera aplicación fue la fabricación de barcos y de 1855 es su libro *Les bétons agglomérés appliqués à l'art de construire* (Aplicaciones del hormigón al arte de construir), donde explica su sistema de construcción (Benevolo, 1999; MacGregor & Wight, 2012).

En la misma época, sobre los inicios del siglo XIX, se descubrieron y desarrollaron nuevos combustibles, lo cual acompañó al proceso de industrialización y a la conversión de la sociedad en todos sus ámbitos. El gas de carbón se utilizó ya sobre 1784 como combustible para lámparas dejando atrás los aceites vegetales y animales utilizados hasta esa fecha, la termolámpara que utilizaba gas destilado de la madera fue patentada en 1799 y el primer pozo de petróleo se perforó en 1859, convirtiendo al queroseno en un combustible cada vez más utilizado. La lámpara de arco eléctrico fue introducida por Pavel Yablochkov en 1876 y comenzó a ser utilizada también como alumbrado público. Además, la lámpara eléctrica incandescente, patentada por Edison en 1880, fue utilizada comercialmente por primera vez en el barco a vapor *Columbia* y también en una fábrica en Nueva York en 1881, y sobre 1911 las lámparas eléctricas ya habían comenzado a sustituir a las de gas de forma generalizada ("lamp | lighting | Britannica.com," n.d.).

En palabras de Buckminster Fuller:

Nací en un momento extraordinario: en 1895 -el año en que nació-, los rayos X fueron descubiertos, pudimos ver entonces lo que previamente era invisible, cuando tenía tres años fue descubierto el electrón, cuando tenía 7 años en Boston fue conducido el primer automóvil. Crecí mientras me decían que era totalmente imposible que el hombre volase, cuando tenía 8 años los hermanos Wright volaron. Para cuando tenía 11 años la comunicación sin cables de Marconi estaba en práctica para el envío de SOS, cuando tenía 14 el hombre llegó al polo norte y cuando tenía 16 llegó al polo sur. Luego, "imposibles", ocurrían uno detrás de otro todos los días.

La evolución está integrando a toda la humanidad. Nos estamos aceleramos juntos a un ritmo vertiginoso³ (Goodman, Simon, & Kirk, 1996).

Junto a todo el desarrollo tecnológico e ingenieril a partir del siglo XIX, también en el mismo periodo histórico, -finales de siglo XIX y principios del XX-, se desarrollaron otros avances científicos, tecnológicos y artísticos fundamentales, que afectaron de forma decisiva a nuestro concepto de la realidad y a la forma en que analizamos, pensamos y representamos la misma. Entre estos avances podemos citar por ejemplo: la aparición del cine con la creación de imágenes en movimiento por la sucesión de fotogramas (hermanos Lumiere, 1895), el descubrimiento del electrón y los modelos atómicos desarrollados a partir de 1897 por el físico inglés JJ Thomson (1856-1940), el descubrimiento de los rayos X por el físico alemán Wilhelm Conrad Röntgen (1872-1919) en 1895, la formulación y desarrollo del psicoanálisis por Sigmund Freud a partir de 1896, basándose en experiencias previas de hipnosis para tratar problemas psíquicos, y la presentación de Albert Einstein de las teorías especial y general de la relatividad, -de 1905 y 1915 respectivamente-, en las que estudió y presentó un universo en continuo movimiento, demostrando la vinculación inseparable entre espacio, tiempo y materia, que introdujo las ideas sobre la variabilidad de la realidad y del tiempo en función del punto de vista y el movimiento del observador ("electron | subatomic particle | Britannica.com," n.d.), ("relativity | physics | Britannica.com," n.d.).

³ Video "Thinking out loud (1996). Zeitgeist films. Simon and Goodman picture company films. Disponible en youtube.

Todos estos avances y otros, reafirmaron la presencia de una realidad variable y desconocida hasta el momento, inabarcable por la ciencia de la época. Supusieron la crisis de creencias y conceptos previos, y abrieron la posibilidad de nuevos campos de conocimiento objetivo, como también de nuevas concepciones y formulaciones artísticas que definieran modelos capaces de dar respuesta y cabida a una complejidad mayor de la que nunca antes se había sido consciente. Para poder encontrar un modelo válido, había que llegar a lo esencial, a las partes elementales que permitieran construir modelos de los que poder estar seguros. Así, en arte y en arquitectura, por una parte irrumpieron la abstracción y el racionalismo moderno, para construir la nueva complejidad a partir de lo simple, rechazando lo anterior, y por otra, aparecieron movimientos como el dadaísmo y el surrealismo que rechazaban el positivismo cartesiano y se decantaban por la exploración de lo irracional, lo subjetivo y lo oculto en nuestro pensamiento, como mecanismo para acceder a la realidad.

Como veremos, este espíritu científico y emprendedor del XIX, consistente en rebatir lo previamente calificado como imposible y en plantear preguntas básicas sobre los orígenes de las soluciones establecidas para cada problema, es un factor pasional fundamental que mueve el trabajo de Foster.

4.1.3 Máquinas de vapor, motores y trenes

Las máquinas de vapor se implantaron masivamente en las industrias de Inglaterra a partir de 1781, año de la patente del diseño de James Watt (1736-1819), que realizó varias mejoras sobre el motor de vapor de Thomas Newcomen, de 1712. Watt aplicó el motor de vapor al movimiento circular continuo de una rueda, que podía ser trasladado al movimiento de rotación de las máquinas de la industria. Se asoció con Matthew Boulton (1728-1809) y desde ese momento comenzó la aplicación y expansión de las máquinas de vapor en todo tipo de industrias, con especial relevancia en la minería y en las fábricas textiles. Sobre 1830 el 85% del algodón producido mundialmente era procesado en la zona de Lancashire que incluía Liverpool y Manchester –el territorio natural de Foster-.

La historia del ferrocarril va unida a la de la máquina de vapor. Una de las primeras líneas de ferrocarril del mundo, fue la construida por la Surrey Iron Railway en 1801, para el uso público en el transporte de mercancías, por medio de vagones impulsados por caballos entre Wandsworth y Croydon, al suroeste de Londres, muy cerca de donde actualmente tiene Foster sus oficinas centrales. El ferrocarril era la alternativa a la apertura de canales fluviales desde la orilla sur del Támesis.

Tras la patente de Watt, Richard Trevithick (1771-1833) desarrolló el motor a vapor de alta presión, que por su reducido tamaño podía ser aplicado a vehículos. La locomotora a vapor fue introducida por Richard Trevithick en 1804 aunque se considera a George Stephenson (1781-1848) como el padre del ferrocarril. Stephenson fue el ingeniero que diseñó las primeras locomotoras a vapor y sus ferrocarriles. La línea entre el puerto de Liverpool y las fábricas de Manchester y del noroeste de Inglaterra fue el primer servicio regular de tren pasajeros del mundo, impulsado por locomotoras a vapor a partir de 1830. La L&MR (Liverpool and Manchester Railway Company) organizó en 1829 una competición abierta, la *Rain Hill Trials*, para seleccionar la mejor locomotora para sus líneas. La *Stephenson Rocket*, citada por Foster en numerosas ocasiones, fue la que ganó la competición y otorgó a los hermanos Stephenson el contrato para construirlas. Algunas de sus innovaciones se convirtieron en tipos establecidos como base para los diseños de locomotoras de los siguientes 150 años.⁴

La casa donde vivía Foster con sus padres, en los años 40 y 50 del siglo XX, estaba en Levenshulme, un barrio obrero de las afueras de Manchester, situado junto a las vías del tren por el que pasaba la línea entre Manchester y Londres. Norman Foster, desde su habitación, admiraba las máquinas de vapor que pasaban junto a la casa y una de esas locomotoras -que el arquitecto recuerda especialmente-, es la *LMS (London, Midland and Scottish Railway) Royal Scott Class 4-6-0*, que fue introducida a partir de 1927 por la *LMS Company* en su servicio más rápido, que unía Londres, Birmingham, Manchester y Glasgow (Nock, 1978; Sudjic, 2010).

Casi en paralelo al motor de vapor, se habían comenzado a desarrollar los motores de combustión interna e inyección de combustible a partir del desarrollo de los hermanos Niépce

⁴ Podemos encontrar esta información contrastada a partir de muy diversas fuentes: (The Steam-Engine and Other Heat-Engines, n.d.), ("British Railways | British railway | Britannica.com," n.d.), ("Where History Happened: The Birth of the Railways | History Extra," n.d.)

desde 1806 (Francia), aunque sobre todo su desarrollo vino a finales de siglo XIX, a partir de las patentes de motores de dos y cuatro tiempos de Alphonse Beau de Rochas (1861) y Nikolaus Otto (1863) respectivamente. El primer motor práctico de gasolina fue construido en 1876 en Alemania por Nikolaus August Otto (1832-1891) aunque se realizaron prototipos previos en varios países. Antes de que los motores diesel fueran utilizados, los de gasolina habían sido aplicados a autobuses, camiones y algunas locomotoras. Fue a partir de 1879 cuando Karl Benz (1844-1929) patentó sus propios motores de dos tiempos y cuatro tiempos que montó en la fabricación de sus coches ("internal-combustion engine | Britannica.com," n.d.; Klooster, 2009).

Las mejoras en innovaciones se sucedían rápidamente de una año para otro. En 1899 se registró la patente para la obtención de aluminio por electrolisis y esto abrió la posibilidad de utilización del aluminio en motores y usos industriales. Un ejemplo de ello fue el motor que utilizaron los hermanos Wright para el que se considera el primer vuelo de la historia en 1903, que fue un motor a gasolina de cuatro cilindros en línea de hierro colado, montados en un cigüeñal de aluminio y con refrigeración por agua. El cigüeñal de aluminio suponía una innovación en la construcción de aviones y por su ligereza fue clave en la consecución del vuelo ("The Wright Brothers | Engine," n.d.).

Rudolf Diesel (1858-1913) presentó su prototipo de motor de alto rendimiento térmico en 1893 (Augsburg, Alemania). En 1903 se lanzaron los primeros barcos con motor diesel en Francia y Rusia y en 1904 los franceses construyeron el primer submarino diesel. En 1912 los daneses construyeron el primer barco transoceánico propulsado únicamente por motores diesel y apareció también la primera locomotora diesel.⁵

La admiración de Foster por las locomotoras tiene su reflejo en muchos de los componentes seminales que veremos después en su arquitectura y sus diseños. Además, como hemos apuntado, Manchester se encontraba en el centro de la revolución industrial desde hacía más de cien años y los problemas de las fábricas, los trabajadores, los almacenes, los medios de transporte terrestre, marítimo y fluvial y sus infraestructuras, las clases sociales asociadas a la industria y la burguesía, los motores y las máquinas, los molinos, las chimeneas, los tiempos de producción y los turnos, etc, debían formar parte del ADN de la población de esta zona geográfica y por lo tanto, también de Foster, cuyos primeros proyectos son precisamente centros de trabajo e instalaciones industriales ("history of technology - The Industrial Revolution (1750-1900) | Britannica.com," n.d.).

⁵ Las fuentes son varias: ("The Wright Brothers | Engine," n.d.), (The Steam-Engine and Other Heat-Engines, n.d.), (Klooster, 2009), (The Diesel engine, 1913), (Norris, 1981), (GREAT WESTERN 1837, n.d.)

Otros trenes que Foster citará habitualmente, serán los diseños aerodinámicos desarrollados a partir de 1930, como la locomotora del *LNER Clase A4 Mallard*, lanzada en Inglaterra en 1938 y los *streamline* americanos, la *M-10000* introducida en 1934 y la *Pioneer Zephyr* también de 1934.

La *LNER Clase A4 Mallard*, fue una máquina con propulsión a vapor y diseño aerodinámico, lanzada en Inglaterra en 1938 que mantiene el récord de velocidad entre las locomotoras a vapor. La *M-10000* de la *Union Pacific Railroad*, fue la primera máquina con motor de combustión interna de los Estados Unidos. Fue introducida en 1934 y contaba con casco ligero y aerodinámico de *duraluminio* y estructura tubular espacial de aluminio heredada de la construcción de aviones. Para su diseño se habían realizado pruebas en túnel de viento en la universidad de Michigan (Wegman, 2008). La *Pioneer Zephyr*, también de 1934, se construyó con acero inoxidable y nuevas técnicas de soldadura, y contaba con el primer motor turbodiésel montado en el primer tren de pasajeros *streamlined* de los Estados Unidos (Dorling Kindersley, 2014).

4.1.4 Barcos transatlánticos

Los barcos fueron el origen y el destino de gran parte de la tecnología punta durante siglos y ocuparon centro del comercio y el desarrollo económico, tal y como sigue ocurriendo en nuestros días. Los transatlánticos a vapor como el *RMS Berengaria* (Royal Mail Service), y sobre todo, muchos otros de tamaño medio, fueron el principal modo de transporte de personas y mercancías desde mediados del siglo XIX hasta mediados del siglo XX, tras la Segunda Guerra Mundial, cuando aparecieron los vuelos transatlánticos que comenzaron a ser viables alrededor de 1919. Los primeros transatlánticos para pasajeros a vapor adaptaron la tecnología de los trenes y comenzaron a competir con los de propulsión a vela a partir de 1837, reduciendo los tiempos de trayecto a la cuarta parte y proporcionando velocidad constante y fiabilidad en la duración del viaje. En 1840 el *RMS Britannia* de la compañía Cunard, comenzó su primer servicio transatlántico a vapor desde Liverpool hasta Boston. Los avances tecnológicos se iban sucediendo unos a otros: el casco de acero, nuevos tipos de hélice, luz eléctrica, suministro de agua a bordo, etc. La época desde finales del siglo XIX hasta los inicios de la Segunda Guerra Mundial fueron los años dorados de los transatlánticos, con una mayor competición entre las compañías que llevó a nuevas mejoras.

Los transatlánticos fueron un referente principal para la arquitectura moderna del siglo XX, en la búsqueda del nuevo paradigma que transformase la construcción de edificios y consiguiese no sólo la expresión constructiva y estética correspondiente a su tiempo, sino la integración total de los nuevos materiales y las nuevas instalaciones y sistemas energéticos.⁶

⁶ Información contrastada a partir de diversas fuentes: (The Grand Dames of the Atlantic, RMS Caronia, RMS Carmania, n.d.), ("ocean liner | ship | Britannica.com," n.d.), (North Atlantic Ship Size and Speed, 1873-1913, n.d.), (Ship History, n.d.), (Newman, n.d.), ("Great Ships: The Postcard and Ephemera Collection of Jeff Newman," n.d.)

En 1923 Le Corbusier (1887-1965) dedicó a los transatlánticos un pasaje en la revista *L'Esprit Nouveau*, donde escribió:

Ingenieros anónimos, mecánicos metidos entre la grasa y el hierro de la fragua, han construido esas cosas formidables que son los paquebotes (...) Los arquitectos viven en la estrechez académica, en la ignorancia de las nuevas reglas de construcción y sus conceptos se detienen gustosos en las palomas que se besan. Pero los constructores de los paquebotes, audaces y sabios, crean palacios junto a los cuales las catedrales son muy pequeñas: ¡y los echan al agua! (....) La arquitectura se ahoga en las costumbres (....) el empleo de muros espesos que eran antes una necesidad, ha persistido, a pesar de que ahora delgados tabiques de vidrio o de ladrillo pueden cercar una planta baja coronada por cincuenta pisos

Una casa es una máquina de habitar. Baños, sol, agua caliente, agua fría, temperatura a voluntad, conservación de los alimentos, higiene, belleza mediante la proporción. Un sillón es una máquina de sentarse, etc.

Un arquitecto serio que mire como arquitecto (creador de organismos), hallará en un paquebote la liberación de sus malditas servidumbres seculares (....) El paquebote, es la primera etapa en la realización de un mundo organizado de acuerdo con el espíritu nuevo (Le Corbusier, 1923, pp. 70-80).

El barco *Queen Elisabeth*, que era citado por Buckminster Fuller en relación a su peso (83.673 toneledas) cuando analizaba comparativamente el peso de las edificaciones, fue un barco todavía propulsado por turbinas a vapor que llevó a Richard Rogers⁷ (1933-), desde Southhampton a Nueva York en su camino hacia Yale en 1961. En la biografía de Foster se cuenta como éste, por su parte, voló hacia Yale en un *Douglass DC-6 Super Cloudmaster* con motores de cuatro pistones en las hélices, que sufriría una avería al inicio del trayecto (Goodman et al., 1996; Sudjic, 2010).

En la historia de Foster, junto a los aviones, tienen una importancia clave los coches, los trenes, los barcos, y el transporte marítimo. En primer lugar, los barcos transatlánticos constituían uno de los referentes a la *máquina de habitar* que Le Corbusier había propuesto en sus publicaciones recogidas en el libro *Hacia una arquitectura* a partir de de 1920, que Foster leyó cuando era todavía un adolescente en la *Free Library* de Levenshulme; en segundo lugar, el cliente más importante de Foster en Londres a finales de los 60 fue Fred Olsen. Olsen era un naviero Noruego que fletaba barcos de mercancías y pasajeros desde Londres hasta las islas Canarias y que contrató a Foster para proyectar y construir sus instalaciones portuarias: un edificio de oficinas y espacios para trabajadores y una terminal de pasajeros (Jenkins, 2002; Sudjic, 2010).

Dos de los edificios de la época del vapor, posterior a 1800, que han inspirado a Foster, como también a casi todas las generaciones de arquitectos desde que fueron construidos, fueron el Crystal Palace de Joseph Paxton (1803-1865), construido para la Exposición Universal de Londres del 1851, y la Torre Eiffel, proyectada por Alexander Gustave Eiffel (1832-1923) y construida para la Exposición Universal de París de 1889. Los dos edificios fueron proyectados por ingenieros y hacían un uso vanguardista y extremo de los nuevos materiales y sistemas mecánicos (AV Monografías, 2013; Foster, 2013; Jenkins, 2002).

⁷ Richard Rogers es un reconocido arquitecto británico, compañero de estudios de Norman Foster en Yale, en 1961-62 y primer socio de Foster en Inglaterra con el que fundó su equipo Team 4.

4.1.5. El Crystal Palace (1851, Joseph Paxton)

El Crystal Palace de Paxton es un icono de la arquitectura y la construcción en la época industrial. Fue un edificio innovador en muchos aspectos y constituyó un modelo de referencia, como se puede observar en estaciones de tren como la de St Pancras de Londres, construida en 1867. Foster lo menciona por ejemplo cuando habla de la galería Barton Arcade de Manchester, que inspirada probablemente por el Crystal Palace de Paxton, se construyó 20 años después de éste y constituye uno de los referentes en la biografía del arquitecto (Foster, 2013; "History | St Pancras International," n.d.).

Tal y como explica Konrad Wachsmann (1901-1980)⁸, uno sólo debía fijarse en una columna y en un capitel del Crystal Palace para darse cuenta del avance tecnológico decisivo que este edificio supuso en 1850-51. Toda su estructura estaba formada a partir de pequeños y esbeltos componentes detallados con minuciosidad. La técnica estructural y la posibilidad de su aplicación universal, fue el principal interés de Paxton. A través del estudio de las técnicas de fabricación y de los materiales, pudo desarrollar detalles y piezas que permitían el ensamblaje en seco y en múltiples combinaciones diferentes de elementos repetitivos. Las columnas huecas de acero colado, sus capiteles y sus bases que forman anclajes mecánicos, y el resto de elementos de cada pórtico, como las cerchas y las cruces de San Andrés, fueron prefabricados y diseñados con precisión, para conseguir un montaje modular rápido y la optimización de los materiales. Así, las columnas siempre tenían el mismo diámetro, variando el espesor de su sección en función de las cargas a soportar, lo que permitió estandarizar las dimensiones de los tres tipos de cerchas entre columnas. Los apoyos de estas cerchas sobre las columnas fueron también de diseño único.

⁸ Konrad Wachsmann fue un arquitecto alemán emigrado a norteamérica y socio de Walter Gropius en los Estados Unidos donde fue profesor del ITT de Chicago y director del departamento de arquitectura avanzada

Paxton diseñó todos los detalles; cada componente estaba formado por subcomponentes que se ensamblaban para formar un elemento mayor. Cada pieza estaba detallada con precisión y modulada como en un mecano, como si de la fabricación y montaje de un vehículo se tratase. El edificio se basaba en la coordinación modular de todos los elementos y su estructura se ajustaba en planta a una malla reticular. Junto a los elementos constructivos, Paxton y su equipo diseñaron métodos y maquinaria para la fabricación, ensayo y construcción de cada parte del edificio (Wachsmann, 1961).

Algunos de los numerosos detalles constructivos desarrollados para el proyecto fueron: los canalones de la cubierta, que eran en realidad los cordones superiores de vigas pretensadas; una plataforma sobre raíles para el montaje de los paneles de cubierta, que fue resuelta con un tipo único de panel de vidrio modular; o un sistema mecánico por control remoto de apertura y cierre de las lamas de fachada para la ventilación del edificio. Este diseño de piezas y partes confirió al edificio un efecto visual de conjunto, una nueva sensación de ligereza, tecnología y especialización, apoyada en la transparencia de los vidrios y en la construcción por ensamblaje de componentes modulares, esbeltos, y ligeros.

Paxton era, además de ingeniero, naturalista y botánico, y sus fuentes de inspiración fueron en gran medida las estructuras de las plantas como la hoja de la *Victoria Reggia*, de la que podemos apreciar a simple vista su analogía estructural con la cubierta del Palace ("Crystal Palace | building, London, United Kingdom | Britannica.com," n.d.; Wachsmann, 1961).

4.1.6 La Torre Eiffel (1887-1889, Gustave Eiffel)

La Torre Eiffel es otro de los referentes principales en la historia de la construcción moderna, y también lo es para Norman Foster, por muchos motivos. Fue construida como un hito, para la exposición universal de París de 1889, en ocasión de la celebración del primer centenario de la Revolución Francesa. Se concibió y se construyó en un tiempo récord de cuatro años, de los cuales su construcción supuso tan solo dos, entre 1887 y 1889. Con sus 300 metros fue en su día el edificio más alto del mundo.

La torre se proyectó a partir de perfiles de acero laminado, -que comenzaban a estar disponibles a un precio económico-, con los que se formaban componentes y uniones que debían ensamblarse en una estructura en tres dimensiones. 2.5 millones de bulones y 18.038 componentes metálicos debían ser ensamblados en obra con la máxima precisión de un décimo de milímetro. Cada nudo estaba detallado y pensado en sus tres dimensiones hasta en los mínimos detalles, en 1700 dibujos generales y más de 3.600 dibujos técnicos. Incorporaba numerosas innovaciones, como los diferentes sistemas de ascensores, con ascensores hidráulicos cuyos pistones llegaban hasta los 80 metros de longitud, o como los sistemas de iluminación, con miles de lámparas de gas instaladas en la torre, y con dos focos en lo alto que iluminaban varios edificios de la exposición con los colores de la bandera de Francia ("Elevator Systems of the Eiffel Tower, 1889," n.d., "The History and the Construction of the Tower for the 1889 Exposition Universelle," n.d.; Wachsmann, 1961).

En los edificios de Foster, se han instalado o proyectado en numerosas ocasiones remates superiores luminosos y focos en lo alto de los edificios, cuya inspiración podría ser los de la Torre Eiffel; por ejemplo en la cúpula del Reichstag en Berlín, proyectada y construida entre 1992 y 1999; o en rascacielos como el proyectado para la banda de rock U2 en 2007, o como el proyectado recientemente en el número 425 de Park Avenue en Nueva York.

La Torre Eiffel también destaca en una de las características básicas del High-Tech que veremos en el siguiente capítulo, que es la utilización de las estructuras de los edificios como ornamentación. En ella el arco principal entre soportes no tiene funciones estructurales y parece ser que sólo cumple una función estilística, contraria a lo que nos podría indicar el sentido común sobre su función estructural (SETE, n.d.; Wachsmann, 1961; Zevi, 1978).

Existe una línea ininterrumpida que enlaza la arquitectura High-Tech con estas construcciones de vidrio, hierro y acero, que a su vez, conecta estos momentos históricos de la revolución industrial con la racionalidad estructural de las catedrales góticas. Sin duda los espacios góticos, su luz y sus detalles constructivos, también han sido una referencia para Foster, quien en sus edificios bascula entre la escala divina de lo gótico y la humana de la arquitectura clásica (Montaner, 2002; Zevi, 1978).

Respecto a la Torre Eiffel, Foster nos señala (Foster, 1991)⁹ que la determinación de las autoridades en la aprobación de la construcción y las sinergias establecidas entre los distintos agentes que debían intervenir en ella, es lo que hizo posible diseñarla y construirla en sólo 4 años, en contraposición a los tiempos que se requieren para poner de acuerdo y aprobar la construcción de infraestructuras en la actualidad en Inglaterra, que en ocasiones se alargan durante décadas.

The British Telecom tower in London took eight years to move from conception to completion. The Eiffel Tower, that miracle of nineteenth-century fast-track construction, was conceived and erected in four years. The Barcelona tower was conceived and authorised in one year, and built in the following two (Foster, 1991).

9 The Tate Gallery Lecture 20 Feb 1991

4.1.7 Infraestructuras, estaciones de tren y aeropuertos

Estaciones de tren

Las estaciones de tren fueron evolucionando a partir de la puesta en servicio de las líneas regulares de pasajeros. La estación más antigua del mundo y la primera en incorporar un cobertizo, fue la Crown Street de Liverpool, de 1830, que servía a la línea de enlace con Manchester. La que cubría el trayecto de Manchester a Birmingham abrió en 1840 el primer tramo de 8.9 km. hasta Stockport -lugar a las afueras de Manchester donde nació Norman Foster-, con una estación en cada extremo del trayecto.

En el periodo Victoriano¹⁰ (1837-1901) las compañías que competían por el negocio del transporte ferroviario abrieron numerosas estaciones. En Londres, la estación London Bridge de 1836, fue la primera en construirse. En 1837 se abrió Euston Station que unía Londres con Birmingham y las ciudades industriales del noroeste de Inglaterra como Liverpool y Manchester. A ésta le siguieron, Paddington en 1838, Waterloo en 1848, King's Cross en el 1852, Victoria en 1860, etc., hasta llegar a construir la estación de Marylebone en 1899. La mayor parte de ellas eran proezas ingenieriles en las que con estructuras de hierro roblonado se conseguían salvar luces heroicas para la época. La ampliación de la estación de Lime Street, en Liverpool, de 1867, fue en su momento la de mayor luz del mundo con un arco transversal de 61m. Por otra parte, en 1863 la estación de Paddington en Londres incorporó la llegada de trenes subterráneos de la línea Metropolitan que fue la primera línea de metro del mundo ("In which order were the main railway stations in London built?" n.d., "Liverpool Architecture," n.d., *The Peel Web: Railway expansion*, n.d.).

Aeropuertos

Los aeropuertos, se comenzaron a desarrollar a partir de la Primera Guerra Mundial (1914-1918). En Inglaterra, en un principio, tuvieron tareas defensivas contra los bombardeos de los *Zeppelin* alemanes. Este fue el caso de la pista aérea de Croydon al sur de Londres, donde se aparcaban aviones como los *Sopwith Camel*, los *Bristol Fighters*, o los *Avro 504*. Tras la guerra,

¹⁰ Se habla de período victoriano para hacer referencia a la etapa cumbre de la revolución industrial y del imperio británico, coincidente con el reinado de Victoria -Queen of the United Kingdom of Great Britain and Ireland-, desde 1837 hasta 1901.

los primeros vuelos se dedicaron al transporte de correo y mercancías y las pistas de aterrizaje fueron espacios de ocio para las clases más pudientes y para los espectadores que acudían a presenciar los vuelos.

Con la introducción de los vuelos regulares de pasajeros en aviones como el *Douglass DC-3*, de 1935, se hicieron necesarias mejores instalaciones para acoger a los usuarios y a sus acompañantes y los aeropuertos comenzaron a incluir, restaurantes, aparcamiento, aseos, oficinas de billetes, galerías panorámicas y salas de espera. Uno de los arquetípicos, que Norman Foster cita como referente para sus obras, es el Tempelhof de Berlín, cuya construcción finalizó en 1927. En su emplazamiento habían tenido lugar las primeras exhibiciones aéreas, como las del americano Orville Wright (1871-1948) en 1909. Este aeropuerto fue una de las referencias para la fase de ideación de la terminal en Beijing de Foster and Partners, construida entre 2003 y 2008.

Otras infraestructuras de la misma época del vapor que Norman Foster cita frecuentemente, son el sistema de alcantarillado de Londres, proyectado por Joseph Bazalgette (1819-1891) y las bóvedas tabicadas diseñadas y construidas por Rafael Guastavino Moreno (1842-1908) en diferentes edificios de la costa este de los Estados Unidos y en Nueva York, a partir de 1885, como las estaciones de metro Grand Central y City Hall.

Las infraestructuras del *Enbankment* de Londres se realizaron a partir de 1859 para canalizar las aguas sucias que hasta entonces se vertían directamente al Támesis, su diseño se anticipó a los cambios y necesidades futuras, además de proveer a la ciudad de un diseño integral de los espacios urbanos, los transportes y las instalaciones (“‘Heritage & Lessons’ Norman Foster, 2011 Oxford University Humanitas Lecture,” n.d., “Joseph Bazalgette,” n.d., “Joseph Bazalgette (1819-91),” n.d.).

4.2 Final de la época del vapor (siglo XX: 1900-1961)

Tres movimientos culturales y artísticos de principios de siglo XX que Norman Foster nombra con frecuencia son: el futurismo, el Art Déco, y el streamlining. Los tres son parte fundamental en su lenguaje de la arquitectura y el diseño.

Los citados movimientos tuvieron una influencia fundamental en el desarrollo del diseño industrial y de la arquitectura del siglo XX y también en el arte y en otras manifestaciones culturales, como la música y el cine de principios de siglo, con las que estos movimientos interactuaron (AV Monografías, 2013; Foster, 2013).

4.2.1 Futurismo

El futurismo, nacido en Italia a partir de 1909 con el *Manifiesto Futurista* de Filippo Tomaso Marinetti (1876-1944), fue una de las primeras manifestaciones culturales que en su aspiración de romper con lo existente, recogía la veneración de conceptos como la tecnología, el movimiento, la velocidad, la potencia y la violencia. La influencia del avión como símbolo cultural comenzó en Italia con el Futurismo, como una reacción frente a la idea decimonónica de belleza (Springer, 2003). Tras la Primera Guerra Mundial (1914-1918), diferentes cualidades formales y simbólicas de las máquinas fueron asumidas por el arte. El centro del futurismo lo ocupaba la concepción de un hombre nuevo, apoyado en la tecnología y con una nueva forma de pensar. Junto a estos conceptos se produjo una revolución derivada de la nueva concepción del espacio-tiempo, a partir de las teorías de la relatividad presentadas por Einstein en 1905 y 1915. La máquina conllevaba la promesa de un futuro de mejora sin límites.

El diseño futurista sirvió a una estética determinada que acompañaba a su manifiesto, donde la expresión, la percepción y lo simbólico eran lo principal. En la pintura futurista por ejemplo, predominó la representación de la vitalidad, el movimiento y la energía, mediante las diagonales, los colores vivos y los trazos violentos.

Muchas de las obras de arte preferidas de Norman Foster provienen de este período y de los integrantes de este movimiento: Tulio Crali, Umberto Boccioni, Antonio Sant'Elia y otros.

Antonio Sant'Elia (1888-1916), fue un arquitecto que trabajó en Milán desde 1912, donde se involucró en el movimiento futurista de Marinetti, publicando el *Manifiesto de la Arquitectura Futurista* en

1914, y dibujando planos y perspectivas de edificios y ciudades mecanizadas e industrializadas, con rascacielos, tráfico en varios niveles, centrales eléctricas, etc., que respondían a una arquitectura efímera y en movimiento. En el manifiesto, Sant'Elia expresaba su desprecio por la arquitectura clásica o antigua, por el uso de materiales pesados tradicionales, por la decoración y por las geometrías cúbicas o líneas perpendiculares y al mismo tiempo ensalzaba la ciencia, las líneas curvas y diagonales por su dinamismo, el color puro sobre el material visto, lo mecánico y artificial, el cambio, y lo efímero. Su visión expresionista de la arquitectura influyó en visiones de futuro posteriores, desde el grupo británico *Archigram* de los años 60 hasta el cine de ciencia ficción de finales del siglo XX o la arquitectura High-Tech ("Antonio Sant'Elia, 1888 - 1916 Biography and Artworks | Trivium Art History," n.d.).

La casa futurista será similar a una gigantesca máquina (....) Las casas durarán menos que nosotros. Cada generación tendrá que construir su propia ciudad. Esta constante renovación del ambiente arquitectónico contribuirá a la victoria del "Futurismo", que ya se afirma con las "Palabras en libertad", el "Dinamismo plástico", la "Música sin compás" y el "Arte de los ruidos", mediante todo lo cual luchamos sin tregua contra la cobarde adoración del pasado (Hereu, Montaner, & Oliveras, 1994; Sant'Elia, 1914).

Boccioni experimentó con la pintura, donde desarrolló temas futuristas y como extensión de sus exploraciones, en 1912, comenzó a realizar esculturas en las que estudiaba el dinamismo de las formas, la velocidad y la representación del cuerpo, los músculos en movimiento, o el movimiento en espiral. Estas investigaciones se sintetizaron en la obra *Formas únicas de continuidad en el espacio*, que es una de las esculturas que causan mayor admiración en Norman Foster (ver p.158). En 1913 Boccioni publicó un manifiesto llamado *Los fundamentos plásticos de la escultura y pintura futurista* en el que al respecto de estas esculturas escribió:

Lo que queremos hacer es mostrar el objeto vivo en crecimiento dinámico... Todos los temas utilizados anteriormente deben dejarse a un lado para poder expresar nuestra vertiginosa vida de acero, orgullo, fiebre y velocidad (....) Por tanto, para nosotros, el objeto no tiene forma en sí mismo, lo único definible es la línea que revela la relación entre el peso del objeto (cantidad) y su expansión (calidad) (....) Esto nos ha sugerido la noción de líneas de fuerza, que caracterizan al objeto y nos permite verlo como un todo —es la interpretación esencial del objeto, la percepción de la vida misma. La nuestra es una búsqueda de lo definitivo a través de una serie de fases intuitivas (“Unique Forms of Continuity in Space”, Umberto Boccioni, 1913, cast 1972 | Tate,” n.d.).

De estas palabras de Boccioni conviene extraer y resaltar varias ideas que como veremos se ajustarán a Norman Foster y a su lenguaje constructivo en la línea de nuestra demostración:

- A- Objeto vivo y en crecimiento dinámico
- B- Vertiginosa vida de acero, orgullo, fiebre y velocidad
- C- Relación entre el peso del objeto y su expansión
- D- Líneas de fuerza que caracterizan al objeto y nos permiten verlo como un todo
- F- Búsqueda de lo definitivo a través de una serie de fases intuitivas

Constantin Brancusi (1876-1957) y su escultura *Pájaro en el espacio* de 1923

Constantin Brancusi es considerado uno de los padres de la escultura moderna. No fue parte del futurismo pero se interesó por el tema del movimiento y los cuerpos en el espacio también a principios del siglo XX. Algunas de sus obras como la serie *Pájaro en el espacio*, se encuentran entre las principales en las preferencias de Norman Foster.

Brancusi fue un artista rumano que, inspirado por la obra de Rodin, viajó hasta París donde entró en la Escuela de Bellas Artes. A partir de 1920 trabajó con formas ovoides en bronce, en yeso y en mármol. Para él, la forma ovoide representaba la esencia de las formas. Aplicó estos principios a sus esculturas sobre pájaros, que desarrolló inspirándose en un pájaro milagroso de una leyenda popular rumana. Las primeras versiones de éste fueron en mármol y posteriormente pasó al bronce pulido, en una serie de obras que llamó *Pájaro en el espacio*, que se representaban la rapidez, la ingravidez y el movimiento, sin importar los detalles de los atributos físicos y anatómicos.

Los reflejos del metal pulido de estas esculturas y su forma aerodinámica transmitían la sensación de la disolución de la materia en el espacio. Este efecto respondía a la representación de las inquietudes espirituales y trascendentales de su autor, quien también se interesó por la espiritualidad en las formas primitivas del arte africano, egipcio y asirio¹¹.

¹¹ Las referencias bibliográficas son múltiples: ("Bird in Space," n.d., "Constantin Brancusi | Bird in Space | The Met," n.d., "Constantin Brancusi | Romanian-French sculptor | Britannica.com," n.d., "Constantin Brancusi 1876-1957 | Tate," n.d., "Constantin Brancusi Biography, Art, and Analysis of Works | The Art Story," n.d.)

4.2.2 Art Déco

En Francia, como oposición al éxito de los productos alemanes, previamente a la Primera Guerra Mundial (1914-18), se desarrollaron el diseño y las artes aplicadas rechazando el racionalismo y buscando un lenguaje identitario francés que posteriormente cristalizó en el Art Déco. El Déco se convirtió en un estilo que aglutinaba multitud de tendencias y campos del diseño, desde la moda hasta los automóviles, la arquitectura, o las artes gráficas, y se distinguía por la exclusividad, la reducción geométrica, el color, lo exótico y la utilización de metales que evocaban la estética de la máquina entre otras características: sofisticación, lujo y compromiso formal (“Art Deco | art movement | Britannica.com,” n.d.; Torrent & Marín, 2005).

Tras el desastre de la guerra, triunfó un optimismo basado en la capacidad de la tecnología para proveer un futuro mejor. El Art Déco se inscribe en una época en la que a nivel global, se produjeron cambios culturales acompañados de nuevas tecnologías y de la necesidad de dejar atrás el pasado bélico. Esta corriente conectó con los gustos y las aspiraciones de la población y una vez consolidado como estilo a partir de 1925, se explotó comercialmente como si de una marca se tratase. Entre 1918 y 1939 la mayoría de productos adoptaron elementos de influencia Art Déco (Down, 2012, p. 10). Los nuevos medios de transporte fueron unos de los principales factores tecnológicos que afectaron la vida diaria de la mayor parte de la población mundial, con el desarrollo de la aviación comercial, de los trenes; rápidos, cómodos y *streamline*, con el paso de la construcción de barcos de guerra a la construcción de transatlánticos, y con la

socialización del automóvil de uso privado. Estos factores entre otros y sus ramificaciones, formaron parte de las raíces del Déco que incluyó materiales, formas y temáticas relacionadas con el mundo de los transportes, los viajes y la tecnología (Down, 2012).

En los Estados Unidos, el referente iconográfico europeo en los inicios del siglo XX era París. Allí el Déco francés fue acogido en primer lugar a través del diseño de interiores y de la arquitectura, con rasgos distintivos que como hemos mencionado, incluían la incorporación de materiales sofisticados como metales y maderas, los motivos exóticos de culturas ancestrales o primitivas, las reducciones geométricas relacionables con lo mecánico y con los novedosos sistemas de transporte, y los toques de colores llamativos (Torrent & Marín, 2005, p. 228).

El consumidor potencial fue seducido con el diseño moderno y los anuncios visualmente atractivos. Los coches ya no eran una extravagancia de los ricos, sino un modo legítimo de transporte, cada vez más accesible a la clase trabajadora, gracias en buena parte a Henry Ford en America y a William Morris y Herbert Austin en Gran Bretaña (Down, 2012, p. 12).

Existe un solape entre la influencia de los diseños aerodinámicos iniciales y la cristalización del Art Déco como tendencia de diseño o como estilo con una identidad propia. El Déco, como movimiento artístico, constituye una amalgama heterogénea y multiforme, en la que se destacan determinados vectores de fuerza principales que coinciden con las características históricas de la época. Tres de estos vectores de fuerza fueron el *streamlining* o diseño aerodinámico de la aviación, el mundo de los barcos transatlánticos unido a los viajes intercontinentales, y los referentes exóticos procedentes de culturas milenarias o tribales como la egipcia, la maya, la africana, o la china.

Al analizar los proyectos de Foster podremos identificar estas influencias del Art Déco, del *streamling*, del futurismo y también de la era espacial que veremos a continuación, reinterpretadas y ajustadas a la tecnología del momento. Los temas naturales y arquetípicos se unirán a lo simbólico, a la lógica científica, y a la ingeniería para la fabricación y la construcción mediante componentes industriales y artesanales (ver p. 493, 508, 510 y 545).

4.2.3 Streamlining (1913-1929-1960)

La relación de Foster con el *streamlining* es como veremos una historia de pasión por la belleza de las formas en movimiento y la representación simbólica del rendimiento y la eficiencia energética.

4.2.3.1 Origen del *streamlining*

El origen del streamlining se encuentra en la aviación y en el desarrollo de los túneles de viento utilizados para el diseño de los aviones desde principios de siglo XX. Fue la necesidad de mejorar la estabilidad del vuelo y reducir la resistencia del aire lo que llevó al desarrollo del *streamlining* como un factor de diseño. Teóricos e ingenieros como el británico F. W. Lanchester (1868-1946) y el alemán Ludwig Prandtl (1875-1953) argumentaron, desde 1907, sobre los conceptos de turbulencia y flujo laminar del aire en relación a la resistencia al movimiento del avión y a su sustentación en el aire. En 1929 el profesor de Cambridge Bennett Melvill Jones (1887-1975) leyó su artículo de investigación *El aeroplano streamline* en la Royal Aeronautical Society en Londres y fue uno de los primeros estudios científicos sobre los problemas de la aerodinámica (Hansen, Kinney, Taylor, Prickett, & Lee, 2009).

Algunos de los primeros intentos para solucionar estos problemas fueron los diseños del alemán Hugo Junkers (1859-1935), los del del Suizo Eugene (Emile) Ruchonnet (1877-1912), o los de los hermanos británicos Short: Leonard (1872-1917), Albert (1875-1932), y Oswald (1883-1969). Ruchonnet, a partir

de sus conocimientos sobre construcción de barcos, desarrolló en 1911 el que es considerado como el primer aeroplano monocasco, que fue conocido como *El Cigarro* y se construyó a base de varias capas de finas láminas de madera de tulipero cruzada y pegada. El ingeniero Louis Béchereau (1880-1970), consiguió en hacer aviones todavía más rápidos en 1912, con la introducción del diseño aerodinámico y el tipo de construcción monocasco de Ruchonnet en sus modelos de competición para la compañía Deperdussin (Grant, 2017). En 1915, tan solo doce años después del vuelo de los hermanos Wright, Hugo Junkers construyó, por primera vez, un aeroplano totalmente metálico arriostrado internamente, recubierto con chapa corrugada metálica y con ala baja en voladizo ("Hugo Junkers | German aircraft designer | Britannica.com," n.d.). La chapa corrugada no resultó efectiva para reducir la resistencia del aire y fue Adolf Rohrbach (1889-1939) quien propuso las estructuras de piel tensada que posteriormente desarrolló "Jack" Northrop (1895-1981) en los Estados Unidos y Oswald Short en Inglaterra. Los hermanos Short fueron quienes montaron la primera fábrica de aviones del mundo en Kent (Inglaterra), en 1909, donde comenzaron con una licencia de los hermanos Wright para construir seis de sus *Flyers* y su propio modelo *Número 2* ("Short Brothers Aviation Pioneers | Aviation Heritage Pioneers | UK," n.d.).

El metal se impuso en la construcción de aviones por su resistencia estructural y por el modo de mecanizado y de fabricación estándar. Las nuevas aleaciones de aluminio como el duraluminio,

permitieron evitar la corrosión del metal y consolidaron el paso a las estructuras en monocasco y semi-monocasco que veremos más adelante.

En las innovaciones para la aviación, tuvo un papel fundamental la NACA, -agencia antecesora de la NASA en los Estados Unidos-, y sus investigaciones en túneles de viento, a las que se deben por ejemplo avances como la introducción del carenado frontal del motor (*NACA low drag engine cowling*) en 1927, que adoptaron los modelos de las compañías Boeing y Northrop. Sólo a partir de 1930, con la introducción de los modelos *Boeing 200 Monomail* (ver p. 163), *Boeing 246 (Y1B-9A)* y *Northrop Alpha*, y sus respectivas innovaciones como el tren de aterrizaje retráctil, fue posible el desarrollo de aparatos *streamlined* como el *Douglass DC-3* de 1936 (ver p. 177), que fue el primer avión de pasajeros con éxito comercial y se convirtió en un símbolo cultural para la sociedad americana (Loftin & Loftin, n.d.; Springer, 2003; “The titanic wind tunnels NASA used to test aircraft,” n.d.).

4.2.3.2 *Streamlining* en el diseño de automóviles y de productos

En paralelo al desarrollo del movimiento moderno en Europa, a raíz del crash de la bolsa de 1929, se desarrolló en Estados Unidos una nueva tendencia: el *styling*, que adoptó el *streamlining* proveniente del diseño de aviones, como símbolo y modelo para el desarrollo del diseño de productos. Como hemos comentado, el *streamlining* se trataba de una tendencia que ya formaba parte de la evolución del Art Déco desde el final de la Primera Guerra Mundial. Cuando Estados Unidos entró en lo que se conoce como La Gran Depresión, a partir de 1929, las compañías se vieron obligadas a buscar nuevas formas de conseguir llegar a los clientes para venderles sus productos y se crearon departamentos de diseño que eran encargados de dulcificar las propuestas y hacerlas atractivas. Con este objetivo los objetos comenzaron a adoptar formas aerodinámicas, los industriales se interesaron por los procedimientos y las formas de la aeronáutica, como los túneles de viento, los alerones, los metales y las estructuras de la aviación, y estas características ayudaron a formar la idea de un estilo tecnológico que conectaba con las aspiraciones y la idiosincrasia de la población y además dotaba a América de un estilo propio separado del dogma racionalista Europeo, un dogma que posteriormente en los años 50, se impondría también en los Estados Unidos. Varios diseñadores industriales en Nueva York comenzaron a utilizar el diseño aerodinámico por su atractivo visual, y su estética se fue

contagiando a toda la sociedad a través de los productos. El streamlining pasó de los aviones a los vehículos terrestres y de éstos llegó hasta todo tipo de productos domésticos como neveras, tostadoras, aspiradoras, etc., o incluso hasta otros utensilios cotidianos como el sacapuntas aerodinámico (ver p.164) de Raymond Loewy de 1933 (Torrent & Marín, 2005). No se buscaba la funcionalidad de los objetos sino su percepción y simbolismo: la idea de rapidez, eficiencia y tecnología que se acercó a la psicología de los consumidores y proporcionó el éxito comercial que se perseguía.

En automoción, el año 1934, el anterior al nacimiento de Norman Foster, fue señalado por el triunfo del *airline styling* como parte del *Art-Déco*, con modelos como el *MG Airline*, el *Tatra 77* o el *Chrysler Airflow*, que darían pie a impresionantes modelos posteriores como el *Phantom Corsair* de 1938 (ver p. 428) y a clásicos como el *Volkswagen Beetle* (ver p.186), también de 1938. (Down, 2012). Otros ejemplos del diseño *streamlined* son las propuestas de 1932 de Bel Geddes, como su transatlántico *Whale* o su vehículo *Motorcar n.9*, que se anticipaba al *Dymaxion Car* de Buckminster Fuller (ver p.252) (“Model of Motorcar No. 9, Norman Bel Geddes, ca. 1932,” n.d.).

Antes de los años 30 encontramos automóviles pioneros en la concepción aerodinámica, como el *Jenatzy* de 1898, el *Alfa Romeo* de 1914, o el *Leyat Helica* de 1919 (Torrent & Marín, 2005).

La época del *styling* de los años 30 fue también la misma en la que en arquitectura, Frank Lloyd Wright trataba también de definir por su cuenta un estilo americano que estuviera enraizado en la cultura y en el territorio. Recordemos que su Casa de la Cascada es de 1936 y diseños como el *Cord L-29* de 1929 que hemos visto al hablar del Art Déco y que fue uno de los coches del arquitecto, o el de la nevera para la Sears Roebuck & Co. de Loewy (1934) son contemporáneos a Wright.

Tres de los diseñadores más importantes enmarcados en el *streamlining* en EEUU fueron Raymond Loewy (1893-1986), Henry Dreyfuss (1904-1972) y Bel Geddes (1893-1958). De entre ellos el más influyente fue Raymond Loewy, considerado padre del diseño industrial moderno. Loewy nació en Francia pero desarrolló su carrera en los Estados Unidos y también en Reino Unido, donde abrió una oficina en 1930. Trabajó como consultor de diseño para más de 200 empresas y creó desde logotipos hasta automóviles, aviones y módulos para el espacio. Entre sus diseños más conocidos se encuentran el logotipo para la compañía Shell, el paquete de cigarrillos Lucky Strike, la botella de Coca-Cola de 1955, el autobús *Greyhound*, o los interiores de los módulos espaciales *Saturn I*, *Saturn V* y *Skylab* diseñados entre 1967 y 1973 para la NASA.

Loewy inició su éxito como diseñador con el rediseño de la copiadora *Gestener* en 1929, para la que propuso una carcasa que escondía todos los mecanismos bajo un envoltorio único de líneas aerodinámicas. Este fue el origen de un proceso que le llevó a transformar por simplificación aerodinámica, desde trenes hasta neveras y sacapuntas durante más de 50 años. En 1936 Loewy diseñó junto al equipo de la Pennsylvania Railroad, la locomotora eléctrica *GG-1* y la *K4S*, y en 1938 la *S-1* a partir de pruebas en túnel de viento y de una estructura monocasco como la de los aviones. En la *GG-1*, Loewy consiguió eliminar los remaches que eran tradicionales en la construcción de trenes, sustituyéndolos por soldaduras y consiguiendo así reducir los costes de mantenimiento y producción, al tiempo que mejoraba su estética. Henry Dreyfuss, por su parte, diseñó las locomotoras de las compañías ferroviarias de la competencia, las *J3-A* para la New York Central.

Otro de los diseños de mayor éxito de Loewy fue la nevera *Cold Spot* para la Sears Roebuck & Company en 1934, que incorporaba bandejas de aluminio inoxidable junto a sus líneas *streamline* (ver p. 167).

La relación de Loewy con la automoción comenzó en los años 1936-1939 con sus diseños para la Studebaker Corporation que dieron como resultado en décadas posteriores, modelos como el *Avanti* de 1963, o el *Starliner* 1953 (“streamlining | fluid dynamics | Britannica.com,” n.d., “The Official Site of Raymond Loewy,” n.d.; Torrent & Marín, 2005).

Una de los lemas más conocidos de Loewy es su frase “Lo feo no vende”. En el libro *Industrial Design*, Loewy apunta:

El éxito vino finalmente cuando fuimos capaces de convencer a algunos hombres creativos de que el buen aspecto era una necesidad vendible, que en muchos casos reducía costes, ampliaba el prestigio del producto, elevaba los beneficios de la empresa, beneficiaba al cliente, y aumentaba el empleo (“The Official Site of Raymond Loewy,” n.d.).

Los libros de Le Corbusier, *Hacia una arquitectura* de 1923, y *Avión* de 1935, tuvieron una influencia decisiva también en los Estados Unidos, al señalar las fuentes de la aviación, el automovilismo, y la navegación, como referentes para la arquitectura. En América, esta propuesta apoyaba y potenciaba el nuevo espíritu, que impregnaba todos los ámbitos del diseño con la estética expresionista de la máquina. Un ejemplo de ello lo encarna la caravana *Airstream Clipper* de 1937, que es otra de las piezas recurrentes para Foster.

La estrategia del *styling* y el *streamlining*, creados en los departamentos de diseño de las marcas, está en la base del desarrollo capitalista del siglo XX, llega hasta nuestros días, y ha tenido un papel clave en el proceso de globalización.

4.2.4 Aeronaves 1901-1945

Otro referente principal a la hora de analizar la obra de Foster será el mundo de la aviación. La experiencia de Foster en relación a los aviones comenzó con los bombardeos de la *Luftwaffe* sobre Manchester y sus alrededores en 1940, cuando el arquitecto tenía 5 años. Entre el 22 al 24 de diciembre de 1940 los nazis lanzaron más de 1500 bombas sobre la zona y los bombardeos discontinuos continuaron hasta 1944. En esa época los cazas británicos *Hawker Hurricane* y los *Spitfire*, hicieron frente a los aviones alemanes *Messerschmitt Bf-109* y *Bf-110C*, y a los bombarderos *Heinkel He-111* entre otros, en lo que se conoció como The Battle of Britain. Como hemos comentado previamente, el padre de Norman Foster, trabajó en la compañía Farey Aviation, en la que se fabricaban entre otros, los *Fulmar Fighters*, que también participaron en la respuesta británica (Sudjic, 2010).

I was born in 1935 and as far back as I can remember I was sketching designs. My first subject was an aircraft, which I imagined myself piloting. Other planes were less benign. As German bombers thundered over our house, I would bravely speculate with my mother Lily about what type of aircraft they might be, before breaking down in tears, absolutely terrified. Norman Foster (Foster, 2011)¹².

12 <http://www.dailymail.co.uk/home/moslive/article-1348558/Norman-Foster-City-future-camels-penguins-cars-dont-drive.html>

Sobre los 7 años de edad (1942), Foster dibujaba, montaba y diseñaba sus propias maquetas de aviones con pequeños motores de dióxido de carbono y diésel. La relación de Foster con la aviación continuó años más tarde.

Desde 1953 a 1955, Foster realizó el servicio militar en la Royal Air Force, en una unidad de ingeniería encargada del mantenimiento de una instalación de radar. Más adelante, en los años 70, cuenta su biografía que quedó impresionado por la belleza de los planeadores (*gliders*) sobre las colinas de Dunstable, al sur de Bedfordshire cerca de Londres y comenzó a interesarse por ellos y a pilotarlos. Desde entonces ha pilotado 75 clases diferentes de aviones, helicópteros e hidroaviones y volar sigue siendo una de sus pasiones, al igual que el ciclismo y el esquí (Foster, 2013; Sudjic, 2010). En sus explicaciones, el arquitecto menciona aviones y helicópteros como el autogiro de Juan de la Cierva, el *Stipa* y el *Triplano* de *Caproni* y muchos otros, algunos de los cuales aparecían ya en el libro *Avión* de Le Corbusier, de 1935 (Le Corbusier, 1935; Sudjic, 2010).

Foster había leído a Le Corbusier en su adolescencia y éste sería desde entonces una de sus primeras influencias en arquitectura, gracias a las publicaciones *Hacia una Arquitectura, de 1923* y *Avión*, de 1935. Estos libros, que hablaban de los aviones y de las máquinas como paradigma para una nueva construcción y como auténtica expresión de su momento histórico, influyeron decisivamente en varias generaciones de arquitectos, en Europa y en los Estados Unidos primero y posteriormente a nivel mundial.

Los primeros aeroplanos

En cuanto a la historia de la aviación, se considera el inicio de la misma al vuelo de los Hermanos Wright en Kity Hawk (Carolina del Norte, USA), en 1903. A partir de entonces el avión se convirtió en un referente social, que como representante de las máquinas, sintetizaba todos sus atributos, la eficiencia, la estética, y el espíritu de su tiempo. El desarrollo de la aviación y el del automóvil se extendió rápidamente por los EEUU y por Europa en las primeras décadas del siglo XX.

Los pioneros de la aviación comenzaron utilizando planeadores hechos con madera y tela, arriesgando sus vidas en cada prueba. La Primera Guerra Mundial (1914-18), aceleró el proceso de innovación. A pesar de que el desarrollo de globos aerostáticos desde finales del siglo XVIII, condujo al de los dirigibles rígidos en los inicios del siglo XX y fue en 1900 cuando Ferdinand Von Zeppelin (1838-1917) realizó su primer vuelo en el dirigible *LZ1*, se considera el vuelo de los hermanos Wright de 1903 como el primer vuelo pilotado y a motor de la historia, y a su aeroplano *Flyer I* como el modelo que consiguió por primera vez la proeza del vuelo ("The Wright Brothers | Engine," n.d.).

Sus estructuras

En la primera etapa de la aviación, las estructuras se realizaban en madera. Los aparatos como el de los Wright eran biplanos, de doble ala, arriostradas por estructuras de cables tipo cercha. Las alas que incorporaron los Wright ya contaban con la curvatura de la madera ligera capaz de originar el *airfoil* o flujo laminar de aire que provoca el empuje vertical sobre el plano de sustentación. El cuerpo del avión se formaba generalmente mediante barras macizas, dispuestas

como aristas de una caja que después se triangulaba por medio de cables. Este es el caso del monoplano *Bleriot XI*, con el que Louis Bleriot (1872-1936) cruzó por primera vez el Canal de La Mancha en 1909. El fuselaje de este aeroplano fue diseñado por el mismo Blériot siguiendo el esquema de una celosía tipo *Pratt*. Las alas eran atirantadas inferior y superiormente mediante tensores desde un mástil central, lo que permitía tanto una mayor extensión del ala como la adquisición de la inercia suficiente para poder omitir un segundo plano alar. Aunque otros modelos como el *Blackburn Monoplane* de 1912 (ver p. 390) también consiguieron funcionar con un solo plano alar atirantado por cables, los biplanos serían el tipo más común entre los aviones desarrollados antes de 1930. Entre algunos de los diseños más exitosos en Reino Unido se encontraban: el *RAF-SE5a*, el *Sopwith Camel*, el *Fairey Fly-Catcher*, el *Havilland DH60*, y el *Gypsy-Moth*, de 1916, 1917, 1923, y 1927 respectivamente (ver p. 174).

De las estructuras de barras de madera, o mixtas de madera, acero, y cables, se pasó a las metálicas tridimensionales a base de tubos y planchas de acero y de aluminio para formar el fuselaje, lo que permitió eliminar los tirantes y rigidizadores exteriores. Las estructuras de madera curvada para la construcción del fuselaje, se construían bien mediante diversas láminas dispuestas en varias capas superpuestas, formando un casco continuo y cerrado -como en el citado *Deperdussin* de 1913-, o bien como una malla estructural de barras macizas, como podemos ver en las fotografías de la construcción del bombardero *Vickers Wellington*, de 1932 (ver p. 174). Estas estructuras reticulares eran recubiertas con telas, tanto el fuselaje como las alas, con la intención de conseguir la mayor ligereza, resistencia y rendimiento aerodinámico. Las estructuras a base de nervios de madera formando mallas tridimensionales se mantuvieron hasta la Segunda Guerra Mundial, a lo largo de la cual, fueron ganando terreno las estructuras

de acero y aluminio tubulares en celosía tridimensional *-spaceframe-*, cuyos modelos estructurales se basaban en cerchas como la *Warren Truss*, patentada en 1848, que era una de las frecuentemente utilizadas para la construcción de puentes y que podemos ver tanto en el fuselaje del *Hawker Hurricane* de 1932 como en las alas del *Supermarine Spitfire* de 1936 (ver pp. 169-170).

El Hurricane y el Spitfire fueron, como hemos mencionado, los dos principales cazas del ejército británico durante la Segunda Guerra Mundial, a partir de 1939. El *Hurricane* fue diseñado por la compañía Hawker Aircraft y había sido introducido en el año 1935 mientras que el *Spitfire* fue diseñado por Reginald Mitchell (1895-1937) entre 1934 y 1936, de acuerdo con los requerimientos del Ministerio del Aire Británico ("RJ Mitchell. A life in Aviation - About -

Biography," n.d.). Uno de los principales saltos tecnológicos entre estos dos aeroplanos fue el cambio en la construcción del fuselaje, que mientras en el primero consistía en el viejo sistema consistente en un recubrimiento de tela sobre la mencionada *warren truss* en *spaceframe*, en el segundo, pasó a ser una sucesión de costillas transversales únicamente arriostradas por una piel exterior tensada, formada por chapas de una aleación de aluminio, en lo que se denominaron estructuras en semi-monocasco (Owen, 2015). Las estructuras en semimonocasco derivaban de las monocasco, que a su vez habían sido herederas de la tradición en la construcción de barcos y fueron imponiéndose a partir de los años 30.

Con los fuselajes monocasco de aluminio se conseguía mucha mayor resistencia a la flexión y a la torsión, al tiempo que se liberaba el espacio interior del cuerpo del avión de las barras diagonales rigidizadoras. No obstante, la piel metálica era demasiado pesada en el caso de los aviones grandes, y los modelos estructurales evolucionaron hacia híbridos entre las estructuras espaciales de barras y costillas y las de piel metálica tensada, resultando en las mencionadas estructuras semi-monocasco, en las que la piel estructural de aluminio se fusionaba con las costillas rigidizadoras interiores. Este sistema se impuso a partir de entonces en la construcción de aviones y de otros vehículos como fueron el autobús *Routemaster* o el *Jaguar E-Type*, de los años 60 ("A Brief History of Aircraft Structures," n.d., "Aircraft Structures | Aerospace Engineering Blog," n.d.).

Otros avances tecnológicos de los años 30, que fueron fundamentales para el desarrollo posterior de la aviación, se debieron en gran parte a los estudios en los túneles de viento de la NACA. Algunos de ellos son, por ejemplo, la cubrición de los pistones del motor mediante un carenado aerodinámico -que hemos podido observar en el *Boeing 200 Monomail* de la página 163-, el control de la velocidad y de la altura por medio de alerones partidos y retráctiles incluidos en el borde de las alas, la presurización de la cabina, el control del ángulo de las hélices en función de la velocidad, o el tren de aterrizaje retráctil (Anderson, 1999) como el que podemos ver en el DC-3 de la página siguiente.

Aerolíneas comerciales

A partir de los años 20 comenzó el transporte aéreo de correo con la aparición de las primeras compañías comerciales y además, se produjo el desarrollo de los aviones privados y la aparición de los aeroclubs. El primer vuelo transatlántico sin paradas fue realizado en 1927 por Charles Lindbergh (1902-1974), aviador e ingeniero de Detroit, en su monoplane de un solo motor *Spirit of St. Louis* y a partir de 1930 se crearon las primeras grandes aerolíneas para pasajeros, abriendo multitud de rutas aéreas nuevas.

En 1935 el *Douglas DC-3*, diseñado por Jack Northrop (1895-1981) revolucionó el transporte aéreo con mayores alcances y velocidades que sus competidores, y con innovaciones técnicas como las alas en voladizo con estructura celular de piel tensada y con alerones partidos, los motores gemelos de 1200 caballos y el mencionado tren de aterrizaje retráctil que permitía aterrizar incluso sin las ruedas desplegadas. Este modelo incorporaba novedades, como literas para hasta veintiún pasajeros y un servicio de catering a bordo, que hicieron de él un éxito comercial y un referente en la historia de la aviación (Anderson, 1999; Dorling Kindersley, 2013; "Douglas DC-3," n.d.; Grant, 2017).

Fue un sucesor del *DC-3*, el *DC-6 Super Cloudmaster*, uno de los aviones que llevó a Foster por primera vez hacia los estados Unidos en 1961 (Sudjic, 2010).

Motores Turbojet

El desarrollo de los primeros motores turborreactores (*turbojet*) en aviones de la Luftwaffe a partir de 1939 estableció el nuevo camino que seguiría el futuro de la aviación.

Los primeros motore *jet*, se desarrollaron en paralelo en Alemania y en Gran Bretaña. En el caso británico, fue Frank Whittle (1907-1996) quien lo inventó y patentó en 1930 como *turbojet*. En Alemania sería Hans Von Ohain (1911-1998) el ingeniero aeronáutico que patentó un motor similar en 1935. Al final de la Segunda Guerra Mundial, se introdujeron los primeros aviones de combate propulsados por estos motores. En el lado alemán, primero se desarrolló el *Heinkel HE 178* en 1939, y posteriormente el *Messerschmitt Me 262* en 1941, mientras que entre los aliados, el primero en incorporar el motor turbojet fue el *Gloster Meteor* británico, cuya primera versión de 1941 (*Gloster E28/39*) evolucionó mediante varias versiones hasta los años 50 ("A Brief History of Aircraft Structures," n.d., "jet engine | engineering | Britannica.com," n.d.; Anderson, 1999; Hecht & Hecht, 1990). Tras 1945 esta tecnología de propulsión fue su mayor avance y su incorporación a la aviación civil supuso el abandono de la propulsión por hélices.

La NACA en los Estados Unidos se centró en el desarrollo de los vuelos supersónicos cuyo primer logro tuvo lugar en 1947, con el avión-cohete experimental X-1. A partir de estos experimentos fue necesario desarrollar nuevos tipos de alas y de fuselaje, para mejorar el rendimiento, sostener el vuelo y asegurar la seguridad del piloto. Una de las principales características que incorporaron los nuevos aviones fue la de las alas abatidas hacia atrás, formando un ángulo menor de 90 grados con respecto al fuselaje, para quedar contenidas dentro del cono de *Mach*¹³ y equilibrar el centro de gravedad de la nave a velocidades supersónicas. Otro de los caminos que se exploraron fue el desarrollo de aeronaves con forma de ala delta, también inventadas y probadas en túnel de viento por la Alemania nazi, que derivó en formas como la del bombardero británico *Avro Vulcan* de 1952, o el avión de pasajeros *Concorde* de 1969 que podemos ver en la página siguiente (Anderson, 1999; Springer, 2003).

El motor *turbojet* había transformado la aviación, haciendo posibles los vuelos rápidos transatlánticos. Fueron aplicados a la aviación comercial a partir de 1949 en el modelo británico *Comet* DH-106 de la compañía De Havilland, sin embargo, debido a problemas constructivos

¹³ El cono de Mach es la envolvente cónica que forman las perturbaciones en el medio, cuando este es atravesado a velocidades supersónicas.

del aparato que provocaron varios accidentes, la americana Boeing llevó la delantera a partir de 1954 con su modelo 707. En 1952, frente a los accidentes ocurridos en los De Havilland, los directores de Boeing se propusieron construir su propio *jet* comercial de pasajeros, basándose en su experiencia en la fabricación de bombarderos con motores *jet* como el B-52. El 707 tenía las alas abatidas en forma de punta de flecha (ver p. 266) y a diferencia de los *Comet*, llevaba los reactores colgados de la parte delantera de las mismas, lo que hacía mucho más fácil el acceso a ellos para inspección, mantenimiento y recambio, estableciendo el patrón constructivo para las generaciones posteriores de aeronaves (Anderson, 1999; "Boeing 707: el avión que cambió la manera en la que volamos - BBC Mundo," n.d.; Springer, 2003).

La compañía De Havilland, fue corrigiendo errores y mejorando su primer modelo *Comet* en sucesivas versiones posteriores al año 1952. Una de estas versiones mejoradas, el *Havilland Comet 4B* de la compañía Mexicana Golden Aztec, fue el modelo de aeronave que trajo a Foster de vuelta al Reino Unido, procedente de Los Ángeles via Méjico, tras su etapa en los Estados Unidos en 1962 (Foster, 1991; Sudjic, 2010).

El paso de los aviones con hélices y motores de pistones a los de propulsión por turbinas a reacción, se puede ejemplificar respectivamente con el *Hawker Sea Fury* de 1944 y el *Gloster Meteor* de 1944, o en el segundo de los casos, con el más evolucionado *Avro Vulcan* de 1956. En la aviación comercial de pasajeros este cambio tecnológico lo podemos ver entre el *Lockheed Constellation* de 1943 y el citado *Comet 1* de De Havilland de 1952.

Foster comenta al hablar de las necesidades aeroportuarias de Londres a lo largo de la historia de la aviación, que todavía en 1953, un vuelo transatlántico en un *Lockheed Constellation* con propulsión por hélices costaba de diecisiete a veinte horas, mientras que con el *Comet 1*, la duración de los vuelos se redujo aproximadamente a la mitad.

Los años 50 constituyeron un período de revolución tecnológica gracias al desarrollo de nuevos motores y de la informática, que permitía la introducción de numerosos sistemas automáticos de control que derivaron en vuelos mucho más seguros. En la misma década, compañías de fabricación de pequeños aviones privados como la Cessna Aircraft Company comenzaron a crecer de forma exponencial, con modelos como los populares *Cessna 120*, *140* y *150* de dos asientos. Cessna es un fabricante de jets privados que todavía en la actualidad lidera el mercado, con aparatos como el *Citation*, cuya primera versión es del año 1969 y es uno de los aviones que Norman Foster ha pilotado a lo largo de su vida ("Norman Foster at 75: Norman's conquests | Art and design | The Guardian," n.d.).

Zeppelins y Helicópteros

Otros tipos de aeronaves citados en las referencias personales de Norman Foster, son los globos dirigibles (*Zeppelin*) y los helicópteros:

Los *Zeppelin* fueron desarrollados en primer lugar por Ferdinand Von Zeppelin (1838-1917), a partir de 1893, y volaron desde 1910 en Alemania y en otras partes del mundo como transporte comercial de pasajeros y como bombarderos. El *LZ120 Bodensee*, de 1919, fue diseñado por el ingeniero Paul Jaray (1889-1974), con un perfil aerodinámico novedoso modelado a partir de pruebas en el túnel de viento y operó en el transporte de pasajeros a partir de 1919. En este diseño de Jaray se basaron otros importantes modelos posteriores como el *Graf Zeppelin* de 1928. Veremos como este diseñador tuvo un papel protagonista en el desarrollo posterior de los coches aerodinámicos como el *Tatra T77* de 1934.

Los *Zeppelin* se convirtieron en los años 30 en un modo de transporte común para las clases más acomodadas en los Estados Unidos y en Europa. Tanto era así que la espiga de remate superior del Empire State Building de Nueva York, inaugurado en 1931, se diseñó como punto de anclaje y embarque para estos aparatos aerostáticos. En otro ejemplo al respecto podemos destacar que cuando Buckminster Fuller diseñó sus viviendas prefabricadas a partir de los años 30, planteó que estas debían ser lo suficientemente ligeras para ser transportadas por un *Zeppelin* ("DELAG: The World's First Airline | Airships.net," n.d., "zeppelin | aircraft | Britannica.com," n.d.; Pawley, 1990).

Los helicópteros comenzaron su desarrollo basándose, entre otros prototipos, en el autogiro de Juan de la Cierva (1895-1936), desarrollado entre 1923 y 1924. De la Cierva había conseguido equilibrar la cabina y la rotación de las aspas por medio de anclajes articulados en las mismas. Tras el autogiro, otros pioneros como el Doctor Heinrich Karl Johann Focke (1890-1979) desarrollaron sus propios prototipos incorporando nueva tecnología que permitía el despegue vertical y el control total del aparato. Su Fw 61 realizó el primer vuelo en 1936; su vuelo más famoso fue el pilotado por Hanna Reitsch llevado a cabo dentro del pabellón Deutschlandhalle en 1938 (Dorling Kindersley, 2013; "Focke-Wulf Fw 61 helicopter - development history, photos, technical data," n.d.).

La empresa del ingeniero ruso-estadounidense Igor Sikorsky (1889-1972), que todavía existe hoy en día, fue desde estos inicios una de las principales fabricantes y diseñadoras de helicópteros. El primer helicóptero, tal y como lo conocemos hoy en día, fue el *Sikorsky R-4* desarrollado a partir de su modelo V-300, cuya producción en masa comenzó a partir de 1942 con los encargos para las fuerzas armadas estadounidenses y británicas. Tras la Guerra Mundial, en 1945, se lanzó el *Sikorsky S-51* para usos comerciales; el *HO-3S-1* fue su variante militar y el primer helicóptero asignado a los marines de los Estados Unidos para tareas de reconocimiento y de rescate, al no haber resultado eficiente para el combate. Su tren de aterrizaje de tres ruedas y su alto centro de gravedad lo hacían inestable en la mayoría de terrenos; su falta de instrumentación trasera dificultaba tareas nocturnas o en condiciones meteorológicas adversas y la alta posición del motor hacía difícil su mantenimiento.

En el año 1966 ya podemos ver imágenes de un *Sikorsky S-64* transportando una casa prefabricada del mismo modo que Fuller había pensado para sus viviendas ligeras (Dorling Kindersley, 2013; “Sikorsky HO3S-1 Marine Helicopter,” n.d., “Sikorsky S-64A Sky Crane Helicopter,” n.d.).

Otro fabricante importante fue la compañía Bell Helicopter, cuyo modelo *Bell 47*, fue el primer helicóptero certificado para su uso civil. Realizó su vuelo inaugural en 1945 y se mantuvo en producción hasta 1973. Pese a sus prestaciones limitadas, su sencillez y bajo coste hicieron de él un diseño muy rentable (Dorling Kindersley, 2013; “The History of Bell Helicopter: 1960-1969,” n.d.).

Foster alude con frecuencia al helicóptero *Bell Jet Ranger* de 1965, que fue un aparato para uso civil y de un único motor, desarrollado a partir del helicóptero militar *OH-4*. La transformación de militar a civil la llevó a cabo Charles Wilfred Butler (1914-1973), -arquitecto y diseñador industrial que había trabajado en la sección de transporte del estudio de Raymond Loewy-. Butler rediseñó el helicóptero con un envoltorio aerodinámico, a la manera en que se diseñaban las carrocerías de automóviles en aquella época, y consiguió con el *Bell Jet Ranger* un helicóptero que estuvo en servicio más de 45 años, hasta 2010 (Airliners.net, n.d.; “Bell Model 206A JetRanger Archives - This Day in Aviation,” n.d., “Charles Wilfred Butler | American industrial designer | Britannica.com,” n.d.; Sudjic, 2010).

4.2.5 Automóviles 1901-1961

En palabras de Foster: “I think cars encapsulate the history of innovation and style” (Foster en Sirefman, 2014).

Cuando el arquitecto habla de automóviles, lo suele hacer en referencia al diseño aerodinámico, a sus innovaciones, o a su construcción por ensamblaje de componentes, generalmente para explicar una relación coste-beneficio debida a alguna característica particular en su diseño. Como hemos explicado al inicio del capítulo cuarto, muchos de los vehículos que citaremos a continuación pertenecen a su biografía personal en la que se cuenta que su padre tuvo una furgoneta *Jowett*, que Foster asistió a la Triennale de Milán en 1957, donde se exponía el *Citroën DS* como si de una nave espacial se tratase; o que años más tarde, en los 70, el arquitecto transportaba su planeador en un *Range Rover*. Otros vehículos forman parte de las posesiones personales del arquitecto, como son el *Jeep Willys*, el *Lotus Seven*, el *Citroën 2Cv Sahara*, o el *Dymaxion Car* diseñado por B. Fuller; Algunos son citados en relación a los proyectos, como fuente de inspiración y como analogías: por ejemplo, el chasis del *Lotus Elan* de 1962 se cita en relación a la concepción estructural de la mesa *Nomos* y el *Ford Mustang* de 1964, con sus múltiples carrocerías sobre un mismo chasis, se cita como ejemplo de la flexibilidad en el diseño que ofrece el establecer un componente base de la máxima eficiencia como punto de partida en el proyecto y se compara con el caso de la fachada de vidrio del edificio para la compañía *Willis Faber & Dumas*, en el que el ahorro que supuso el diseño de la misma permitió una mayor inversión en otras partes del edificio para beneficio de los usuarios.

Vehículos solares como el *Honda* del año 1993 son fuente de inspiración por su aerodinámica y su eficiencia. Por otro lado, algunos vehículos aquí citados están relacionados con los proyectos de edificios de Foster para marcas de automóviles, como sería el caso del *Renault Fuego* y de los Fórmula 1 de *Renault* y *McLaren*. En otros casos se tratará de vehículos diseñados parcialmente por el arquitecto o incluidos como parte de sus proyectos, como el vehículo sin conductor diseñado para el proyecto de la ciudad sostenible *Masdar* en *Abu Dhabi*, de 2007-2010 (ver p. 279).

Los automóviles eran uno de los referentes que aparecían en las publicaciones de Le Corbusier recogidas en su libro *Hacia una Arquitectura*, de 1923, que Foster leyó de niño en su biblioteca local. En dicho libro, Le Corbusier hablaba de la forma y las proporciones de los automóviles frente a las de la arquitectura clásica, mientras proponía el ejemplo de su innovación y fabricación como modelo para la construcción de viviendas. Algunos de los automóviles que aparecen en este libro son: un *Delage* de 1921, un *Humbert* de 1907, un *Hispano-Suiza* de 1911, o un *Voisin Torpedo-Sport* de 1921.

4.2.5.1 Inicios de la automoción

Hemos explicado que la revolución del ferrocarril comenzó entre 1814 y 1830 con George Stephenson. Anteriormente, ya se había aplicado la máquina de vapor a triciclos y carros, en lo que se consideran los primeros automóviles (Siegfried Marcus, Viena 1770), pero éstos no fueron realmente desarrollados hasta un siglo más tarde, a partir de la aplicación del motor de combustión interna, siendo la patente de 1886 del automóvil de Karl Benz en Mannheim (Alemania), su *Benz Patent-Motorwagen*, el momento considerado como el inicio de la automoción actual (“Benz Patent Motor Car, the first automobile (1885 – 1886) | Daimler & Company > Tradition > Company History,” n.d.).

La parte estética del automóvil fue convirtiéndose en la primera década del siglo XX en un elemento principal en su diseño. Un hito al respecto fue el *Rolls Royce 40/50 Silver Ghost* de 1907, que en sus formas y en sus materiales buscaba la exclusividad, por medio del empleo de metales, cueros y alfombras, junto a connotaciones estilísticas de la antigüedad clásica como la rejilla del radiador de la parte delantera en forma de templo griego, coronada por una estatua en miniatura que representaba una figura alada conocida como “el espíritu del éxtasis”. Algunos de sus detalles son ya del estilo que posteriormente se conoció como Art Déco, como la utilización de cromados, las pieles, y los símbolos exóticos como la boa *constrictor* metálica que da forma al tubo de la bocina situado en el exterior junto a una de las puertas. Este vehículo contaba ya con carrocería de aluminio y chasis de acero (Dorling Kindersley, 2011; Torrent & Marín, 2005, p. 99).

En 1908, Henry Ford presentó su modelo T, un automóvil de bajo coste que revolucionó la sociedad americana y la del resto del mundo. Antes de Ford, los automóviles eran un objeto de lujo y en muchos casos necesitaban de un chófer con conocimientos mecánicos para su utilización. Ford se propuso en 1908 construir un automóvil para la gran multitud. El automóvil disponible para la mayor parte de la población supuso la expansión de las ciudades, la construcción masiva de carreteras y la posibilidad de desplazamiento autónomo para cualquier persona. En la cadena de producción de Ford, el chasis estaba en movimiento continuo e intervenían diferentes operarios especialistas coordinados para aumentar al máximo la productividad. Así se consiguió reducir los tiempos de fabricación de 728 minutos a 93 minutos por cada chasis y en 1914 se llegaron a producir 1000 vehículos al día, montados por ensamblaje de componentes en una serie de cadenas de producción. Para Ford era un orgullo que cada componente fuese de la máxima calidad y durabilidad ("Henry Ford | American industrialist | Britannica.com," n.d., "Henry Ford Changes the World, 1908," n.d.; Torrent & Marín, 2005, p. 100).

El automóvil a bajo coste supuso la democratización de la libertad de movimiento rápido e individual, de los viajes y del transporte privados. Entre 1900 y 1930 nacieron la mayoría de los principales fabricantes de automóviles de la historia: Mercedes, Ford, General Motors, Chevrolet, Bugatti, Citroën, Renault, Ferrari, BMW, Cadillac, Rolls-Royce, Austin, Buick, Chrysler, etc. La producción de la mayor calidad al menor precio se convirtió en el primer objetivo de muchos de ellos.

En 1928 Louis Renault decía: “Mi objetivo es construir el mejor coche al precio más bajo para que algún día cada familia de Francia pueda tener su propio automóvil” (Dorling Kindersley, 2011, p. 62).

En cuanto a su morfología, podemos decir que el automóvil evolucionó directamente a partir de los coches de caballos y de las bicicletas, heredando sus estructuras arquetípicas (Zevi, 1948). La década de 1920 fue la de su desarrollo como símbolo cultural, como representante de estatus y estilo de vida. Esta década fue también el inicio del desarrollo de los vehículos de competición y del establecimiento de las carreras deportivas. La competición asociada a los vehículos, tanto industrial como deportiva, generó la mejor ingeniería del momento, en un proceso constante de innovación tecnológica, formal y constructiva (Torrent & Marín, 2005).

4.2.5.2 Diseños, estructuras y materiales

El automóvil y el avión tuvieron un desarrollo paralelo a principios del siglo XX y hubo un gran transvase de ideas e innovaciones entre los dos campos. En muchos casos, los fabricantes de motores de aviones eran en origen fabricantes de automóviles, como en el caso de Rolls Royce; en otros casos, como el de BMW, la empresa nació de la fabricación de aviones y posteriormente pasó al desarrollo de automóviles y motocicletas (Dorling Kindersley, 2011, p. 100).

Algunos vehículos fueron pioneros en diseños resueltos a partir de pruebas en túneles de viento con el objetivo de mejorar su aerodinámica, tal y como se hacía en la aviación desde sus inicios. El *Chrysler Airflow* de 1934, al igual que las máquinas de tren *Zephyr* y *M10000*, también de 1934, se diseñaron de este modo. Otro modelo pionero, resultante de los ensayos en túneles de viento, fue el *Tatra 77* de 1934, diseñado por Hans Ledwinka y por el ingeniero Paul Jaray, que como hemos explicado había sido el diseñador del *Zeppelin LZ-120 Bodensee* de 1919 (AV Monografías, 2013; Dorling Kindersley, 2011, 2014; “LZ 120 Bodensee Archives - This Day in Aviation,” n.d.).

En los años 30, Audi y Mercedes habían desarrollado modelos de competición como los *A*, *B*, y *C*, de Audi, pilotados entre 1934 y 1937 por pilotos como Bernd Rosemeyer (1909-1938), o como el Mercedes W125, pilotado por Rudolf Caracciola (1901-1959). Estos modelos fueron conocidos como las “flechas de plata” y compitieron con otros como el Alfa Romeo P3, pilotado

por Tazio Nuvolari (1892-1953), quien batió a los alemanes en su propio circuito de Nürburgring en 1935. Éstos fueron probablemente los automóviles en los que se basa la historia personal de Foster, en la que se cuenta como el arquitecto, en los años 40, consiguió una plaza en la Burnage High School, a partir de una redacción sobre los Auto-Union y los Mercedes-Benz compitiendo en el circuito de Nürburgring, cuyas imágenes aparecían en las tarjetas adjuntas en los paquetes de tabaco (ver p. 190).

Los modelos de competición llevaron a desarrollos como el Audi Type C de 1937, en el que se basó el posterior *Audi streamlined Type C*, y a modelos como el experimental aerodinámico de Mercedes, el *W125 Rekordwagen* de 1938, con el que Rudolf Caracciola llegó a 432.7 Km/h en 1938¹⁴.

Como hemos visto al hablar del *streamlining*, en los Estados Unidos a partir de los años 30, lo aerodinámico se convirtió definitivamente en la estética predominante. En los 40, aparecieron diseños aerodinámicos como el de la carrocería del *Cisitalia 202 Coupé*, de Sergio Pininfarina (1926-2012) en 1947, que posteriormente pasó a ser el primer automóvil en formar parte de la colección del MOMA de Nueva York. En los 50, vehículos como el *Cadillac Eldorado* de 1953 de Harley Earl (1893-1969), hacían uso de exageradas aletas verticales que imitaban las de los aviones y los cohetes. Toda esta estética, unida a la prosperidad económica de los años 50, y a la carrera espacial recién inaugurada, contribuyó al engrandecimiento del mito del éxito y el sueño americano (Dorling Kindersley, 2011; Torrent & Marín, 2005).

14 Las referencias bibliográficas proceden de varios libros y páginas web: ("Auto Union 16-cylinder Streamliner racing car type C, 1937 > Models > History > AUDI AG," n.d., "Auto Union Grand Prix racing car Type C, 1936 > Models > History > AUDI AG," n.d., "The eternal record. - Mercedes-Benz," n.d.; Sudjic, 2010).

A las innovaciones estilísticas acompañaron innovaciones tecnológicas de todo y tipo, desde los motores, hasta los materiales o los sistemas de seguridad. Por ejemplo, el *Chevrolet Corvette* de 1953, era un biplaza construido en plástico reforzado con fibra de vidrio, diseñado por Harley J. Earl, que era ingeniero de la General Motors. Earl diseñó también el *concept car Cadillac Cyclone* del 59, en el que trataron de introducir las últimas tecnologías y estética: a las aletas de tiburón y a las formas simbólicas de los cohetes acompañaban el ordenador de a bordo, la cabina esférica de apertura automática fabricada en *Plexiglass*® con filtro ultravioleta, las puertas laterales correderas y los radares de proximidad escondidos tras los conos frontales cuya tecnología era heredada de los aviones a reacción que se estaban desarrollando en la época. A estos avances, se sumaban otros como el motor V8 de 325 caballos o la utilización de las suspensiones independientes en cada rueda, que anticiparon el equipamiento futuro en los coches corrientes (Dorling Kindersley, 2011; “Earl, Harley J. - Generations of GM,” n.d., “HARLEY EARL,” n.d.).

En los 50 se introdujeron muchos otros vehículos míticos y revolucionarios como la furgoneta *Transporter* de Volkswagen, el *Mercedes 300 SL –Alas de gaviota–*, el *Cadillac El Dorado*, los *Bubble Cars* (coches burbuja) como el *BMW Isetta*, el *Austin Mini Seven*, o el *Citroën DS*. Estos vehículos ya apuntaban hacia las formas y usos de los 60, aunque muchos de los grandes turismos de la época, como el *Jaguar 150XK coupé* de 1958 de Paul Rudolph, todavía tenían formas derivadas del Art Déco de los años 30 y 40 (Barker, Harding, & Barker, 1970; Dorling Kindersley, 2011; Torrent & Marín, 2005).

El *Mini* de 1959 fue un modelo concebido por Alec Issigonis (1906-1988), con la contribución de Alex Moulton (1920-2012), que transformó la concepción de los coches pequeños en los años 50. El mismo Moulton, que fue amigo personal de Foster, había diseñado las suspensiones del *Mini* y fue quien diseñó la bicicleta que lleva su apellido. Curiosamente esta bicicleta era la que utilizaba Reyner Banham en los 60 y es también uno de los objetos de referencia para Foster, con el que se fotografió para escenificar su pasión por los valores de diseño que la bicicleta representa (“Alex Moulton obituary | Technology | The Guardian,” n.d., “Tribute to Dr Alex Moulton | Foster + Partners,” n.d.; Torrent & Marín, 2005).

El Citroën 2cv Sahara

Foster habla del *Citroën 2cv* en diversas ocasiones, y es que este automóvil es un icono de la historia de la automoción y de la historia de Citroën. El arquitecto al parecer tiene una réplica de la versión *Sahara* del *2Cv*, que restauró en el año 2010.

El *Citroën 2Cv* fue diseñado por el ingeniero Pierre Boulanger, quien trabajó en él desde antes de la Segunda Guerra Mundial. Fue un vehículo diseñado para ser robusto y asequible, para amoldarse a los requerimientos de la Francia rural. En su construcción, hizo uso de las últimas

técnicas existentes para el moldeo del metal y se convirtió en un representante de lo francés, en contraste con otros modelos como el *Volkswagen Beetle* alemán que representaba otra forma de pensamiento, carácter y forma de vida (Sudjic, 2008, p. 42).

El Citroën DS

El *Citroën DS* es uno de los diseños favoritos de Norman Foster. Fue diseñado por Flaminio Bertoni (1903-1964), Andre Lefebvre (1894-1964) y Paul Mages (1908-1999), y lanzado en 1955. Era el coche más avanzado de su tiempo y ha sido considerado como un hito en la historia del automóvil y en la de los símbolos de la sociedad contemporánea. El *DS* tenía innovaciones en todos los aspectos: poseía un sistema hidroneumático que hacía funcionar la suspensión autorregulable, los frenos de disco, el volante y el cambio de marchas semiautomático; la carrocería aerodinámica estaba compuesta de paneles que se atornillaban sobre una subestructura interna y el techo estaba fabricado en fibra de vidrio, o también en resinas epoxy, aluminio o acero según diferentes versiones, para conseguir bajar el centro de gravedad del vehículo; en el interior se utilizaban diferentes tipos de plásticos, que eran novedosos para la época; tenía un sistema de calefacción y ventilación por conductos hasta los asientos delanteros y traseros. Otras innovaciones fueron el capó de aluminio, la ventana trasera de *Plexi-Glass*®, el ventilador del radiador y el salpicadero de nailon, el tamaño de las ruedas y la geometría trapezoidal del chasis. ("60 years of the Citroën DS | History Today," n.d., "Citroën ID/DS short history," n.d., "DS & Citroën: a common history," n.d.; Barthes, 1957; Sudjic, 2010)

Otros vehículos destacables de los años 50 fueron el Mercedes 300 SL "Alas de Gaviota" de 1954, el *Lotus Seven* o el *Ferrari 250 California*, ambos de 1957, que podemos ver en la página 196.

4.3 Imágenes biográficas de Foster de 1935 a 1961

Hasta ahora hemos recogido algunas de las influencias reconocidas por el arquitecto, que comienzan con la época del vapor, abarcando hasta 1961, momento en el que Foster salió de Manchester. Para completar el mapa de imágenes del arquitecto hasta 1961, es necesario que nos detengamos en el período que va desde su nacimiento en 1935, hasta justo antes de su viaje de estudios a Yale en 1961, para recoger un conjunto de imágenes de temas diversos e inconexos que pertenecen a su etapa de infancia y adolescencia e incluyen temas como: la pintura de Paul Nash (1889-1946), la de J.M.W. Turner (1775-1851), y la de L.S. Lowry (1887-1976); algunos de los cómics que leyó de niño; juegos de construcción como *Meccano* y *Trix*; las bicicletas; el telescopio Lovell; sus lecturas en la biblioteca local de Levenshulme; las imágenes del ayuntamiento de Manchester donde trabajó durante dos años; la arquitectura vernácula del norte de Inglaterra, o la arquitectura de Niemeyer a partir de su Casa Das Canoas de 1951. Cubierta esta etapa, abordaremos las influencias de Foster vinculadas a su etapa en los Estados Unidos entre 1961 y 1962 y por último, repasaremos la etapa que comienza con su vuelta a Inglaterra y llega hasta nuestros días. Continuando con la serie cronológica, en cada una de estas etapas, continuaremos recogiendo sus influencias principales, especialmente las de los mundos del arte, la arquitectura y la ingeniería de automóviles y aeronaves.

4.3.1 Pintura: JMW Turner , Paul Nash , LS Lowry

JMW Turner, (1775-1851):

Norman Foster se refiere a Turner como uno de sus héroes del siglo XIX. Joseph Mallord William Turner fue un pintor romántico, nacido en Londres en abril de 1775. Se considera que fue un precursor del impresionismo. Pintó principalmente óleos y acuarelas de paisajes, en los que representó la energía y el poder de la naturaleza y se le conoce como el pintor de la luz. Algunos de sus cuadros como *Lluvia, Vapor y Velocidad* de 1844, representan algunos de los temas principales que comentaremos sobre la obra e influencias de Foster: la luz, la energía, y la variabilidad espacio-temporal representada por la máquina de tren y la velocidad¹⁵.

15 Referencias bibliográficas procedentes de múltiples fuentes: ("Joseph Mallord William Turner | artist | 1775 - 1851 | National Gallery, London," n.d., "Joseph Mallord William Turner | Rain, Steam, and Speed - The Great Western Railway | NG538 | National Gallery, London," n.d., "Turner as a modern artist | Tate," n.d., "William Turner: El pintor de la luz - TrianartsTrianarts," n.d.; Prevost, 2013; Sudjic, 2010)

LS Lowry (1887-1976):

Lowry es para Foster el pintor de los ambientes urbanos y cotidianos de su lugar natal, los paisajes industriales del noroeste de Inglaterra de mediados del siglo XX. A veces se cataloga a Lowry como un pintor *naïf*, caracterizado por un estilo libre, de espontaneidad autodidacta y los colores intensos. Él mismo se clasificaba como un pintor *amateur*, como un “pintor de domingo que pintaba todos los días”. Algunos de sus maestros como el impresionista francés Adolphe Vallette le influyeron en el modo de mostrar los paisajes y la ciudad moderna¹⁶.

Paul Nash (1889-1946):

Paul Nash nació en Londres en 1889 y fue pintor, fotógrafo y dibujante, reconocido principalmente por sus cuadros del paisaje inglés y por sus escenas en el frente de guerra. Se considera a Nash un pintor enmarcado en la corriente surrealista, por la que se interesó desde los años 30 tras visitar una exposición de Giorgio de Chirico en Londres en 1928.

¹⁶ Referencias bibliográficas provenientes de múltiples fuentes: (“forma es vacío, vacío es forma: Laurence Stephen Lowry - pintura,” n.d., “His Life and Career,” n.d., “L.S. Lowry: Figurativismo realista y paisaje urbano - Trienarts Trienarts,” n.d., “Lowry and the Painting of Modern Life - Exhibition at Tate Britain | Tate,” n.d., “The LS Lowry Collection,” n.d.; Prevost, 2013; Sudjic, 2010)

Nash combinó la tradición del paisajismo británico con la vanguardia europea del momento y ayudó a introducir en Inglaterra a artistas como André Breton o Man Ray a través de una exposición celebrada también en Londres en 1936¹⁷.

4.3.2 Cómic y ciencia-ficción

Otro de los recuerdos que Foster cita como sus influencias en el diseño son las series de cómic que leía en su infancia y juventud. La influencia de los cómic reside en las temáticas, en el grafismo y en la forma de representación de las historias y de los artefactos tecnológicos que se muestran en ellos. Algunos principales fueron las aventuras de “Dan Dare, el piloto del futuro” de la revista *Eagle* y los cómic de *Flash Gordon* (AV Monografías, 2013; Sudjic, 2010).

17 Referencias bibliográficas procedentes de múltiples fuentes: (“BBC Arts - BBC Arts - From trees to trenches: Why Paul Nash was the most important landscape painter since Constable,” n.d., “Paul Nash - Exhibition at Tate Britain | Tate,” n.d., “Paul Nash (1889–1946) | Art UK Art UK | Discover Artists Paul Nash (1889–1946),” n.d., “Paul Nash | Arte & Artistas,” n.d., “Paul Nash Biography,” n.d.; Sudjic, 2010)

Otras de las influencias de niñez para el arquitecto fueron los juegos de construcción. Sabemos por su biografía, que Foster exprimía el juego de construcción *Meccano*, que se comercializó en Reino Unido desde 1901 hasta 1960 y posteriormente hasta nuestros días. *Meccano* consistía en un kit de bandas metálicas perforadas y reutilizables, pletinas, ángulos, ruedas, engranajes, tuercas y tornillos que permitían la construcción de maquetas y aparatos mecánicos simplemente con un destornillador y una llave inglesa. En 1934 las piezas del *Meccano* cambiaron de color por primera vez, con ocasión del aniversario de la marca en 1926, y esta vez las vigas pasaron a ser doradas, mientras que las pletinas cambiaron a un color azul con una retícula dorada sobre una de sus caras. Estos colores se mantuvieron en Reino Unido hasta 1945¹⁸.

18 Referencias bibliográficas procedentes de múltiples fuentes: ("A Brief History Of Meccano," n.d., "History of Meccano," n.d., "Welcome to Meccano ® Your inventions need Inventing! Your dreams needs Life!," n.d.; Sudjic, 2010)

4.3.4 Las bicicletas

La primera referencia que aparece en la biografía de Norman Foster en cuanto a su relación con las bicicletas es la que muestra una fotografía suya en la que con cinco años aparece montando un triciclo. Según el arquitecto, la bicicleta siempre ha sido un referente para él. En su adolescencia escapaba de Manchester en una de corredor que él mismo modificaba y decoraba a su gusto (Sudjic, 2010, p. 24).

En 1985 el crítico Reyner Banham dio una conferencia en la Universidad de East Anglia, en Inglaterra, dedicada a Foster y su equipo, que se tituló *Beyond The Yellow Bicycle, Technology, imaginery and Foster Associates*; en ella describía como la bicicleta era un símbolo para Foster y tenía su influencia en la lógica de sus razonamientos y en el lenguaje de su arquitectura, además de ser su modo de transporte preferido (Jenkins, 2002).

El propio Reyner Banham también circulaba habitualmente en su bicicleta *Moulton* en los años 60. Éste modelo, ha sido un referente para Foster y junto a él, su diseñador, Alex Moulton, de quien fue amigo personal y que había diseñado el sistema de suspensiones para el famoso automóvil *Mini* de 1959.

Foster entrena habitualmente en su bicicleta de corredor, -una *Cervélo* de fibra de carbono-. Las bicicletas son un referente en el diseño de artefactos y de estructuras tridimensionales, por su eficiencia, por su rendimiento, por su ergonomía y por su diseño anónimo, que no ha variado apenas desde sus primeras versiones. La bicicleta, constituye una extensión mecánica de las capacidades humanas. Por otra parte la rueda de radios de las bicicletas es un ejemplo paradigmático del funcionamiento de estructuras a tensión, que ha servido de inspiración a las estructuras de cables de edificios y prototipos como la *Dymaxion House* de Buckminster Fuller, la Torre Collserola, o el edificio Renault de Norman Foster (*"Dymaxion World | The Buckminster Fuller Institute,"* n.d.; Pawley, 1990; Sudjic, 2010; Torrent & Marín, 2005). Podremos ver la influencia y las analogías directas con las bicicletas en el diseño de la mesa Nomos de 1987 y en otros diseños y componentes (Jenkins, 2002; Sudjic, 2010; *"Tribute to Dr Alex Moulton | Foster + Partners,"* n.d.).

4.3.5 La biblioteca de Levenshulme

La biblioteca de Levenshulme era el lugar donde Foster se refugiaba de la humedad de su habitación y del acoso que sufría en el colegio. En ella Foster descubrió dos libros que serían fundamentales en su arquitectura: *Hacia una arquitectura*, de Le Corbusier, publicado en 1923, y *En la naturaleza de los Materiales*, que escrito por Henry Russel Hitchcock en 1942, recogía la obra de Frank Lloyd Wright en textos y fotografías que incluían desde las *Prairie Houses* hasta la *Casa de la Cascada* o el edificio para la compañía Johnson and Wax de 1936 (Hitchcock, 1942; Sudjic, 2010).

Estos dos, son los primeros arquitectos a los que Foster todavía hoy en día se refiere como “*my heroes*”. Para Foster Wright era un arquitecto de ciencia-ficción hasta su llegada a Yale en los Estados Unidos, donde visitó algunas de sus obras, y donde el profesor Vincent Scully explicaba la obra de Wright enraizada en la historia y en su contexto. Le Corbusier por su parte, supuso una gran influencia, que comenzaba por su comparativa de la arquitectura con los automóviles, barcos y aviones, y por su visión global del papel del diseño en la sociedad. Estos ingredientes formarán parte anidada de la aproximación de Foster al diseño y la arquitectura (“Norman Foster - Royal Gold Medal Presentation -,” 1983; Sudjic, 2010).

4.3.6 El telescopio Lovell 1951-1957

El Lovell es otra referencia principal. El radio telescopio era una de las visitas recurrentes de Foster en sus escapadas desde Manchester. Construido en 1957, constituyó en su época el telescopio con rotación más grande del mundo y hoy en día es a nivel mundial el tercero en tamaño.

El radiotelescopio es un plato basculante de acero de 76.2 metros de diámetro y sección parabólica, con una distancia focal de 22.9m que intercepta ondas de radio provenientes de cualquier punto del firmamento, gracias a su movimiento de rotación sobre raíles de tren y a la articulación en su sección transversal que le permite enfocarse hacia el firmamento (“The Lovell Telescope - Jodrell Bank,” n.d.).

4.3.7 Manchester Townhall

Por deseo de sus padres, Norman Foster entró a trabajar en el ayuntamiento de Manchester con 16 años, en 1951, y allí permaneció durante un par de años. El ayuntamiento de Manchester fue un edificio que dejó huella en Foster. Su construcción había finalizado en 1877, siendo un edificio de estilo neogótico proyectado por el arquitecto Alfred Waterhouse (1830-1905). Posee una gran torre central, de 87m. de altura, que incluye un reloj. En el interior, fueron los detalles de piedra, vidrio, madera y metal de cada espacio lo que más llamó la atención de Foster y entre ellos, un detalle en concreto: el conjunto de cisternas y cascadas sobre los urinarios de porcelana en los aseos de hombres.

Every staircase was different – I can even remember the nooks and crannies. I remember the men's room with great kind of glass cisterns suspended and I was fascinated by buildings. I would make excursions at lunch time, I'd explore Rylands Library which was the first building to incorporate electricity and I was fascinated by the arcades, Barton Arcade, Lancaster Arcade, no longer there. I could just about walk to the Daily (Foster, 2013).

En su horario de almuerzo, Foster cruzaba la ciudad para visitar edificios que han quedado grabados en su memoria. Algunos de ellos son el Daily Express de 1938 en Ancoats, diseñado por Owen Williams, con aires Art Déco; o las estructuras de vidrio y metal del siglo XIX como la Barton Arcade de 1871 (Sudjic, 2010, pp. 30-31).

Como ya hemos comentado al hablar de los aviones, tras su etapa en el ayuntamiento de Manchester, entre 1953 y 1955, Foster realizó en el servicio militar en una unidad de la Royal Air Force dedicada al mantenimiento de un sistema de radar que ya estaba obsoleto para la tecnología de los aviones de la época. Al acabar el servicio militar entró a trabajar como contable en la oficina de arquitectura de John Beardshaw, donde descubrió su vocación como arquitecto. En la oficina de Beardshaw conoció algunas obras que todavía recuerda como esenciales entre sus influencias, como es la Casa Das Canoas del arquitecto brasileño Oscar Niemeyer, publicada en la revista *Architectural Review* en 1954. Esta casa de Niemeyer será uno de los gérmenes de los perfiles ondulados como característica o componente principal en las obras de Foster, que analizaremos en el capítulo 5.

En 1956, Foster entró en la escuela de arquitectura de Manchester. Su primer proyecto de escuela, fue un refugio junto a un lago, que ya contenía varios de los principios y componentes que observaremos más adelante en sus obras. Un único techo cubría las diferentes funciones a integrar, incluyendo tras una separación de vidrio, el espacio para una barca, *-la Riva Aquarama-*, con la que según nos cuenta, el arquitecto tenía un romance personal (Sudjic, 2010, pp. 41-47). Quizá este primer gesto consistente en proyectar una cubierta unificadora de funciones contenía ya en el plano subconsciente la influencia de Frank Lloyd Wright y su casa Robie de 1910, en la que el aparcamiento se ubicaba, de una forma novedosa para la época, bajo el mismo techo que la vivienda.

My very first design project was a boathouse and a retreat in the Lake District (....) I integrated the boathouse and the retreat to form a single building on the waterfront. The boat went directly inside the building and the living accommodation was located alongside it, behind a glass screen facing out on to the river (Foster en Sudjic, 2010, p. 46).

4.3.8 1959 Arquitectura vernácula:

Para Foster la arquitectura vernácula ha sido siempre de interés: las fábricas, los graneros, los molinos, los muelles, etc., que se encontraban en su paisaje natal, y en los que se encontraba condensada la sabiduría popular constructiva acumulada durante siglos. La revista *Architectural Review* dedicó alrededor de 1955 varias entregas a la arquitectura tradicional británica a las que Foster tuvo acceso y posteriormente en los Estados Unidos, las grandes maquinarias agrícolas y sus edificios también causaron un gran impacto en el arquitecto.

Para ejemplificar este interés, Foster explica que como ejercicio en la escuela de arquitectura de Manchester se les pedía que dibujasen en detalle edificios que cada alumno tenía libertad para elegir. La norma general era escoger edificios clásicos georgianos, porque era lo que se

consideraba arquitectura; Foster, sin embargo, se decantó por la arquitectura popular, con construcciones como un granero de piedra en el Norte de Gales o un molino de viento en Cambridgeshire. El premio que recibió del Royal Institute of British Architects por los dibujos del molino de viento le protegió de las posibles críticas en su escuela, al tiempo que el importe económico obtenido le permitió realizar algunos viajes por Europa en sus vacaciones, visitando las ciudades y su arquitectura (Sudjic, 2010, p.45).

Esta tendencia a mirar hacia lo vernáculo, se mantendrá hasta hoy en día. Una vuelta a las raíces aporta muchos datos y modelos de diseño que son clave para el éxito de los proyectos, no sólo por su aspecto comunicativo sino principalmente por las soluciones técnicas y tecnológicas que van unidas a la tradición en el saber popular. Además de la tecnología tradicional y la economía de medios implícita, en la arquitectura vernácula se encuentran muchos detalles de gran calidad y sensibilidad que son un modelo de calidez y “toque humano” para el diseño.

Un ejemplo de esta sabiduría tecnológica del pasado es la agrupación de edificios en climas hostiles, como zonas desérticas o de alta montaña. La disposición de los edificios en estas poblaciones optimiza la luz del sol, la sombra y la dirección y velocidad del viento. Estos parámetros, hoy en día tienden a ser diseñados por ordenador con sofisticados programas de análisis climático, y también mediante maquetas a escala con sensores para la recopilación de datos mediante pruebas en túneles de viento.

Los modelos naturales enlazan con lo vernáculo, ya que la evolución de las formas siempre tiende a optimizar su eficiencia en relación a las condiciones del entorno. Esta optimización también se produce en el mundo del deporte y Foster pondrá como ejemplo al respecto, que en las carreras de ciclistas o en las de esquí de fondo, los grupos de corredores adoptan disposiciones que a vista de pájaro son aerodinámicas, tratando de penetrar de la forma más eficiente en el viento y de protegerse del mismo como si de un único cuerpo en movimiento se tratase, tal y como hemos explicado que ocurre con las formaciones urbanas rurales (Norman Foster, 2014).

Otro de los edificios que Foster cita, perteneciente a la tradición cultural del norte de Inglaterra, es el Corn Exchange de Leeds, que principalmente consiste en una cúpula metálica iluminada naturalmente, que cubre un gran espacio central organizado en varios niveles. Algunas de las características de este edificio las podremos ver reflejadas en los proyectos del arquitecto, tanto en conceptos espaciales y funcionales como en los componentes constructivos (Jenkins, 2002).

4.4 La influencia de Le Corbusier y el libro *Vers une architecture*

Charles-Édouard Jeanneret, conocido como Le Corbusier (1887-1965), fue uno de los arquitectos más importantes en la historia del siglo XX y es considerado uno de los máximos representantes del movimiento moderno y del racionalismo en arquitectura y en diseño industrial. Le Corbusier, como otros arquitectos de su tiempo, buscaba la ruptura con la tradición, la pureza y la expresividad elemental en los diseños, y la revolución en los modos de vida por medio de una nueva arquitectura social y democrática.

Su libro *Vers une architecture* era una recopilación de los artículos publicados por el arquitecto entre 1920 y 1925 en la revista *L'Esprit Nouveau*, fundada por él mismo en 1919, y constituyó el libro más influyente en la arquitectura del siglo XX según teóricos como Reyner Banham. Se centraba en una crítica a la actitud conservadora de los arquitectos y de la tradición académica de la profesión, y urgía a una renovación completa de los procedimientos constructivos y del diseño, que consiguiera elevar el campo de la arquitectura al nivel de la tecnología, la cultura y el modo de vida del hombre del siglo XX (Le Corbusier, 1923).

Seguramente, uno de los aspectos de Le Corbusier que más influyó en Norman Foster fue su comparación entre las máquinas y la arquitectura. Según expuso en el citado libro, las máquinas y la ingeniería, representadas por automóviles, barcos, aviones, y edificios industriales, constituían el modelo a seguir para la creación de una nueva arquitectura que representase el futuro y los valores de la sociedad de su tiempo, tal y como la arquitectura de siglos anteriores había representado la tecnología punta de su correspondiente período histórico. Propuso construir las viviendas de igual forma que se construían los automóviles, y estas ideas se sintetizaron en una de sus frases más famosas cuando escribió que la casa era una *máquina de habitar*. La máquina de habitar, debía recuperar la escala humana, y atender las necesidades básicas para una vida más saludable. En la parte final de libro, *Casas en Serie*, Le Corbusier abogó por la producción en serie como representante del espíritu de su tiempo, -una construcción en serie que debía conllevar una moral renovada-. El nuevo modelo de belleza y de estética, se debía formar a partir de elementos puros y de proporciones armónicas; había que recuperar la dimensión espiritual en los diseños mediante la abstracción y la eliminación de lo supérfluo y lo contaminado (Le Corbusier, 1923).

Le Corbusier introdujo y consolidó en su arquitectura muchos temas y componentes en los edificios que influyeron de forma determinante en toda la arquitectura del siglo XX y también en la de Foster. Algunos de ellos son: los jardines elevados; la calle en altura, que materializó en sus proyectos *Unité d'habitation* con equipamientos colectivos integrados en las plantas del edificio a modo de una ciudad sobreelevada; las escaleras helicoidales en espacios a doble altura; la construcción con elementos prefabricados y con componentes de la industria; los *Brise Soleil* (laminas de protección solar); la planta libre y el edificio sobre pilotis dejando la planta baja diáfana; la ventana apaisada; la utilización del hormigón armado visto; la construcción de forjados independientes de las fachadas; la cubierta del edificio entendida como su quinta fachada y como espacio libre comunitario para el ajardinamiento; los espacios domésticos a doble altura; las rampas y el recorrido a través del edificio, etc. Todos estos principios se convirtieron en parte del lenguaje moderno de la arquitectura, y muchos de ellos los podemos ver en su Ville Savoye, construida en 1929 en Poissy, a las afueras de París. En las imágenes del interior de esta vivienda, podemos apreciar también que Le Corbusier entendía el mobiliario interior como equipamiento, y las diferentes partes de la construcción como componentes (Le Corbusier, 1923; Montaner, 2002; Naya, 1996; Torrent & Marín, 2005)

Entre 1920 y 1925 Le Corbusier realizó numerosas propuestas urbanas y proyectos de viviendas, como por ejemplo su vivienda Citröhan (en honor a los automóviles Citroën), la casa para el pintor Ozenfant con quien colaboraba en la revista *L'Esprit Nouveau*, o la villa La Roche (1923-1925). Estos proyectos le ayudaron a definir una serie de ideas básicas que sistematizó en 1926 en sus *cinco puntos de una nueva arquitectura*, que permanecerían desde entonces como un referente programático y compositivo en la arquitectura del siglo XX.

Algunos de sus edificios más destacados fueron los siguientes: el Pabellón del Esprit Nouveau en París (1925); la vivienda prototipo construida para la exposición alemana de arquitectura moderna en Stuttgart *Weissenhofsiedlung* de 1927, en la que se materializan los cinco puntos de la arquitectura, la villa Savoye en Poissy (1929-1931); la Unidad de Habitación de Marsella (Unité d'Habitation, 1947-1952); la capilla Notre Dame du Haut en Ronchamp (Francia, 1950-1954); el monasterio de los dominicos de La Tourette (1957-1960); el pabellón Philips para la exposición universal de Bruselas de 1958 y el planeamiento urbano de Chandigarh, que fue una ciudad construida en la India, en la que Le Corbusier proyectó además los edificios de la Asamblea (1953-1961), el Palacio de Justicia (1952-1956) y el Secretariado (1958) ("Fondation Le Corbusier - BIOGRAPHY," n.d.; Le Corbusier, 1923; Monteys, 2005).

4.5 Viaje a los Estados Unidos y estancia en Yale en 1961-62

Para ampliar sus estudios de arquitectura, Foster obtuvo una beca que le permitió realizar un máster en los Estados Unidos, donde era sabido que estaba lo mejor y más avanzado del diseño de la época. Foster llegó a Yale, New Haven, en 1961. New Haven, está en Conectica, muy cerca de la costa, al este de los Estados Unidos y al interior de Long Island, a 200 km al suroeste de Boston, y a unos 100 Km. al noreste de Nueva York. En Yale, Foster entró en contacto con Serge Chermayeff, con Vincent Scully, y con Paul Rudolph, que fueron sus profesores en la escuela de arquitectura. Tanto Chermayeff como Paul Rudolph eran arquitectos que habían tenido alguna relación personal con Walter Gropius en los Estados Unidos. Como explicaremos más adelante en este capítulo, Serge Chermayeff, era un arquitecto de origen ruso, que había llegado al país a principios de los años 40 tras trabajar con Erich Mendelsohn (1887-1953) en Inglaterra.

4.5.1 Contexto histórico

Las décadas previas a 1961, sobre todo a partir del año 1939 y 1940 con el inicio de la Segunda Guerra Mundial, habían visto llegar a los Estados Unidos a muchos emigrantes procedentes de todas partes de Europa, muchos de ellos pertenecientes a las élites intelectuales de todas las disciplinas. Un ejemplo de ello fueron los pintores surrealistas, como Max Ernst, Roberto Matta, Salvador Dalí y André Masson, que pasaron algunos años en Nueva York entre 1940 y 1950.

En el campo de la arquitectura y el diseño, figuras como Mies Van der Rohe, Walter Gropius, Josep Lluís Sert, Josef Albers y muchos otros, pasaron a dirigir y dar clases en las principales escuelas universitarias del país entre los años 40 y principios de los 60, y consiguieron imponerse como referentes modélicos, enseñando e influyendo sobre toda la generación posterior de artistas, diseñadores y arquitectos de los Estados Unidos y del resto del mundo. Así, en los años 50, las élites del diseño y la arquitectura de Europa confluyeron con los diseñadores, artistas y arquitectos americanos, y los EEUU se convirtieron en el centro de la vanguardia artística, intelectual y científica, lo que se sumaba a su dominio como primera potencia económica y militar.

Tras la guerra mundial, en los años 50 los Estados Unidos experimentaron una época de gran expansión económica y crecimiento demográfico, a la que acompañó la competición nuclear, la Guerra Fría con la URSS, y la participación de EEUU en la guerra de Corea. Fueron también los años de la introducción de la televisión en color, entre 1953 y 1958, y del inicio de la lucha por los “derechos civiles” (“The 1950s - Facts & Summary - HISTORY.com,” n.d.).

Los 60 en los Estados Unidos fueron años marcados por la presidencia y el asesinato del presidente John Fitzgerald Kennedy, la lucha interna en el país por los derechos civiles, el movimiento *hippie*, la guerra de Vietnam, y la Guerra Fría con la URSS y con Cuba. El mismo Kennedy dió una conferencia en Yale en 1962, coincidiendo con la ceremonia de graduación de la promoción de Foster (“Address at Yale University, 11 June 1962 - John F. Kennedy Presidential Library & Museum,” n.d.).

El proyecto *Apollo* de la NASA se convirtió en una prioridad cuando el presidente John F. Kennedy anunció que su objetivo era que un hombre pudiese aterrizar en la luna antes del fin de la década (“Documents - A Brief History of NASA,” n.d.). Por otra parte, los problemas de la

sobrepoblación, el fin de los recursos del planeta, y la sostenibilidad, se convirtieron en una preocupación social, a partir de estudios como el que realizó Rachel Carson (1907-1964) en su libro *Silent Spring* de 1962, sobre el uso de pesticidas y su impacto en el medio ambiente, o también a partir de obras como el libro de Paul R. Ehrlich (1932), *The population Bomb*, de 1968.

En el mundo del arte, los años 50 y 60 en los Estados Unidos fueron el período de Andy Warhol, Mark Rothko, Sol Lewitt, o Roy Liechtenstein, entre otros nombres de gran relevancia. Además, los 60 fueron el momento cumbre para diseñadores como Raymond Loewy, Buckminster Fuller, Eero Saarinen, Charles y Ray Eames, y también para la NASA y para las grandes aerolíneas como Boeing, con el alunizaje del del *Apollo 11*, y el primer vuelo del *Boeing 747 respectivamente*, ambos en 1969 ("The 1960s - Facts & Summary - HISTORY.com," n.d.).

4.5.2 *Space Age*, la NASA y los túneles de viento

Space age y la NASA

Si hay un referente constructivo, tecnológico y estético contemporáneo, en el que se apoya la arquitectura High-Tech, ese es el de la ingeniería aeroespacial, como máximo exponente del desarrollo de la humanidad en nuestro período histórico, y cuyos acontecimientos principales fueron los logros de los Estados Unidos y de la URSS tras la Segunda Guerra Mundial. Las imágenes y la tecnología del espacio siempre han acompañado a Foster a la hora de plantear sus obras.

La NASA o agencia nacional de la aeronáutica y el espacio de los Estados Unidos tuvo sus inicios en la NACA, fundada el 3 de Marzo de 1915, que fue el comité de consultoría nacional para la aeronáutica (National Advisory Committee for Aeronautics), dependiente directamente del presidente de los Estados Unidos. Tanto la NACA como la NASA surgieron a partir de la competencia con otros países antes de la Segunda Guerra Mundial, y con el inicio de la Guerra Fría con la URSS (“NACA Overview,” n.d., “Sputnik,” n.d.).

La NACA, centrada en la tecnología de la aviación, construyó sus primeras instalaciones para investigación en 1920, en el *Langley Aeronautical Laboratory*, en el cual que se llevaron a cabo numerosas pruebas a partir de maquetas y modelos reales probados en túneles de viento. Como hemos dicho anteriormente, gracias a la NACA, se consiguieron avances clave en la historia de la aviación y en la evolución de las aeronaves. Entre los años 30 y los 40, empujados por la urgencia que constituyó el advenimiento de la Segunda Guerra Mundial, la NACA construyó dos nuevos laboratorios, con sus respectivas instalaciones de prueba: el Ames Aeronautical Laboratory en 1940, y el Aircraft Engine Research Laboratory, en Cleveland, 1941.

Tras la guerra, la NACA se centró en conseguir vuelos de mayor velocidad y llegó el primer vuelo supersónico en 1947, con el avión experimental X-1. Durante los años 50 se realizaron numerosos estudios en la tecnología de los cohetes y también sobre la necesaria para la entrada y salida de la atmósfera terrestre. La carrera espacial y la investigación asociada trajeron nuevas formas y dispositivos para las aeronaves, junto a nuevos materiales y a usos innovadores de otros ya conocidos, entre los que se encontraban: la fibra de vidrio, la fibra de carbono, las cerámicas

para el recubrimiento de los transbordadores, nuevas aleaciones metálicas y materiales ligeros y resistentes como los *composite*.

La fabricación de materiales también estuvo influida por la automatización de la producción y por el uso de los ordenadores y de la electrónica. Los años 60 y 70 estuvieron marcados por la utilización y la expansión de la tecnología informática que permitía realizar cálculos a velocidades impensables anteriormente y estos cálculos fueron aplicados a la automatización de los dispositivos de control en las aeronaves. El uso de los ordenadores en los aviones fue posible gracias a la miniaturización de la electrónica desde la invención del transistor en 1947. Desarrollados a partir de la investigación en semiconductores como el silicio y el germanio, los transistores remplazaron a los tubos de vacío en todos los aparatos electrónicos, e hicieron

posible el aumento de la potencia y capacidad de las máquinas y su reducción de tamaño. En los años 80 los ordenadores ya formaban parte de todas las empresas ("history of technology - The 20th century | Britannica.com," n.d.).

El lanzamiento del *Sputnik* en 1958 por parte de la Unión Soviética, provocó que el congreso de los Estados Unidos forzase la creación de la *NASA* ese mismo año, absorbiendo a la *NACA*, con el objetivo de la investigación y desarrollo de todo aquello que estuviese relacionado con la

aeronáutica, el espacio y las comunicaciones ("Columbia Home," n.d., "NACA Overview," n.d.). Por tanto, el *Sputnik*, supuso el inicio de la competición por el espacio entre los Estados Unidos y la URSS, y el inicio de la era espacial o *space age*.

En 1961, Yuri Gagarin (1934-1968) fue el primer hombre enviado al espacio exterior en la nave rusa *Vostok 1*. Posteriormente, también en 1961, Alan Shepard (1923-1968) sería lanzado al espacio desde los Estados Unidos en su cápsula *Freedom*, –la primera en ser controlable por el astronauta-. El 20 de febrero de 1962, John Glenn (1921-2016), se convirtió en el primer estadounidense en orbitar la Tierra, a bordo de la cápsula *Friendship 7*, en tres vueltas al globo durante cerca de cinco horas. Estos hechos consolidaron la rivalidad por dominar el espacio y por la supremacía tecnológica, acelerando nuevos desarrollos y acontecimientos políticos, científicos, tecnológicos y militares.

En Diciembre de 1968 la foto tomada por los tripulantes del *Apollo 8*, mostró por primera vez a la humanidad la Tierra vista desde el espacio exterior, saliendo por el horizonte lunar. El 16 de Julio de 1969 el alunizaje del *Apollo 11* y el descenso de la tripulación a la superficie de la luna, fueron momentos clave en la historia del siglo XX y un referente visual que logró atrapar la imaginación de la población mundial al ser retransmitidos por televisión a más de 500 millones de personas, teniendo como consecuencia, un importante impacto en el pensamiento de la época, y también en el arte, el diseño y la arquitectura (Administrator, 2015; "NACA Overview," n.d.; Torrent & Marín, 2005; Wilson, n.d.).

El programa científico e ingenieril de la NASA se completó con la misión *Apollo 17* en 1972. En 1975 el proyecto *Apollo-Soyuz* en colaboración con la Unión Soviética para realizar maniobras conjuntas de acoplamiento en el espacio fue también un hito histórico. En las imágenes de las dos cápsulas se puede apreciar su lenguaje constructivo diferenciado, que indica toda una mentalidad e incluso un concepto diferente de vida de los rusos frente a los americanos. La nave rusa tiene una estética próxima a las imágenes de futuro de las novelas de Julio Verne, mientras que la americana se aproxima a la estética del *styling* en la automoción de los años 50 y 60 en los Estados Unidos (Administrator, 2015; Sudjic, 2008).

Tras un lapso de seis años, la NASA volvió a los viajes espaciales tripulados en 1981, con el lanzamiento del transbordador espacial recuperable *Columbia*, cuyo funcionamiento se basó en gran parte en el desarrollo e investigación llevados a cabo desde los años 60 en vehículos como el avión *X-15* (ver p. 272), que propulsado por un motor de cohete consiguió volar sobre la atmósfera y regresar planeando sin propulsión (“Columbia Home,” n.d., “Space Shuttle Columbia: A New Beginning and Vision | NASASpaceFlight.com,” n.d.; Springer, 2003).

El desarrollo presente y futuro de los viajes espaciales está centrado en la colonización de la luna y el viaje tripulado a Marte. Para ello se están proyectando nuevos vehículos de exploración científica, tanto robótica como humana. En línea con este propósito, Foster and Partners, apoyados por un grupo de consultores externos, proyectaron en 2012 para la Agencia Espacial Europea, un asentamiento lunar basado en estructuras inflables y en impresión en 3D (ver p. 311), con un compuesto cementicio formado a partir de suelo lunar (“Lunar Habitation | Foster + Partners,” n.d.). Otro camino de desarrollo que ya pertenece al presente, son los viajes espaciales turísticos que en la actualidad se están ensayando desde Nuevo Méjico, en los Estados Unidos, por parte de la compañía Virgin Galactic para quienes Foster + Partners proyectaron su aeropuerto (ver p.535) entre los años 2006 y 2014 (“Our Vehicles and Spaceships - Virgin Galactic,” n.d.-a, “Space Shuttle Columbia: A New Beginning and Vision | NASASpaceFlight.com,” n.d.).

Túneles de viento

Para el estudio de las formas aerodinámicas ha sido fundamental el desarrollo de los túneles de viento. Consisten básicamente, en un conducto por el que mediante grandes y potentes ventiladores se hace pasar una corriente de aire sobre una maqueta a escala o sobre un modelo real de aeroplano, que permanecen suspendidos o apoyados dentro del tubo. Con estas pruebas se puede determinar como se comporta el aparato, y a partir de los datos obtenidos se introducen los cambios necesarios para mejorar la aerodinámica: reducir la resistencia del aire, evitar la formación de hielo en las alas, aumentar el empuje vertical, probar nuevos materiales, etc.

Los hermanos Wright ya utilizaron maquetas a escala y ventiladores para probar su aeroplano y medir datos de empuje y resistencia, antes de conseguir con éxito el primer vuelo pilotado de la historia en 1903. En el caso de los Wright, el túnel de viento consistía en un cajón de madera con

un ventilador adosado en un extremo. El cajón tenía una ventana lateral por la que visualmente se podía medir el ángulo que adoptaba el modelo. Los Wright hicieron entre cien y doscientas maquetas y diferentes versiones de alas y hélices sobre distintas configuraciones de avión, y dos años más tarde lograron el vuelo (“The titanic wind tunnels NASA used to test aircraft,” n.d., “Wright 1901 Wind Tunnel,” n.d.).

Como ya hemos comentado, los túneles de viento fueron utilizados por ingenieros como Paul Jaray, quien desarrolló el *Zepellin LZ Bodensee* de 1919 y el *Tatra T77* de 1934, y han sido fundamentales en el desarrollo de los aviones actuales y de los vehículos espaciales.

Los túneles de viento son utilizados también para los proyectos de arquitectura de Foster. Mediante sensores sobre una maqueta a escala se puede determinar el efecto del viento sobre las estructuras, y cual es el flujo y la incidencia de unos edificios sobre otros. Inyectando humo o algún colorante se puede ver y fotografiar el flujo de aire alrededor y a través de los edificios.

Diseño *Space Age*

Acompañando a la carrera espacial, y conviviendo con el Pop Art, y con el movimiento hippie entre otros, en los 60 se produjo un renacer de los temas aerodinámicos, futuristas, y de la ciencia-ficción, apoyados por el cine; ello dió lugar a una tendencia del diseño conocida como *Space Age*, que absorbía la imagen y los materiales de los artefactos utilizados en la industria aeroespacial. El plástico y la fibra de vidrio, fueron dos de los materiales innovadores que revolucionaron las posibilidades formales y constructivas de los diseños, como podemos ver en la silla *Panton* (ver p. 101) de 1967, de Verner Panton (1926-1998), o las *Ball* y *Bubble chair*, de 1965 y 1967 respectivamente, diseñadas por Eero Aarnio (1932-). En estos productos de inspiración espacial predominaba el uso de los colores blanco y gris, las formas esféricas, y el ensamblaje por partes; estas características se aproximaban al lenguaje del Pop, por la utilización de colores y por su estilo lúdico. Edificios como el Renault Distribution Centre de Foster encajaron en esta tendencia. Las formas de cohetes, módulos y vehículos lunares, fueron fuente de inspiración en diseños como el taburete *Allunaggio* de Achille y Pier Giacomo Castiglioni, de 1966, o en otros como el posterior diseño de la mesa *Nomos* de Foster and Partners, desarrollada a partir de los diseños de mobiliario de Foster para su Renault Centre (Jenkins, 2002; Montaner, 2002; Torrent & Marín, 2005).

Películas como *2001 Una Odisea en el Espacio* de Stanley Kubrick (1928-1999), del año 1968, potenciaron esta tendencia en el imaginario colectivo (Montaner, 2002; Torrent & Marín, 2005). Algunos de los diseños que aparecieron en la película son, por ejemplo, los asientos

de la serie *Djinn* de Olivier Morgue (1939-) o la cubertería de Arne Jacobsen (1902-1971). Las imágenes de lo espacial llegaron hasta el mundo de la moda, en propuestas de Pierre Cardin o con la introducción de vestidos metálicos en diseños de Paco Rabanne (Torrent & Marín, 2005). Muchas otras producciones cinematográficas han formado parte del imaginario colectivo en el último cuarto del siglo XX, como por ejemplo *Star Wars Episode IV* de 1977, o *Blade Runner* 1982. Veremos como el aeropuerto proyectado para Virgin Galactic por Foster and Partners le debe cierta inspiración al *Halcón Milenario* que es una de las naves protagonistas en *Star Wars* (ver p. 536).

4.6 La influencia americana de Frank Lloyd Wright

4.6.1 El personaje

El norteamericano Frank Lloyd Wright (1867-1959), fue uno de los arquitectos más importantes del siglo XX. Se considera a Wright fundador de la arquitectura orgánica y de la concepción moderna del espacio, siendo considerado como uno de los padres de la arquitectura moderna. Realizó aportaciones que tuvieron una fuerte repercusión en las vanguardias artísticas europeas de principios de siglo XX. En el campo de la arquitectura influyó sobre todas las generaciones posteriores. Algunas de las fuentes de Wright fueron la arquitectura medieval, el Arts and Crafts, el organicismo y funcionalismo de Louis Sullivan (1856-1924), y la arquitectura tradicional japonesa.

Foster conocía la obra de Wright desde su niñez a partir de la lectura del libro de Henry-Russell Hitchcock *In the Nature of Materials*, de la biblioteca de Levenshulme. En su biografía se destaca la anécdota en la que el joven Foster, -que había entrado en el despacho de arquitectura de John Beardshaw en 1955, en el departamento de administración de contratos-, comenzó a desmitificar lo que significaba estudiar arquitectura al preguntar sobre Wright a uno de los estudiantes en prácticas en el estudio, y descubrir que ni tan siquiera sabía quien era. Por otra parte la biografía, nos describe que mientras Foster se encontraba en Yale, viajó por los Estados Unidos conociendo las obras de Wright en la zona de Chicago, y concretamente se relata la visita a la casa Kauffman (casa de la Cascada), en la que Foster y sus compañeros se introdujeron en el recinto de por un agujero en la valla exterior (Sudjic, 2010).

Wright falleció en 1959 cuando todavía no había concluido su Museo Guggenheim en Nueva York. El libro de Hitchcock que leyó Foster se publicó en el año 1942, seis años después de la construcción de la Casa de la Cascada, y diez años después de la propuesta de Wright para la ciudad del futuro, Broadacre City, que incluía grandes torres sobre amplias extensiones de terrenos cultivados y sus propios diseños de vehículos terrestres y aéreos ("Frank Lloyd Wright Foundation," n.d.).

En el libro de Hitchcock, se mostraban obras de Wright, desde las primeras Prairie Houses hasta el edificio Johnson and Wax terminado en 1939, que pertenece a la época más espectacular del arquitecto en la que adoptó un lenguaje y unos conceptos vanguardistas que en la actualidad,

más de cincuenta años después, siguen materializándose en algunos proyectos como los de Foster. A este respecto podemos ver el paralelismo entre el proyecto de 2015 de Foster and Partners para Jeddah, en Arabia Saudi ("Foster + Partners - Jeddah Metro," 2015) y el proyecto de ciudad ideal de Wright, *Broadacre City*, de 1932. En esta propuesta de ciudad, también podemos encontrar ciertas analogías curiosas entre la forma arquetípica del edificio Arena de Wright y la imagen aérea del Apple Campus de Foster and Partners, cuya construcción se está finalizando en la actualidad (2017).

Wright ha sido una clara inspiración para Foster, y dicha influencia puede ser leída en muchos de los componentes de su arquitectura, a través de las analogías entre lucernarios, en los cerramientos de vidrio, en la utilización del color, en la integración del espacio exterior al interior del edificio, en las grandes cubiertas sobre una planta libre, etc., y también a través de las múltiples metáforas utilizadas por Wright, que hacen referencia a temas como la ligereza, a las estructuras de los árboles, al anclaje en el terreno, o al simbolismo de las cubiertas. Wright al igual que Foster, trataba la arquitectura como una obra de arte total, en la que cada detalle del diseño, desde una lámpara, o un mueble, hasta la integración de la construcción en el territorio formaban parte de un ejercicio continuo de diseño (Hitchcock, 1942).

A grandes rasgos la arquitectura y la filosofía de Wright parten de las siguientes variables:

- 1-La idea romántica de la honestidad en la expresión de una arquitectura que no debe esconder ni su estructura ni sus materiales de construcción.
- 2-La constitución de la forma como fuerza que moldea el volumen del edificio desde dentro,

según las necesidades interiores.

3- La convicción de que la arquitectura debe ser una expresión de su tiempo y debe utilizar toda la tecnología disponible.

4-La ambición y el orgullo por conseguir un arte propiamente americano, sin dependencias inglesas ni europeas.

5-La convicción de que un edificio debía ser análogo a un organismo biológico, diseñado con un propósito unitario e integrado en su entorno natural.

4.6.2 La arquitectura orgánica de Wright: integración de la naturaleza y el espíritu

Frank Lloyd Wright fue el mayor exponente y defensor de la idea de una arquitectura orgánica, que según la explicación de Josep Maria Montaner (1954-), que es catedrático de la escuela de arquitectura de Barcelona, se puede definir como: “aquella que intenta, esencialmente, aprender de la capacidad para adaptarse, crecer y desarrollarse de las formas de la naturaleza. (...) optimizar la materia y para obtener el máximo rendimiento energético (...) máxima eficacia con el mínimo consumo (Montaner, 2002, p. 20).

Wright pretendió formular un nuevo lenguaje que respondiera a la idiosincrasia particular de su país y de su tiempo. Sus ideas llevaban a la integración del hombre en la arquitectura, a la integración de ésta en la naturaleza, y a la representación de un espíritu libre de una sociedad democrática y abierta. La arquitectura formaba parte de un todo en el que las razones espirituales eran puestas en primer lugar. Para Wright la felicidad del individuo estaba asociada a la integración en la naturaleza, materializada en la arquitectura (Frank Lloyd Wright - El arte de construir, 1997; Hitchcock, 1942; Lloyd Wright, 1953).

Como los románticos y los filósofos que trataban del *einführung* en el siglo XIX, Wright hablaba abiertamente de las necesidades espirituales del individuo y de aquellas cualidades de la materia y de las obras de arte capaces de generar empatía, o la entrada del individuo en un modo propio de resonancia armónica con el entorno. La arquitectura orgánica de Wright hablaba de la

calidad del espacio por encima de la materialidad de las formas, y dicho espacio se formaba a partir de las necesidades del interior, tanto del interior del hombre, como del interior de los materiales. La única arquitectura verdadera debía nacer del interior del edificio, como si se tratase del crecimiento de una planta, y manifestarse en el exterior mediante las formas, los materiales y los volúmenes. Se consideraba al espacio como lo espiritual, que nacía y crecía desde dentro, proyectándose hacia afuera, materializándose en la geometría y en lo construido, como resultado de un equilibrio de fuerzas (Lloyd Wright, 1953). Estas ideas, como veremos, fueron acogidas en las teorías de patrones de Serge Chermayeff y de su discípulo Christopher Alexander, y ejercieron su influencia directa sobre Foster a partir de su estancia en Yale (Christopher & Serge, 1963; Lloyd Wright, 1953).

En la idea del dominio del espacio sobre la materia había un fuerte componente místico: La luz y el espacio interior como germen de la arquitectura, eran características comunes con la arquitectura gótica, ensalzada e idealizada por Wright y por otros de sus contemporáneos, como William Morris (1834-1896) y John Ruskin (1819-1900) (Zevi, 1978).

La frase "*form follows function*", que sirvió de lema al funcionalismo racionalista europeo, se atribuye a Louis Sullivan, que fue el arquitecto de Chicago para el que Wright trabajó al inicio de su carrera; sin embargo, Wright se oponía al concepto de forma como secundario respecto a la función, y proponía una visión mucho más avanzada del asunto. En su libro *The Future of Architecture* de 1953, Wright explica la arquitectura orgánica y dice: "¿la forma sigue a la función?. Si, pero más importante ahora: forma y función son uno" (Lloyd Wright, 1953, p. 227).

4.6.3 La destrucción de la caja de Wright como antecedente del neoplasticismo y la invención del espacio fluido

Frank Lloyd Wright fue quien escribió en primer lugar sobre *el mecanismo de la destrucción de la caja*. A partir de sus escritos y de las publicaciones de sus proyectos, se comenzó a hablar en Europa y en América sobre el espacio fluido y abierto (Allen Brooks, 1990; Hitchcock, 1942). Wright comenzó a trabajar como arquitecto a finales de la década de 1880, y en 1910, el editor berlinés Ernst Wasmuth publicó un portafolio que incluía escritos del arquitecto y 100 dibujos de sus obras construidas. Del portafolio se destinaron 500 copias a Europa y 500 a Estados Unidos. Por otra parte en Marzo de 1908, en la revista *Architectural Record*, se habían publicado 87 dibujos y fotografías de sus edificios. A partir de 1910 la obra de Wright y sus ideas habían comenzado a ser difundidas en las escuelas europeas, y se cree que por esta vía, Wright fue el precursor de la descomposición y la sintaxis de los neoplasticistas. En los espacios fluidos creados por Wright, se produce una visión simultánea de las zonas del edificio desde un único punto de vista, lo cual se ha entendido también como un antecedente de la fragmentación y la simultaneidad de múltiples perspectivas del cubismo (Allen Brooks, 1990).

En los siglos previos al XX, tradicionalmente cada función en una vivienda era asignada a una habitación paralelepípeda o caja, y la vivienda se formaba por la yuxtaposición de las diferentes cajas conectadas entre sí, o por medio de espacios de circulación, de modo que cada espacio en la vivienda era especializado e independiente. Esta era la tipología en la que habían derivado tanto la arquitectura doméstica como la oficial o de prestigio, desarrollada en palacios y viviendas de las clases más pudientes durante siglos. En la arquitectura primitiva por el contrario, por ejemplo en las edificaciones del medievo, se sabe que las diferentes funciones del espacio doméstico se organizaban y se superponían en un único recinto, generalmente alrededor del fuego. Los esquemas utilizados por Wright retomaron parcialmente esta disposición primitiva, consistente en un espacio continuo, organizado alrededor de la chimenea, sobre el que se desarrollan las diferentes funciones bajo un gran techo. En sus primeros proyectos de viviendas unifamiliares, a partir de 1880, introducía grandes aperturas entre las estancias, sustituyendo las puertas convencionales por paneles abatibles o correderos, o directamente eliminando la puerta entre los espacios. Esta conectividad tendía a generar un único recinto de mayor amplitud, que

integraba los espacios de circulación y las diferentes actividades, -ahora, únicamente separadas por la distancia y por los mecanismos de modulación de la privacidad que constituían los paneles de cierre-. La pérdida de privacidad que suponía la conexión de espacios y apertura de huecos se solucionaba en muchos casos mediante pantallas o biombos, como planos sin función estructural que había que rodear para pasar. A partir de estos ejercicios, Wright comenzó a trabajar en la destrucción de la caja eliminando las esquinas. Al eliminar las esquinas, las diferentes paredes se convertían en planos independientes, desvinculados físicamente del resto, y los espacios -o las cajas- a ambos lados de la esquina, volcaban uno sobre el otro. En las paredes interiores que acometían sobre la fachada, la destrucción de la esquina, suponía separar dichas paredes del plano interior de la fachada, dejándola como un lienzo intacto e independiente, que puede ser moldeado sin condicionantes internos. Este aspecto, fue uno de los que Le Corbusier alabó en sus escritos de 1929 al hablar sobre los espacios creados en los barcos transatlánticos, en los que las aperturas seriales y las hileras de ventanas continuas no se veían condicionadas por las particiones interiores (Allen Brooks, 1990; Le Corbusier, 1923). Antes de 1910, Wright comenzó a jugar con la altura de los techos, adaptándola a la posición habitual de los usuarios -de pie o sentados-, y a partir de estas variaciones, descompuso la caja también en sus planos de suelo y techo, con la misma operación de rotura de las esquinas efectuada sobre los planos verticales de las paredes.

La inclusión de los tradicionales y antiguos espacios de circulación dentro de las habitaciones y la apertura de un espacio sobre otro, genera un espacio más amplio, y al mismo tiempo posibilita una mayor eficiencia y una reducción de costes en la construcción. La destrucción de la esquina, cambia la secuencia espacial, y el carácter estático del espacio se vuelve dinámico. Con la rotura de la caja, desde cada uno de los espacios se percibe parte del adyacente como una extensión continua de la cual no se ve su fondo, sino sólo su prolongación a través de alguna de las superficies compartidas por ambos. El efecto es similar al que diferencia una calle curva -en la que nunca se ve su final-, de una calle recta, -en la que ya desde el inicio vemos su fondo y podemos establecer visualmente su distancia total-. La calle curva esconde su fondo, modula lo que oculta mediante su grado de curvatura, e incita a moverse por ella buscando la siguiente perspectiva; la recta en cambio, nos ofrece toda la información en un golpe de vista y sin cambiar nuestro punto de observación, incitando a una visión contemplativa, y generando un espacio psicológicamente estático. De este modo, el espacio de Wright, varía constantemente, en función del punto de vista en el recorrido del usuario.

Además de las esquinas interiores entre las estancias, Wright también suprimió las esquinas exteriores de los edificios, eliminando su función estructural, trasladando la estructura desde la esquina hacia ambos lados, y pudiendo convertirla así en dos paños de vidrio. En otras obras posteriores, por ejemplo en la casa Kauffman (o de la Cascada) de 1936, vemos como el ejercicio de destrucción de la esquina y apertura de la caja se ha depurado y completado (Allen Brooks, 1990; Ellis, 2014; Lloyd Wright, 1953).

La arquitectura de Wright es una mezcla entre organicismo y tecnología, y tiene muchas características comunes con la obra posterior de Foster, en lo conceptual y también en lo formal. Algunas de estas características son por ejemplo: las grandes cubiertas sobre un único espacio, los grandes voladizos, el intento de conectar el exterior con el interior, la integración de la última tecnología disponible, la utilización de las geometrías hexagonales y tetraédricas, el diseño integral que engloba todas las escalas, la planta abierta, la inspiración en la naturaleza, etc. Estas características incluyen algunas pasiones personales, ya que a Wright como a Foster, le apasionaban los coches y al parecer tuvo más de 80 modelos diferentes. Algunos de ellos fueron el *Cord L-29* de 1929, el *Lincoln Continental* de 1940 o el *Mercedes 300 SL Alas de Gaviota* de 1954 (“Salisbury Concours to feature the cars of Frank Lloyd Wrig | Hemmings Daily,” n.d., “The Automotive Architecture of Frank Lloyd Wright - Gear Patrol,” n.d.).

A pesar de su pasión por la tecnología y las máquinas, el arquitecto norteamericano detestaba la idea del movimiento moderno europeo por la que la casa debía ser y parecer una de ellas. El minimalismo y el cubismo quedaban muy lejos de las cualidades sensoriales que buscaba en su arquitectura (Lloyd Wright, 1901).

La arquitectura de Wright incluyó todos los invariantes fundamentales que definen el código de la arquitectura moderna (Zevi, 1978), y además habló un lenguaje que como hemos explicado se anticipaba al futuro en más de cien años en algunos casos.

4.7 Yale y Serge Chermayeff en *Community and Privacy*

Serge Chermayeff (1900-1996), fue uno de los profesores de Norman Foster en Yale en 1961. Chermayeff era un arquitecto y diseñador de origen ruso-británico que en los años 20 ejerció de profesor en Inglaterra, donde se asoció brevemente con Erich Mendelsohn¹ (1887-1953) y realizó diversos trabajos con él². En 1940 emigró a los Estados Unidos a petición de Walter Gropius³ (1883-1969). En América enseñó en la Escuela de Bellas Artes de California y posteriormente fue director del Instituto de Diseño de Chicago, recomendado por el mismo Gropius para sustituir a Moholy-Nagy (1895-1946) tras la muerte de este último por leucemia (Hess, 2007, p.21; Cahan, 1994). Entre 1952 y 1970 Chermayeff dió clases en varias universidades como Yale, Harvard y el MIT (Powers, 2001).

Curiosamente, esta relación personal de Chermayeff con Gropius pone a Foster en la línea personal de los padres del movimiento moderno y de la primera Bauhaus alemana (Cahan, 1994, pp 41-43).

En 1961 cuando Foster llegó a Yale, Chermayeff estaba finalizando junto a su discípulo Christopher Alexander, su libro *Community and Privacy*, del cual entregó un borrador a Foster antes de que el libro fuese publicado (Sudjic, 2010). En el libro, recogían muchas de las ideas fundamentales en el pensamiento y en la obra de Foster, principalmente en cuanto a su defensa de la integración de sistemas para la reconciliación de la tecnología y el humanismo. Precisamente, el subtítulo del libro de Chermayeff fue *Hacia una nueva arquitectura del humanismo*. Las ideas que allí se exponían, abogaban por la recuperación de las necesidades humanas básicas y la generación de entornos habitables mediante la integración de la tecnología y el análisis de los sistemas

1 Erich Mendelsohn fue un arquitecto alemán representante del movimiento moderno, famoso entre otras obras, por su torre Einstein de carácter expresionista. En 1933 emigró a Inglaterra y posteriormente en 1940 a los Estados Unidos ("Erich Mendelsohn | German architect | Britannica.com," n.d.).

2 Con Erich Mendelsohn en Inglaterra, Chermayeff diseñó obras como la casa Cohen, que es uno de los pocos ejemplos de arquitectura moderna europea en suelo británico, sobre la que anecdóticamente intervino el estudio de Foster en los años 90 (Powers, 2001; Sudjic, 2010, p.56).

3 Walter Gropius fue diseñador, arquitecto y urbanista alemán, fundador de la escuela Bauhaus en 1919 y considerado como uno de los padres de la arquitectura y el diseño moderno, que emigró en 1934 a Inglaterra y tres años más tarde a los Estados Unidos donde fue director de la escuela de diseño de Harvard ("Walter Gropius | German-American architect | Britannica.com," n.d.)

que intervienen alrededor de cada solución de diseño. En el planteamiento de estos temas se explicaba el impacto negativo y los efectos de la incorporación de la nueva tecnología y los nuevos estilos de vida sobre la salud física y psíquica de las personas. Chermayeff denunciaba que la privacidad se había perdido, y con ella, la conexión de las personas consigo mismas, con la naturaleza y con los demás. El ruido, la televisión, la radio, y el tráfico, lo habían invadido todo.

Chermayeff y Alexander estuvieron influidos por los estudios de semiología y de la lingüística estructuralista, a través de textos como *Lenguaje, pensamiento y realidad* de Benjamin Lee Whorf (1956), que hablaba sobre los patrones invisibles que intervienen en la construcción del pensamiento, y que son analizables sólo a través del lenguaje (Christopher & Serge, 1963).

The study of language. This study shows that the forms of a person's thoughts are controlled by inexorable laws of pattern of which he is unconscious(...)His thinking itself is in a language –in English, in Sanskrit, in Chinese. And every language is a vast pattern system (Lee Whorf en Christopher & Serge, 1963, p. 146).

De acuerdo con estos planteamientos estructuralistas, Chermayeff y Alexander entendieron que el sujeto no era el centro de la realidad conocible, sino que estaba conformado por las relaciones de la red en la que se ubicaba. Cada problema que existe, tiene un patrón estructural que lo define y que se organiza según un sistema de jerarquías. Expusieron que la construcción de un organismo no representa una única jerarquía, sino que varias entrelazadas y solapadas que no siempre se corresponden con su forma (Christopher & Serge, 1963, p. 134).

Alexander y Chermayeff creían en la posibilidad de diseñar por medio de sistemas de estructuras creados a partir del análisis del mayor número de factores de la realidad, incluyendo aquellos invisibles capaces de afectar y conformar el producto final:

El diseñador debe aprender a aproximarse a los cambios tecnológicos teniendo en cuenta el conocimiento científico, social y técnico fuera de su campo que pueda tener una influencia directa sobre su trabajo, y debe acostumbrarse a medir los factores, principalmente invisibles, que a menudo en un análisis cercano demuestran tener las implicaciones más serias en la forma física (...) Las fuerzas tienen un patrón característico y la buena forma está en equilibrio con el patrón, casi como si estuvieran posadas sobre

el punto neurálgico de un campo de vectores de fuerza (...) Las formas se salen del equilibrio y se vuelven obsoletas (...) Ningún producto es mejor que el programa que hay detrás (Christopher & Serge, 1963, p. 108).

El estudio detallado de las jerarquías llevaba a la obtención de diferentes tiempos y grados de obsolescencia, que podían ser tenidos en cuenta en el diseño para facilitar la durabilidad del sistema. "All technology is susceptible to change and obsolescence, at different rates and for different reasons" (Christopher & Serge, 1963, p. 139). La tecnología es eficiente para un determinado dominio o tamaño, a partir del cual deja de serlo; la organización jerárquica entre dominios con las ventajas de los sistemas colectivos e individuales podía resolver el problema:

Another thing that helps to determine the exact nature of different domains is the rate at which the different technical inventions obsolesce (...) we can nevertheless design for change by distinguishing different rates of obsolescence (...) if changing the short life elements is not to damage the more permanent elements, the two must be physically separated (...) if we can identify several rates of obsolescence instead of two, the same argument defines a physical hierarchy of elements, nested within one another (...) the life cycle of objects of use produced in industrialized society, with a typical obsolescence rate of some thirty years (Christopher & Serge, 1963, pp. 139-141).

En el análisis de los diferentes dominios jerárquicos que se encuentran relacionados en cualquier diseño, se expone una idea que será fundamental en Foster: la de que los espacios entre dominios son tanto o más importantes que los componentes individuales que forman cada uno de ellos. Así, los espacios entre los edificios constituyen la infraestructura, y son tan importantes para la vida como los propios edificios. El diseño de estos espacios urbanos en sus diferentes escalas determina, por ejemplo, su facilidad de mantenimiento y su durabilidad, jugando un papel central en la calidad de vida de los habitantes de la ciudad (Christopher & Serge, 1963, p. 66).

We have discussed the hierarchy of domains. Once one realizes that the joints between domains are themselves physical elements of no less importance, one can see that it is actually these elements that give the plan its hierarchical structure (...) Economic

growth appears to celebrate quantity and exalt it over quality. We must try to draw attention to the overlooked, though vital, commonplaces (Christopher & Serge, 1963, p. 73).

Al hablar de la ciudad, Chermayeff nos dice que la mayoría de gente encuentra placer y satisfacción en una ciudad antigua, la cual posee evidencias físicas y visibles sobre su origen, crecimiento y razón de ser. "An urban environment of this kind is deeply felt; the inhabitants subconsciously respond to specific visual experiences with a sense of belonging, identification and affection" (Christopher & Serge, 1963, p. 51).

El tema de la sostenibilidad se trataba como tema moral, en relación a la supervivencia del hombre dentro del planeta Tierra, entendido como un organismo vivo, cuya salud está condicionada por la de cada una de sus partes. La solución pasaba por el diseño de sistemas eficientes.

The house is part of the urban anatomy in the way that a vital organ is part of a living creature (....) this number of dwellings served efficiently by one wash-dryer unit becomes then a break point at which additional use by a further family shows diminishing returns (Christopher & Serge, 1963, pp. 135-137).

Los autores manifestaban la preocupación por el futuro de la especie debido a la destrucción del medio natural y del resto de las especies. Se veía a los humanos como un virus o un cáncer, y se proponía la construcción de una nueva ecología reconstructiva. Este sigue siendo, casi 60 años más tarde, en 2017, un tema de actualidad de primera importancia.

Chermayeff hablaba de una puerta evolutiva como transición de la civilización a la post-civilización, por medio de cambios tecnológicos, como lo había sido el cambio de lo primitivo a lo civilizado pero a un mayor ritmo. Defendía como Fuller, que el hombre tiene capacidad para planificar y solucionar el problema de su propia extinción a causa de la superpoblación de crecimiento exponencial a la que se enfrenta.

4.8 Buckminster Fuller

Richard Buckminster Fuller (1895-1983), nació en Massachusetts, en los Estados Unidos y fue un personaje multifacético, reconocido inventor y visionario del siglo XX, que tuvo relevancia como matemático, físico, filósofo, naturalista, poeta, y arquitecto. Sus objetivos globales se centraban en cómo hacer funcionar el mundo para toda la humanidad, y para ello desarrolló una serie de ideas sobre la sostenibilidad energética que fueron reflejadas en los diseños de sus artefactos, en los que se ocupó de problemas globales como el transporte, la vivienda, la pobreza y la energía. Sus trabajos y su visión de la capacidad humana para conseguir el bienestar y la sostenibilidad del planeta a través de la tecnología influenciaron el trabajo posterior de muchos arquitectos, diseñadores, científicos y artistas, como es el caso de Norman Foster ("About Fuller | The Buckminster Fuller Institute," n.d.).

Fuller, ya sobre los años 30, entendió el planeta Tierra como una unidad, como la *nave* -utilizando su metáfora-, en la que el ser humano habita y viaja por el espacio. La humanidad tenía la obligación de descubrir el manual de funcionamiento de dicha nave, y ponerse de acuerdo para dirigirla correctamente, de tal modo que al mismo tiempo que se evitase la extinción de la especie, se consiguiera el bienestar para toda la humanidad. Descubrir el *Manual de la nave Tierra* (Fuller, 1969), suponía un pensamiento global sobre sistemas, energía y eficiencia, dentro del cual, Fuller, se dedicó a la investigación y experimentación con la geometría y las estructuras, a partir de triángulos y de tetraedros que para él, formaban la propia materia y constituían los principios universales por los que se rigen la naturaleza y un universo en continua transformación. Estos principios universales de diseño de estructuras atendían a la máxima economía de medios para la obtención del mayor rendimiento. Por medio del diseño, de la industrialización total y del aprovechamiento de las energías renovables, gracias al desarrollo de tecnologías eficientes, el ser humano debía alcanzar su siguiente paso evolutivo.

Basándose en estos principios, Fuller pretendía crear artefactos que ayudaran a la humanidad a independizarse de la escasez de recursos y de energía. Algunos de estos artefactos fueron por ejemplo: las cúpulas geodésicas, las unidades de vivienda ligeras, o su *Dymaxion Car*, -un vehículo ligero, aerodinámico, y eficiente-. Todos estos inventos respondían a la aplicación de los mismos principios, y el concepto general que englobaba a los demás era el de *synergetics* que veremos a continuación (Pawley, 1990).

4.8.1 Su relación con Foster:

En cuanto a su relación con Foster, podemos decir que Buckminster Fuller fue uno de sus maestros, y es uno de sus héroes -como Foster suele decir-. Fue seguramente el personaje que más ha influido en su arquitectura y posiblemente en la totalidad de su pensamiento. Veremos que muchas de las ideas de Fuller han sido asimiladas y materializadas en la obra de Foster.

Aunque Foster ya debía saber acerca de Fuller y de sus diseños y teorías, al menos desde su etapa en los Estados Unidos (1961-62), los dos se conocieron en una entrevista organizada por James Meller en ICA, en 1971, a raíz de un encargo que le habían hecho a Fuller para construir el teatro Samuel Beckett en el patio del St Peter's College en Oxford. A partir de ahí, Foster y Fuller colaboraron durante los doce años previos al fallecimiento de este último en 1983. Cuando Fuller buscó al arquitecto británico y se entrevistó con él con el objetivo de desarrollar el proyecto para el teatro Samuel Beckett, fue precisamente la vertiente energética y ecológica de los proyectos y propuestas que Foster había realizado hasta ese momento la que sedujo a Fuller para trabajar juntos a partir de entonces (Sudjic, 2010, p. 150).

Foster defiende que Buckminster Fuller era sobre todo, poético y pasional, por encima de la imagen de tecnócrata por la que se le reconoce:

As we said afterwards he decided to pull the plug. The expression has an unfortunate scientific ring to it - entirely appropriate to the public image of Bucky as a cold technocrat. Nothing could be so far removed from the truth. What was never talked about was his poetic, sentimental and deeply spiritual dimension. That, in the end, was what for me his life and inevitably his final act was really about (Foster, 1983).

4.8.2 Sus grandes ideas: synergetics, integración, tensegrity y dymaxion

4.8.2.1 Synergetics

El concepto de *synergetics* era un planteamiento holístico sobre el comportamiento de los sistemas, cuando éstos son impredecibles a partir del comportamiento de sus partes aisladas.

Como hemos apuntado, Fuller creyó haber descubierto en el tetraedro y en las composiciones estructurales formadas por combinación de triángulos a partir del tetraedro, la geometría fundamental que estructuraba la naturaleza, -desde la escala de los átomos a la de los planetas-. Pensaba en las estructuras de una forma global e integradora de todas las disciplinas, y creyó que las líneas de fuerza energéticas, representadas por las estructuras en la naturaleza, debían constituir incluso la forma física de nuestros pensamientos:

He defines thinking as the dismissal of irrelevancies, as the definition of relationships -- relationships that are inevitably geometrical, and just as inevitably tetrahedral.

"It is his original conviction that thoughts not only may have shape, but that they must have shape (Applewhite, 1977).

Además, Fuller argumentaba que nuestra civilización, desde los griegos, se había equivocado al sistematizar el espacio a partir de triedros isométricos, ya que en la naturaleza no existían elementos que respondieran a esa geometría plana de espacios de tres dimensiones ortogonales; por el contrario, en la naturaleza todo parte del triángulo y sus derivados en dos y tres dimensiones.

Su cúpula geodésica, la idea de *dymaxion* (*dynamic maximum tension*), y la de *tensegrity* (*tension + integrity*), están basadas en el principio de la geometría del tetraedro como materialización e la máxima eficiencia: utilizar lo mínimo para obtener lo máximo.

He concedes that the square and the cube do work in their awkward way, but he argues that their adoption as modules was misguided and erroneous because they have nothing to do with nature's own coordinates (....) With the cube and the square the ancient Greek mathematicians entered the world of nature by the wrong door, eschewing the

more elegant triangle and tetrahedron which were so easily available and have been so ignored (...) XYZ system as an aberration of man and not as a reflection of nature's own most economical coordination, which is in triangles and tetrahedra rather than squares or cubes (Applewhite, 1977).

La geometría y las formas eran para Fuller la representación física de los vectores de fuerza, que en la naturaleza buscan el camino más eficiente para la transmisión de la energía entre dos puntos.

Fuller claims not only to have discovered nature's coordinate system — to which all of history up to now has been blind — but to have revealed how Einstein's relativity and quantum mechanics can be demonstrated to popular understanding in simple geometrical models (Applewhite, 1977).

Curiosamente, muy poco tiempo después de su muerte, en 1985, se descubrió una nueva molécula de átomos de carbono organizados en una estructura análoga a la de las cúpulas geodésicas de Fuller, formada por hexágonos y pentágonos, como en un icosaedro truncado, a la que como homenaje a Fuller, se llamó Buckminsterfullereno (ver pp. 97, 313) ("fullerene | chemical compound | Britannica.com," n.d.).

4.8.2.2 Integración

El tema fundamental para Fuller era, como hemos mencionado, el estudio de la integración de sistemas, más allá del análisis de las partes individuales, que no permiten por sí mismas ni la resolución ni la predicción del comportamiento del conjunto. Los temas ambientales debían entenderse junto a los sociales, los temas tecnológicos debían hacer referencia a los temas sobre el comportamiento humano y la psicología, y así sucesivamente, en un pensamiento de todas las disciplinas. Con el estudio de la complejidad espacial, Fuller pretendía aunar las humanidades con las ciencias, en un único sistema *sinérgico*. Para Fuller, la integración de todas las disciplinas -incluso las sociales-, debía hacer avanzar a la humanidad hacia una etapa de paz y bienestar global en la que las máquinas se ocupasen del trabajo.

Evolution is integrating all of humanity. We are accelerating together at a tremendous pace (Goodman et al., 1996)⁴

Fuller escribió: “You say it was my ambition to integrate the disciplines in one grand system. I did not have any ambition about it. I simply assumed that the operation of Universe is integrated and you can’t understand it by isolating any of it or taking it apart” (Applewhite, 1977).

Para Fuller en la naturaleza se encontraban las claves que deberíamos descubrir para poder integrarnos en su funcionamiento. El intelecto humano era parte de un sistema, y su evolución en el mismo, debía ejercer una función regeneradora, como la que ejerce la fuerza de la gravedad. Para él, esta idea estaba íntimamente relacionada con la entropía, y con el conseguir hacer mucho más con mucho menos. Fuller proponía la metáfora del *Trim Tab*⁵, para ejemplificar la capacidad de realizar grandes cambios con la introducción de pequeños esfuerzos en la dirección correcta, y este concepto era aplicable tanto a las estructuras, como a los cambios que un solo individuo podía producir en una sociedad (Design Studies Forum & Routledge, n.d.; Fuller, 1969; Pawley, 1990).

Veremos que estas ideas son recogidas por Foster, quien afirmará que hablar de diseño, de arte, de energía, de ingeniería o de arquitectura, es en realidad hablar del mismo tema, y que, como hemos mencionado al hablar sobre Chermayeff, más allá de los edificios individuales lo fundamental reside en el sistema de infraestructuras que une todos los componentes, en el pegamento que cohesiona las partes y hace que el sistema pueda funcionar y renovarse. Para Foster, la integración de todas las disciplinas incluyendo la social será imprescindible en la arquitectura.

4 Buckminster Fuller “Thinking out loud” video min.3. disponible en youtube

5 El Trim Tab en un barco es una aleta conectada al timón, capaz de controlar la dirección del barco con un pequeño movimiento; en las aeronaves, son las pequeñas aletas que controlan y dirigen el movimiento del avión en el aire.

Integración: Diseño-Tecnología-Naturaleza

Fuller tenía la visión de que sería posible diseñar el mundo que necesitamos y crear riqueza para toda la humanidad por medio de la ciencia y de la tecnología. Planteaba el derecho a la riqueza de todo ser humano, como el derecho al aire que respiramos, como algo que existía en nuestro entorno físico de un modo gratuito y renovable.

It is highly feasible!, This is the real news of our century!. It is highly feasible! to take care of all of humanity at a higher standard of living than anybody has ever experienced or dreamt of. To do so without having anybody profit at the expense of another, so that everybody can enjoy the whole earth!. And it can all be done by 1985 (Fuller en Goodman et al., 1996)⁶.

El ser humano debía cambiar de actitud y entender cómo funciona la naturaleza, para extraer de ella, por medio de la tecnología, toda la energía renovable que necesita, sin necesidad de seguir quemando combustibles fósiles.

Fuller entendió que el universo y la naturaleza funcionaban mediante la más sofisticada tecnología, se basaban en leyes matemáticas, y eran capaces de adaptarse y regenerarse continuamente. Ir en contra de la tecnología, era equivalente a ir en contra de nosotros mismos, o como Fuller decía, abandonar la tecnología, equivaldría a abandonar el universo. Entendió que todo en nuestro entorno físico, -en el universo-, está conectado, de forma que todos los sistemas, en todas las escalas de la materia, se adaptan, reajustan, interactúan, y regeneran de forma integrada y global, de una forma sinérgica que no ha sido comprendida hasta nuestros días.

Estas ideas fueron concebidas por Fuller a partir de la navegación, que experimentó de primera mano en la marina de los EEUU, durante y después de la Primera Guerra Mundial, entre 1917 y 1922 (Pawley, 1990, p. 34). En su explicación, nos cuenta a modo de fábula, como la generación de riqueza y el poder en el mundo actual comenzó a partir del diseño y de la tecnología para la navegación marítima, y de la capacidad adquirida de los navegantes de interconectar todas las

6 Buckminster Fuller en el video "Thinking out Loud" min 7:30. Disponible en youtube

partes del mundo, integrando recursos y conocimientos, y distribuyendo productos (Conner & Fuller, 1971).

Su visión sobre el problema de la energía y de los recursos en el planeta era amplia e integradora. Mientras por un lado, vinculaba esta visión con la eficiencia estructural, con la geometría y las formas, por otro lado, su visión derivaba en una teoría político-económica que abogaba por la disolución de fronteras entre diferentes países y el establecimiento de una renta básica, tras la automatización e industrialización total.

En su visión, el ser humano podría liberarse de los trabajos mecánicos que le impedían dedicarse a pensar e inventar. Su modelo energético, proponía la no necesidad de poseer propiedades, sino únicamente el uso y disfrute sin posesión. La completa integración del proceso industrial, enfocado a la eficiencia y la liberación de la humanidad, sólo serían posibles con la completa pérdida de soberanía de los países (Fuller, 1969, p. 104).

Synergetics may permit world democracy to discover for itself that its physical chances of survival and even of comprehensive advantaging for all humanity exist exclusively in science-revealed technology (....) At present, the technology employed by humanity around the world is operating at an average overall efficiency of only 5% (....) Our wealth is inherently common wealth and our common wealth can only increase, and it is increasing at a constantly self-accelerating synergetic rate (Fuller, 1969, p. 105).

Relacionados con la vertiente que vinculaba su visión energética global con las geometrías, Fuller desarrolló artefactos que utilizaban la tecnología disponible. En el desarrollo de su *Dymaxion House*, que explicaremos a continuación, Fuller intentaba utilizar la tecnología, no representar ideas sobre la misma. No se trataba de la estética, sino simplemente del uso y construcción de tecnología. *La máquina de habitar* de Le Corbusier era solo intención e ideología, si la comparamos con los artefactos de Fuller y su *Dymaxion House*, que constituyeron a partir de 1927 algunos de los primeros pasos hacia lo que en los 70 se conoció como arquitectura High-Tech.

4.8.2.3 Tensegrity

Para Fuller la naturaleza estaba cohesionada por un sistema de fuerzas de tensión y compresión en equilibrio interno. Desde los sistemas planetarios hasta los átomos estaban basados en un sistema tensionado apoyado en nodos a compresión, en lo que él llamaba *tensegrity*, combinación de *tension* más *integrity*. En el caso de un sistema planetario las partes nucleares a compresión serían los propios planetas, actuando como apoyos comprimidos y discontinuos dentro del sistema continuo en tensión. Los artefactos y las construcciones, para evolucionar, debían pasar de sistemas en los que lo principal es la continuidad de sus estructuras a compresión -basadas en el peso y con puntos discontinuos de tensión-, a sistemas continuos en tensión, con elementos puntuales a compresión. Algunos de los arquetipos o modelos que Fuller utilizaba para explicar este concepto, eran las estructuras neumáticas, o el modelo de la rueda de bicicleta, que con elementos mínimos tensionados conseguían un máximo rendimiento estructural.

Fuller concluyó que el mínimo número de radios necesarios en un sistema a tensión como el de la rueda de cables eran 12, y aplicó este concepto al desarrollo en modelos a escala de su primera *Dymaxion House* en 1929, cuya estructura se basaba en un mástil central de acero inoxidable a compresión atirantado por cables exteriores a tensión. Según Fuller explicaba, esta estructura era extraordinariamente ligera, 50 veces más que una vivienda convencional, resistente, de fácil montaje, instalable en cualquier emplazamiento, y resistente a huracanes, a inundaciones y al fuego. (Pawley, 1990; "TENSEGRITY by R.pdf," n.d.; The Buckminster Fuller Institute, n.d.).

En el desarrollo del concepto de *tensegrity* intervino de forma decisiva Kenneth Snelson (1927-2016). En 1947 Snelson era estudiante de artes plásticas, y asistió a clases de Fuller en la Universidad de Carolina del Norte en EEUU. A partir de las explicaciones de Fuller, Snelson, comenzó a experimentar con estructuras de cables tensados, hasta que finalmente produjo un tipo de estructura innovador, de elementos sólidos fijados entre sí en el espacio, unidos uno a otro únicamente por medio de miembros a tracción. Cuando se lo mostró a Fuller en 1948, este se dio cuenta de que la escultura de Snelson era la respuesta a la integración de dos de sus teorías al respecto: la geometría multivectorial y la integridad tensional (*tensegrity*) tridimensional:

A pesar de mi descubrimiento, designación y desarrollo tanto de la geometría vectorial multidimensional como de la Tensegridad tridimensional, había sido incapaz de integrar ambas y así descubrir la Tensegridad multidimensional de cuatro, cinco y seis ejes de simetría (Fuller, 1961).

Las estructuras tensegríticas forman un sistema cerrado, en equilibrio, en el que elementos a compresión aislados físicamente quedan unidos al interior de cables continuos a tensión.

4.8.2.4 Dymaxion

La palabra *dymaxion* está formada por la unión de las palabras *dynamic*, *maximum* y *tension*, y fue inventada por el departamento de relaciones públicas de los almacenes Marshall Field en Chicago, en 1929, a partir de escuchar a Fuller hablar de sus teorías, y extraer y combinar las palabras que más utilizaba en sus explicaciones.

Tras unos años de crisis personal, Fuller creó una empresa dedicada al desarrollo de sus invenciones, a las que junto a su concepto de 4D, añadiría la palabra *dymaxion*. 4D hacía referencia a la introducción del tiempo como variable fundamental en el diseño, se trataba del pensamiento en cuatro dimensiones, no sólo en términos de las tres dimensiones del espacio, sino también términos de tiempo, lo que incluía otros parámetros como la durabilidad, el cambio, la rapidez, etc. El pensamiento en cuatro dimensiones llevaba a valorar las consecuencias para toda la humanidad, en oposición al beneficio inmediato personal, y a pensar en las consecuencias de una acción y su evolución en el tiempo.

Bajo el concepto de *dymaxion* desarrolló varios proyectos entre 1927 y 1942: La *Dymaxion House* de 1927, las *Torres Dymaxion* derivadas de la vivienda, el híbrido entre avión y automóvil 4D⁷, su automóvil *Dymaxion Car* de 1933, El *Dymaxion Bathroom*, La vivienda DDU o *Dymaxion Deployment Unit*, desarrollada entre 1940 y 1944, y la *Dymaxion House 2*, conocida como *Wichita House* y desarrollada entre 1944 y 1946 con la construcción del primer prototipo en 1945 (Pawley, 1990, p. 44).

7

Los primeros bocetos del vehículo 4D, datan de 1927 aunque las maquetas realizadas por Isamu Noguchi, –famoso diseñador y escultor que fue amigo de Fuller–, datan de 1929 y 1932

El concepto de *dymaxion* estaba relacionado con el de *synergetics* y también con el de *tensegrity* -ejemplificado por medio de la rueda de cables-, y se refería a sistemas y artefactos en los que la máxima eficiencia se conseguía por medio del mínimo número de elementos.

At the heart of Buckminster Fuller's Dymaxion concept is the idea that rational action in a rational world demands the most efficient overall performance per unit of input. His Dymaxion structures then, are those that yield the greatest possible efficiency in terms of available technology ("Dymaxion World | The Buckminster Fuller Institute," n.d.).

Dymaxion House. Prototipo 4-D (1927)

Fuller había trabajado en el mundo de la construcción y observó, ya antes de 1927, que la producción de viviendas utilizaba tecnología, materiales, y procedimientos que estaban muy por detrás en el tiempo de los utilizados desde principios de siglo XX en la ingeniería, representada por aviación, la navegación, y la automoción, que Fuller tomaba como paradigmas. La construcción de edificios estaba atrasada tecnológicamente, y las prácticas constructivas y la mentalidad de los gremios limitaban la innovación y la evolución.

Fuller se propuso entonces diseñar viviendas más baratas y eficientes, con los materiales industriales disponibles, y diseñó para ello un prototipo de vivienda, la primera Dymaxion House, de la que expuso una maqueta en los almacenes Marshall Field de Chicago en 1929. Para sus prototipos, diseñó nuevas estructuras junto a nuevos sistemas de componentes prefabricados como fue el módulo de baño *Dymaxion Bathroom*. Sus modelos de referencia eran tanto las formas y estructuras presentes en la naturaleza, como la fabricación de componentes y estructuras para la industria aeronáutica.

Fuller escribió en 1928:

These new homes are structured after the natural system of humans and trees with a central stem or backbone, from which all else is independently hung, utilizing gravity instead of opposing it. This results in a construction similar to an airplane, light, taut, and profoundly strong ("Geodesic Domes | The Buckminster Fuller Institute," n.d.).

Esta vivienda debía constituir una solución a la demanda de vivienda como necesidad social. Las casas debían venderse como se vendía un automóvil, y al igual que éstos, su precio debía ser mínimo, como también su peso, y su dificultad y coste de transporte. Uno de los referentes principales para Fuller era su amigo Henry Ford (1863-1947), que había implantado la cadena de producción en la industria del automóvil a partir de 1913. El *modelo T* de Ford había sido el primero diseñado para las clases medias y su precio se pudo reducir drásticamente desde 850 dólares en 1908 a menos de 300 dólares, gracias al aumento en la productividad derivada de su cadena de montaje. (“Henry Ford | American industrialist | Britannica.com,” n.d., “Henry Ford Changes the World, 1908,” n.d.; Pawley, 1990; Torrent & Marín, 2005).

La primera *Dymaxion House* era una vivienda de planta hexagonal, que construida a partir de un mástil central de acero inoxidable a compresión, colgaba del mismo a cierta altura sobre el plano del suelo. Sus forjados de chapa metálica corrugada, se sostenían en el aire suspendidos desde su perímetro mediante cables a tensión anclados a la cúspide del mástil central y plano del al suelo en planta baja. La distribución interior de la vivienda era ajustable y flexible. Los materiales utilizados no requerirían apenas mantenimiento y debían ser desmontables. El suelo interior sobre el forjado de chapa grecada debía ser de goma; las fachadas debían estar formadas por vidrio y por pantallas de chapa metálica colgadas; y las paredes interiores se formarían a partir de cortinas hinchables. El mástil central hacía de conducto de suministro de combustible, además de ser el conducto para la ventilación natural, y albergaba en su interior una escalera helicoidal (“AD Classics: The Dymaxion House / Buckminster Fuller | ArchDaily,” n.d., “Dymaxion World | The Buckminster Fuller Institute,” n.d.; Pawley, 1990).

Dymaxion House. Segunda versión (1927-29)

La vivienda prototipo *Dymaxion* evolucionó en la *Dymaxion 2* o *Wichita House*, que Fuller construyó en 1946, en colaboración con la compañía *Beech Aircraft Corporation*. La *Dymaxion 2* era una evolución de los conceptos planteados en la *Dymaxion 1* de 1927, y también de todo el aprendizaje acumulado por Fuller en el diseño y construcción de las *DDU –Dymaxion deployment Units-*, que eran pequeñas viviendas para el ejército, fabricadas a partir del modelo de los silos de grano de chapa corrugada. El sistema de ventilación y el sistema de montaje de las *DDU* se incorporaría a la *Dymaxion House 2*.

La estructura de la *Dymaxion 2* estaba formada por cables tensados cruzados que colgaban desde un mástil central hasta tres anillos situados a nivel de techo y suelo de la casa. El suelo, como en el primer concepto de *Dymaxion House*, quedaba sobreelevado respecto al terreno. Encima de esta estructura portante de cables que sostenía paredes y cubierta, una superestructura giratoria formaba una caperuza de ventilación orientable. Gran parte de los materiales de la casa eran los que se utilizaban en la industria aeronáutica: planchas de duraluminio con aislamiento térmico, láminas de *perspex*, estanterías motorizadas, etc. Fuller, pretendía la reconversión de

la industria aeronáutica en la nueva industria de la vivienda prefabricada después de la Primera y Segunda Guerra Mundial. Las casas estaban dotadas de aire acondicionado, particiones móviles, ventilación natural, instalación de aspiración por aire, y dos baños *dymaxion*. La *dymaxion* pesaba 10 veces menos que una convencional y además minimizaba las pérdidas de calor y la cantidad de materiales empleados, maximizando al mismo tiempo la resistencia estructural (“Dymaxion World | The Buckminster Fuller Institute,” n.d.; Pawley, 1990).

Dymaxion Car (1933)

El *Dymaxion Car* de Fuller derivó de la evolución de su concepto de vehículo híbrido aeronave-automóvil *4D* de 1927. En su desarrollo, participó de forma decisiva Starling Burgess (1878-1947), que era un conocido diseñador de yates y aviones conocedor de la última tecnología en el diseño de pieles tensadas de *duraluminio* utilizadas en los cascos de barco, que había diseñado algunas embarcaciones de última tecnología para la Copa América. Burgess también ayudó a Fuller a calcular el mástil necesario para su torre *Dymaxion* de diez plantas, y a diseñar la pantalla aerodinámica que debía envolverla (Pawley, 1990, p. 52).

Fuller y Burgess construyeron tres prototipos *Dymaxion* entre 1933 y 1934. El vehículo debía ser ligero y aerodinámico, tenía la forma de una gota de agua, y se apoyaba en solo tres ruedas: una en la parte de atrás y dos delanteras, propulsadas por un motor trasero de gasolina, de cuatro cilindros en la primera versión del vehículo. La rueda trasera también permitía la rotación sobre

su eje, de forma que el vehículo podía maniobrar en círculo manteniendo su parte frontal fija, como lo haría un avión o una barca. Con una longitud de 5.7 metros podía alojar a 11 pasajeros, sentados en asientos de aeroplano, y con cinturones de seguridad, controles, y equipamiento como el de los aviones de la época.

El *Dymaxion Car* fue expuesto en la exposición universal de Chicago de 1933 en la que se citaron unos cuantos inversores que llegaron desde Europa viajando sobre el Atlántico en un *Zeppelin* (Pawley, 1990).

Geodesic Dome

Las líneas geodésicas son las líneas que sobre una superficie curva como la de la Tierra, unen dos puntos de la forma más directa posible. Se podrían definir como las líneas más rectas sobre una superficie esférica, que se corresponden con los grandes círculos cuyo plano contiene al centro de la esfera. Una cúpula geodésica es una construcción poliédrica que se aproxima a la forma de una esfera o de un elipsoide. Desarrollada a partir de la geometría del tetraedro (o del icosaedro por ampliación del tetraedro), está formada por triángulos cuyos vértices forman parte de la superficie virtual de la esfera. En un casquete esférico, las fuerzas que actúan sobre su estructura, incluidas las de su peso propio, se pueden redistribuir de forma equitativa y en el menor tiempo posible por medio de líneas geodésicas.

After the war, Fuller's efforts focused on the problem of how to build a shelter which is so lightweight, it can be delivered by air. Shelter should be mobile which would require great breakthroughs in the weight-reduction of the materials. Technology would have to follow nature's design as seen by the spider's web which can float in a hurricane because of its high strength-to-weight ratio. New shelter would have to be designed that incorporates these principles and that was Fuller's intent ("Geodesic Domes | The Buckminster Fuller Institute," n.d.).

Aunque comunmente se atribuye a Fuller el invento de la cúpula geodésica, existe una patente alemana de 1920 con la misma idea, que fue utilizada por el diseñador de aviones británico Barnes Wallis (1887-1979) ("Barnes Wallis - History Learning Site," n.d.).

Si observamos las estructuras de madera utilizadas en las aeronaves de la Primera y Segunda Guerras Mundial como la del *Vickers Wellington*, podemos observar geometrías en malla diagonal muy similares a las que se derivan posteriormente de la cúpula geodésica y sus triangulaciones (ver p.524). Por otra parte, los experimentos con estructuras tridimensionales a base de barras delgadas de acero o aluminio formando tetraedros, estaban presentes en los trabajos de Alexander Graham Bell desde 1895, con aplicaciones en la construcción de artefactos voladores y de estructuras de soporte, -de montaje rápido y prefabricado-, a partir de un *kit* de componentes y uniones tipo patentadas ("The years kite of Graham Bell," n.d.). Al parecer, Fuller desconocía la existencia de estos trabajos previos.

En 1938 Fuller patentó su cúpula geodésica. Tras la Segunda Guerra Mundial, durante la cual Fuller había sido responsable del diseño y suministro de sus *Dymaxion Deployment Units* como viviendas de montaje rápido para uso militar, la Marine Corps de los Estados Unidos financió el desarrollo de las cúpulas que Fuller había estado ensayando con sus alumnos en el MIT. En 1951 presentó su trabajo para obtener la patente de este tipo de construcciones. Su invención era descrita como una estructura que encerraba un espacio con un rendimiento de 4 kg de material por cada metro cuadrado cubierto, en comparación a los 2500 kilos por metro cuadrado de una construcción convencional de paredes y techo. La estructura sería esférica, compuesta por barras entrelazadas formando un patrón geodésico en tres dimensiones, y recubierta por un material plástico. La presentación pública de la cúpula de Fuller ocurrió en 1954 en la Triennale de Milán, cuyo tema en aquella edición se centraba en la relación entre artefactos y naturaleza y en los retos medioambientales del momento. La ciencia del diseño de Fuller y su cúpula a base de cartón, encajaban perfectamente en esta temática, y el diseño se llevó el primer premio. Esta era una exposición reconocida mundialmente en la que se exhibían innovaciones en diseño, arquitectura, artesanía y urbanismo (“Geodesic Domes | The Buckminster Fuller Institute,” n.d.). Tres años más tarde, fue en esta feria de Milán donde Foster asistió a la presentación del *Citroën DS*.

Fuller construyó cúpulas geodésicas con barras delgadas de avión de aleación de aluminio, como la construida en Detroit sobre la *Ford Rotunda* en 1952, que cubría una luz de 30 metros y estaba compuesta por 19.680 piezas. Eran estructuras ligeras, que podían ser transportadas en avión y montadas en pocas horas por personal no cualificado. En 22 horas se montó en 1957 en Honolulu la cúpula *Kaiser*, de 44 metros, alojando a 1500 personas para un concierto. En las utilizadas como bases de radar en el ártico se utilizaron paneles de fibra de poliéster, aunque también paneles de acero, como en la mayor cúpula del mundo que fue la de Union Tank Car en Baton Rouge, en Louisiana, que tenía una luz de 116 metros. Otra cúpula a destacar fue la construida para la American Society for Metals en Cleveland Ohio en 1959, montada en dos membranas paralelas con una luz de 75 metros (“BBC iPlayer - Horizon - 1964-1965: The World Of Buckminster Fuller,” 1964; Goodman et al., 1996; Pawley, 1990). Finalmente, el mayor reconocimiento mundial de las cúpulas de Fuller vino a partir de la que se construyó como pabellón de los Estados Unidos en la Exposición Universal celebrada en Montreal en 1967.

4.9 Otros arquitectos en los Estados Unidos de los años 60

En los años sesenta, muchos arquitectos en los Estados Unidos comenzaron a trabajar de una forma diferente a la predicada por padres del movimiento moderno en América. Entre ellos, algunos de los nombres a destacar fueron Louis Kahn (1901-1974), y Charles y Ray Eames, no solo por su importancia en la historia de la arquitectura y el diseño, sino también por su influencia directa sobre Norman Foster.

Louis Kahn era un arquitecto reconocido a mediados de siglo XX en los Estados Unidos, y Foster sabía de él cuando tuvo que elegir su destino en norteamérica (Sudjic, 2010). Kahn había sido profesor en Yale durante una década, antes de 1960, y durante este tiempo proyectó el edificio de la galería de arte de la universidad, en cuya última planta se situaba la escuela de arquitectura en la que estudió Foster. Una de las ideas principales de Kahn, fue la de los espacios sirvientes y servidos, que se ha convertido en uno de los criterios de proyecto clásicos en la arquitectura, y que podremos leer claramente en muchos de los edificios de Foster (Jenkins, 2002; Sudjic, 2010).

Charles y Ray Eames, (1907-1978) y (1912-1988) destacaron por su arquitectura y diseño industrial, y en especial, por el diseño de mobiliario en madera y plástico y por sus diseños orgánicos y de bajo coste ("Charles and Ray | Eames Office," n.d.). La casa propia de los Eames en Santa Mónica se considera precursora de la arquitectura de Norman Foster y Richard Rogers, incluyendo todo lo que posteriormente se etiquetó bajo el término High-tech. Foster y Rogers visitaron esta casa en California tras haber acabado el curso en Yale, en 1962. La casa, que había sido proyectada por Charles y Ray Eames en 1949, ofrecía varias características que la hacían diferente. Se había construido con elementos prefabricados estándar, como una autolimitación impuesta por los arquitectos, y además su estructura estaba formada por componentes muy esbeltos, dentro de una retícula que generaba una planta libre, a la manera de Le Corbusier y de Mies (Jenkins, 2002; Kron & Slesin, 1978; Sudjic, 2010).

Los Eames parecen haber sido una influencia principal en Foster y sus diseños. Las sillas *Side Chair DSX* las podemos ver en sus diferentes versiones de plástico y rejilla metálica en los proyectos Renault Distribution Centre, Sainsbury Centre for Visual Arts, o en las oficinas centrales de Foster and Partners (Foster, 1990; "Vitra | Products: Eames Plastic Chair," n.d.).

4.10 Arte en los Estados Unidos de los años 60

4.10.1 Pop Art

En la década de los 40, con el estallido de la Segunda Guerra Mundial, muchos artistas e intelectuales se habían trasladado a los Estados Unidos, donde Nueva York se convirtió en el epicentro cultural a nivel mundial. Allí se dieron cita personajes como Josef Albers, Marcel Duchamp, Piet Mondrian, Max Ernst, Joan Miró, Salvador Dalí, y muchos otros.

En este contexto, a principios de la década de los 50, los artistas norteamericanos comenzaron un movimiento de vanguardia con una identidad propia, diferente a las corrientes europeas surrealistas, cubistas, y constructivistas pero muy influido por ellas y por los artistas que las habían llevado consigo desde Europa. Estados Unidos empezó a dar testimonio de una identidad artística propia en un estilo de pintura conocido como *expresionismo abstracto*, o *pintura en acción*, en el que destacaron artistas como Jackson Pollock (1912-1956), Mark Rothko (1903-1970) o Hans Hofmann (1880-1966). La etiqueta expresionismo abstracto fue utilizada por primera vez en 1946, por el crítico de arte Robert Coates, refiriéndose a la nueva corriente que se gestaba en Nueva York (“Expresionismo Abstracto,” n.d., “Expresionismo abstracto - EcuRed,” n.d.).

Josef Albers (1888-1976) y Mark Rothko (1903-1970) se encuentran entre la selección de artistas destacados por Norman Foster, que formaban parte de este ambiente neoyorkino en los años 50 y 60. Albers era un emigrante procedente de Alemania, donde había sido profesor de la Bauhaus junto a Paul Klee y Wassily Kandinsky, que pudo continuar con su labor docente en los Estados Unidos, donde comenzó a impartir clases en 1933, en el centro universitario Black Mountain College, permaneciendo allí hasta 1949. Este centro fue de gran importancia en aquellos años y por él pasaron otros profesores y alumnos de gran relevancia como Walter Gropius, Buckminster Fuller, Karl Jung, Robert Rauschenberg y otros. Posteriormente, en 1950, Albers pasó a ser director del departamento de diseño de la universidad de Yale, donde se jubiló en 1958⁸.

8 Las referencias bibliográficas son múltiples: (“Biografía de Josef Albers - quién es, obras, información, resumen, vida, tarea, historia,” n.d., “Black Mountain College – A School Like No Other | TateShots | Tate,” n.d., “Expresionismo Abstracto,” n.d., “Josef Albers | Op-art.co.uk | Op-Art.co.uk,” n.d.; Pawley, 1990)

La pintura de Albers en los Estados Unidos fue una continuación de sus exploraciones en la Bauhaus, con la utilización funcional, indicativa, y perceptiva del color puro, y las geometrías minimalistas, buscando el efecto máximo con los medios mínimos. Un ejemplo de ello lo podemos ver su serie de cuadros *homenaje al cuadrado*, en la que se explora la experiencia subjetiva del color y la profundidad espacial. Albers y su investigación sobre la percepción, fueron una gran influencia para artistas como Mark Rothko y también para el movimiento *Op Art* o arte-óptico, también señalado por Foster dentro de su espectro de preferencias (“Albers, Homage to the Square (article) | Khan Academy,” n.d.; Expresionismo Abstracto,” n.d.).

Mark Rothko, este constituyó una figura emblemática en esta tendencia americana del expresionismo abstracto. En sus obras trataba sobre la trascendencia a través de la creación de atmósferas de color y luminosidad, en grandes cuadros que trataban de llenar el espacio y envolver al espectador.

Me doy cuenta de que, históricamente, pintar cuadros grandes se ha asociado a la pompa y a la grandiosidad. Yo lo hago para resultar intimista y humano. Cuando realizas un cuadro muy grande, lo pintas como lo pintes, tú estás dentro del cuadro (“Mark Rothko: la sensualidad en el color | Cultura Colectiva - Cultura Colectiva,” n.d.).

4.10.1.1 Pop Art: contexto y antecedentes

A finales de los 50 y en los años 60 se produjo, -con origen británico, aunque con Nueva York como centro principal-, la irrupción de la tendencia conocida como Pop Art, que se entiende como una reacción frente al arte elitista representado por el expresionismo abstracto que le precedió durante la década de los 50.

El poder adquisitivo de una clase media emergente, había convertido al consumo de productos y sus imágenes en el código social con el que la mayor parte de la población se identificaba. Como consecuencia a este aumento de poder de la clase media, se producirían unas formas y un arte, que responderían a códigos populares que la mayor parte de la población era capaz de entender. Hasta finales de los 50, las artes plásticas habían estado representadas por vanguardias abstractas que no eran fácilmente entendibles de forma inmediata, y menos aún, por parte del

público general sin una cultura adecuada al respecto. En arquitectura, la tendencia funcionalista y racionalista impuesta desde los años 40 por el buen diseño y la buena forma de la Bauhaus en su vertiente norteamericana, pertenecía al gusto de las élites culturales y económicas y no se ajustaba, -o incluso podríamos decir que era contraria-, a esta nueva población con el deseo y el poder adquisitivo suficiente para exigir y crear sus propios referentes culturales de acuerdo con sus gustos, sin tener porqué quedar relegados ni aleccionados por una élite minoritaria (Marchán Fiz, 1986; Montaner, 2002; Torrent & Marín, 2005).

Se consideran precursoras del movimiento Pop las reuniones del *Independent Group* en Londres en 1952 y 1954, en las que se discutían temas de filosofía y tecnología además de temas artísticos. La componente científico-tecnológica ya estaba presente como parte integrada en el Pop Art desde los inicios del movimiento, y en collages como el *I was a Rich Man's Plaything* de Eduardo Paolozzi de 1947, ya se mostraba la fascinación por la cultura popular y la tecnología junto al glamour del consumismo americano y su crítica.

Algunos de los miembros que se dieron cita en las reuniones del Grupo fueron Richard Hamilton, Eduardo paolozzi, Reyner Banham y también los arquitectos Peter y Alison Smithson en las sesiones del 54. Reyner Banham, fue un crítico e historiador de arte, diseño y arquitectura, que presidió las sesiones del 52 y 54 del Independent Group y años más tarde tuvo amistad con Norman Foster, de quien escribió y habló positivamente sobre su trabajo (Marchán Fiz, 1986; Montaner, 2002; Torrent & Marín, 2005).

Como antecedente teórico de la reproductibilidad que caracterizó al Pop, y también al Posmodernismo, es de señalar el texto de Walter Benjamín de 1936 sobre *La obra de arte en la época de la reproductibilidad técnica*, que como hemos comentado al hablar sobre Aby Warburg y el símbolo y la reproducción en el capítulo tercero, señalaba que la obra de arte había perdido su valor ritual y había mantenido únicamente su valor de exposición, adquiriendo nuevas funciones y haciendo entrar en juego las interpretaciones abiertas por parte del espectador (Barrera Puigdollers, n.d.).

El arte y la arquitectura del pop poseen unas raíces híbridas. Están influidos por la semiología y las teorías de los signos, pero al mismo tiempo adoptan el mecanismo del objeto encontrado proveniente del surrealismo. Un objeto encontrado que ha perdido la voluntad subversiva y visionaria de los surrealistas y se ha convertido en pura imagen. Un arte pop que enfatiza siempre el universo formal de la metropoli y de los medios de comunicación. Las pinturas de Andy Warhol (1928-1987), que inicialmente trabajó como publicista, reproducían objetos e iconos de personajes emblemáticos de la cultura de masas, imitando en sus cuadros las técnicas que dichos medios de comunicación utilizaban para reproducir las imágenes, como las cuatricomías de la impresión, la trama de reproducción fotográfica, o el punteado y la paleta de colores de las pantallas de televisión (Montaner, 2002, p.122).

La cultura pop forma parte del caldo de cultivo en el que se educó Norman Foster. En su arquitectura, los códigos y sus propuestas, como la de la democratización de los espacios, y la mezcla de funciones y clases sociales bajo una única cubierta, buscan dar respuesta a la complejidad, y lo hacen con códigos que son en gran parte populares, provenientes de múltiples ámbitos, pero concretamente de los vehículos, de las máquinas, y de la ciencia-ficción.

Algunas de las posesiones de Foster son, por ejemplo, el cuadro de *Lenin* de Warhol, que fue la primera obra que compró con su mujer Elena, y el *Jeep Ranger* que el arquitecto asocia con las obras de Roy Leichtenstein y de Thom Weisel (Prevost, 2013; Sudjic, 2010).

4.10.1.3 Pop Art como imagen e ideas

La destrucción de lo sagrado en el arte estaba en la base del *Pop*, junto a la predominancia de las ideas transmitidas o sugeridas, por encima de las cualidades físicas de la obra. Todo se podía ironizar y mezclar, cualquier objeto encontrado podía incluirse dentro de una obra para acabar generando nuevos iconos y símbolos culturales. La superposición de materiales, recortes de periódico, revistas y fragmentos de productos de consumo, constituye, al igual que en el Surrealismo, un sedimento estratificado de la historia y los significados.

Los artistas Pop Art se burlaban o de las ideas de búsqueda de la pureza y de la intención de generar emociones viscerales o un impacto físico en el espectador, propia de los artistas del expresionismo abstracto que les precedían. Por el contrario, trataban de crear una contradicción de conceptos junto a su representación figurativa de la complejidad de la realidad con la que se identificaban. La generación de emociones se vuelve secundaria frente a la necesidad de generar ideas. Al igual que en el surrealismo, las ideas y las conexiones entre conceptos, o

los manifiestos, son mucho más importantes que el objeto físico o el resultado material de la obra. Se critica, al tiempo que se ensalza, la cultura del momento histórico. Se trabaja con la descontextualización, la fragmentación, las referencias históricas y los juegos de palabras (Marchán Fiz, 1986; Montaner, 2002; Torrent & Marín, 2005).

Junto al citado Walter Benjamin, la propuesta de pensamiento y de reconstrucción de la historia por medio de imágenes en el Atlas de Aby Warburg, como también los montajes, los collage y los objetos encontrados del mecanismo surrealista, y las teorías de Freud, parecen estar vinculados con los mecanismos del Pop Art, con los que se consigue todavía una mayor superficialidad, ya que el objeto encontrado se ha convertido en imagen, perdiendo su carácter individual en el anonimato de la reproducción. La recontextualización que se produce en el Pop, al incluir en una galería de arte objetos de uso cotidiano, es parecida al mecanismo utilizado por Duchamp al escoger un urinario, darle la vuelta, y llamarlo fuente. Es una acción que rompe los esquemas establecidos, la forma de mirar y entender la realidad, y eleva a la categoría de arte un objeto que no lo es y que se vuelve arte por las ideas que conlleva, por las que sugiere, y por las acciones de escoger, mover, y mostrar en un contexto nuevo. Esta recontextualización y transgresión en la forma de mirar y valorar los objetos cotidianos, es la que se produce también en el Pop Art, y en ella encontramos vínculos con la arquitectura High Tech.

La representación de objetos industriales con técnicas manuales artísticas, fue muy recurrente en el Pop Art. De esta forma, la lata de sopa *Campbell* de Warhol, un objeto cotidiano industrial de la cultura popular, pasó a la alta cultura de las Bellas Artes, al ser representado en un simulacro, con técnicas manuales propias de las artes, y ser expuesto en una galería.

Algunos artistas principales en el movimiento fueron Andy Warhol, Richard Hamilton, Robert Rauschenberg, Tom Wesselmann, Roy Lichtenstein y David Hockney.

Andy Warhol, que se hizo famoso en los 60, provenía del mundo de la mercadotecnia y las imágenes comerciales y pretendió ascender a la categoría de bellas artes desde el arte popular. Las obras de Warhol mitificaban y criticaban los objetos y la realidad a un mismo tiempo ("Warhol Foundation," n.d.).

Lichtenstein por ejemplo, reinterpretaba la mirada sobre las imágenes del cómic, y las reproducía recaricaturizándolas, elevándolas a la categoría de arte por un lado, y por otro, generando una crítica que nos muestra como la caricaturización de la realidad la ha convertido en un objeto de consumo. Cualquier cosa que se puede vender y revender. Este es el caso de los aspectos de la feminidad que se representan en la publicidad y en los cómics, que son símbolos e iconos de cultura de masas, ridiculizados por el Pop con su repetición ("Roy Lichtenstein Foundation," n.d.).

Richard Hamilton, británico, que había formado parte desde 1952 del Independent Group de Londres, realizó pequeños collage a partir de revistas, integrando objetos icónicos típicos de nuestra cultura, dando valor a objetos cotidianos de consumo ("Exposición - Richard Hamilton - Hamilton, Richard," n.d., "Richard Hamilton Biography, Art, and Analysis of Works | The Art Story," n.d.).

4.11 La etapa de desarrollo profesional 1963-2017: el Team 4, Foster Associates y Foster and Partners

A partir del inicio de la práctica profesional de Foster en Inglaterra, tras su estancia en los Estados Unidos, podemos considerar finalizada su etapa de formación. Las influencias que podríamos citar desde este momento en adelante incluyen múltiples ramificaciones en diversos campos en los que el arquitecto ha centrado su interés.

De esta etapa, citaremos una selección con algunos de los objetos que podrían formar el cuerpo principal de estas influencias, con el objetivo de completar el mapa de imágenes parcial que nos permitirá la interpretación de los proyectos en el capítulo 6. Centraremos esta selección en tres grupos: las aeronaves, los automóviles, y algunas obras de arte contemporáneas, desde los 60 hasta nuestros días; todos ellos vinculados a Norman Foster y a sus pasiones.

En 1962 Norman Foster volvió de los Estados Unidos a Inglaterra para asociarse con Richard Rogers, Wendy Cheesman, y Su Brumwell, y formar el estudio de arquitectura Team 4, al que se unió Georgie Cheesman –hermana de Wendy-. El equipo se mantuvo unido durante cuatro años y juntos construyeron algunos de los edificios germinales en el lenguaje de la arquitectura de Foster como fueron The Retreat y Reliance Controls. Tras estos cuatro años, Norman y Wendy formaron su propio estudio, que se llamó Foster Associates, y que posteriormente en 1990, cambió su nombre para transformarse en el estudio actual Foster and Partners (Jenkins, 2002; Sudjic, 2010).

4.11.1 Panorama británico en los 60

Los sesenta fueron para Gran Bretaña una época de explosión de libertad y creatividad que pasó del blanco y negro de la posguerra al color del Pop en diseño, moda y artes, a los que se unió la televisión en color. A la exaltación de la libertad individual acompañó la búsqueda de la diversión y el tiempo de ocio, que fue la base de la proliferación de las bandas de rock como los Beatles, los Stones, los Who, y muchas otras, que junto con el cine inundaron la sociedad del momento, acompañando a hechos históricos como la aparición del movimiento feminista, el reconocimiento de los derechos de la mujer, la aparición de la píldora contraceptiva, o los movimientos hippie y pacifista de norteamérica. También fue una época de un fuerte progreso

tecnológico, representado tanto por la carrera espacial, como por la introducción del avión supersónico de pasajeros Concorde en 1969 ("Britain in the 1960s and 1970s | ESOL Nexus," n.d., "The 1960s, The Decade that Shook Britain," n.d.).

En Londres, en 1961 se publicó Archigram, la revista en la que Peter Cook, David Greene y Michael Webb entre otros, que desde la Architectural Association acercaron el mundo de la arquitectura al de la ciencia-ficción y la carrera espacial, utilizando los medios del Pop Art y la estética del futurismo, y tratando de dejar atrás el funcionalismo racionalista del movimiento moderno y el estilo de diseño Bauhaus (Sudjic, 2010).

El movimiento moderno europeo en Inglaterra, había calado más por la vía del racionalismo y el diseño orgánico escandinavo que por las formas y materiales empleados por Le Corbusier o Mies Van Der Rohe. En este diseño escandinavo, uno de los referentes fundamentales en la arquitectura del siglo XX y también en la de Foster fue el finlandés Alvar Aalto (1898-1976), que destacó por su tratamiento de la luz cenital, por sus diseños en madera y por el empleo de formas curvas dentro de lo que podríamos llamar racionalismo orgánico.

4.11.2 Aeronaves: 1961- 2016

Cuando Foster realizaba el servicio militar, en el año 55 ya eran operativos aviones como el bombardero *Avro Vulcan*, con controles de vuelo automáticos, propulsión *jet* y cuerpo en ala delta. Como hemos comentado el desarrollo de los motores *turbojet* y su aplicación a las aerolíneas comerciales, junto con los vuelos supersónicos, constituyeron tras la Segunda Guerra Mundial las revoluciones más importantes ocurridas en la aviación desde sus inicios.

En los años 60, la Guerra Fría dio lugar a aviones cada vez más rápidos, a tecnologías de espionaje y a aviones experimentales supersónicos. Los helicópteros se volvieron cada vez más sofisticados, para servir de apoyo a los ejércitos en tierra, como en el caso de los modelos *Bell UH-1 Iroquois* de 1959, propulsado por turbinas, y del *Lynx* de 1978, de la compañía Westland. Los aviones de pasajeros propulsados por motores *jet* como el *Boeing 707* se impusieron, remplazando a los de motor de pistones (Dorling Kindersley, 2013).

La compañía Boeing, tras el modelo 707 de 1954 consiguió hacerse hegemónica en los vuelos comerciales de pasajeros propulsados por motores *jet*, y doce años más tarde, en 1966, decidió dar su mayor salto hacia adelante con la construcción de su *Jumbo Jet 747* que superaba en más de dos veces el tamaño del 707, y que ha permanecido como el avión de mayor capacidad de

pasajeros hasta la llegada del *Airbus 380* en el año 2005. El *747*, diseñado por Joe Sutter (1921-2016), fue introducido en la línea Nueva York-Londres en enero de 1970, protagonizando una revolución social a escala mundial, con la reducción de precios en los billetes y la expansión global de mayor capacidad de carga de personas y mercancías, y estableció el modelo estándar para los grandes transportes aéreos posteriores (Anderson, 1999; Dorling Kindersley, 2013; Grant, 2017).

Norman Foster se refirió al *747* como el mejor edificio del momento en un programa para la BBC en los años 90. Para Foster el *747* constituía una obra de arte en cada uno de sus detalles, por su precisión y su cuidado diseño industrial, y representaba un modelo a imitar para la arquitectura ("Building Sights - Series 3: 1. Boeing 747," 1991).

Un caso singular dentro de los aviones militares a reacción (propulsados por motores de propulsión a chorro o *Jet*) fue el *Harrier*, un caza británico de despegue vertical concebido inicialmente por la compañía Hawker Aircraft, cuyo prototipo voló por primera vez en 1960. Un elemento clave en el *Harrier* fueron los motores *Rolls Royce Pegasus* y sus bocas de impulsión laterales, cuya rotación permite el desplazamiento en horizontal o en vertical de la aeronave. En los 80 una versión del *Harrier*, el AV-8, fue adaptada para su producción en los Estados Unidos (Anderson, 1999; Dorling Kindersley, 2013; Grant, 2017).

En cuanto a la construcción de aeronaves supersónicas para vuelos comerciales, fueron varios países los que se lanzaron a este propósito, sin embargo, los problemas técnicos y el alto coste de desarrollo, junto al incremento en los precios de los carburantes provocaron que sólo Francia e Inglaterra acometieran conjuntamente dicho proyecto, dando como resultado el *Concorde*, que fue presentado en 1969 aunque no entró en servicio hasta 1976. Fue el primer avión supersónico de pasajeros del mundo y supuso un hito en la aviación. Conseguía llegar de París a Nueva York en tres horas y media y alcanzaba una velocidad de *Match 2*, por encima de los 2000 Km/hora.

El *Lockheed SR-71 Blackbird* también fue un hito en la consecución de récords de velocidad y en el desarrollo de una nueva aerodinámica para los vuelos supersónicos, alcanzando en 1965, los 3331Km por hora (*Match 3.14*). Según su diseñador Kelly Johnson (1910-1990), todo en este avión tuvo que ser inventado partiendo de cero, ya que la física de los vuelos a menor velocidad no era válida al atravesar la barrera del sonido. Al pasar a velocidades supersónicas

el centro de presiones del aparato cambia radicalmente de repente desestabilizando la nave. Para contrarrestar este efecto se diseñaron las “mejillas” laterales, que añaden mayor superficie de sustentación desde la punta delantera y generan un flujo laminar progresivo del aire en su sección transversal. Así, estas aletas laterales constituyen además un componente estético como resultado de la adaptación del diseño a las fuerzas de la naturaleza (Anderson, 1999; Springer, 2003).

El fuselaje del aparato con su forma de ala delta de perfil afilado, responde como en el caso del *Concorde*, al propósito de romper las ondas de choque que se oponen al movimiento al

llegar a velocidades supersónicas y que consituyen lo que se denominaba barrera del sonido. El calentamiento debido a la fricción obligó a utilizar titanio en lugar de aluminio para la estructura (Springer, 2003, p. 64).

Los desarrollos de la aviación han sido generados a partir de la búsqueda de la supremacía militar. A partir de la Guerra del Vietnam se desarrollaron artefactos que fueran invisibles a los radares en lo que se conoce como tecnología *stealth* (sigilo). La primera aeronave que contó con esta tecnología fue el bombardero *Lockheed F-117* construido en 1982 y sacado a la luz pública en el 88. Sus geometrías angulosas, cubiertas con un material absorbente de radar en negro mate, desvían las ondas de radar en lugar enviarlas de vuelta. Para reducir su rastro de infrarrojos se eliminó el quemador trasero y se sustituyó por conductos de un material absorbente del calor (Dorling Kindersley, 2013, p. 237).

Otros conceptos de diseño como el *flying wing*, aunque se comenzaron a desarrollar ya antes de la Segunda Guerra Mundial, no fueron realmente posibles hasta la introducción de sistemas de control de vuelo por ordenador en modelos como el citado *Avro Vulcan* de 1952. En teoría el *flying wing* debía ofrecer el mejor comportamiento aerodinámico, pero en la práctica carecía de la suficiente estabilidad. Un ejemplo moderno de este concepto es el bombardero *B-2* de la compañía *Northrop*, introducido en 1997, cuya forma responde a la tecnología *Stealth* que hemos comentado respecto al *F-117* (Anderson, 1999; Springer, 2003).

El concepto de *flying wing* se aplica a drones desarrollados en la actualidad, como los que utilizan en el proyecto de Foster de 2015 para un aeropuerto de drones en Ruanda ("Droneport | Foster + Partners," n.d.). Por otra parte, también se trata de uno de los conceptos que en la actualidad se barajan como propuestas de futuro para conseguir aviones más eficientes. Un ejemplo de ello es el prototipo que la compañía *Northrop* presentó a la *NASA* en 2015 (Gipson, 2015; HQ, 2015).

Materiales

Los materiales de construcción de aeronaves han sido decisivos en la evolución de las mismas desde los años 60. En aras a conseguir una mayor ligereza y resistencia, sobre todo a la deformación de la superficie del casco a compresión, a partir de los años 30 se desarrollaron los fuselajes tipo sándwich en los que se introducía una lámina interna ligera pero resistente a tracción y compresión (como pueden ser las espumas rígidas, o la malla en panel de abeja de aluminio).

Otros materiales muy ligeros y de gran resistencia y sin problemas de corrosión, como la fibra de vidrio o la fibra de carbono, comenzaron a desarrollarse sobre los años 30 y 50 respectivamente, siendo su mayor desarrollo a partir de finales de los años 60, con aplicaciones en automóviles y en estructuras náuticas y aeronáuticas.

Los *Boeing 747*, estaban contruidos inicialmente con un fuselaje semimonocasco, pero su gran tamaño hizo necesaria la búsqueda y aplicación de materiales más ligeros y resistentes, como los paneles sándwich de fibra de vidrio o de aluminio con interior reforzado por una malla en panal de abeja de aluminio que se utilizaron en las alas y también en los interiores o en el fuselaje ("A Brief History of Aircraft Structures," n.d., "Aircraft Structures | Aerospace Engineering Blog," n.d., "Evolution of aircraft structures | AERTEC Solutions," n.d.).

La construcción con materiales multicapa a base de los nuevos composite de fibra de vidrio o de carbono reforzados, se convirtió en una de las características principales de la aviación desde los años 70. Un ejemplo de ello es el primer planeador ultraligero pilotado por Norman Foster en los años 70, el *Libelle*, que fue el primer aeroplano fabricado enteramente en fibra de vidrio. Posteriormente el arquitecto compró otros como el *PIK*, el *ASW*, o el *Caproni Vizzola* (Sudjic, 2010, 119). Otro ejemplo de este tipo de construcción aunque más avanzada es *Beech Starship*, de 1988, cuyo fuselaje fue construido enteramente con paneles sándwich, reduciendo la necesidad de costillas y rigidizadores adicionales ("A Brief History of Aircraft Structures," n.d., "Aircraft Structures | Aerospace Engineering Blog," n.d., "Evolution of aircraft structures | AERTEC Solutions," n.d.).

Vuelos espaciales

Entre 2006 y 2014, Foster and Partners proyectó y construyó el aeropuerto para vuelos espaciales en Nuevo México, que es conocido como Spaceport America, para la compañía Virgin Galactic. La nave que han estado desarrollando para los vuelos turísticos espaciales consta de dos vehículos que se acoplan, el *White Knight Two* y el *SpaceShip Two*. El primero de ellos lo construye la empresa *Scaled Composites* y los posteriores, los construirá la *Spaceship Company* que es una empresa hermana de Virgin Galactic ("Our Vehicles and Spaceships - Virgin Galactic," n.d.-b).

La *White Knight Two* es un avión de dos fuselajes, construido en fibra de carbono, y cuatro motores de propulsión a chorro, que está diseñado para llevar a la otra nave, la *SpaceShip Two* hasta una altitud de 50.000 pies desde donde pueda ser lanzada al espacio. La *Spaceship Two* es una nave diseñada para llevar a ocho tripulantes en un viaje de ida y vuelta hasta fuera de la

atmósfera terrestre. Es impulsada por un motor de cohete. Su fuselaje, también construido en fibra de carbono, está diseñado entre otras muchas características con orificios circulares para maximizar la experiencia visual de los pasajeros astronautas ("Virgin Galactic Unveils All-Carbon Composite SpaceShipTwo," n.d.).

Estos vuelos espaciales son hoy en día posibles gracias al desarrollo en las décadas previas de aviones de la NASA como el *North American X-15*, que introducido en 1959, y que propulsado por un motor cohete, fue el primero en alcanzar el límite con el espacio exterior, conseguir superar registros previos de velocidad, y proporcionar un banco de pruebas para el desarrollo posterior de los transbordadores espaciales como el *Columbia*, que fue el primer transbordador reutilizable lanzado por la NASA en 1981 ("Space Shuttle Columbia: A New Beginning and Vision | NASASpaceFlight.com," n.d.; Springer, 2003).

Otro vehículo de la NASA que Foster utiliza en sus explicaciones es el planeador *Gossamer Albatross* de 1979, diseñado por el Doctor Paul MacCready. Éste fue un vehículo ultraligero que consiguió volar y cruzar el Canal de la Mancha en 2 horas y 49 minutos, propulsado por una persona. Consistía en una cápsula, fabricada en plástico *Mylar* y a base de *composites*, que encerraba un bastidor cuadrilátero de tubo de fibra de carbono en el que se incorporaba una estructura de bicicleta desde la que una persona propulsaba el aparato. En la parte superior del bastidor, éste iba unido a una gran ala y a un mástil que sujetaba la cola del aeroplano. Este vehículo fue la base de desarrollos posteriores impulsados por energía solar (“MacCready & Gossamer Albatross” | National Air and Space Museum,” n.d.).

4.11.3 Automóviles: 1961- 2016

Tras la guerra mundial la fabricación de automóviles experimentó una época de explosión en la producción. En los 50 los automóviles experimentaron todo tipo de formas y configuraciones mecánicas, y como hemos dicho, esta fue la época del lanzamiento de automóviles que van desde el *BMW Isseta* hasta el *Chevrolet Corvette* o el *Citroën DS* (Dorling Kindersley, 2011).

En los 60 se lanzaron modelos, como el *Citroën 2cv Sahara*, comercializado en 1960, el *Lotus Elan* de 1962, el *Aston Martin DB-5* del 63, el *Porsche 911* del 63, derivado del 356 de 1948, o el *Ford Mustang* en el 64. Muchos de estos vehículos destacan por innovaciones técnicas como la utilización de los plásticos y la fibra de vidrio, o por la incorporación habitual de tecnologías desarrolladas desde finales del siglo XIX y principios del XX: los frenos de disco, las suspensiones independientes en las cuatro ruedas, la tracción 4x4, la dirección asistida, o el motor con inyección de combustible. Por ejemplo, el *Chevrolet Corvette* de 1953 diseñado por Harley Earl que hemos visto anteriormente, se construyó con carrocería de plástico reforzado con fibra de vidrio desde su primera versión, y contaba con frenos de disco en las cuatro ruedas (Dorling Kindersley, 2011; "HARLEY EARL," n.d.).

Como hemos explicado, Foster utiliza datos y analogías de estos vehículos en la concepción y explicación de sus proyectos.

En los 60, muchos de los constructores de coches de carreras asumieron los beneficios de mover el motor desde la parte delantera al centro o a la parte de atrás del automóvil. Mientras los diseños de Ferdinand Porsche ya incorporaban esa configuración en el año 38, como el *Volkswagen Beetle* o el modelo de competición *Auto-Union Type C*, en modelos como el aerodinámico *Mercedes W125 Rekordwagen* de 1938 el motor se disponía en el frente del vehículo. En el esquema del *Volkswagen Beetle Tipo 1*, se basaron los *Porsche 356* de 1948 y el posterior *911* de 1963 .

En los coches utilitarios para el público general se dieron todas las combinaciones posibles en la posición del motor y la tracción: motor delantero y tracción trasera, tracción y motor traseros, tracción y motor delanteros y tracción a las cuatro ruedas (Dorling Kindersley, 2011) .

En los años 70 se fueron abandonando las formas fluidas y redondeadas de los sesenta y se pasó a diseños de carrocerías con bordes afilados y perfiles más cuadrados y en cuña. Este es el caso del *Lancia Stratos HF* de 1971 diseñado por Giuseppe Bertone (1914-1997), del *Ferrari 308 GTB* de 1975 diseñado por la firma Pininfarina como sustituto del *Ferrari Dino 246*, o del *Lotus Esprit*, que lanzado en 1975 y diseñado por Giorgetto Giugiaro (1938-) y su firma Italdesign, constituyó el modelo para otros diseños como el *De Lorean DMC-12* de 1981. También es el caso de automóviles para el gran público como el *Volkswagen Golf* de 1974 o el *Lancia Beta Montecarlo* de 1975 (“Design | Carrozzeria Bertone | V&A Search the Collections,” n.d., “Lotus Esprit Turbo,” n.d.; Dorling Kindersley, 2011).

Deyan Sudjic nos cuenta que en los años 70 Foster transportaba sus planeadores en su Range Rover (Sudjic, 2010, p. 119). El *Range Rover* fue un modelo de Land Rover introducido en 1970 y supuso un salto hacia arriba de la marca, que había estado orientada desde su fundación a vehículos de uso rural. Surgió de la necesidad de competir con los SUV americanos de los años sesenta, centrados en el ocio y el tiempo libre. El *Range Rover* ofrecía una excelente capacidad todoterreno junto un mayor confort y prestaciones similares o superiores a las de las berlinas familiares de la época. Entre otras características, contaba con frenos de disco hidráulicos y tracción permanente en las cuatro ruedas, llantas de aluminio y suspensiones helicoidales. La carrocería, fabricada con paneles de aluminio ligero sobre una estructura de acero, fue de dos

puertas hasta la versión de los años ochenta. Incorporaba asientos de vinilo y salpicadero de plástico, en un diseño sobrio y funcional (Dorling Kindersley, 2011; Taylor & Dimbleby, 2002).

Los 80 se caracterizaron por la introducción de los motores turbo, por mayores potencias y por la búsqueda de la mayor eficiencia en el consumo. Se produjo una explosión de los vehículos de dos plazas descapotables o *coupés*, junto a la de vehículos pequeños, con cuatro asientos y con motores reducidos, ajustados a la demanda de gran parte de la población europea y asociados

con un menor consumo y con el éxito del modelo establecido por los *Mini* británicos. Entre los biplaza contamos con el *911 Cabriolet*, el *BMW Z1*, el *Jaguar XJS*, o el *Alfa Romeo Spider*, mientras que entre los pequeños utilitarios se introdujeron modelos como el *Peugeot 205 GTi*, el *Seat Ibiza*, o el *Renault 5 Turbo*. También eclosionaron las marcas orientales como Suzuki, Honda y Toyota y se produjo el desarrollo de grandes y potentes berlinas y coupés de dos y cuatro plazas, con diseños aristados y rectangulares como el del *Audi Quattro* de 1980 (Dorling Kindersley, 2011).

Probablemente Norman Foster conoce muchísimos modelos de entre todos los automóviles producidos durante todo el siglo XX y en particular desde los años 40. No obstante, las referencias de automóviles posteriores a los años 70 que hemos encontrado en sus libros y citas nos remiten sólo a unos cuantos vehículos como son: el *Renault Fuego* de 1980 y los *Fórmula 1 RE20, RE30 y RE40* de *Renault*, que pilotó, entre otros, Alain Prost entre 1980 y 1982, mientras Foster llevaba a cabo la construcción de su Centro de Distribución en Inglaterra; los vehículos solares *Sun Raycer* de Paul Mcready de 1897, y el Honda de 1993; el *Fórmula 1* de *McLaren* modelo *MP4*, en sus versiones de la 14 a la 20, pilotados entre otros por David Coulthard, mientras Foster and Partners realizaban y construían el McLaren Technology Centre en Inglaterra.

El *McLaren F1* y *F1 GTR*, fue el primer vehículo de calle producido enteramente en fibra de carbono, que ganó las 24 horas de Le Mans en 1995, y que posteriormente fue un referente para la construcción de algunos componentes del dicho edificio de Foster para McLaren⁹.

Uno de los avances más notables en la construcción de vehículos fue el desarrollo de la fibra de carbono de alta resistencia, a partir los experimentos de Roger Bacon en 1956 y su posterior aplicación para la producción de CFRP o plástico reforzado con fibra de carbono, que desde 1965 comenzó a remplazar a la de vidrio, que había sido el material “composite” dominante desde los años 50, sobre todo en la industria aeronáutica y aeroespacial. Este material tuvo varias etapas evolutivas y variantes en su composición hasta llegar a la fibra de carbono de la que se dispone hoy en día. Se aplicó en primer lugar en el mundo de la aviación, y posteriormente se comenzó a aplicar a los barcos, a los edificios, a los automóviles, y a todo tipo de productos de altas prestaciones como el material deportivo o las baterías de litio¹⁰.

En 1981 McLaren revolucionó la construcción de coches de competición con la introducción del primer Fórmula 1 con monocasco de fibra de carbono, el *MP4*. A estos desarrollos les siguió el *McLaren F1*, que en 1996 fue el primer automóvil comercial cuya carrocería estaba formada enteramente de fibra de carbono¹¹.

9 (“Norman Foster’s McLaren Technology Centre | Art and design | The Guardian,” n.d.)

10 (“High Performance Carbon Fibers - National Historic Chemical Landmark - American Chemical Society,” n.d.).

11 (“Case study: Carbon Fibre,” n.d.).

La fibra de carbono se aplicó sobre todo en el segmento de los deportivos de lujo, como el *Lamborghini Aventador* o el *Mercedes AMG SLS*, sin embargo, en la actualidad ha tomado algunos caminos nuevos como su aplicación en el coche eléctrico *i3 de BMW*, lanzado en 2013, para el que la marca decidió emprender su propia producción de fibra de carbono en una apuesta decidida por abaratar el suministro del material y conseguir así la viabilidad del vehículo eléctrico, maximizando la relación entre resistencia y peso de su estructura y exprimiendo las ventajas de nuevas técnicas de moldeo, fabricación y ensamblaje de piezas¹².

Otros referentes son el *Tata Nano* de 2008, que Foster utiliza como ejemplo de abaratamiento y democratización de la tecnología; el vehículo sin conductor conocido como *PRT* o *Podcar*, de la compañía 2getthere, producido en exclusiva en 2010 para el proyecto de ciudad Masdar, de Foster and Partners en Abu Dhabi, de 2008; y finalmente los *Nissan Leaf* y *e-NV200*, que son respectivamente un coche y una caravana eléctricos lanzados por Nissan en 2010, que en 2016 formaron parte de un proyecto conjunto de colaboración con Foster and Partners sobre movilidad, conectividad e integración de coches eléctricos en las ciudades.

12 (“W.S. Burgess Dies. Yacht Builder, 68. Naval Architect Designed and Constructed 3 Defenders of America’s Cup in ‘30’s,” 1947).

4.11.4 Arte Contemporáneo

En cuanto al arte contemporáneo, -la pintura y escultura posterior a 1962-, podemos ver a partir de las obras destacadas por Norman Foster en el libro *Norman Foster on Art*, que existen tendencias en los intereses del arquitecto y en sus líneas de búsqueda, que se apoyan en otras áreas del conocimiento, y señalan algunas ideas-fuerza persistentes en su arquitectura: la disolución de los límites, la abstracción, la exposición de la estructura, la exploración de los límites entre objeto y espacio -desde la escultura que afecta al espacio circundante hasta la escultura que envuelve el espacio o lo inunda con vocación arquitectónica-, los cambios de estado y de energía, presentes tanto en las máquinas como en la naturaleza, y la expresión de lo intangible mediante la materia. Todo aquello que es capaz de conmovernos por su energía y su capacidad de movimiento, acción, transformación.

De los artistas destacados por Foster citaremos una selección que incluye entre otros, nombres como: Richard Serra, Richard Long, Jaume Plensa, Marc Vaux, Miquel Barceló, Josef Albers, Gerard Richter, Sol Lewitt, Matias Spescha, Gotthard Graubner, Bridget Riley, Zhan Wang, Prudencio Irazabal, Cristina Iglesias, Alberto Giacometti, Hans Josephson, Günther Uecker, Cai Guo Qiang, Ai Wei, Íñigo Manglano Ovalle, Not Vital, David Maisel, Loop pH., James Turrell, Olafur Eliasson, Kenneth Snelson, Max Bill, Equipo 57.

4.12 Otros diseñadores de referencia: Jean Prouvé, Alvar Aalto y Otl Alcher

4.12.1 Jean Prouvé (1901-1984)

Jean Prouvé es uno de los héroes reconocidos por Foster. Según se menciona en el libro *Norman Foster Works 1* las persianas de aluminio desarrolladas para Manufacture des Tabacs in Marseille, (1954) y los desarrollos con estructuras a base de metal curvado, sirvieron de inspiración al arquitecto para el desarrollo de la terminal de pasajeros de Fred Olsen en 1969 (Jenkins, 2002, p. 168; Sudjic, 2010).

Norman Foster recurrió a Prouvé en los años 70, para el desarrollo de la fachada del edificio Willis Faber and Dumas y posteriormente, intervendría en la restauración de las fachadas de la Free University Library en Berlín¹⁴, que habían sido diseñadas por Prouvé en los años 40, siguiendo las proporciones del modulator de Le Corbusier (Sudjic, 2010, p. 151).

14 ("Free University, Berlin | Foster + Partners," n.d.)

El Art Déco tuvo su contrapartida no sólo en el diseño Alemán sino en la propia Francia, con racionalistas como Le Corbusier o el ingeniero Jean Prouvé. Estos dos formaron parte de la *Unión des Artistes Modernes*, cofundada por Prouvé en 1930 y colaboraron en algunos proyectos a partir de 1940.

Jean Prouvé (1901-1984) se dedicó a la investigación sobre la producción industrial de muebles y de edificios prefabricados. Su ensamblaje de piezas y componentes en seco constituyen un antecedente claro del High-Tech. Creía en la adquisición de carácter por parte del diseño mediante un proceso de simplificación (“Jean Prouvé Biography - Infos - Art Market,” n.d.; Jenkins, 2002; País, 2011).

Prouvé entendía el diseño como una actividad ética para la mejora de la humanidad. Su investigación sobre la producción industrial tenía como base este cometido ético alcanzado por medio de diseños económicos y de calidad. Prouvé proyectó y produjo viviendas para personas sin techo y modelos como la *Casa 6x6*, que fue una vivienda prefabricada destinada a solucionar las necesidades de alojamiento tras Segunda Guerra Mundial.

4.12.2 Alvar Aalto (1898-1976)

Otro de los referentes en la arquitectura del siglo XX, y particularmente en la de Foster, es Alvar Aalto, especialmente por su manejo de la luz cenital, sus diseños con maderas y formas curvas, y su concepción de lo artesanal y lo industrial. Alvar Aalto y su mujer Aino, experimentaron con la curvatura de las maderas aprovechando la humedad natural del abedul, que se utilizaba en Finlandia para la fabricación de esquís. Su inspiración venía tanto de los modelos de Thonet como del mobiliario de tubo de Mart Stam (1899-1986) y Marcel Breuer (1902-1981), vinculados al mundo de la Bauhaus alemana ("Alvar Aalto. Paimio Chair. 1931–1932 | MoMA," n.d., "Alvar Aalto MUSEUM," n.d.).

La obra de Aalto se puede calificar como *racionalismo-orgánico* (Montaner, 2002), y como veremos, este término es una etiqueta que podremos asignar también en algunos casos a la arquitectura de Foster.

Una de los edificios que Foster tomó como referente para el proyecto del Sainsbury Centre fue el museo a Aalborg de Alvar Aalto en Dinamarca, en el cual la calidad de la luz cenital hace pasar desapercibida la falta de ventanas tradicionales (Jenkins, 2002, p.379).

4.12.3 Otl Aicher (1922-1991)

Para Foster, Otl Aicher era el mejor diseñador gráfico vivo que existía en 1980 cuando se comenzó a realizar el proyecto para el HSBC de Hong-Kong y ese fue el motivo por el que quiso trabajar con él. Aicher y su mujer, Inge Scholl, fundaron tras la guerra, en 1953, la Escuela de Diseño de Ulm que fue un centro de enseñanza fundamental en el mundo del diseño hasta los años 60.

Aicher fue el diseñador de la nueva imagen corporativa de empresas como Braun o como la aerolínea Lufthansa, y también de los famosos gráficos de los Juegos Olímpicos de Munich en 1972, cuyo estadio olímpico había sido proyectado por Frei Otto ("The Olympic Feats of Otl Aicher - Bloomberg," n.d.).

Para Aicher, el diseño en general, y aspectos específicos como el uso del color o de las mayúsculas, implicaban un compromiso moral. La tipografía *Rotis* creada por Aicher, fue parte de la identidad del estudio de Foster y de sus edificios durante años, como podemos ver en las paredes del British Museum o en el metro de Bilbao.

Foster trabajó y entabló amistad con Aicher, quien falleció en 1991 en un accidente de tráfico (Sudjic, 2010, p. 152).

5- El lenguaje de la arquitectura de Norman Foster

Como hemos explicado en los capítulos primero y segundo, entendemos un lenguaje, como la capacidad del ser humano de comunicación a través de signos, suma de la lengua y el habla; es decir, como la suma de un código formado por objetos significantes y sus significados más una práctica de dicho código. En la arquitectura de Foster hablaremos de los componentes de los edificios como objetos significantes.

En este capítulo analizaremos el lenguaje a partir de las motivaciones del emisor, de su mensaje, y del código utilizado para su transmisión, formado por los significados y por sus componentes.

291.6- Factores que intervienen en la comunicación

Lengua = Código = Significados + Componentes

Al hablar del lenguaje y de la comunicación en los capítulos primero y segundo, entendíamos el *Código* como las palabras y los significados, que permiten estructurar un mensaje y hacen posible que dicho mensaje sea decodificado por un receptor que comparte el código.

Veíamos que en el lenguaje hablado, el código equivale a la lengua que es un sistema reglado de expresiones, abstracto y colectivo, representable por medio de imágenes convencionales en la escritura, que incluye las palabras y las relaciones entre la palabra y el pensamiento (De Saussure, 1945, p. 41).

5.1 Conceptos previos

Para poder analizar la narración global y los significados de la obra de Foster, introduciremos en primer lugar una serie de conceptos previos en los que se enmarcan, resumidos en cuatro grupos:

- 1- Siete invariantes en el lenguaje moderno de la arquitectura
- 2- Organicismo y funcionalismo
- 3- Lo orgánico frente a lo mecánico
- 4- La arquitectura High-Tech

5.1.1 Siete invariantes del lenguaje moderno de la arquitectura

En este punto nos basaremos en las explicaciones sobre el lenguaje arquitectónico que nos ofrece Bruno Zevi (1918-2000) en sus textos *El lenguaje moderno de la arquitectura* y *Saber ver la arquitectura*¹. Al hablar de arquitectura moderna, no nos referimos sólo a la del movimiento moderno, sino a la mayor parte de las manifestaciones que se comenzaron a producir en el campo de la arquitectura a partir del siglo XIX y que tienen su reflejo en los diferentes lenguajes posteriores de esta.

¹ Bruno Zevi fue un reconocido arquitecto y crítico de arte italiano que estudió en la Escuela de Diseño de Harvard bajo la dirección de Walter Gropius y fue profesor de varias universidades como las de Roma, Michigan o Buenos Aires

Según Zevi, el lenguaje moderno de la arquitectura nace y se desarrolla en los siglos XIX y XX como reacción y negación del lenguaje clásico, desarrollado y extendido por toda Europa a partir del siglo XVI. Supone el desarrollo de un código anti-clásico que trata de darle la vuelta y descomponer todas las premisas en las que se apoyaba el clásico sistematizado por las escuelas *des Beux Arts* de París en los siglos XVIII y XIX (Zevi, 1978).

En la exposición de Zevi, existen al menos 7 invariantes principales que pueden distinguir una arquitectura moderna de una clásica y estos son:

- 1- El catálogo como metodología de proyecto
- 2- La asimetría y las disonancias
- 3- La tridimensionalidad antitética de la perspectiva
- 4- La sintaxis de la descomposición cuadrimensional
- 5- Las estructuras en voladizo, los caparazones y las membranas
- 6- La temporalidad del espacio
- 7- La reintegración del edificio y la ciudad en el territorio

Estos invariantes, que podremos observar en la obra de Frank Lloyd Wright y de Le Corbusier como representantes del lenguaje moderno, hunden sus raíces en el medievalismo británico del siglo XVIII, siendo John Ruskin (1819-1900) y William Morris (1834-1896) sus máximos representantes. Wright, que fue uno de los padres de la arquitectura moderna y precursor del neoplasticismo y del organicismo, adoraba la arquitectura medieval y el trabajo de Morris y Ruskin (Lloyd Wright, 1901). Según Bruno Zevi, la Casa de la Cascada de Wright, encarna los 7 invariantes, constituyéndose en el paradigma de la arquitectura moderna. Por otro lado, Le Corbusier, supo sintetizar y sistematizar los principios que formarían la base del movimiento moderno europeo en la arquitectura del siglo XX.

Veamos de qué tratan estos invariantes para poder identificarlos y contrastarlos en la lectura del lenguaje de la arquitectura de Norman Foster.

5.1.1.1-El catálogo como metodología de proyecto:

Este es el invariante principal. Según Zevi, la arquitectura moderna se caracteriza principalmente por dos aspectos:

1 - El reto a lo establecido. El preguntarse el porqué de las cosas y aplicar el método racional para resolver dichas preguntas.

2 - El replantear todos los parámetros que definen cada elemento y cada parte de una obra por separado, diseñando dicho elemento, -o un nuevo elemento que lo sustituya-, conforme a las necesidades específicas.

El reto a lo establecido responde a la negación de cualquier autoridad que no esté basada en la razón (Descartes, siglo XVII); en arquitectura se traduce en la negación de las palabras, las frases hechas, y los significados impuestos por el lenguaje clásico, propio del poder establecido en la época.

El análisis por partes, llevará a una descomposición del objeto diseñado que hará necesaria la recomposición posterior, en base a unas reglas nuevas. El léxico se habrá transformado, pero también la sintaxis y el mensaje que se transmite. Los vínculos de unión entre las palabras, entendidas como las partes de la arquitectura, se anulan en primer lugar, para poder separar los elementos y posteriormente reconjugarlos mediante un nuevo código. Ya no se admitirán las frases hechas ni las palabras que no hayan sido examinadas, redefinidas y reestructuradas en base a sus funciones específicas y para obtener su máxima eficacia.

Este análisis de partes individuales anula, la repetición en serie de la arquitectura clásica y de la industria. Cada elemento ha de ser diseñado específicamente. El detalle ha de ser individual y perteneciente al elemento que se diseña, favoreciendo lo manufacturado y multiplicando las posibilidades de elección. Este aspecto será uno de los principales en la obra de Foster, en la que por medio del diseño y ensamblaje de piezas a todas las escalas, se produce un diseño industrial y total de la arquitectura, en el que necesariamente ha de intervenir el fabricante especialista y el artesano.

El mecanismo de descomposición y análisis de las necesidades particulares de cada elemento, conlleva conceptos como la puesta en valor de la pluralidad y de lo individual, y muestra un

contenido social. La lucha de la arquitectura moderna, en oposición a la clásica, integra la reivindicación de los criterios individuales y populares frente al poder de las clases dominantes, y conlleva la abolición de la idolatría y de la validez de los dogmas. Esta lucha, supone la iluminación y la ventilación -metafóricamente hablando-, que la ilustración aporta a todo ámbito del ser humano. Supone la emancipación del arquitecto, en cuanto a que antes de aceptar un lenguaje con unas formulas establecidas, se atreve a definir cada solución partiendo desde cero.

Que la arquitectura se descomponga y se rediseñe elemento a elemento en función de un análisis de necesidades, implica que la creación está abierta a los procesos vitales y a las transformaciones. Deja de ser un arte elevado, para pasar a integrarse en la sociedad, dando respuesta a sus necesidades y expresándose en su propia lengua. Bruno Zevi lo ejemplifica con la comparación entre el latín y el italiano, cuando nos explica que el italiano más culto y elevado que podemos encontrar en *La Divina Comedia*, nació del latín, descompuesto y reestructurado por las clases populares. Según Zevi, William Morris y John Ruskin, fueron clave en el inicio de este proceso, en el que por medio del catálogo se subrayaba la prosa popular y se eliminaban los nexos de unión establecidos entre componentes. Morris consideraba al artesano como artista, defendía la vuelta a la producción artesanal del medievo y difundió sus productos a través de catálogos.

En cuanto al objeto manufacturado y diseñado a medida, la crítica principal que se puede hacer al catálogo como invariante del lenguaje moderno, será que su elaborado diseño lo hace inasequible para las clases populares a las que en teoría iba dirigido, con lo que al igual que la arquitectura clásica, éste se vuelve a convertir en un lujo reservado a las capas sociales con mayor poder adquisitivo.

La arquitectura de componentes será entendida por ejemplo, por Frank Lloyd Wright, como una arquitectura democrática en la que cada elemento individual tiene su carácter, su idiosincrasia, y un grado de libertad y protagonismo en la composición que no se habían visto anteriormente. Con el catálogo se sistematiza un listado de funciones desvinculadas de cualquier regla sintáctica y se ponen en evidencia las diferencias entre componentes.

Al catálogo y la descomposición, se añadirán conceptos espaciales como el espacio fluido e interconectado, y el espacio cuatridimensional con la inclusión del tiempo como variable de diseño y de la experimentación de la arquitectura. Con la variable tiempo se introduce el potencial

de cambio como parte del diseño. Así, la obra queda inacabada y el usuario -o el propietario- forma parte de un proceso de interpretación, crecimiento y transformación. Cuando hablemos del lenguaje de Foster, llamaremos a este concepto pensamiento 4D, tal y como se refería a estos conceptos R. B. Fuller. La obsolescencia de partes del edificio, el mantenimiento, la flexibilidad, la capacidad para adaptarse a cambios tecnológicos o funcionales, la ampliabilidad y las cualidades del diseño de infraestructuras de base para otros procesos, son ingredientes de este concepto de 4D.

El resto de invariantes que vamos a citar son cualidades y parte, del “catálogo como invariante de proyecto” que acabamos de ver.

5.1.1.2-La asimetría y las disonancias

La simetría del lenguaje clásico lleva a la arquitectura moderna, como contraposición, a la búsqueda de las asimetrías como punto de partida. No se entiende, que partes del edificio con diferente función, deban ser iguales debido a un criterio de composición externa simétrica, con el despilfarro de recursos y la falta de racionalidad funcionalista que conlleva. La simetría presente en las obras clásicas, se entiende en la arquitectura moderna como la expresión del miedo a la inseguridad, a la falta de control, a la incertidumbre, y a la complejidad de la realidad fuera de un marco regulatorio impuesto y en palabras de Zevi, del miedo al tiempo vivido. La simetría ofrece la seguridad y la visión del poder establecido, que se afianza en las reglas basadas en la tradición por encima de cualquier razonamiento, en oposición a la libertad de pensamiento y de acción de cada individuo.

La arquitectura moderna se caracterizará por el mecanismo opuesto al de la simetría y tratará de evitar cualquier decisión que se aproxime a este mecanismo. Incluso decisiones simples como dónde colocar una lámpara, un cuadro o una ventana, se verán afectadas tanto por un intento de hacer ciencia de esta decisión por medio del análisis de múltiples factores como por la aversión a lo clásico. Esto llevará, por ejemplo, a evitar automáticamente el centro a la hora de posicionar un punto de luz, con lo que dicha decisión se aleja de su pretendida racionalidad, y se establecen e imponen reglas de prohibición con justificaciones funcionalistas arbitrarias.

La arquitectura moderna, criticará y adoptará al mismo tiempo, las cuadrículas y los ejes reguladores ortogonales. Su adopción estará motivada por la negación de la perspectiva y de las simetrías de las composiciones piramidales, por la eficiencia de la malla en cuadrícula como infraestructura organizativa, y por constituir un símbolo de igualitarismo. La crítica a la cuadrícula hará referencia a su falta de diálogo e integración en lo existente, a su artificiosidad heredada del clasicismo *Beaux Arts*, a su utilización como herramienta uniformizadora de imposición de poder y a las limitadas posibilidades que ofrece para la proyectación y el pensamiento en tres dimensiones. El racionalismo, como base, dividía el espacio en ejes cartesianos y los edificios en cajas rectangulares. La arquitectura moderna, por una parte adoptará el racionalismo y por otra lo combatirá.

La naturaleza adopta tanto formas geométricas como formas libres y caóticas. Las simétricas, se forman como tales por motivos de rendimiento y eficiencia; conjuntos ordenados geométricamente albergan otros desordenados en su interior y viceversa, hasta llegar al orden geométrico de las moléculas y de los átomos. En el trabajo de Foster, veremos que esta contradicción de la arquitectura moderna está superada y se opta en muchos casos por soluciones simétricas que atienden a múltiples factores funcionales, no necesariamente prácticos o de utilización, como pueden ser: la optimización de la fabricación y de la construcción, la integración de funciones bajo una forma compacta al modo de los organismos biológicos, el ahorro energético, o la mecánica de fluidos a través del edificio, en la línea de las jerarquías de sistemas que hemos explicado al hablar de Serge Chermayeff.

5.1.1.3- La tridimensionalidad plana de la perspectiva

Según nos indica Bruno Zevi, con el descubrimiento y dominio de la perspectiva se estableció la misma como método de proyecto y ello llevó a la búsqueda en arquitectura de aquellas imágenes frontales, fugadas y cúbicas que resultaban del sistema de representación disponible para el proyecto arquitectónico. “A comienzos del siglo quince se produjo la hecatombe. Fue el triunfo de la perspectiva. Los arquitectos dejaron de ocuparse de arquitectura, limitándose a dibujarla” (Zevi, 1978 p.35). Con la perspectiva, se implantó el lenguaje de las cajas fugadas desde un único punto de vista y se perdió el diálogo del edificio con el entorno, y de la ciudad con el paisaje: aquella posibilidad de épocas anteriores por la que lo construido respondía adaptativamente y de manera singular a cada ángulo a su alrededor.

Miguel Angel Buonarroti (1475-1564), en la plaza del Campidoglio en Roma, ignoró la visión frontal de las fachadas, siguiendo las directrices diagonales que imponían su plan regulador en planta, estableciendo una tensión dinámica en la composición tridimensional que se alejaba de la estaticidad de fachadas paralelas de la perspectiva. Miguel Angel, hablaba un lenguaje más allá de su tiempo, que en general no era ni hablado ni leído en su propia época, ya que carecía de una codificación, -de unas reglas-, por la cual ser transmitido e interpretado, y por ello no se podía extender ni transmitir a otros grupos o generaciones.

Esta rigidez de proyecto debida a la perspectiva, fue combatida en la arquitectura moderna con edificios que por su volumetría requerían del movimiento del usuario para poder captar el conjunto (ver p.297).

5.1.1.4-La sintaxis de la descomposición cuadrimensional

El movimiento holandés De Stijl, bebiendo de las propuestas de descomposición de la caja de Wright (Ellis, 2014) y del cubismo a partir de 1910, fue uno de los pocos intentos, –el único según Bruno Zevi–, de codificar la arquitectura moderna: una habitación ya no era un volumen sino seis planos independientes, asociados a colores primarios: azul, rojo, amarillo, blanco y negro. La descomposición de cada objeto en sus elementos primarios les dotaba de libertad, eliminando sus nexos de unión, y posibilitando su movimiento relativo. Así, cada plano que antes componía un volumen cúbico representado en perspectiva, se desliza y se reposiciona, estableciéndose como un componente individual y ensamblado junto a otros. Este es el mecanismo de la Casa Schröder proyectada a las afueras de Utrecht por G. T. Rietveld (1888-1964) y construida en 1924; como también el de su silla azul, roja y amarilla, y el de muchos de los proyectos de Mies Van Der Rohe (1886-1969).

La descomposición en elementos desenchajados –ya sean superficies o volúmenes–, rompe con el punto de vista único y con la jerarquía de composición clásica y fuerza al usuario al movimiento alrededor de lo construido. Para poder ver el edificio ya no basta con adoptar una posición estática sino que hay que integrar los múltiples ángulos que proporciona el desplazamiento alrededor. Este tipo de composición lo podemos ver de un modo muy claro en el edificio para la Bauhaus en Weimar (pag. 297), proyectado por Walter Gropius en 1925-1926, a partir de la descomposición y recomposición en volúmenes independientes. El mecanismo equivalente en la pintura sería el cubismo que integra en dos dimensiones la visión de los objetos desde múltiples puntos de vista, provocando la percepción del movimiento y de la tercera y cuarta dimensión. La descomposición implica reconstrucción por integración de elementos simples con una nueva sintaxis, que transmite un nuevo mensaje.

5.1.1.5- Las estructuras en voladizo, los caparazones y las membranas

La liberación total del código clásico se produce principalmente en las estructuras edilicias de caparazón o de membrana. En ellas se da la síntesis e integración de arquitectura, ingeniería, estructura y espacio, y la forma es generada a partir de la estática, la resistencia de los materiales y la energía (Zevi, 1978 p.52).

Otro de los invariantes del código moderno es el trabajo con voladizos. Wright se anticipó a la descomposición neoplástica a partir de consideraciones estructurales, y con su descomposición de la caja, abrió las esquinas de los edificios y dejó los extremos de las vigas en voladizo, para conseguir el espacio fluido y la planta libre, y lograr una mayor eficiencia en el comportamiento estructural. Sobre la caja descompuesta, Wright solía colocar una gran cubierta inclinada que cubría todo el edificio bajo un solo caparazón.

Los ingenieros del siglo XIX habían conseguido hablar con su propio lenguaje de componentes como caparazones y membranas, alejado de las consideraciones estéticas de la arquitectura, aunque estaban todavía sometidos al concepto clásico de estaticidad, como podemos ver en el diseño de la Torre Eiffel con sus arcos y vigas intermedias redundantes y decorativos.

5.1.1.6-La temporalidad del espacio

El espacio se temporaliza con el movimiento. Todo movimiento necesita de un tiempo de ejecución y conlleva un cambio de perspectiva. Una arquitectura que impone un recorrido, como contraposición a un papel estático contemplativo del usuario, temporaliza el espacio.

La descomposición en elementos simples desconectados y los voladizos resultantes de la descomposición de la caja son instrumentos que temporalizan el espacio al crear circulaciones y movimiento. El espacio fluido se genera alrededor de los objetos situados sobre una planta libre, ya sean éstos móviles, como el mobiliario, o estáticos, como los elementos estructurales. La arquitectura puede ser la materialización de un recorrido, como ocurre en el caso del Museo Guggenheim de Nueva York de Frank Lloyd Wright, en la villa Savoye de Le Corbusier, o en la mayoría de los edificios de Foster.

Por otra parte, como hemos apuntado anteriormente, la temporalidad del espacio se manifiesta en la capacidad de absorber cambios futuros, en la posibilidad de crecimiento

y ampliación, y en la durabilidad, el mantenimiento y la necesidad y posibilidad de reparación o recambio. El objeto arquitectónico se proyecta como una obra no acabada y abierta, en la que el usuario puede implicarse y formar parte de la historia de crecimiento del edificio. En este sentido se entiende el proyecto como un flujo natural, como un objeto vivo y en proceso.

5.1.1.7- La reintegración del edificio y la ciudad en el territorio.

Hemos dicho que, la reintegración de los componentes previamente descompuestos permite la adaptación de la construcción a las características de su entorno, en la ciudad o en el territorio. La arquitectura no debe ser un obstáculo para que el hombre pueda recuperar la relación con su propio ser a través de la naturaleza. La integración en el paisaje supone también la mezcla de funciones en los edificios con la inclusión de espacios abiertos para actividades sociales.

Gran parte de esta integración se produce por medio del movimiento, que unifica espacio y tiempo, recuperando una unidad que se perdió en algún momento en la historia de la humanidad con la civilización agrícola y sedentaria. Además, existe un componente cualitativo del espacio que interviene en la reconexión con la naturaleza perdida, que somos capaces de entender, por ejemplo, cuando la entrada en un bosque constituye para nosotros una sinfonía de sensaciones que nos reconectan con el entorno.

La integración en el territorio supone la fusión con el clima, con la orografía, con los materiales y con la cultura del lugar. En la arquitectura moderna estos criterios forman parte del organicismo, que entiende los edificios enraizados y en comunión total con el entorno natural.

5.1.2 Organicismo y funcionalismo

Las dos grandes vertientes en arquitectura, en cuanto a la concepción moderna del espacio en el siglo XX, han sido el funcionalismo y el movimiento orgánico. El funcionalismo es representado principalmente por el arquitecto suizo-francés Le Corbusier y por la escuela alemana Bauhaus en Europa desde los años 20, aunque se puede decir que tuvo origen en los Estados Unidos en la Escuela de Chicago entre 1880 y 1890. El organicismo es un fenómeno originalmente americano cuyo máximo exponente fue Frank Lloyd Wright. Las dos vertientes tuvieron temas comunes, como el de la flexibilidad de planta libre, como uno de sus aspectos centrales, aunque fueron concebidos y resueltos de diferentes formas.

Se puede resumir el funcionalismo en la frase atribuida a Louis Sullivan “la forma sigue a la función”. Se trataba de diseñar los edificios y sus partes de acuerdo a esta máxima. El funcionalismo en el diseño estará ligado al racionalismo y éste supone la abstracción y el reduccionismo a lo elemental. Llegar a un funcionalismo máximo, entendiendo por función el uso práctico, fue un objetivo del racionalismo. Se intentaba responder a las necesidades de una sociedad industrial, tomando a la industria y a las máquinas como modelo para la creación y expansión del bienestar para todos. La función práctica y la técnica se propusieron como los únicos criterios y objetivos aceptables, eliminando todo lo que pudiera ser considerado superfluo. El funcionalismo en sus inicios tuvo ideales y objetivos sociales y universales como los de la ciencia, y finalmente evolucionó hasta convertirse en el lenguaje comercial de grandes compañías que operaban a nivel mundial (Montaner, 2002; Naya, 1996; Zevi, 1948).

Por su parte, la arquitectura orgánica se basaba en la integración de lo natural en el proceso de proyecto. Los seres vivos son el modelo, y las variables son el crecimiento, el cambio, la individualidad de las soluciones, pero también su universalidad. Que un edificio tenga cualidades orgánicas significa que está basado en cualidades de crecimiento, durabilidad y mantenimiento, ahorro de energía e integración en el ecosistema, más allá de una volumetría que se asemeje a la de los organismos vivos. De esta manera, el organicismo tiende a conectar con la temporalidad del espacio que hemos comentado como un invariante de la arquitectura moderna.

Segun la definición que nos ofrece Josep Maria Montaner:

Arquitectura orgánica sería aquella que intenta, esencialmente, aprender de la capacidad para adaptarse, crecer y desarrollarse de las formas de la naturaleza (....) Precisamente, la complejidad de la naturaleza ha generado a lo largo de millones de años una serie de formas para optimizar la materia y para obtener el máximo rendimiento energético: máximo desarrollo del cuerpo en el espacio con la mínima superficie de contorno, máxima eficacia con el mínimo consumo (Montaner, 2002 p. 20).

Vistos desde la perspectiva actual, organicismo y funcionalismo pueden considerarse como dos formas de acercarse a lo mismo. Frank Lloyd Wright entendía la máquina, no como algo contrario a la naturaleza sino como un organismo, como la prolongación de los mecanismos de naturaleza: "Therefore, of the essence of this thing we call the Machine, which is no more or less than the principle of organic growth working irresistibly the Will of Life through the medium of Man" (Lloyd Wright, 1901).

The Machine is Intellect mastering the drudgery of earth that the plastic art may live; that the margin of leisure and strength by which man's life upon the earth can be made beautiful, may immeasurably widen; its function ultimately to emancipate human expression! (Lloyd Wright, 1901)

Lo orgánico era el modelo de funcionamiento a seguir para poder integrar la dimensión humana. Para Wright, la expresión exterior de la arquitectura nacería de la expansión y crecimiento de las necesidades interiores del edificio, al igual que las necesidades interiores y espirituales (emocionales) del ser humano moldean su exterior.

La arquitectura orgánica no reniega de la tecnología, sino que trata de integrarla en un modelo que se acerca a lo natural. Respondiendo a una mayor complejidad y tratando de dar respuesta a los factores psicológicos o espirituales junto a factores asociados a la función práctica, el organicismo consigue la humanización de la arquitectura, avanzando en sus planteamientos al funcionalismo, que con la máquina de habitar reducía al ser humano al modelo mecanicista de

un momento histórico concreto y adoptaba la estética de la máquina como el símbolo exterior de un hombre nuevo.

El espíritu científico arroja hoy su luz sobre todo el campo irracional del hombre, descubre y libera los problemas colectivos e individuales del inconsciente, y la arquitectura (...) se abre y se humaniza (...) por el natural progreso del pensamiento científico (Zevi, 1948 p.106).

Hacia un racionalismo y funcionalismo organicistas

Los conceptos de globalización y de ecología jugaron un papel fundamental en la evolución de las maneras de proyectar a partir de los años 60, precisamente los años en los que Foster estudió en Yale y comenzó su carrera como arquitecto participando como protagonista en la praxis y evolución de todos estos acercamientos a la arquitectura. Para Foster se trata siempre de resolver un sistema de fuerzas, a la manera de Serge Chermayeff.

Hemos visto en capítulos anteriores que un mayor conocimiento científico apoyaba la pérdida de objetividad y la concepción de un mundo de relativismo e incertidumbre. La realidad no era simple como el sistema mecánico de Newton o Kepler, sino compleja, variable, y subjetiva, al igual que lo eran el psicoanálisis de Freud y la teoría de la relatividad de Einstein. La realidad invisible era la nueva realidad recientemente descubierta y con ella se abría un nuevo mundo de variables que debían ser analizadas e integradas (Montaner, 2002).

El tema tratado en el capítulo 1, en el que se defiende que no existe la razón sin la intervención de las emociones, es hoy en día, un tema central en esta aproximación integral para la resolución de los problemas de los seres humanos, y por lo tanto, para la materialización de estas soluciones en la arquitectura. Sullivan y Wright unían religión, naturaleza, espíritu, ciencia y tecnología. Esta postura que une lo orgánico a nuevos aspectos de la funcionalidad, la podemos encontrar en otros arquitectos contemporáneos y de épocas anteriores como es el caso de Antoni Gaudí (1852-1926) o de Alvar Aalto (1898-1976). En la concepción actual de lo funcional, no hay arquitectura que pueda atender sólo a la función de uso práctico, sin atender a la forma, a la estética, y al bienestar. Este principio es una de las piedras angulares en el trabajo de Foster

Naturaleza significa no sólo “exterior”, nubes, árboles, tormentas, el terreno y la vida animal, sino que se refiere a su naturaleza como a la naturaleza de los materiales, o la “naturaleza” de un plan, un sentimiento o una herramienta. Un hombre o cualquier cosa que le concierna, desde adentro. Naturaleza interior con N mayúscula. Principio inherente (Lloyd Wright, 1953).

En el reino de la arquitectura orgánica, la imaginación humana debe trasladar el lenguaje aspero de la estructura a adecuadas expresiones humanas de forma, en lugar de idear fachadas inanimadas o hacer sonar los huesos de la construcción. La poesía de la forma es tan necesaria para la gran arquitectura como el follaje es necesario al árbol, las flores a la planta o la carne al cuerpo (...) Hasta que la mecanización del edificio esté al servicio de la arquitectura creadora, y no la arquitectura creadora al servicio de la mecanización, no tendremos una gran arquitectura (Lloyd Wright, 1953).

Gaudí fue un arquitecto organicista y racionalista al mismo tiempo, que desarrollaba su creatividad e imaginación en las formas, en la construcción y en el análisis científico y experimental de las variables estructurales, lumínicas y térmicas. Las maquetas polifuncionales son un ejemplo de la síntesis de la parte intuitiva y la parte científico-experimental.

Norman Foster utilizará esta misma estrategia basada en las maquetas polifuncionales colgadas boca abajo, en la generación de la envolvente del Aeropuerto de Méjico que comenzará su construcción en 2017.

Los arquitectos organicistas como Wright o Gaudí, adoptaron estrategias integradoras de todos los aspectos de la vida del hombre y su entorno natural. Para ellos, el saber artesanal subjetivo y empírico, fue fundamental en el desarrollo de productos y componentes para los edificios. En el caso de Foster, el arquitecto trabaja junto a la industria y los fabricantes para poder desarrollar estos componentes. La arquitectura, entendida y proyectada como un continuo sin fisuras entre el diseño del elemento más pequeño -como el pomo de una puerta o el detalle de una pieza de mobiliario-, hasta llegar al diseño urbano, incluyendo el de los edificios, constituyen

la arquitectura de Gaudí y la de Foster. El tratamiento de las edificaciones entendidas como organismos, con ventilación natural, iluminadas en su interior por la luz solar y modeladas a partir de modelos como las maquetas polifuncionales, son conceptos que engloban igualmente las obras de estos dos arquitectos.

Como veremos, la arquitectura de Foster podrá entenderse a veces como continuación de la de Gaudí, la de Frank Lloyd Wright o la de Alvar Aalto, en cuanto a su racionalismo organicista, y también puede verse en otros casos como una clara extensión de la arquitectura internacional del movimiento moderno y del racionalismo minimalista, representados por Le Corbusier y por Mies Van Der Rohe. No es una ni la otra, sino una síntesis: la obra de Foster asume este funcionalismo orgánico. Hereda del funcionalismo la idea del edificio como máquina, como artefacto ingenieril complejo capaz de responder a todas las necesidades humanas, para lo cual es necesaria la integración de la máquina en la naturaleza y viceversa. En su obra siempre está presente la imitación de referentes naturales y el estudio de su funcionamiento como búsqueda de modos eficientes de energía, estructura y adaptación al medio. Un ejemplo es el del proyecto para el aeropuerto de Bangkok en 1994 en el que Foster explica que las flores de loto eran el referente de funcionamiento de un sistema de aire acondicionado elemental en el edificio. (Jenkins, 2008). En la forma, los diseños de Foster basculan entre lo racionalista y lo orgánico: lo racionalista que tiende a lo orgánico, o una síntesis de los dos, aunque casi siempre encuentren su carácter en la expresión de componentes propios del lenguaje de la máquina, -del artefacto ensamblado por piezas-.

5.1.3. Lo orgánico frente a lo mecánico

La inspiración y la pregunta inmediata para un arquitecto al contemplar algunos vehículos es clara: ¿cómo artefactos concebidos con fines ingenieriles a base de piezas provenientes de procesos industriales pueden funcionar de manera tan refinada y constituir objetos tan bellos?

La experiencia de presenciar cómo alza el vuelo y desaparecen en el aire un helicóptero o un avión es tan poderosa e inspiradora como la experiencia sobrecogedora de un fenómeno de la naturaleza, como el mar agitado o como una tormenta eléctrica. A la potencia y energía del fenómeno se une el orgullo y la emoción de una victoria, la de saber que el hombre fabricó la máquina con la que domina la naturaleza para sus propios fines.

La escisión de lo natural y artificial en la historia, ha sido un fenómeno desarrollado principalmente a partir de la revolución industrial. En la antigüedad, lo natural, lo orgánico y lo mecánico eran una misma cosa. Los órganos eran las partes de los seres vivos, la naturaleza y también de las máquinas. De acuerdo con esta concepción, Leonardo Da Vinci (1452-1519) concebía sus máquinas voladoras tratando de imitar a la naturaleza, uniendo lo mecánico al movimiento de los cuerpos y a su funcionamiento. En el pasado se identificaban incluso la forma de las constelaciones y de los mitos, con las formas humanas y de la naturaleza. La ciencia y lo tecnológico formaba una unidad con lo natural (Montaner, 2002; Naya, 1996).

La imagen del reloj como paradigma mecánico que aparece en autores como Kepler (1571-1630) se corresponde con la concepción integral de la realidad física y biológica, con la materia, el tiempo y el movimiento como base de una concepción nueva de la naturaleza (....) Conocer la realidad supone caer en la cuenta de como funciona la máquina del mundo y la máquina puede ser desmontada en sus elementos constitutivos para después volver a ser compuesta (Naya, 1996 p.48).

A partir del siglo XIX, con el racionalismo, la revolución industrial y el positivismo, se impuso la escisión entre lo natural y lo artificial, entre el campo y la metrópoli. El campo era asociado con lo pasado e ignorante, frente al futuro y la cultura que la metrópoli representaba. Lo natural, incluyendo lo relativo a los sentimientos y las emociones, se convirtió en un elemento a eliminar gradualmente para favorecer el progreso.

El hombre y la naturaleza fueron desplazados del centro del pensamiento por la técnica y las máquinas. Incluso el concepto de belleza se trasladó desde la mujer y lo natural en los que había sido representado durante siglos, a las máquinas y su potencia (Montaner, 2002; “positivism | philosophy | Britannica.com,” n.d.-a).

Como hemos explicado, la aportación de Descartes en el siglo XVII contribuyó de forma definitiva a la separación entre lo racional y lo emocional, asociado a lo espontáneo, arbitrario, e impredecible, como si se tratase de dos mundos separados y antagónicos. En el contexto de esta discusión, tienen lugar los intentos de las distintas disciplinas filosóficas y artísticas, incluidas las diferentes corrientes en arquitectura, por encontrar un modelo fiable, que pudiera conducir a lo verdadero y universal, y representarlo. La complejidad introducida por los avances científicos de finales del siglo XIX y principios del XX, derivó en opciones artísticas que tendieron bien hacia la abstracción, o bien hacia la expresividad de la percepción directa y de lo irracional. El futurismo, como ya hemos visto, recogió a principios de siglo XX los dos aspectos y ensalzó las cualidades de la máquina en su esfuerzo por avanzar hacia el futuro, despreciando y eliminando la tradición.

Con la inclusión de un mayor número de variables, la tecnología y la máquina tienden a la naturaleza y los dos mundos se reunifican. No hay mayor tecnología e ingeniería que la de la naturaleza y en la medida en que vamos descubriendo su funcionamiento, la máquina se acerca y se integra en ella. En la actualidad, esta escisión entre los mundos del sentimiento y de la razón, entre lo natural y lo artificial, es una brecha que se está consiguiendo volver a cerrar, gracias a los mayores conocimientos científicos y a la tecnología, que permite cálculos y análisis de parámetros que hace pocos años eran imposibles.

Al hablar de funcionalismo y organicismo hemos visto que lo orgánico y natural en arquitectura supone, tanto un modelo de forma y funcionamiento como un sistema en el que la arquitectura debe integrarse. Las vías de la naturaleza son las de los diseños eficientes, duraderos y sostenibles. El ahorro de energía y un mayor rendimiento son criterios de diseño fundamentales para la supervivencia del ser humano y la arquitectura es una herramienta para la misma, destinada a servir al sostenimiento de la vida con bienestar. La mayor perfección en el diseño del artefacto lo acerca como hemos apuntado al funcionamiento de los seres vivos, que habiendo sido ya considerados como máquinas durante gran parte de la historia, son hoy de nuevo el referente para las creaciones humanas.

La capacidad científica para comprender la naturaleza, que se traduce en la tecnología para imitar su funcionamiento y mejorarlo, y la abstracción de los modelos naturales, tanto en su funcionamiento estructural como en su estética, la encontraremos en el High-Tech y en la obra de Foster. Esta integración en la naturaleza por medio de la tecnología nos lleva también al campo de la cibernética, la biónica y los *cyborgs*.

Cyborg significa organismo cibernético. Como hemos mencionado en el capítulo segundo al hablar de *feedback* en la comunicación, la cibernética fue desarrollada por el científico norteamericano Norbert Wiener a partir de 1948, como teoría interdisciplinar para el estudio de las relaciones y los sistemas entre la máquina, la tecnología y el ser humano. La cibernética se asocia con modelos en los que un mecanismo de control va comparando el comportamiento de un sistema respecto a un estándar establecido y realiza los ajustes necesarios para corregir las desviaciones del modelo. Es una ciencia del control y de la comunicación entre el animal y la máquina, lo que la acerca a la fisiología del sistema nervioso humano ("cybernetics | Britannica.com," n.d.).

Junto con la biónica, que se define como la ciencia que construye sistemas artificiales con características de los organismos vivos, la cibernética forma una unidad que investiga sobre las máquinas, los sistemas y su comportamiento tratando de aprender del funcionamiento de los seres vivos. El concepto de *cyborg* se referiría a la unión de lo natural con los mecanismos de control tecnológicos –cibernéticos-, para mejorar las capacidades de la parte orgánica, y en ese sentido podemos aplicarlo a los edificios diseñados bajo estos conceptos (“bionics | technology | Britannica.com,” n.d.). Como ya hemos explicado, a medida que avanzan la ciencia y la tecnología, las máquinas y los edificios se van acercando poco a poco al funcionamiento de los organismos vivos, en los cuáles, la regulación homeostática a partir del *feedback* y reajuste constante entre cuerpo y entorno es la clave para la supervivencia con bienestar. En los edificios, algunas muestras de esta capacidad de reajuste e interacción con el usuario podrían ser: el control de la temperatura, la regulación de luz y ventilación, la adaptabilidad o flexibilidad física y funcional de los espacios, o la generación, acumulación y ahorro de energía. Algunos ejemplos de desarrollos de la biónica aplicada a diferentes campos son²:

- 1- La experimentación con las *morph wings* en los aviones, que son alas que cambian de posición y de volumetría en función de la maniobra y de la velocidad que se quiera conseguir, haciendo el vuelo más eficiente de forma general: reducción del consumo de combustible, de los niveles de ruido durante el despegue y aterrizaje y del peso de la estructura. Los mecanismos de vuelo de los pájaros siguen siendo el referente a imitar y tratar de superar.

2 (Tabor, 2016), <https://www.nasa.gov/ames/feature/go-go-green-wing-mighty-morphing-materials-in-aircraft-design>

(“Delft University of Technology: Self Healing Materials,” n.d.), <http://www.tudelft.nl/en/research/delft-research-centres/delft-centre-for-materials/self-healing-materials/>

(White et al., 2001), <http://www.nature.com/nature/journal/v409/n6822/full/409794a0.html>

(“Foster + Partners works with European Space Agency to 3D print structures on the moon | Foster + Partners,” n.d.), <http://www.fosterandpartners.com/es/news/archive/2013/01/foster-partners-works-with-european-space-agency-to-3d-print-structures-on-the-moon/>

(“Construction steelwork makes its 3D printing premiere | Arup | A global firm of consulting engineers, designers, planners and project managers,” n.d.) http://www.arup.com/news/2014_06_june/05_june_construction_steelwork_makes_3d_printing_premiere

- 2- El desarrollo de materiales autorreparadores que imitan los mecanismos de los organismos vivos para regenerar los tejidos.
- 3- Las nuevas estructuras para la construcción que siguen el modelo de los huesos y esqueletos de animales, como las desarrolladas por Foster + Partners en el proyecto *Lunar Habitation*, diseñado en colaboración de la Agencia Espacial Europea en 2013. En este proyecto se propuso un edificio sobre la luna mediante la construcción de unas bóvedas hechas de suelo lunar y de un material cementicio, impreso en capas siguiendo un patrón esponjoso recubriendo una serie de cápsulas hinchables, por medio de robots-excavadora-impresora. Investigaciones parecidas sobre formaciones óseas son las de la empresa de ingeniería ARUP, que fabricadas con acero impreso en 3D han llevado también al desarrollo de estructuras ligeras vanguardistas, imitando la forma de “proyectar” de la naturaleza.

5.1.3.1 Lo orgánico

Como hemos apuntado, el concepto de lo orgánico hace referencia a lo natural y a los seres vivos. En química, lo orgánico hace referencia a aquellos compuestos presentes en la materia viva, donde el átomo de carbono es omnipresente, junto con el de hidrógeno.

Observando la naturaleza, podemos aprender que existen multitud de formas, y aproximaciones o soluciones a la integración de los seres vivos en el medio físico. Comparemos, por ejemplo, la forma de una esponja con la de un delfín, si fuesen creaciones humanas: ¿sería la primera orgánica y la segunda racional, tecnológica y aerodinámica o *streamlined*?, ¿o serían las dos orgánicas al mismo tiempo que racionalistas. ¿Es ornamento sin función el color del plumaje de un ave? ¿o es uno de los mecanismos posibles para una mejor adaptación, integración y supervivencia en el entorno?. Una esponja, no tiene simetría y su estructura rizomática y fractal se ancla al suelo, mientras que en la evolución de las especies, la disposición simétrica en torno a un eje tiene clara relación con la capacidad de navegación y de reconocimiento del entorno por medio de los sentidos, y genera formas compactas como la del delfín (Sussman & B. Hollander, 2014).

Without bilateral symmetry biologists note, the possibility of our existence as human beings is moot. Moreover, science suggest bilateral symmetry has within it key efficiencies that help us navigate the world, both animate and inanimate (Sussman & B. Hollander, 2014 p.115).

Las formas moleculares estables conocidas del átomo de carbono en la naturaleza se encuentran en el grafito, el diamante y el fullereno (o buckminsterfullereno). Esta última molécula fue descubierta en 1985 y su nombre hace honor a Buckminster Fuller, puesto que tiene la misma forma que algunas cúpulas geodésicas. El fullereno está constituido por hexágonos y pentágonos formando estructuras esféricas muy resistentes, igual que ocurre con el icosaedro truncado. En el caso del grafito, los átomos de carbono forman hexágonos dispuestos en planos superpuestos de manera que cada uno de ellos está unido a otros tres dentro de la malla hexagonal, mientras que en el diamante cada átomo de carbono se une a otros cuatro, formando estructuras tridimensionales de base tetraédrica. Estas formas, que están presentes en la naturaleza, incluso a nivel atómico, eran conocidas en la Grecia Clásica, por Pitágoras 570-495 AC, Platón, y Arquímedes, 427 y 287 AC respectivamente ("fullerene | chemical compound | Britannica.com," n.d.; Montaner, 2002).

Las medidas de los sólidos platónicos guardan relación con la proporción áurea. Por ejemplo, en el icosaedro se pueden inscribir tres rectángulos áureos perpendiculares cuyos lados coinciden con las aristas del sólido, mientras que en el dodecaedro se inscriben estos tres rectángulos perpendiculares, cuyos vértices son los centros de las caras del sólido ("Golden Ratio and the Platonic Solids," n.d.) (ver pag. 543). La obra de Ai Weiwei que Foster incluye en su colección (Prevost, 2013), es un icosaedro truncado como el representado por Leonardo Da Vinci en 1509 para el libro *De Divina Proportione* de Luca Pacioli ("Leonardo da Vinci Sculpture Project," n.d.). Estas geometrías y el vínculo implícito entre geometría, naturaleza y energía son una fuente de inspiración principal en la arquitectura de Foster.

5.1.3.2 Lo mecánico y la máquina

Al hablar de la época del vapor entre las influencias de Foster hemos explicado como a principios del siglo XX, se consolidaron las componentes estética y emocional asociadas a la máquina. Las máquinas significaban libertad y mejora en todos los sentidos. Eran los artificios que liberaban al hombre del trabajo más duro y permitían la producción en masa de productos de calidad y de alimentos, junto con el transporte rápido y cómodo de personas y mercancías. Todo ello, puesto al alcance de un número de personas cada vez mayor, independientemente de su nivel económico. Como vimos en el capítulo tercero, los futuristas fueron unos de los primeros movimientos artísticos (1909) en alabar las cualidades de las máquinas como nuevo referente y modelo absoluto, relegando lo humano y lo natural a un puesto secundario y despreciable. La industria necesitaba producir cada vez más barato para seguir creciendo y la factura de los bienes de consumo respondía únicamente a los procesos de fabricación, y a las capacidades tecnológicas. El precio de lo industrial y su capacidad de producción eran sus puntos fuertes, mientras que la calidad y el diseño lo convertían en producto de segunda clase, frente al gusto, la factura y la calidad de lo artesanal. Este es el contexto en el que nace el diseño industrial, con la vocación de conseguir un vínculo emocional con el mayor número posible de consumidores por medio de la democratización de la belleza y la calidad de los productos (Bürdek, 1994; Torrent & Marín, 2005).

Ya desde los inicios del desarrollo industrial en Inglaterra, apareció la disyuntiva de diseñar conforme a la función o conforme al gusto. Como hemos explicado, el racionalismo positivista a

partir del siglo XIX, había contribuido al desprecio hacia este concepto del gusto –siempre subjetivo-, y al desprecio por lo artesanal, con el argumento de que lo único válido era lo que se derivaba del análisis lógico de la experiencia, rechazando aquello que quedaba fuera del alcance de la ciencia del momento. (“positivism | philosophy | Britannica.com,” n.d.-b; Torrent & Marín, 2005).

A finales de siglo XIX, en oposición al Art Nouveau (1880-1910), se reclamó una producción de objetos cotidianos, bellos, asequibles, y ajustados a sus materiales y su función, como instrumento de reforma. Entre 1860 y 1900, el movimiento *Arts and Crafts* de William Morris en Reino Unido había defendido la vuelta a la artesanía para la rehumanización de la producción de objetos, en un movimiento que rechazaba todo lo que la industria representaba, y proponía una vuelta hacia los orígenes, incidiendo tanto en la funcionalidad de los objetos como en su decoración. Según esta visión, lo funcional y lo estético -relacionado con el arte- debía estar al alcance de toda la sociedad, pero no podía ser alcanzado por medio de una industrialización que denostaban. Morris trató de abolir la especialización de los trabajos de producción que conllevaban la separación entre éstos y el diseño.

La inclusión del arte y la artesanía en la industria supuso el inicio del diseño industrial como disciplina independiente a partir de 1907, como una respuesta de las grandes compañías para poder ofrecer un producto industrializado más humano, que ganase el aprecio de los consumidores. Peter Behrens (1868-1940) es considerado el primer diseñador industrial, en su trabajo para la compañía AEG de General Electric (Bürdek, 1994; Torrent & Marín, 2005). Es destacable en nuestra explicación sobre Foster, que tanto Le Corbusier, como Walter Gropius y Mies Van Der Rohe pasaron un tiempo en el estudio de Behrens al inicio de sus carreras. Walter Gropius (1883-1969), fué quien recomendó a Serge Chermayeff para ser director del Instituto de diseño de Chicago en 1946 y también fue profesor de Paul Rudolph. Como hemos explicado en el capítulo cuarto, tanto Rudolph como Chermayeff fueron profesores de Foster en Yale e influencias principales en su arquitectura. (“Ludwig Mies van der Rohe | American architect | Britannica.com,” n.d., “Walter Gropius | German-American architect | Britannica.com,” n.d.; Powers, 2001).

El diseño industrial y el *movimiento Arts and Crafts* compartían los ideales de la democratización de la calidad junto a la preocupación por los objetos de uso cotidiano,

incluyendo las viviendas y los espacios domésticos. Hermann Muthesius (1861-1927) al fundar la asociación Deutscher Werkbund en Munich en 1907, se basó en el movimiento de Morris y en sus propias observaciones tras su estancia en Inglaterra entre 1896 y 1902. De la vertiente funcionalista e industrial del Deutscher Werkbund nació la escuela Bauhaus, representante del racionalismo funcionalista en arquitectura y diseño en el siglo XX, que impuso su estilo en la producción industrial de todo el continente. El catálogo, como herramienta de venta y de creación de productos que incluían la arquitectura y sus interiores, se estableció, tal y como hemos visto, como un método de proyecto en la arquitectura moderna (Bürdek, 1994; Torrent & Marín, 2005; Zevi, 1978).

Según explica Fredric Jameson (Jameson, 1984), que es uno de los más reconocidos críticos de la cultura contemporánea, las revoluciones fundamentales en la producción de máquinas y tecnología energética en el siglo XX se corresponden con tres etapas: la de la máquina de vapor, la del motor eléctrico y de combustión interna y la de la energía nuclear y la electrónica. Estas tres etapas de desarrollo tecnológico suponen nuevas relaciones del hombre con la máquina, acompañadas de nuevas formas de representación estética de la misma. En el siglo XX, la máquina fue objeto de culto, como hemos visto al hablar de los futuristas y de Le Corbusier, y representaba físicamente la energía que serviría para reconstruir la sociedad.

En nuestra sociedad no encontramos ese tipo de referentes, ya que la tecnología que representa el momento histórico actual no se ve materializada en cuerpos aerodinámicos o en maquinaria potente como era la de los trenes, las hélices y las turbinas, sino que se hace presente en computadoras y pantallas planas de televisión, carentes de poder emblemático, cuyo atractivo es la hipnosis que produce la reproducción de imágenes. El proceso y la reproducción son fenómenos que caracterizan la cultura posmoderna y la máquina actual constituye un nodo en una red global y descentralizada de comunicaciones, que ha generado un nuevo espacio virtual y demanda nuevas capacidades sensoriales en los individuos (Jameson, 1984).

Todas estas vertientes derivadas de las etapas tecnológicas tratarán de ser integradas en la arquitectura de Foster y este intento de integración formará una de las raíces de su lenguaje arquitectónico.

La máquina de habitar

El concepto de la casa, la arquitectura, o la ciudad como una máquina de habitar es una idea que ya habían planteado los arquitectos Antonio Sant'Elia y Frank Lloyd Wright desde principios de siglo XX (Sant'Elia, 1914; Lloyd Wright, 1901), y que aparece como expresión literal en las publicaciones de Le Corbusier a partir de 1920, recogidas en el libro *Hacia una arquitectura*. Como hemos mencionado al hablar sobre Le Corbusier en el capítulo cuarto, éste comparó la construcción de automóviles con la de viviendas, para las que defendió el establecimiento de estándares de prefabricación que provinieran de la industrialización y de la competencia industrial, y que como consecuencia de ello conllevaran la búsqueda del rendimiento máximo, con el mínimo empleo de medios (Le Corbusier, 1923). La evolución de los automóviles y de los aviones era el patrón para el establecimiento de estándares industriales y su posterior refinamiento, hasta conseguir la perfección armónica de lo bello (Le Corbusier, 1923, p.109). El modelo de la fabricación de vehículos, implicaba una construcción de edificios abierta a los avances tecnológicos, a la incorporación de componentes y a la estandarización. Le Corbusier, al inicio de sus escritos para la revista *L'Esprit Nouveau* titulados "los ojos que no ven", declara: "una casa es una máquina de habitar" (Le Corbusier, 1923 p.73).

Hay que transformar totalmente los métodos de los arquitectos (...) plantear el problema como se lo han planteado los ingenieros aeronáuticos y construir en serie las máquinas de habitar (...) Si el problema de la vivienda, del departamento, se estudiase como un chasis, se vería mejorar y transformarse rápidamente nuestras casas. Si las casas fueran construidas industrialmente, en serie, como los chasis, se vería surgir rápidamente formas inesperadas, pero sanas, defendibles, y la estética se formularía con una precisión sorprendente (Le Corbusier, 1923 p. 105).

Asimismo, en algún momento alrededor de 1927, Buckminster Fuller concibió su *ciencia del diseño*, que como hemos explicado en el capítulo cuarto, se centraba en el proyecto de artefactos para la obtención de los mayores beneficios para el ser humano a partir de la utilización mínima de recursos y energía (Pawley, 1990). Los principios que manejaba Fuller eran también el rendimiento y la eficiencia de la producción industrial estandarizada, cuyos paradigmas eran la cadena de producción de su amigo Henry Ford, inaugurada pocos años antes, y la fabricación

de aviones. Los artefactos y edificios de Fuller, representaban y constituían la ciencia y tecnología del momento. Como explica Reyner Banham (Banham, 1969, pp. 97, 100, 124), mientras en América Fuller buscaba nuevas soluciones técnicas para elevar la calidad de vida de todas las personas, en Europa los arquitectos se centraron en la búsqueda de una nueva estética, para la que el frío, las molestias acústicas, el deslumbramiento, o la frialdad de los volúmenes blancos, fueron sacrificios realizados en favor a la honestidad de la expresión en todos los sentidos.

Otro personaje importante en el avance en los procesos de industrialización aplicados a la arquitectura, fue el ingeniero francés Jean Prouvé, que como hemos visto es una de las principales influencias para Norman Foster.

Lo bello y lo eficiente en la naturaleza y en la máquina

Bello es según la RAE, aquello “que por la perfección de sus formas, complace a la vista o al oído y, por extensión, al espíritu”. Podríamos definir bello como aquello que nos gusta, nos conmueve, nos atrae, e incluso nos sobrecoge.

Como hemos mencionado en los primeros capítulos, existen códigos biológicos por los que los seres humanos discernimos de manera automática lo que es bello y lo que no, y esta ley de atracción, presente en nuestra programación interna, está relacionada con la expectativa de supervivencia, y está asociada a criterios de durabilidad y de calidad. Éste es como hemos explicado al hablar de lo orgánico, el fenómeno por el que los seres humanos encontramos atractivas las formas simétricas y los objetos prácticos y eficientes, que se ajustan mejor al criterio de supervivencia (Sussman & B. Hollander, 2014), y tiene relación con la preferencia por los entornos y los patrones naturales, y por las líneas curvas frente a las formas afiladas o punzantes.

Bilateral symmetry not only influences the way we walk or how we see, but also appears to deeply connect to our emotions, and inform what we like and find attractive in people and other animate and inanimate things in the world. Biologists refer to this tendency as “an evolved preference (Sussman & B. Hollander, 2014, p. 118).

Esta manera de entender la belleza como resultado de las leyes naturales podría hacer pensar que ésta se trata de un valor universal, cuando en realidad sabemos que existen códigos biológicos que pueden ser universales, y otros códigos aprendidos y sociales que varían de un colectivo humano a otro.

Otra visión de la belleza que también encontramos en la naturaleza es la de su fuerza, su potencia y su violencia. Todo aquello que es capaz de conmovernos por su energía y su capacidad de movimiento y acción. Como hemos comentado, estos fueron los factores de belleza atribuidos a la máquina. Recordemos las siguientes frases del Manifiesto futurista de Filippo Tommaso Marinetti, publicado en el periódico italiano *Gazzetta dell'Emilia* en Bolonia el 5 de febrero de 1909:

Queremos cantar el amor al peligro, el hábito de la energía y de la temeridad (....)
Nosotros afirmamos que la magnificencia del mundo se ha enriquecido con una nueva belleza, la belleza de la velocidad. Un coche de carreras con su capó adornado con gruesos tubos parecidos a serpientes de aliento explosivo... un automóvil rugiente, que parece correr sobre la ráfaga, es más bello que la Victoria de Samotracia (Marinetti, 1909).

La conexión estética entre arte, belleza y ciencia nos hace remontarnos a los inicios del siglo XVI. En las palabras de Leonardo Da Vinci:

Aunque el genio humano produce diferentes inventos que por medio de diversas máquinas persiguen el mismo fin, nunca descubrirá inventos más hermosos, más apropiados o más directos que la naturaleza, pues en los inventos de ésta no falta nada ni nada es supérfluo. Leonarrrdo Da Vinci (Kemp, 2006, p. 289).

Esta belleza intrínseca, identificable en lo natural, tiene su paralelismo con la de las matemáticas y con la eficiencia de las máquinas, al crear artefactos en los que todo cuadra, cuando no sobra ni falta nada. Leon Batista Alberti (1404-1472), en su libro sexto de la serie *De re aedificatoria* (Alberti, 1452), planteó, respecto a la belleza arquitectónica, que ésta se podía expresar matemáticamente por medio de las proporciones.

Otros escritores y pensadores han propuesto esta conexión de la ciencia como belleza estética que nos hace plantearnos su aplicabilidad en el diseño (Springer, 2003).

El diseñador de aviones siempre trata de atar la naturaleza por propósitos específicos y útiles. Las leyes de la naturaleza son leyes físicas que gobiernan la aerodinámica, el análisis estructural, la dinámica del vuelo y la propulsión. Estas leyes tienen una belleza intrínseca. Como resultado, las máquinas voladoras diseñadas para hacer el mejor uso de estas leyes también tienen una belleza intrínseca. El streamlining es un caso particular (Springer, 2003, p. 59).

Aceptar esta hipótesis supondría creer que un artefacto, sólo por estar adaptado al medio o ser fruto de la resolución del equilibrio de un sistema de fuerzas, ha de constituir un resultado calificable como bello. A este respecto, según nos indicó Norman Foster al hablar del *Boeing 747*:

Existe una confusión generalizada en arquitectura y en diseño que lleva a pensar que si tiene buena apariencia es porque está bien y que de alguna manera las fuerzas de la naturaleza que permiten crear una forma lo harán automáticamente con belleza. Un avión es un ejemplo extremo. No fueron las fuerzas de la aerodinámica las que dieron forma al avión. El avión fue diseñado, con el ingeniero Joe Sutter como diseñador jefe (Norman Foster en "Building Sights - Series 3: 1. Boeing 747," 1991).

Como hemos explicado anteriormente, existe un imperativo moral ligado a la supervivencia del ser humano que lleva hacia la optimización de materia y energía. B. Fuller, por ejemplo, se veía falto de virtud moral si diseñaba una casa que consumía más de lo debido o pesaba más de lo necesario. Había una misión ética y transcendental en el diseño que no se podía violar por moralidad. La relación entre peso, energía y rendimiento serán principios a los que Norman Foster añadirá el gozo o disfrute, que incluye la creación de la máxima belleza, y hace énfasis en la calidad como finalidad y principio moral en el diseño (Treiber, 1992).

En ingeniería parece resolverse de forma natural la discusión entre forma y función como partes inseparables de un único concepto. En arquitectura, en cambio, la integración de la tecnología no debe dejar de lado la búsqueda de la armonía y la belleza, aunque dicha integración se pueda ver codificada bajo diferentes lenguajes.

Al respecto de la discusión en tre forma, belleza y función Foster dice: "No puedo repsonder nunca a cuestiones como ¿qué es más importante, la función o la estética?. Para mi son inseparables: uno crece a partir del otro (Jenkins, 2002, p. 506).

La belleza de las cosas que funcionan, que integran la última tecnología para conseguir la mayor eficacia objetiva, será completada por la belleza percibida como innata y por aquella que esté acorde con el imaginario y las aspiraciones colectivas. Aunque a priori, no se conciban diseños tecnológicos como el de un traje de astronauta o el de un módulo lunar, con alguna concesión de la efectividad del mismo en favor de cualquier preconcepción estilística o límite cultural, sus diseñadores, en cada decisión, siempre tienden hacia soluciones que le son estéticamente más satisfactorias. Igualmente, otros factores externos al diseño, como la viabilidad económica del proyecto o su capacidad de venderlo a un inversor o a un usuario, serán determinantes. Siempre existe una decisión estética, fruto del imaginario del diseñador, a la hora de elegir entre varias soluciones técnicamente equivalentes. Gran parte del éxito del proyecto del que forma parte un diseño reside en la capacidad de éste para convertirse en un objeto "emocionalmente competente" y arrastrar así la voluntad y el entusiasmo colectivo.

Ni todas las máquinas ni toda la tecnología de por sí, son bellas ni buscan serlo, sólo buscan eficiencia y rendimiento. En el diseño espacial, cambian los parámetros de adaptación al entorno y quizá éstos conlleven un cambio en la estética de los aparatos que pueda transformar el gusto de los individuos.

-What a piece of Junk!

-It may not look like much but she's got it where counts kid!

(“¡Vaya montón de chatarra! ¡Puede que no aparente mucho, pero lo tiene donde hace falta chaval!”)³

³ Diálogo sobre el aspecto de la nave *Millennium Falcon* de la película *Star Wars, episodio IV: A new Hope*, 1977” (“What a piece of junk! - YouTube,” n.d.)

La demanda de precisión, calidad y máximo rendimiento bajo las condiciones más económicas significa prefabricación, en el sentido de la fabricación de un juego completo de partes acabadas. Esto, a su vez, implica el desarrollo de nuevas técnicas de unión de elementos individuales en obras. Construir se convierte en ensamblar, un proceso que es esencialmente diferente de todos los métodos previos de construcción y que está condicionado únicamente por la industrialización (Wachsmann, 1961).

Una construcción industrializada consiste en suprimir la mayor parte de los oficios en obra que no supongan únicamente el ensamblaje y montaje en seco y en prefabricar el mayor número de componentes posible; lo que conlleva el trabajo en paralelo de diferentes producciones especializadas y la rapidez en el proceso de fabricación y montaje. De esta manera, se aumenta la calidad de cada componente y con ella la del edificio entero. La clave se encontrará en las uniones y las intersecciones entre las diferentes partes y es en esta coordinación de partes donde el proyecto tiene que ser más exhaustivo para poder obtener un buen resultado en obra. Los diferentes tipos de junta, los movimientos estructurales, la dilatación y contracción de los materiales, las tolerancias y los sellados son parte fundamental del proyecto y no pueden quedar fuera de control y sujetas al buen hacer del operario o de la subcontrata. Se realiza un control de calidad que no puede ser alcanzado sistemáticamente por el trabajo artesanal. Por otra parte, la industrialización también supone una optimización del material empleado para construir y la posibilidad de reciclaje de las partes sobrantes del proceso de fabricación.

5.1.4 La Arquitectura High-Tech

Como hemos explicado en el capítulo tercero, el High-Tech, era una tendencia en el diseño y la arquitectura de los años 70 y 80, por la que objetos industriales se reutilizaban para otros usos en la vida cotidiana. Constituyó un estilo estético, creador de moda y arte a partir de lo industrial en la época de la electrónica (Kron & Slesin, 1978).

La arquitectura High-Tech resaltaba la estructura, las instalaciones y la tecnología, por medio de un lenguaje simbólico transferido desde otros campos. Enlazaba con la línea de la arquitectura del hierro del siglo XIX y con las propuestas de industrialización de las construcciones de diseñadores y arquitectos como Buckminster Fuller, Le Corbusier, Jean Prouvé y muchos otros, que desde principios de siglo se trabajaron sobre la ingeniería de los sistemas constructivos.

En el reciclaje de objetos industriales se dan cita conceptos varios como el buen diseño anónimo, honesto y durable, el bajo coste y el poder del usuario para fabricarse su propio entorno.

El término High-Tech no deja de ser una etiqueta que solo sirve para tratar de entender simplificando, algunos rasgos distintivos. Es un concepto periodístico que los arquitectos a los que se les aplica desprecian, ya que todo en arquitectura, es o debería ser High-Tech. La tecnología para encender el fuego desarrollada hace 800.000 años era sin duda, el High-Tech de

su tiempo, como lo fue en su época la utilizada para la construcción de la cúpula de Santa María del Fiore de Brunelleschi. Como hemos apuntado, la etiqueta High-Tech nos debería remitir al menos, hasta algunas de las construcciones innovadoras de la época del vapor, por la utilización extrema de nuevos materiales, por sus sistemas de control ambiental y por la construcción en seco mediante ensamblaje de componentes (Foster, 1981).

Como se cita en el libro de Daniel Treiber sobre Norman Foster, a mediados de los años 80 el arquitecto explicaba:

No se lo que significa High-tech: esconde una idea estilística formada por la moda, y desconfío de eso. Algunas de las técnicas que utilizamos durante la construcción no son nuevas. En buena parte nuestro punto de vista tiene su origen en el siglo XIX. Las actitudes entonces, desde el planeamiento hasta la innovación, eran muy diferentes a las de hoy. Ellos tomaban prestado de todas las fuentes posibles...Era una aproximación mucho más global (Norman Foster en Treiber, 1992, p. 46).

A Foster y a Richard Rogers se les clasificó dentro de esta tendencia desde sus primeras obras y sus edificios han sido vistos como representantes de la misma. Otros de los arquitectos principales clasificados bajo el término fueron Renzo Piano (1937-), el estudio americano SOM (Skidmore, Owings & Merrill), Nicholas Grimshaw(1939-) y Michael Hopkins (1935-). Por otra parte la arquitectura de los arquitectos metabolistas japoneses como Kenzo Tange (1913-2005) o Kisho Kurokawa (1934-2007), y la creada por ingenieros como Frei Otto (1925-2015) desde mediados de siglo XX, se solaparon y conectaron con las características del High-Tech en su mismo momento histórico.

Otro factor importante en el desarrollo de estos proyectos High-Tech es la intervención de estudios de ingeniería que se han encargado en muchos casos del diseño de las estructuras, instalaciones y sistemas constructivos en los edificios de estos arquitectos o en la realización de sus propios proyectos. En este sentido, algunos personajes fundamentales son los británicos Ove Arup (1895-1988), Ted Happold (1930-1996), o Anthony Hunt (1932-) y junto a ellos, otras grandes empresas de ingeniería actuales (2017) como AECOM, WSP⁴, y muchas otras, cuyos estudios de ingeniería siguen colaborando habitualmente con los de los arquitectos citados anteriormente. Ove Arup y Ted Happold, por ejemplo están detrás de la historia transversal de ingeniería en edificios como el pabellón Multihalle en Manheim, de Frei Otto, la Ópera de Sydney de Jorn Utzon, el Centro Pompidou de Rogers y Piano, el 30 St. Mary Axe de Foster + Partners, o el Millenium Dome de Richard Rogers. A este nivel, arquitectos e ingenieros forman una red de colaboración y trasvase de tecnología y conocimiento que se retroalimenta. El actual director del departamento de estructuras en Foster and Partners, Roger Ridsdill Smith (1968-), ocupó anteriormente el cargo de director en ARUP, donde colaborando con Foster and Partners desarrollaron entre otros el proyecto para el puente peatonal Millennium Bridge, en Londres, junto a la Catedral de San Pablo.

4 ("How Arup Became The Go-To Firm for Architecture's Most Ambitious Projects | ArchDaily," n.d.)

Veamos estos dos edificios, el pabellón Multihalle de Frei Otto, de 1973, en cuyo proyecto colaboraron Ove Arup y Ted Happold, y el Aeropuerto de Méjico, proyectado por Foster and Partners en la actualidad, con diseño estructural del equipo de Foster + Partners dirigido por Roger Ridsdill Smith, cuya construcción debe comenzar en 2017. Que uno parezca el antecedente del otro no es casualidad. Las inspiraciones y formas de proyectar llegan en este caso hasta la arquitectura de Gaudí pero claramente el diseño estructural bebe de otras fuentes como son los diseños de Frei Otto.

La tecnología y la integración de la ingeniería fue la que desde finales del siglo XIX posibilitó cambios en la forma de los edificios. Un ejemplo fundamental fue el caso de la utilización de ventilación forzada, que hizo innecesarias las grandes fachadas con altas ventanas para favorecer la ventilación cruzada, e hizo más racional la creación de volúmenes compactos, con una proporción mucho menor entre superficie de fachada y superficie construida, capaz de conservar el máximo de energía encerrando el máximo volumen dentro de una piel exterior mínima. Las formas antiguas no se ajustaban a la nueva tecnología. Así, en las configuraciones de los edificios en peine, para proveer mayor iluminación y ventilación natural, el sistema de aire por conductos y *plenum* perdía gran cantidad de energía en sus ramificaciones subterráneas entre las distintas alas del edificio (Banham, 1969, p. 77).

La planta libre, que es un concepto fundamental en la organización del espacio moderno, también está vinculada al uso de la tecnología de la construcción y del control ambiental en los edificios. Un ejemplo de ello es la casa mostrada por Catherine Beecher (Banham, 1969) como “la casa de la mujer americana” de 1869, que muestra un núcleo central de servicios alrededor del cual se distribuyen los diferentes espacios en una planta libre sólo diferenciada mediante la función del mobiliario de cada zona, en la que cada pieza tenía un uso determinado y cada metro cuadrado estaba organizado con este mobiliario. En dicha casa se planteaba la aireación por conductos bajo el pavimento y la extracción del aire viciado. El antecedente vernáculor o arquetípico de esta tipología de cáscara lo encontramos en las construcciones de madera de los países del norte de Europa, en los que se colocaba un gran brasero en el centro de la planta. Esta disposición de los sistemas mecánicos en la casa de Catherine Beecher, anticipa las plantas orgánicas y abiertas de Wright y la *Dymaxion House* de Fuller. En estos proyectos norteamericanos, la nueva tecnología de climatización se introducía sin pretensiones estilísticas, más allá de las transformaciones espaciales que dicha tecnología hacía posible.

5.1.4.1 High-Tech y la utilización simbólica de la tecnología

La arquitectura clasificada como High-Tech trataba sobre la estetización simbólica de la tecnología. No es lo mismo que una arquitectura tenga aspecto tecnológico o trate de representar y ensalzar simbólicamente lo tecnológico y sus asociaciones, que dicha arquitectura sea tecnología en sí misma, y la utilice e integre como una parte fundamental de su funcionamiento y de su razón de ser. Los dos, son escenarios que encontraremos en la arquitectura de Foster, que trata de ser y de parecer. En cuanto a las estructuras, más que hacia una exposición de la estructura per sé, la postura de Foster se dirige hacia la integración de los distintos componentes que forman el edificio para conseguir un artefacto que funcione con la máxima eficiencia real y aparente. Para ello se prefiere el perfil mas esbelto, el retoque estetico y la creatividad en la utilizacion de componentes llevados al límite.

La estructura como ornamento, o la utilización de la misma como símbolo de la tecnología, es algo que pertenece al High-Tech y al movimiento moderno. En el High-Tech, la relación entre la estructura y el edificio, fue tanto del tipo “ornamentación de la estructura” como del tipo “la estructura como ornamento” según las categorías establecidas por el profesor Angus J. MacDonald de la universidad de Edimburgo. La primera trata de una forma de proyectar la arquitectura en la que la estructura, constituye la forma y la expresión principal en el edificio, o al menos, en la que la forma se desarrolla como consecuencia lógica a partir de la anterior, mientras que en la segunda, la estructura se utiliza como símbolo, como indicador de otra realidad más allá.

La ornamentación de la estructura enlaza al Partenón de Atenas con las catedrales góticas, y en el siglo XX, con la arquitectura de Auguste Perret, Peter Behrens, Mies Van Der Rohe, Norman Foster, o Nicholas Grimshaw. En este modo de proyectar, el edificio nace integrado en la lógica del diseño estructural y crece junto a la estructura en una simbiosis perfecta pero siempre mostrándola como constituyente exterior de la forma arquitectónica. La estructura se diseña con retoques estéticos que hacen más armoniosa la composición y la tecnología estructural disponible en cada época es fundamental en el resultado de la obra conjunta. Como explica el profesor MacDonald, este sería el caso del edificio para *Reliance Controls* del Team 4 de Norman Foster junto al ingeniero Tony Hunt, en el que algunas decisiones se tomaron atendiendo a la estética de la estructura expuesta y no al puro funcionamiento estructural de mayor eficiencia. Un ejemplo de ello, fue la selección de viguetas de sección en H en lugar de las de sección en

I sobre las vigas principales, o la introducción de cruces de San Andrés redundantes, para mostrar al exterior pórticos iguales con la misma expresión arquitectónica. Pese a estos retoques, los arquitectos nos referimos a esta expresión de la estructura como “sinceridad estructural” en los edificios (Macdonald, 1994).

Por otra parte, la mayoría de la arquitectura denominada como *High-tech*, -incluida la de Foster-, utiliza también la estructura de un modo simbólico, pasando así a la categoría de la estructura como ornamento:

Donde en la estructura se utiliza simbólicamente, un vocabulario visual que tiene sus orígenes en el diseño de elementos de estructuras ligeras -por ejemplo la sección transversal en forma de I, la celosía triangulada, el orificio circular cortado en el alma, etc.- se utiliza arquitectónicamente para simbolizar excelencia técnica y para exaltar la tecnología punta (Macdonald, 1994, p. 78).

5.1.4.2 High-Tech como minimalismo

En algunos casos, la abstracción necesaria para crear un sistema de componentes que se ensamblan, y la búsqueda del rendimiento real y simbólico -hacer lo máximo con lo mínimo-, acercan a la arquitectura de Foster al minimalismo.

La abstracción y la búsqueda de la mínima expresión es una de las principales tendencias en el arte del siglo XX. Mediante la abstracción, el minimalismo trata de obtener un impacto máximo, intelectual y emocional, con los mínimos y más simples elementos. A través del descubrimiento de lo esencial se consigue una sensación de dominio sobre la realidad y de liberación de las cargas materiales. La expresión mínima conecta con lo emocional mediante códigos biológicos y mediante lo intelectual (Montaner, 2002).

La llamada *construcción ligera*, a partir de la exposición en el MOMA organizada por Ierence Riley en 1995, intentaba definir una tendencia a la desmaterialización de los límites en arquitectura por medio de las transparencias dentro de un contenedor neutro, despreocupado por su forma, en el que se ejerce un control total sobre el propio edificio y sobre el usuario, en un ejercicio de reducción formal y superminimalismo que integra la tecnología en lo que se ha llamado supermodernismo (Ibelings, 1998).

En esta arquitectura ligera, se producen un tipo de edificios que son contenedores neutros y cajas transparentes, que redescubren la riqueza de la simplicidad explorada por el movimiento moderno y la experiencia sensorial directa del espacio, pero que son ajenos al entorno, al paisaje y a la sociedad en la que se ubican, más allá de los códigos que los usuarios comparten. La arquitectura no se preocupa por el entorno, puesto que los edificios consisten en nodos bajo control dentro de una red de escala planetaria, contruidos con un vocabulario global: “el espacio indefinido no es la nada sino un contenedor seguro, un cascarón flexible” (Ibelings, 1998, p. 62). En la exposición de Riley apareció el Business Promotion Center de Foster en Duisburg (Alemania), la Fundación Cartier de arte contemporáneo de Jean Nouvel, el edificio ITM de Toyo Ito (1941-), la Glass Video Gallery de Bernard Tschumi (1944-) y otros. En el caso de Foster, esta tendencia hacia el minimalismo y lo ligero, representa la evolución de una de sus principales líneas de proyecto, que comenzó con las oficinas y centro de recreo para la empresa Fred Olsen, en 1968, y continuó en proyectos como el de las oficinas para IBM en Cosham (Reino Unido), o como el edificio Willis Faber and Dumas, a través de los cuáles se desarrollaron sistemas constructivos inéditos, por ejemplo, los nuevos sistemas para fachadas de vidrio (Jenkins, 2002).

Al hilo de esta tendencia, son destacables en la actualidad, los proyectos que Foster and Partners está realizando para las tiendas Apple por todo el mundo, que representan la evolución de la firma hacia el superminimalismo, en espacios donde los límites se desvanecen mientras todo está conectado y bajo control. La alta tecnología y la prefabricación de componentes acompañan a éste minimalismo y a la abstracción como representantes de eficiencia, interconectividad, fluidez y espacio virtual (“Apple Store Zorlu | Foster + Partners,” n.d.).

5.1.4.3 High-Tech como bienestar y sostenibilidad

Otra de las tendencias de la tecnología y de lo High-Tech, son las ciencias de la salud y el control ambiental de los edificios, todo aquello relacionado con el bienestar en un sentido amplio, incluyendo la conservación de la vida y el progreso, de modo que la sostenibilidad aparece como un tema central asociado.

Hemos explicado que el fin último de la arquitectura es la preservación del ser humano y la mejora de sus condiciones de vida, que la tecnología disponible en cada momento histórico es un medio que se utiliza para conseguir la mejor respuesta a las aspiraciones y a las necesidades humanas básicas por medio de lo construido, y que en la actualidad, se acerca poco a poco a las máquinas vivientes. La arquitectura tiende hacia éstos organismos cibernéticos, tratando de aprovechar los materiales y la construcción más avanzada, junto a los sistemas de control climático y de monitorización de los parámetros que intervienen para lograr un nivel homeostático y de confort.

La integración de sistemas de control ambiental en los edificios, fue como hemos apuntado, la que posibilitó el desarrollo de los cambios espaciales y volumétricos en la arquitectura moderna. Sin estos sistemas mecánicos de control ambiental la mayor parte de sus construcciones no serían habitables. Las plantas abiertas, libres, sin paredes divisorias y las fachadas que comunican interior y exterior, se basan en la utilización de novedosos sistemas energéticos. Los sistemas de calefacción por aire favorecieron la posibilidad de grandes fachadas de vidrio orientadas al norte, al igual que la iluminación eléctrica posibilitó las plantas profundas en los rascacielos de los años 20 y 30 (Banham, 1969). Un edificio como el Larkin de Frank Lloyd Wright (ver p.457), además de ser revolucionario en la disposición espacial de su interior, fue

uno de los más avanzados de su época en el tratamiento del aire; estaba sellado al exterior y disponía bajo el gran atrio central, de una planta de sótano que albergaba las instalaciones de aire acondicionado, cuya su distribución se producía junto a cada una de las columnas que escondían en la parte vista del edificio los conductos de aire (Banham, 1969). El diseño de la infraestructura que daba cabida a los sistemas tecnológicos, lo que no se veía, era lo primero e imprescindible para que la arquitectura fuese posible.

El ahorro en un sistema de riego, el control de la temperatura y de los niveles de CO₂ en un espacio interior y la energía y los recursos económicos que necesitamos consumir, son temas

interconectados en los que la arquitectura debe tener un papel central, y en el que los ingenieros del siglo XIX como Joseph Paxton, fueron pioneros. Ya los sistemas de paredes de vidrio y los sistemas de calefacción y ventilación utilizados por Paxton sobre 1850, se combinaban con sistemas de medición y control de la temperatura, la humedad y los niveles de dióxido de carbono, con el objetivo de permitir el crecimiento de plantas de todo tipo (Banham, 1969).

La sostenibilidad y el uso de la energía, vinculados a la ecología y a la mejora de la calidad de vida “para el ciento por ciento de la humanidad”, conseguida por los avances tecnológicos que hacen posible el uso de los recursos inagotables del planeta, es central en el pensamiento de Buckminster Fuller y también en la obra de Foster. Hay en estos planteamientos de mejora del futuro a través de la arquitectura, un relato claro de confianza en el progreso y de humanismo universalizador.

Este relato es el que Foster comparte y al mismo tiempo hereda de la cultura de su época de juventud y en particular de Buckminster Fuller:

Above all I sought to comprehend the principles of eternally regenerative Universe and to discover human functioning therein, thereby to discover nature's governing complexes of generalized principles and to employ these principles in the development of the specific artifacts that would benefit humanity's fulfillment of its essential functioning in the cosmic scheme (Fuller, 2002).

Caer en la cuenta de las relaciones energéticas que intervienen en la felicidad del individuo, y de la relación imprescindible entre bienestar colectivo e individual, lleva a la arquitectura a ocuparse del bien común y de cómo hacer más con menos, de nuevo ayudados por la tecnología.

5.2 El mensaje de Norman Foster y su codificación: significados, metáforas y metonimias

Una vez vistos algunos de los conceptos que establecen un marco de referencia para el lenguaje de Foster, entendemos que para poder hablar y entender dicho lenguaje, hay que saber cifrarlo y descifrarlo y para ello debemos explicar su código y tratar de definirlo. Conocer el código implica la posibilidad de hablar en una lengua concreta y de poder leer la realidad y la historia desde la perspectiva de dicha lengua.

Para tratar de entender la obra de Foster como un lenguaje plantearemos como hipótesis las motivaciones del emisor, su mensaje, y su código, compuesto por componentes y significados.

En la obra de Foster, la superación de las dificultades del ser humano por medio de la tecnología y la llegada a un espacio de plenitud, parecen ser las motivaciones principales y éstas forman la base de su narración.

Norman Foster insiste en que la arquitectura es para las personas y nace de ellas y por lo tanto, sin el componente de asombro, gozo y bienestar, no puede alcanzar su cometido principal ni considerarse completa. El objetivo principal es lo humano y todo lo demás, la arquitectura y el diseño, son sólo medios para alcanzarlo (Foster, 1981; Keeffe, 1971).

A continuación desgranaremos diferentes aspectos de la motivación principal, que podemos extraer a partir de la exposición realizada en los capítulos previos.

de proyectar. Masa, velocidad, energía cinética y potencial, trabajo, fuerza y desplazamiento, son conceptos de la física relacionados con el movimiento, capaces de generar un hilo conductor entre los temas que hemos citado como pasiones para el arquitecto.

Los cambios energéticos en la naturaleza, las máquinas, el rendimiento, la eficiencia, la ingravidez de una masa construida que muestra su energía potencial, la realidad cambiante de la luz con el paso del tiempo, los cambios de perspectiva de un usuario en su recorrido por un espacio, o el progreso vital de un conjunto de procesos como pueden ser los constituidos por la propia vida cambiante del ser humano o de los edificios, son diferentes polos de este sistema de relaciones que podemos conectar a través del concepto de movimiento. Parece ser la clave que une en Foster sus pasiones por el esquí, el ciclismo y el atletismo, con su pasión por los vehículos. La emoción asociada al movimiento es próxima a los conceptos deportivos de trabajo, mejora, superación, efectividad, energía, esfuerzo y victoria.

En los edificios, el movimiento se corresponde con algunos de los invariantes de la arquitectura moderna que hemos analizado previamente: la lucha contra la perspectiva frontal de cajas estáticas, la descomposición en cuatro dimensiones y la temporalización del espacio. Podemos decir que en los edificios el movimiento es de cuatro tipos principales: el del usuario, el de los flujos de los elementos -el agua, el aire, la energía, la luz-, el asociado al tiempo (al potencial que introduce el tiempo como capacidad de cambio, de crecimiento, regeneración y durabilidad), el de los componentes móviles como puertas, paredes y techos y por último, el de lo simbólico y lo visual, a lo que accedemos a través de la percepción y de las relaciones de imágenes con las que se construye el pensamiento.

Con las relaciones de conceptos de la física, podremos también enlazar lo físico con lo espiritual, y la percepción de la materia y la energía. La energía de los cuadros de Turner, los efectos visuales del Op Art, el color y la metafísica de Rothko, la expresión de fluidez e ingravidez de las esculturas de Iñigo Mangano, o la expresión de potencia y velocidad de los cuadros y esculturas de los futuristas.

Hemos explicado que la teoría de la relatividad apoyó la validez de lo subjetivo y particular de cada individuo en función de su posición relativa. Por la semiótica y la neurociencia sabemos que toda realidad percibida es icónica y variable y por estas vías relacionamos el movimiento --asociado al tiempo y al cambio-- con el foco de interés por el arte que hemos detectado en Foster, constituido por aquellos temas que pueden despertar en el espectador una nueva idea, una sensibilidad nueva o un cambio en el punto de vista, junto a otros que tratan de la parte social, realista, y popular. Estas vertientes las podremos observar en las preferencias de Foster por el diseño anónimo elevado a la categoría de arte, que como vimos está presente en el surrealismo y en el pop, así como en las representaciones de escenas de la condición humana cambiante y en movimiento: desde los paisajes urbanos de Lowry hasta las esculturas antropomórficas de Giacometti ("fondation-giacometti.fr," n.d., "The LS Lowry Collection," n.d.).

Podemos proponer que los temas artísticos que más interesan al arquitecto son los relacionados con la emoción como experiencia sensorial directa asociada al movimiento: la luz, el color, la velocidad, la profundidad, el peso y la ingravidez.

Considering your choices for the exhibition I sense several dialogues -one between materiality and immateriality-

NF: I agree with your analysis, which makes me aware that I focused on some aspects of the art that interest me albeit at the expense of others that are still important, even if they are absent from this exhibition.

There is a wide spectrum of expression in my choice of works of abstraction

(...) In the exhibition, a lot of space is given to Abstract Art, which rejects the decorative dimension that features in your architectural designs. In a way, Minimalist Art also rejected the materiality of form. However, beyond mere formalism, it seems to me that

the spiritual dimension of the work is very present in your choices.

NF: I agree completely -some of the works move my spirits more than others, I enjoy the emotionally charged pieces more than the merely intellectually satisfying ones. But ideally there is a balance in that personal connection between the eye and the heart (....) When I was asked to select a work by Le Corbusier for a television documentary I chose his small chapel at Ronchamp because it is so emotionally charged (Norman Foster en Prevost, 2013, p. 64).

5.2.2 El mensaje

Hemos explicado que hablamos del lenguaje porque se produce una comunicación entre lo construido y los usuarios, que se interpretará en base a múltiples códigos aprendidos y biológicos, cambiantes a lo largo del tiempo. En la arquitectura se condensan muchas historias superpuestas, pero en cada caso y en cada arquitecto siempre encontraremos algunos relatos principales.

Todas las influencias, las propias experiencias, las motivaciones y las preguntas generales a las que trata de dar respuesta el arquitecto se reflejan y toman cuerpo en cada proyecto.

5.2.2.1 Rendimiento

El concepto de rendimiento, junto al de eficiencia, responde al hacer más con menos, lo máximo con lo mínimo. Ambos van unidos y se refieren al consumo de energía y a los recursos necesarios para conseguir un determinado resultado, por lo que forman parte intrínseca de los temas de la máquina y la industria que hemos tratado al inicio del capítulo y también de la tecnología puesta al servicio del hombre que hemos analizado como lado humanístico del High-Tech. Se trata de los mismos conceptos utilizados por Fuller, resumidos en su analogía al *Trim Tab*.

Por otra parte, las referencias primeras sobre lo eficiente las encontramos en modelos naturales que muestran mayor adaptación y rendimiento que aquellos fabricados por el ser humano. Cuando Foster relata su admiración por un ave que vuela a su lado “con mayor inteligencia”, mientras él planea en un ultraligero, está haciendo la misma reflexión que está implícita en las anotaciones de Leonardo recogidas en el *Códice Atlántico*: “un ave es un instrumento que funciona según leyes matemáticas” (Naya, 1996 p.58)

Tras los modelos naturales, los conceptos de eficiencia y rendimiento son representados por las máquinas, como ya hemos visto al inicio del capítulo quinto.

In my spare time, I cycle, ski and pilot gliders. I need the silence – not to escape, but to reflect, think through solutions. Occasionally when flying I’ve found myself sharing airspace and thermals with birds. These creatures –displaying superior intelligence to the metal-encased human– achieve astonishing flight with minimal energy and effort. Similarly, Masdar City’s wind towers capture air currents high above, bringing cool breezes into the city. The temperature is 37°C, as opposed to 57°C in downtown Abu Dhabi. Norman Foster (Foster, 2011).⁵

⁵ <http://www.dailymail.co.uk/home/moslive/article-1348558/Norman-Foster-City-future-camels-penguins-cars-dont-drive.html>

Cuando tras la construcción del Sainsbury Centre, Buckminster Fuller le preguntó a Foster acerca de cuánto pesaba su edificio, en realidad estaba haciéndole la misma pregunta que el propio Fuller se había hecho respecto a todos sus diseños desde finales de los años 20, buscando la máxima eficiencia en la relación entre el peso, el rendimiento y el volumen interior de una estructura. La clave residía en la cantidad de materia y recursos que eran necesarios para obtener una unidad de rendimiento resultante. Para él, era una cuestión evolutiva el pasar de soluciones cada vez más grandes resueltas mediante sistemas a compresión, por peso, a sistemas en tensión, ligeros, eficientes y de menor tamaño. Fuller decía por ejemplo: el transatlántico *Queen Mary* pesa 81.237 Toneladas y el Avión *Douglass DC-8* pesa 355.000 libras (161 T.) cuando despegue. Según él, la sociedad sabía analizar la capacidad y rendimiento de estos artefactos en relación a su peso, sin embargo, nadie conocía los parámetros que gobernaban la construcción de edificios. El paso de los tubos de vacío a los transistores para controlar y amplificar la corriente eléctrica permitió la construcción de aparatos electrónicos más pequeños y ligeros -incluyendo las computadoras-, y constituía un ejemplo del mismo concepto: la reducción de tamaño y de recursos mediante el ingenio humano para conseguir mucho más con mucho menos (Fuller, 2009; Goodman, Simon, & Kirk, 1996; Norman Foster, 2014).

La arquitectura de Foster, trata desde sus primeras obras, de la construcción industrializada de espacios eficientes, bellos y socialmente integradores: de la ciencia al servicio del hombre. El rendimiento es un principio inherente a la producción industrial y a la arquitectura industrializada. Los primeros proyectos de Foster, conseguían el abaratamiento de costes por medio de la utilización de materiales prefabricados industriales y del montaje de piezas en seco y en fábrica, que posteriormente se ensamblaban en obra; al mismo tiempo, conseguían la máxima dignidad en la factura de la piezas, al elevar el lenguaje industrial intrínseco de los componentes utilizados al nivel de la alta costura arquitectónica, mediante el diseño de cada uno de ellos, que ofrece como resultado la limpieza, esbeltez y esculturalidad de las soluciones constructivas. Se trataba de un diseño industrial de la arquitectura, de la estetización o arquitecturalización de la construcción industrial, -del mismo modo en que los objetos industriales se transformaron en objetos diseñados, con la unión entre arte e industria proclamada a partir de principios de siglo XX por los primeros diseñadores industriales. Creían que una buena arquitectura podía construirse con materiales industriales transformados mediante el diseño (Jenkins, 2002).

5.2.2.2 Integración

Diseño Integral

Acabamos de explicar que los conceptos con los que Foster trata de llegar a responder a sus objetivos son la integración y el rendimiento y que estos encuentran su hilo conductor en el concepto de movimiento, aplicado a múltiples aspectos de la realidad.

En la línea de Chermayeff y de Fuller, para Foster, es necesaria una estrategia de *Diseño Integral* o *Total* para incorporar al proyecto el análisis de la complejidad y su resolución (Keeffe, 1971). El proyecto se entiende como una actividad de resolución de problemas en la que múltiples factores están interrelacionados e interactúan. No es la separación y aislamiento de las partes, sino la integración holística de la complejidad, la estrategia para encontrar la mejor solución posible del conjunto, que forma un sistema continuo, interactivo y sinérgico.

Hablar de integración nos lleva a abordar diferentes aspectos aparentemente inconexos que van desde la relación del ser humano con la naturaleza, hasta la inclusión de las personas que participan en un proyecto, o el uso de una pieza de mobiliario en un edificio.

Estos aspectos los podemos enmarcar en la actual reunificación de lo orgánico y lo mecánico-tecnológico como extensión de lo que hemos llamado funcionalismo organicista, y en la vertiente del High-Tech que se ocupa de la salud y de todo aquello relacionado con el bienestar. Podemos considerar que la arquitectura de Foster tiende hacia esta síntesis del organicismo y el funcionalismo racionalista, en la que el concepto de la función se extiende a todos los aspectos de una ciencia que incluye variables cada vez más cercanas a la metafísica.

La investigación y la exploración de territorios desconocidos van implícitos en el uso de la última tecnología. Existe un factor de riesgo y un sobreesfuerzo en la fase de proyecto que es imprescindible para que una obra pueda romper las barreras de lo posible o de lo establecido. Esta actitud distingue el trabajo de Foster, quien es consciente de que sólo con una pequeña innovación en cada proyecto sería suficiente para contribuir al progreso del ser humano en términos generales. “el desarrollo del “muro de vidrio” nos ha llevado al filo de la última tecnología. En cada caso hemos encontrado que hay un paso corto desde “imposible” hasta la rápida adopción por el mercado” (Foster & Jenkins, 2007, p. 86).

En el trabajo de Foster se integran especialistas de diferentes campos en cada proyecto, para tratar de mejorar en todos los aspectos del diseño, desde el consumo de energía hasta las ciencias de la salud. Un artefacto debe ser eficiente, pero lo que genera debe ir más allá de la solución óptima en cuanto al coste-beneficio material. En sus diseños, son consideradas las razones emocionales junto a otras tecnológicas y logísticas. Todas las decisiones, incluyendo las estéticas y la calidad sensorial de los detalles, deben ser integradas como parte de un concepto global de eficiencia y rendimiento. El *diseño integral* trata de hacer posible la creación de una *obra de arte total*.

Buscar en las raíces de este concepto de diseño, como proyecto que engloba todos los aspectos de la vida, -tal y como planteaban los futuristas o los artistas del neoplasticismo-, nos traslada hasta las obras teatrales de Richard Wagner en el siglo XIX, en las que el autor buscaba la integración de todos los aspectos de la ópera: la música, la actuación, el decorado, la iluminación, etcétera, y nos lleva también a los filósofos alemanes de la misma época, que trataban el concepto de *empatía* visto en el capítulo 1, como fenómeno físico-psíquico que permitía al espectador identificarse como parte integrante de la obra de arte.

La integración pasa a ser la constitución de la forma a partir de componentes. En Foster existe una tendencia hacia lo compacto, hacia el diseño que dentro de un volumen eficiente puede albergar en su interior los órganos que sean necesarios, de un modo análogo a la constitución de los seres vivos. Es conocido el diálogo sobre helicópteros entre Norman Foster y Richard Rogers, en casa del arquitecto Robin Spence en 1980, en el que los arquitectos mostraban sus preferencias: mientras Rogers se decantaba por la estructura expuesta del *Bell 47* Foster se inclinaba por el *Bell Jet Ranger*, que integra todos los elementos bajo una piel aerodinámica. Foster explica que si hay un esqueleto y una carrocería o piel envolvente, lejos de resaltar el uno o el otro independientemente, lo que a él le interesa es la integración entre ambos para conseguir un mejor resultado (Sudjic, 2010, p. 99).

Si comparamos la integración de componentes en la estructura de los helicópteros con la tendencia que han seguido los proyectos de Foster, vemos que la estructura expuesta de los primeros proyectos como el HSBC de Hong Kong o el Renault Centre en Inglaterra (ver pag. 349), pasan al interior de la piel del edificio en proyectos posteriores como la Torre Hearst de Nueva York. Esta operación no parte sólo de motivos técnicos sino también de una búsqueda estética análoga a la que llevó a Raymond Loewy a recubrir y “aerodinamizar” su copiadora Gestener en 1929 (ver p.349).

Integración holística: naturaleza, ingeniería, arquitectura, arte y ser humano

La integración holística hace referencia a conjuntos sinérgicos, en los que el comportamiento del todo es superior a la suma de las partes. Foster, en su trabajo, trata de cerrar el círculo entre naturaleza, ingeniería, arquitectura, arte y ser humano y para ello toma el modelo de la aviación y el diseño de vehículos como paradigmas de un desarrollo posible de la arquitectura. El dominio del vuelo por parte de los humanos, no hace sino seguir el modelo del vuelo de las aves y tratar de mejorarlo en cuanto esté al alcance de la técnica. El ideal es no sólo sobreponerse a la naturaleza con el artefacto, sino superarla y conseguir con ella la máxima integración. La arquitectura, al igual que la aviación, imita a los seres vivos y a la naturaleza: la autorregulación, la sostenibilidad, el confort, la belleza, el cobijo, etc., son todos temas comunes en las relaciones del hombre con el entorno y con la arquitectura respectivamente.

Both flight and design involve unseen forces, obey certain rules and for their realisation depend totally on the distillation of highly complex systems into a single vision. An airport is pure infrastructure; if you like, it is inhabited infrastructure (Foster, 2007).

Foster comenta que para él, todos estos temas son verdaderamente el mismo, que existe un hilo conductor que lleva desde la obra de arte a las necesidades humanas más básicas, pasando por la psique humana, la tecnología, la investigación y nuestra integración en la naturaleza. El arte, a su vez, está relacionado con la técnica artesana y con la mente del artista: con sus códigos, su expresión, sus aspiraciones y sus intuiciones, con el artista como ser que siente y proyecta, y todo ello, incluye parámetros que podemos sentir e intuir pero que todavía escapan a la ciencia. El arte tiene el poder de avanzar el futuro por sugerencias e intuición.

-Looking out of the window I see sculptures, I see art

NF: It is an integral part of our lives, as a family, as individuals. It is completely woven in, in the same way that those inspirations, influences, subconscious, perhaps subliminal, but they are there. We are all a victim of influences, or -victim is the wrong word-, we

are all products, -if you like- of influences

-what can you verbalize, what art does to you in your practice as an architect, in your life, why is it important?

NF: I think it's another way of looking at forms, of life, I think it opens you to see new possibilities, to make connexions, it makes you...it heightens your sense of awareness. It's another dimension. And again, there are certain artefacts, there are certain cars... you can see the curve of the back...as a sort of sensuous quality to that. That for me is art. I was looking at an exhibition of locomotives, each one must have been lovingly created and everything works as a miniturized series of, I mean, just, labours of love, and for me, those are pure art: the sailplane is as beautiful as the Brancusi, the Brancusi and the Boccioni -the figure flowing in the space-, those are inseparable from the best cars of the period: The Chrysler Airflow is inseparable from the Chrysler Building of Van Alen, the streamline forms of the Burlington's F and the M-10000, in the thirties, which heralded a new high-performance, again, lighter form of locomotion, those are inseparable from these incredible works by artists around 1913. So they're kind of magic years, but all of these things, they're timeless, they go beyond the style of a certain time, they're classics (Norman Foster en Wagner, 2015, min. 35).

Integración de lo humano

Foster insiste en que el objetivo principal de la arquitectura y diseño es lo humano, el desarrollo de todo aquello que contribuye a la mejora de la vida de las personas y que acerca al individuo a una plenitud material y espiritual (Foster, 1981). Para entender esta idea explicaremos brevemente el concepto de humanismo:

Lo humano y el humanismo podemos entenderlo como aquello que eleva nuestra existencia por encima de lo bárbaro o de lo animal y nos acerca a lo divino por medio de la civilización. Es un concepto asociado a la virtud humana y a la cultura.

Este concepto de humanitas de Cicerón, se basaba en una concepción integral de la naturaleza, la ciencia y el hombre por la cual, el universo y la naturaleza están diseñados conforme a la *razón divina*, el hombre es parte de la naturaleza y al mismo tiempo es parte del Dios que lo ha creado, gracias a lo cual puede descubrir, por medio de la razón, el funcionamiento de la realidad y del universo. Se entiende la razón como la unión entre lo humano y lo divino y como la cualidad natural que nos separa de los demás entes de la naturaleza y nos conecta con la totalidad. Estos conceptos derivan de la escuela de los estoicos de la Grecia Clásica, para quienes vivir conforme a la naturaleza equivalía a vivir conforme a las leyes naturales y por lo tanto conforme a la razón divina que las había creado (Arbea, 2002; “humanism -- Britannica Online Encyclopedia,” n.d.; Martínez Sánchez, 2014).

Lo humano hace referencia a la realización personal y social de los individuos. El humanismo se ocupa de todos los aspectos de la experiencia y es origen de conceptos como el de la dignidad del hombre, el individualismo, las libertades civiles, lo democrático, etc. Incluye tanto los temas sociales como las hipótesis utópicas, y tiene un componente evangelizador al pretender extender la humanidad, desde el individuo hasta las sociedades y los estados.

En el humanismo existe una conexión entre el saber popular de la acción y el saber intelectual derivado del estudio: “para alcanzar el honor y la virtud, más vale la naturaleza sin instrucción que la instrucción sin naturaleza” (Cicerón en Arbea, 2002, p. 398). Existe una defensa del saber acumulado por la tradición y de su medio de permanencia y transmisión. Este es un aspecto que en Foster, une la arquitectura vernacular a la alta tecnología y a la ciencia.

Podemos traducir estos hechos, a los efectos que producen en nosotros los objetos y lo construido en la sociedad. El empeño por producir entornos mejores, revierte en los individuos, generando en su interior un reflejo de la calidad dichos entornos y reactivando un deseo de mejora y progreso como características de una humanidad más elevada. Como rezaba una de las frases principales que Foster and Partners utilizaba para presentar su página web alrededor de 2010: “We believe that the quality of our surroundings can lift the quality of our lives” (“Architecture & Design Services | Foster + Partners,” n.d.)

En palabras de N. Foster:

Creo apasionadamente que la arquitectura es un “arte social, -una necesidad y no un lujo que se preocupa por la calidad de vida y la creación de bienestar. Este objetivo en la dimensión social reconoce que la arquitectura está generada por las necesidades de la gente -tanto espirituales como materiales (Foster, 2005).

Integración de lo humano por democratización del espacio y de los códigos

Las variables a integrar en un proyecto, no son sólo las de las ciencias formales o las ciencias naturales. Un aspecto fundamental para el éxito de cualquier proyecto es la dimensión social: en primer lugar se debe integrar a las personas y grupos que han de intervenir en el proyecto. Para poder hacerlo, es fundamental la empatía: saber escuchar a las partes implicadas y saber comunicar en sus propias lenguas y dialectos y en segundo lugar, es necesario saber sintetizar y liderar el proceso. Como nos explica Norman Foster (Keeffe, 1971), estas cualidades que ha de tener el equipo de proyecto y el arquitecto que lo lidera, fueron fundamentales en proyectos clave de su carrera como la Fred Olsen Terminal en Londres, o el Banco HSBC de Hong-Kong (Foster, 1981). Por otra parte, la arquitectura debe poder integrar a los usuarios. En este planteamiento hay claros componentes ideológicos de apertura, democratización y búsqueda del bien común.

La calidad del edificio y de los espacios habitables compartidos y al alcance de todos, son orgullo de todos los usuarios que los habitan y constituyen valores que elevan su nivel de vida y les proporcionan un nuevo estatus. Es lo que la arquitectura ofrece por medio de la eliminación de barreras de clase social y de la materialización de una nueva ornamentación, factura o marca distintiva.

Foster siempre describe cómo el edificio que crearon en el proyecto del Fred Olsen Amenity Centre en los muelles portuarios del este de Londres, consiguió cambiar los hábitos sociales de sus usuarios (Keeffe, 1971). Trabajadores conocidos por su falta de educación y por su vandalismo, pasaron a tener una actitud cuidadosa y de respeto hacia el nuevo edificio y hacia los demás usuarios que compartían con ellos los espacios –como secretarías o personal de administración de la empresa-. Gracias a la concepción inclusiva e integradora y a la calidad con la que se había concebido y construido el proyecto, se produjo un cambio en la actitud de un colectivo entero, como una respuesta natural de gratitud al disfrutar de un edificio que elevaba la calidad de su día a día (“Norman Foster - Royal Gold Medal Presentation -,” 1983).

La arquitectura tiene el poder de crear un sentido de identidad, de comunicar y desmaterializar los límites. Podemos diseñar espacios que nos ayuden a orientarnos, por ejemplo, un aeropuerto es más amable si existe una conexión visual con el paisaje y con el avión. He descrito esto como una experiencia análoga en el mundo digital. Del mismo modo, las barreras entre “ellos” y “nosotros”, en lugares como una cámara parlamentaria o un vestíbulo de prensa, pueden ser eliminados. O las vistas desde una cubierta que pueden ser ensalzadas por nuevos conceptos del espacio público. En cada caso la transparencia juega un papel principal (Foster, 2005).

Frank Lloyd Wright también hablaba de la democratización como una característica inherente a su espacio fluido y a su descomposición de la caja. Se trataba de la eliminación de barreras internas y externas en los edificios. Suponía la apertura y conexión de espacios estancos y la disolución de los límites, que entronca directamente con los temas racionalistas de la planta libre. En la obra de Foster, el espacio diáfano (y democrático) de la planta libre dará lugar al concepto de “contenedor bien servido”. La transparencia de la piel de los edificios, asociada

a la planta libre y a la fusión del interior con el exterior, introducirá lo que se ha llamado arquitectura ligera, líquida, y minimalista, que en algunos casos se asocia al espacio en red de internet y a lo inmaterial del ciberespacio. Si lo democrático es lo que tiende a hacer al conjunto de individuos libres e iguales otorgándoles el poder dentro de un sistema, podríamos pensar que el espacio en la red de internet o el espacio inmaterial en el que se producen las comunicaciones e intercambios en red a nivel global comparten características democráticas y generan una arquitectura que debe reflejar estas características.

En Foster, junto a la intención de democratizar los espacios, aparece la intención de integrar mediante la democratización de los códigos, que trata de poner en valor los códigos compartidos por los usuarios de los edificios. Esta tendencia la podemos ver desde varios ángulos:

El arquitecto habla con frecuencia del diseño anónimo como de obras de arte, haciendo referencia a la posibilidad de conseguir la máxima calidad en la experiencia sensorial e intelectual a través del buen diseño anónimo, ya sea industrial o artesanal, en una defensa del saber acumulado en diferentes ámbitos.

Como hemos visto, la democratización del diseño, la arquitectura y el arte, eran objetivo común tanto del racionalismo de la Bauhaus y Le Corbusier, por la vía de la industrialización, como del Arts and Crafts de William Morris por la vía de la artesanía, tratando de extender la calidad del diseño a bajo coste al conjunto de la sociedad, mientras que por otra parte, la tendencia consistente en elevar los códigos populares a la categoría de arte y mezclar lo elitista con la baja cultura, era un rasgo común al posmodernismo, al Pop Art y al surrealismo, mediante los mecanismos de la fragmentación, el collage y los objetos encontrados.

El lenguaje de patrones que propuso Alexander en los años sesenta es una manera de componer sistemas complejos, armónicos, a partir de secuencias de patrones o configuraciones simples, que resuelven problemas sencillos de forma efectiva y natural. Los sistemas de patrones simples que forman los complejos, debían haber nacido y evolucionado a partir de las preferencias y necesidades básicas de los individuos en sociedad y formaban sistemas en sintonía con la naturaleza humana (Alexander, Ishikawa, & Silverstein, 1977).

La integración de lo humano, requiere de los códigos con lo que nos identificamos y la inclusión de criterios que nos permiten un desarrollo de la vida en paz con el entorno. En este sentido, el territorio y los valores de una comunidad social, son factores que deben integrarse en la arquitectura (Sussman & B. Hollander, 2014).

Integración de lo humano mediante lo local

La integración en el lugar y la comunicación mediante códigos locales es otra de las vertientes que en los proyectos de Foster entra de lleno en la discusión de uno de los principales conceptos presentes en el organicismo de Wright y en el posmodernismo. Para Wright el edificio debía nacer del territorio y de la cultura en los que se ubicaba y debía responder a la naturaleza material y espiritual. Para el posmodernismo, las soluciones individuales y particulares, las etnias, las minorías y lo marginal, debían ser resaltados por encima de los discursos totalizadores y uniformizadores como los que había representado el movimiento moderno en el campo de la arquitectura.

El acercamiento a la arquitectura vernácula, ha sido de interés para Foster desde sus primeros dibujos de escuela. Volver a las raíces en el planteamiento de un problema y volver la mirada sobre las soluciones del pasado es parte del análisis científico previo del proyecto. En cada territorio existe una sabiduría anónima, popular, que pertenece a la cultura del lugar y responde armónicamente a los códigos locales. Lo científico y analítico se ocupan en este caso de las historias locales para poder aprender estrategias arquetípicas e integrar la dimensión humanística y cultural.

Mientras la tecnología puede ayudarnos a controlar el ambiente en un edificio, también hay lecciones valiosas que aprender de las tradiciones regionales, por ejemplo utilizando marquesinas de lamas o techos en voladizo para evitar el calor del sol y proporcionar un ahorro energético significativo. Hay vínculos frecuentes entre la ecología de un edificio, que es medible, y la dimensión poética de la arquitectura, como los rápidos efectos de los patrones de sombra que son más difíciles de cuantificar. Quizás debieran definirse bajo el título “elevando el espíritu” (Foster, 2005)⁷.

Masdar consigue la reducción de la temperatura de los espacios públicos en más de 20 grados respecto de la capital ABU Dhabi, y la reducción del consumo de energía, el reciclaje de los materiales de deshecho en un 80%, la reducción de CO2 al 0%, etcétera, al mismo tiempo que provee de un espacio comunitario sostenible que respeta y ensalza los códigos locales vernáculos⁸ (Stefan Behling en "Norman Foster: Drawings 1958-2008 - Colloquium 'Sustainability and Architecture,'" 2009).

Este proyecto es un ejemplo del fenómeno actual por el que lo local se diseña de un modo deslocalizado desde lo global, aunque atendiendo a parámetros etnocéntricos, culturales y geográficos locales. Se trata de lo que Bijan Aryana y Seyed Javad Zafarmand han definido como diseño *Glocal* (Galán et al., 2010, p.385). Muchas grandes multinacionales, para poder conectar con usuarios de distintos territorios y culturas, ganar una gran ventaja competitiva y mantenerse en el entramado global, adaptan sus productos a los códigos locales. En el diseño de producto, valores como el significado emocional, ritual, espiritual y social son tan importantes como el valor de uso (Galán et al., 2010).

Las compañías multinacionales como las de automoción o informática, proponen productos con lenguajes simples y universales, que promueven la uniformización de códigos asociada a la globalización (Galán & Felip, 2011; Montaner, 2002). Un ejemplo claro de este fenómeno en el trabajo de Foster, lo encontramos en el diseño de las tiendas Apple, en el que los códigos son globales, aunque también transformados en locales por medio de la globalización, ya que gradualmente van siendo aceptados como propios en todos los rincones del planeta.

8 Stefan Behling en el coloquio sobre dibujos de Norman Foster. Ivory Press. Madrid 2009

Integración de lo humano mediante infraestructuras

Precisamente, porque el diseño y la arquitectura no se consideran fines en sí mismos sino catalizadores de una realidad mejor, los conceptos de infraestructura, de progreso y de confianza en un futuro mejor aparecen como centrales (“‘Heritage & Lessons’ Norman Foster, Oxford University Humanitas Lecture,” 2011).

La infraestructura es aquella base que permite que otras realidades y otros proyectos, sucedan sobre ella, y por tanto su diseño es fundamental para que las cosas ocurran.

Cuando hablamos de arquitectura, hablamos de conseguir y mantener calidad de vida, de nuestras actividades diarias y necesidades básicas. Hablamos de la energía para desplazarnos, para calentar nuestras viviendas y espacios de trabajo, para iluminar, etc. y al hacerlo, también de las infraestructuras que lo hacen posible. Por lo tanto, como hemos explicado al hablar de lo High-Tech, la tecnología dedicada a obtener el máximo resultado con lo mínimo, está vinculada a la sostenibilidad de una manera intrínseca.

Para la integración de todas las variables que la arquitectura debe resolver, Foster destaca que lo más importante es la infraestructura que lo hace posible. Cuando habla de los edificios dice que lo fundamental es la trama de la ciudad en la que éstos se ubican, “el pegamento que une las cosas”, que incluye a la sociedad, a las relaciones y a las necesidades que existen alrededor de un objeto determinado, bien sea a la hora de enmarcar una ciudad en el territorio, una construcción en la ciudad o un detalle constructivo dentro de un componente en un edificio.

Estos planteamientos aparecen claramente expuestos en el libro *Community and Privacy* de Serge Chermayeff: "Spaces between buildings are as important to the life of urban man as the buildings themselves" (Christopher & Serge, 1963, p. 66)

Once one realizes that the joints between domains are themselves physical elements of no less importance, one can see that it is actually these elements that give the plan its hierarchical structure (....) The house is part of the urban anatomy in the way that a vital organ is part of a living creature (Christopher & Serge, 1963, pp. 133-135).

En el diseño de sistemas e infraestructuras son importantes la zonificación y la jerarquía. Como expone Chermayeff, existe la evidencia científica de que la organización jerárquica es importante en cualquier forma compleja. La casa, para Chermayeff, debía ser en la anatomía urbana como un órgano en un ser vivo, siguiendo con las analogías humanísticas entre naturaleza, universo y ser humano.

El arquitecto, al tratar de elevar los estándares de la ciudad, conecta con el tejido social de los edificios. El integrar mediante la infraestructura distribuye igualitariamente la prosperidad. Foster relaciona la felicidad de los habitantes de una ciudad con la calidad de su entorno y con las infraestructuras de las que disponen: si dependen o no del automóvil para desplazarse, si pueden vivir cerca de sus familias, si consumen poco tiempo en ir al trabajo, si pueden trabajar, descansar y disfrutar de su tiempo libre en una misma zona, si la calidad de sus espacios es buena, etc. Todos estos conceptos están íntimamente relacionados con el rendimiento, la integración de sistemas, y con la calidad estética y funcional del producto acabado. La infraestructura tiene esa dimensión cívica cuando devuelve algo a la sociedad y se apoya en la confianza en el futuro y en la inversión presente para generaciones futuras ("Heritage & Lessons' Norman Foster, Oxford University Humanitas Lecture," 2011).

Integración de lo humano mediante la variable tiempo

Una de las principales preocupaciones de los planteamientos holísticos que tratan de la integración de sistemas es la intervención del tiempo como variable clave en el diseño. La tecnología, al igual que personas y edificios, tiene su periodo de obsolescencia. Las distintas partes de un edificio pueden tener diferentes tiempos de obsolescencia y por tanto varios tiempos y costes de mantenimiento, remplazo y actualización, que deberán atenderse para la supervivencia del conjunto. Estos conceptos eran centrales en la obra *Community and Privacy* de Alexander y Chermayeff (Christopher & Serge, 1963). La obsolescencia va acompañada de la adaptabilidad de un diseño y de su preparación para absorber cambios futuros.

Foster de nuevo hace referencia a este aspecto del diseño mediante la analogía entre helicópteros ya comentada -el Bell 47 frente al Jet Ranger-, y los compara con su estrategia en el Sainsbury Centre en el que la cáscara del edificio está formada por paneles metálicos desmontables de alto rendimiento energético, o también con la estrategia adoptada en el proyecto para las oficinas Willis Faber and Dumas en el que la introducción de un suelo técnico hizo posible la adaptación y actualización del edificio a la era de los ordenadores y las comunicaciones por un coste mínimo (Jenkins, 2002). Esta es una estrategia conceptual siempre presente en sus diseños, aunque se materializa en diferentes grados según el proyecto. Veremos algunos edificios que desde el inicio fueron preparados para posibilitar el cambio o la ampliación, como por ejemplo son el Renault Centre o el aeropuerto de Stansted. En otros casos la estrategia de pensamiento 4D de Fuller se traduce simplemente en favorecer la facilidad y el mínimo coste en las operaciones de mantenimiento o remplazo de elementos, como puede ser el caso de los vidrios de un muro cortina.

5.3 El Código: componentes y sistemas de componentes

Además de los significados a transmitir en un mensaje, los componentes mediante los que se estructura el lenguaje, son la otra parte necesaria para completar el código. Componentes y sistemas de componentes articulan el pensamiento y dan cuerpo al mensaje. Como ya hemos visto, el receptor, para poder entender el mensaje, debe conocer las palabras –componentes- y sus significados.

En la mayoría de proyectos de Foster, podremos entrever una búsqueda y representación de lo arcaico y de estructuras arquetípicas, y la utilización de lo que hemos llamado código biológico, que era aquel que apela a las emociones primarias y universales, como las generadas por el vacío, la escala, la ingravidez, la luz natural, el confort, o la abundancia de recursos. Según Antonio Damasio, decíamos que dicho código responde a una programación automática interna inherente a los animales, presente incluso en organismos sin cerebro y aplicable a las personas independientemente de su cultura.

Los códigos biológicos, en algunos casos, pueden completarse y activar la emoción en toda su intensidad, solo si el individuo conoce y sabe apreciar el lenguaje de la máquina y de la tecnología. Interpretados bajo otro tipo de parámetros, como podrían ser los de la calidez del producto artesanal y natural o la ausencia de repetición modular que se da en la naturaleza, la arquitectura y el diseño de Foster podrían parecer fríos o poco humanos. En ese caso habría una parte del mensaje que no estaría llegando a un receptor no posea todas las herramientas necesarias para su decodificación.

5.3.1 Componentes

Como hemos visto al hablar del catálogo como invariante de la arquitectura moderna, el origen de la resolución de un problema por la descomposición y el análisis de sus partes elementales derivaba del método científico. Para encontrar el inicio de una arquitectura entendida y construida como ensamblaje de componentes, nos hemos de remitir a la arquitectura medievalista y al catálogo de William Morris, a la construcción de máquinas e infraestructuras a partir de la época del vapor, a la descomposición de la arquitectura de Wright, y a la descomposición y recomposición neoplástica.

Al igual que Fuller daba vida a sus teorías e ideales, en Foster, la ideas que hemos visto anteriormente sobre integración, rendimiento y bienestar, se materializan en lo construido gracias al uso de un lenguaje a base de componentes. Veremos como el simple intento de análisis y clasificación de los componentes de su arquitectura, supone la codificación de los mismos y la generación de una gramática cuyo dominio nos podría permitir comenzar a hablar en “lenguaje Foster”.

El proyecto se compone de piezas y sistemas de piezas que se articulan entre ellas. Podemos verlo como un sistema de fractales en el que en las diferentes escalas de análisis encontramos relaciones análogas. Podríamos decir, que tanto a un nivel macro como micro, el diseño muestra el proceso de proyecto que le subyace y su construcción, aunque en algunos casos una cáscara exterior ofrezca una imagen unitaria e integradora.

La arquitectura industrializada trata del montaje de piezas. Con la prefabricación la construcción se vuelve ensamblaje y coordinación de elementos dentro de un sistema. Así como en el clásico despiece de la silla *Thonet nº14*, Foster muestra sus diseños y proyectos, como un kit de piezas. La suma de tres elementos forma la pata de una mesa (ver p. 367) y la suma de “X” barras de acero, paneles sandwich de aislamiento y paneles reflectantes suspendidos componen uno de los árboles del aeropuerto de Stansted (ver p. 472) que a su vez, constituyen la unidad elemental germinal de la construcción del edificio. Cada una de estas piezas señaladas como partes, tienen a su vez subpartes que las componen y suelen mostrar claramente su sintaxis. Esta exposición de las uniones requiere un sobre-esfuerzo en el detalle y el diseño de las mismas, de sus juntas e intersecciones durante la fase de proyecto.

Como se relata en la biografía de Foster escrita por Deyan Sudjic, una de las lecciones que el arquitecto aprendió de los proyectos para Fred Olsen y Willis Faber & Dumas fue que era posible y mejor diseñar componentes especiales propios que confiar en lo ya existente en el mercado:

Si tienes curiosidad suficiente sobre los procesos de producción, pronto descubres que puedes diseñar tu propio muro cortina, o tu propio falso techo, y tenerlo fabricado en el mismo tiempo que lleva pedir un diseño existente en catálogo. La posibilidad es que acabes con un producto mejor y el coste probablemente no será tan diferente (Norman Foster en Sudjic, 2010, p. 115).

Esta actitud tiene su paralelismo en los fabricantes pioneros de coches: por ejemplo, Louis Chevrolet fue aprendiz en un taller de bicicletas en el que comenzó a experimentar con los mecanismos de las marchas. Louis Renault ya a los catorce años contruyó un taller en su jardín y a los veintiuno construyó su primer coche a partir de un triciclo al que incorporó una transmisión cardan, una caja de cambios y marcha atrás (Dorling Kindersley, 2011). Foster desde niño, montaba sus maquetas de construcción y de aviones motorizados, y modificaba y personalizaba su bicicleta. Mientras buscaba oficio, antes de su etapa universitaria, también trabajó en un taller mecánico (Sudjic, 2010).

Una de de las claves en el trabajo de Foster es el manejo de los componentes de última generación y de los materiales más avanzados, que muchas veces provienen del la fabricación de vehículos aéreos, marítimos o terrestres. ¿Como es posible dominar estos materiales para transferir su aplicación a la construcción de edificios?. Seguramente la respuesta a esta pregunta es simple: preguntando, y bajando hasta el taller y la fábrica. En este punto entran en juego las motivaciones, los intereses y las pasiones del arquitecto, que constituyen el criterio en la elección del campo de inspiración en el que buscar. Que el arquitecto llegue al taller en el que se fabrica el componente, es lo que le lleva a conocer cómo es posible diseñarlo y posteriormente poder integrarlo en un sistema mayor como un edificio. Por este camino se llega a la conclusión de que es posible la máxima calidad en obra, previa fabricación en taller del componente por parte del experto artesano, alejado de la obra y en cualquier parte del mundo. En obra, pueden ensamblarse los componentes si se tiene un proyecto preparado para ello. Así, por piezas, es como se fabrican los productos industriales y los vehículos. Foster defiende, en 1981, que los días de la construcción *in situ* están acabados y que es imposible llegar a un producto de calidad confiando únicamente en el trabajo de constructores y albañiles ("Building Sights - Series 3: 1. Boeing 747," 1991).

Para una construcción que ha de convertirse en ensamblaje, el ejemplo de la mencionada silla *Thonet n.14* (ver p.367), es una fuente de inspiración, por la tecnología empleada en su fabricación, por su facilidad de embalaje, transporte, montaje por piezas y por la versatilidad y belleza de su diseño y acabado (Foster, 2000).

5.3.2 Sistemas de componentes

Uno de los rasgos principales que distingue el trabajo de Foster es la integración sinérgica de sistemas de variables múltiples. Por ejemplo, una gran cubierta, utilizada para englobar multitud de funciones bajo la misma, es un recurso eficiente que, como hemos visto, Foster empleó desde sus años de estudiante. Diseñar un espacio compacto bajo una cáscara, acumula el mayor volumen mediante la mínima superficie de envoltorio, conserva mejor la energía, ofrece menor resistencia a los elementos y mayor durabilidad y, además, tiene implicaciones sociales y simbólicas.

The “all embracing roof over multiple activities” -a move which is social in its inclusiveness. The ensuing compact single entity has the advantage of conserving more land than the sprawl of separate buildings. I also enjoy the visual power which can follow from the resolution of different needs by the timeless and symbolic device of a roof. Then there are performance benefits which follow from enclosing more volume with less external wall surfaces (Norman Foster, 2014).

Otra forma de integración en busca de la eficiencia es la del diseño de componentes específicos que desarrollen varias funciones, como son los elementos que unen las instalaciones con las funciones estructurales.

En los primeros proyectos de Foster se diseñaron componentes como piezas para la integración y sostenibilidad de los edificios en el medio ambiente. Este es el caso del diseño de reflectores solares en el proyecto para las oficinas para Fred Olsen en Vestby, Noruega, que se materializaría más adelante, en el HSBC y en el Reichstag, en sucesivas variaciones evolutivas (ver pp. 447 y p.519). Otro ejemplo de una parte de un edificio que constituye un componente arquetípico dentro de una serie, es el uso de las galerías subterráneas de instalaciones, que empleadas en el proyecto para Reliance Controls, e incluso en el arquetípico mirador Cockpit, evolucionó hacia un basamento subterráneo continuo en el Sainsbury Centre (ver p. 413), en el edificio Renault, o en el del Aeropuerto de Stansted. En una etapa posterior, los edificios enteros pasaron a ser el componente o el aparato generador de energía y finalmente se pasó a la escala de la ciudad y a la del territorio. Un ejemplo de ello, es la de la utilización de ventilación natural, que sufre una evolución desde la introducción de aire a través de unas toberas bajo el edificio en el proyecto de las Oficinas para Fred Olsen en Vestby (1974), hasta la utilización de torres de viento para refrescar los espacios urbanos y los edificios que en una reinterpretación de las torres captadoras de viento típicas de la cultura islámica, utilizadas en el proyecto para la ciudad sostenible Masdar en Abu Dhabi (2007-2015).

Como hemos explicado, las infraestructuras que unen los componentes pasan del plano de fondo del diseño al primer plano, los sistemas de componentes se entienden como redes que resuelven los múltiples factores interconectados de un problema dado y el sistema, -la estructura-, es más importante que cada uno de los componentes.

Ascender por una escalera o atravesar una serie de espacios es equivalente al modo en que trazamos nuestro camino en una ciudad, con calles, plazas, bulevares y puentes. Tendemos a dar por hecho el espacio público, este es el resultado de muchos ejercicios de diseño, y la calidad de las infraestructuras de una ciudad influye directamente en la calidad de nuestras vidas. En este sentido el pegamento urbano que une los edificios puede considerarse como más importante que cualquiera de dichos edificios (Foster, 2005).

5.3.3 Diseño de componentes anónimo y customizable

El diseño anónimo de la tradición, la artesanía y el diseño industrial, es citado por Foster como una referencia principal.

En lo vernáculo se encuentra el saber acumulado de los siglos y las soluciones sabias y eficientes que han cristalizado en la tradición a lo largo de una historia humana de escasez. En el diseño industrial, los productos y particularmente sus componentes suelen ser anónimos, pero cuando un producto está bien diseñado, cada una de sus partes son equivalentes a obras artesanía perfecta a la que Foster se refiere como arte.

Al analizar el *Boeing 747* Foster nos dice que se trata de una de estas obras de arte en la que un acercamiento táctil a sus detalles más pequeños sigue proporcionando la misma satisfacción sensorial que obtenemos de la percepción global de su forma, su escala o su funcionamiento. El 747 es un icono del siglo XX, es arquitectura y diseño industrial internacional, expresada en el lenguaje globalizado de la tecnología, no tiene decoración, pero sí un estilo que representa ideas culturales, y su durabilidad -de treinta a cincuenta años- es mayor que la de muchos edificios gracias a su adaptabilidad al cambio (“Building Sights - Series 3: 1. Boeing 747,” 1991).

371.1- Iconos de los tipos principales

5.3.4 Codificación de las obras de Foster mediante una clasificación de sus componentes.

Hemos visto que la arquitectura de Foster se puede ver como una arquitectura de ensamblaje de componentes. En un primer nivel de análisis, si realizamos una abstracción estructural de las formas generales de los proyectos y de sus partes, podemos encontrar 6 reglas o 6 elementos de composición que llamaremos *tipos*, y que mediante sus diferentes combinaciones y variaciones, nos sirven para explicar la morfología y sintaxis global de la mayoría de las obras del arquitecto. Bajo este primer nivel de análisis morfológico, en un segundo nivel, encontraremos subcomponentes de estos tipos iniciales y de cada uno de ellos, podremos extraer nuevos componentes de tercer nivel. Es interesante seguir la pista de estas subpartes a lo largo de varios proyectos, para ver como el componente en cuestión ha ido evolucionando, combinándose de forma diferente en cada uno de ellos. En este segundo nivel de análisis, entenderemos por componente, desde un tipo de iluminación o la utilización del color con una función determinada, hasta un componente constructivo como una escalera o una ventana. Un tercer nivel de análisis nos adentraría en cada uno de estos componentes; en una escalera, podríamos analizar su tipo de estructura, de pasamanos, de escalón, etc.

Según este análisis, Los 6 tipos principales son:

A-La gran cubierta única, que se subdivide en dos tipos: A.1-La gran superficie horizontal (en voladizo, como un ala de avión); A.2-La cáscara envolvente (a-de hormigón, b-de vidrio y metal, c-spaceframe, d-mixta)

B-La caja ligera, que consta de tres subtipos: B.1-La caja ligera de vidrio; B.2-La caja ligera de patrones; B.3-La caja ligera articulada

C-La planta flexible

D- La estructura de árbol (o de paraguas), que consta de dos subtipos: D.1-Árbol de vigas rectas y cables; D.2-Árbol de arcos

E-El perímetro ondulado

F-La torre segmentada

En el segundo nivel de análisis, encontramos entre otros, 30 componentes que podemos clasificar como componentes exteriores e interiores:

Exteriores:

- 1-Lucernarios y luz cenital
- 2-Puertas y ventanas inclinadas (2.1-fijas, 2.2-correderas, 2.3-abatibles)
- 3-Paneles de fachada
- 4-Juntas: 4.1-Entre paneles, 4.2-Entre componentes
- 5-Chapa corrugada
- 6-Muro cortina de vidrio
- 7-Viseras y parasoles (ala de avión y pantalla de lamas)
- 8-Cubierta ajardinada
- 9-Terreno sobre el edificio
- 10-Pináculos
- 11-Reflectores
- 12-Soportes en V
- 13-Puertas giratorias
- 14-Cruces de San Andrés
- 15-Tensores

Interiores:

- 16-Doble piel y falsos techos, que consta de cuatro subtipos principales: 16.1-Paneles opacos; 16.2-Paneles de vidrio; 16.3-Paneles de lona tensada; 16.4-Lamas metálicas.
- 17-Galerías de instalaciones: 17.1-En la doble piel o en falso techo, 17.2-Subterránea o en sótano, 17.3-En cápsulas.
- 18-Protección solar y visual interior, consta de dos subtipos principales: 18.1-Persiana veneciana, 17.2-Cortina enrollable
- 19-Toberas de ventilación
- 20-Patios y espacio Interior ahuecado
- 21-Escaleras, rampas y pasarelas: 21.1-Escaleras helicoidales, 21.2-Escaleras rectas, 21.3-Escaleras de ida y vuelta, 21.4-Rampas, 21.5-Pasarelas
- 22-Escaleras mecánicas
- 23-Suelo continuo: 23.1-De goma, 23.2-De moqueta, 23.3-De resina, 23.4-De hormigón
- 24-Barandillas: 24.1-De tubo metálico, 24.2-De paneles de vidrio en voladizo, 24.3-De metal y vidrio, 24.4-De paneles sólidos opacos: metálicos, de GRC, de GFRP, etc

- 25-Luminarias: 25.1-Puntual, 25.2-Cenital, 25.3-Cilíndrica vertical, 25.4-Lineal, 25.5 Puntual en carril, 25.6-Decorativa
- 26-Color: 26.1-Indicativo, 26.2-Natural
- 27-Mobiliario y señalética: 27.1-Fijo, 27.2-Móvil
- 28-Cápsulas de instalaciones (de aseos y de servicios)
- 29-Pintura y escultura
- 30-Vegetación

Ejemplo del procedimiento seguido para el análisis de subcomponentes a partir de las fotografías. Proyecto The Retreat, del Team 4 en 1964:

- a- Tirador de puerta rectangular en forma de barra conformado con chapa plegada
- b-Cristalera inclinada con puerta corredera central
- c-Vidrio triangular de esquina
- d-Techo de vidrio
- e-Ventanas de vidrio abatibles y solapadas
- f-Cortina acústica enrollable de techo
- g-Techo interior de hormigón visto
- h-Luminaria cenital de pared.
- i- Puertas de armario, abatibles de madera pintada.
- j- Pavimento flotante a base de listones de madera
- k-Cojín de gomaespuma acabado en pvc negro.

Primer nivel: Los 6 tipos principales A, B, C, D, E, F:

A-La gran cubierta única.

Este tipo se subdivide en otros dos:

A.1-La gran superficie horizontal (en voladizo, como un ala de avión)

A.2-La cáscara envolvente (a-de hormigón, b-de vidrio y metal, c-spaceframe, d-mixta)

La gran cubierta única hace referencia a su propia definición: un solo elemento que cubre las diferentes actividades a integrar en un edificio o conjunto de edificios.

El envoltorio o la cubierta única, posee muchas propiedades que lo hacen deseable desde un punto de rendimiento energético y material. Estos son algunos de los motivos por los que encontramos estas formas en la naturaleza:

- un cuerpo que tiende a tener forma esférica puede albergar el mayor volumen con la mínima superficie de envoltura.
- la forma contribuye al mantenimiento de la energía y a su disipación uniforme.
- estructuralmente una concha tiene propiedades hiperestáticas en las que como vimos en las cúpulas de Fuller, las tensiones se distribuyen de la forma más eficiente por medio de líneas geodésicas.

Otras ventajas de la utilización de una única cubierta son: la posibilidad de una mayor flexibilidad en planta, la integración de funciones diferentes en los mismos espacios -con las consecuentes mejores comunicaciones- y el uso más intensivo del suelo y de los espacios para instalaciones.

En Foster, la gran cáscara ligera, que protege y engloba todo el espacio interior y que sirve como envoltorio climático y como piel de servicios y de estructura, es el gran componente principal.

Hemos visto que la integración de componentes bajo un envoltorio único es un tema principal en la arquitectura de Foster desde sus primeros ejercicios como estudiante. La casa del lago en la que resolvía una vivienda y un espacio de embarcadero para una *Riva Aquarama* en su primer ejercicio de escuela (Sudjic, 2010, p. 46), replicaba el mecanismo de Wright por el que el aparcamiento en la casa *Robie* se incluía bajo el mismo techo que la vivienda.

A principios de los años 70, Foster trabajó con Buckminster Fuller en el proyecto del teatro Samuel Becket, que consistía en una cápsula enterrada formada mediante una estructura *spaceframe*. Otro proyecto de los primeros en los que Foster trabajó con Fuller fue la propuesta del *Climatoffice* (ver p. 239), para el edificio Willis faber & Dumas, que consistía en una cáscara envolvente que cubría las diferentes plantas del edificio (Sudjic, 2010; Treiber, 1992). Posteriormente, en 1978, Foster construiría el Sainsbury Centre for Visual Arts, en el que las cáscaras de Fuller tomaron forma rectangular. El proyecto de Foster and Partners para el aeropuerto de Méjico, cuya construcción se iniciará en 2017, será la realización de mayor envergadura hasta la fecha de este tipo de cáscaras en *spaceframe* o malla tridimensional ("Mexico City International Airport | Foster + Partners," n.d.).

Al constituir el envoltorio un elemento independiente de las plantas del edificio, permite organizar éstas con la máxima flexibilidad, dando paso al componente C-Planta flexible, originando espacios en los que o no existen pilares intermedios o en los que se consigue reducir su número al mínimo

imprescindible. Además el tipo de la gran cubierta única, ya sea como una lámina horizontal o como una cáscara, origina los diferentes tipos de lucernarios y ventanas inclinadas que se ajustan a su geometría y también origina el componente *doble piel* cuando la estructura de la cubierta se recubre por el interior.

Una gran cubierta que levita sobre un espacio sobresaliendo en voladizo más allá del espacio delimitado, tiene analogías claras con la copa de un árbol y con el ala de un avión. La metáfora y analogía del árbol es aún más potente, si la superficie de la cubierta permite el paso de la luz a través de ella.

Las estructuras, controlables climáticamente, que cubren grandes espacios en los que se dan cabida a múltiples actividades, tienen como ya hemos visto, algunos de sus precedentes en los estudios y proyectos de Buckminster Fuller y también en la tradición británica de diseño e ingeniería estructural.

Las cúpulas geodésicas de Fuller constituían estructuras formando una red de hexágonos y pentágonos en una o en dos capas, formando un *spaceframe* o malla 3d, cuya geometría se aproximaba a la esfera o al casquete esférico, y que podían ser recubiertas con paneles prefabricados de materiales ligeros: madera, plástico o aluminio. A partir de esta base constructivo-estructural, para poder resolver el edificio, se vuelven fundamentales: los paneles modulares de revestimiento, la resolución de las juntas, la integración y coordinación de los servicios, el suministro de aire y control climático, los filtros o capas en la doble piel, los falsos techos, la absorción acústica, etcétera.

B-La caja ligera:

Consta de tres subtipos: B.1-de vidrio, B.2-de patrones, y B.3-articulada.

La *caja ligera* responde al concepto de un volumen encerrado por una piel lisa y continua de paneles prefabricados, formada en una o en varias capas. En general se tratará de una piel permeable a la luz, por medio de huecos, o a través de los diferentes grados de transparencia de sus paneles, que irán desde paneles lisos y totalmente transparentes, hasta paneles de revestimiento opacos, pasando por todas las condiciones intermedias, como por ejemplo, los

376.1 - La caja ligera - Esquemas básicos

de vidrio sobre los cuales se ha aplicado una fritura opaca, los parcialmente transparentes o translúcidos, o aquellos que contienen inserciones transparentes sobre un patrón sólido y opaco, etc. Estas combinaciones nos dan como resultado los subtipos B.1-La caja de vidrio y B.2-La caja de patrones, mientras que el subtipo B.3-La caja articulada, responde a este mismo concepto de piel envolvente al que se le añaden elementos que articulan la fachada: parasoles, pantallas de lamas, reflectores, tensores estructurales, columnas, o aleros, que pese a modificar el ritmo y la volumetría del envoltorio exterior, no disminuyen la percepción general del contenedor.

Una *caja ligera* es un tipo edificatorio de construcción prefabricada, rápida y eficiente, en el que los tiempos y los acabados están controlados desde el inicio. El concepto de ligereza viene dado por la construcción del envoltorio a base de paneles que se ensamblan sobre la estructura del edificio, y por la transparencia de los mismos. En algunos, casos una planta baja libre y diáfana hace que el contenedor principal, -la caja-, aparezca suspendida a una cierta altura sobre el plano del suelo, con lo que la sensación de ligereza tiende hacia la de ingravidez. Esto es así en edificios como los de oficinas en Bishops Square, en el barrio Spitalfields de Londres (ver p.379). Otros, son los incluidos en la tipología torre segmentada, como la torre para el banco HSBC de Hong Kong en 1985 (ver p. 447) o la torre Repsol en Madrid (ver p. 529). En este sentido, un antecedente claro de este tipo, en la arquitectura del siglo XX y en las influencias principales de Foster, lo encontramos en la arquitectura de Le Corbusier con el ejemplo paradigmático de la Ville Savoye.

Decíamos que en las estructuras de Buckminster Fuller como las viviendas y torres Dymaxion, la sensación de ligereza e ingravidez se vería potenciada cuando las estructuras del edificio mostraban claramente su trabajo a tensión, en contraste con las estructuras de la construcción tradicional que trabajan a compresión (por peso). Construir con materiales livianos, permite el desmontaje y reemplazo; con ello, el tiempo, la provisionalidad y el mantenimiento, se añaden como cualidades inherentes. Se trata del módulo lunar o el fuselaje del avión hecho edificio.

En el tipo 2.1-Caja ligera de vidrio, los límites del contenedor se desvanecen, al estar formados por superficies transparentes o translúcidas, que permiten al espacio interior fusionarse con el exterior. Desde el interior se comparte el paisaje, ya sea natural o urbano, y cuando la piel se abre, el espacio exterior puede pasar literalmente al interior, como ocurre en las obras de Frank Lloyd Wright y como podemos ver, por ejemplo, en la planta baja del HSBC de Foster (ver p.449). La transparencia en los edificios tiene muchas analogías y metáforas que van unidas a la tecnología del vidrio y de la construcción. La luz y su energía, natural y artificial, es el elemento principal liberado en la caja de vidrio. Desde el exterior, de día, los reflejos hacen que las superficies se fusionen con el entorno, y por la noche, la luz artificial del edificio, muestra su actividad interna y convierten al edificio en un faro.

A las cualidades de las fachadas de vidrio hay que sumar sus principales inconvenientes que son, el efecto invernadero con la excesiva ganancia solar, la sensación térmica fría y las condensaciones, la falta de aislamiento acústico y la pérdida de privacidad y la limitada resistencia mecánica. Para resolver estos inconvenientes, la industria del vidrio ha desarrollado diferentes productos como vidrios laminados, dobles acristalamientos, vidrios electrocrómicos y otros. Por otra parte, esta construcción genera nuevos subcomponentes que se añaden a las fachadas, de los cuales, siete pertenecen al grupo de 30 que hemos clasificado anteriormente, y son: 2-Ventanas inclinadas (2.1-fijas, 2.2-correderas, 2.3-abatibles), 3-Paneles de fachada, 4-Juntas entre paneles, 5-Chapa corrugada, 6-Muro cortina de vidrio, 7-Viseras y parasoles, y 18-Protección solar y visual interior.

Volúmenes prismáticos de vidrio encontramos en la arquitectura desde el desarrollo del vidrio industrial en el siglo XX. En la arquitectura moderna el vidrio dejó de ser parte de la ventana para convertirse en panel prefabricado, móvil o fijo, y en pared o techo transparente. Algunos de los primeros ejemplos son los invernaderos de Joseph -como el Chatsworth House de 1840-, el Pabellón de Cristal de Bruno Taut -de 1914-, la fábrica Fagus de Walter Gropius -de 1912-, los proyectos de rascacielos de cristal de Mies Van Der Rohe de los años 1919-21, y las casas Tugendhat y Fansworth también de Mies Van der Rohe, de 1930 y 1951 respectivamente.

En los proyectos de Foster, encontramos las primeras de estas Cajas Ligeras en dos proyectos del Team 4: la vivienda Creek Vean, de 1964-66 y el edificio para la compañía Reliance Controls, de 1965-67 (ver p. 411). Otro referente de este tipo en los proyectos iniciales de Foster es el del Amenity Centre para Fred Olsen, de 1968, en el que el arquitecto ensaya por primera vez el muro cortina transparente que define en el exterior una caja de vidrio perfecta. En este caso estaríamos dentro del subtipo B.1-Caja ligera de vidrio, que será un claro antecedente de edificios acristalados como los proyectados para el Business Promotion Centre en Duisburg (ver p.333), de 1993, y de los últimos proyectos para las tiendas Apple proyectados y construidos entre 2013 y 2017. El tipo B.2-Caja ligera de patrones lo podemos ver en el proyecto Central Market de 2008 en Abu Dhabi. Finalmente, el caso B.3-Caja ligera articulada, es en el que encontramos una mayor complejidad volumétrica, y son ejemplos paradigmáticos de la misma, algunos de los últimos proyectos de Foster and Partners, como los edificios residenciales y de laboratorios en Masdar (ver p. 335), o el edificio para la sede de Bloomberg en Londres (ver p. 378), cuya construcción finalizará en 2017.

C-La planta flexible

La *planta flexible* se refiere al espacio libre de columnas o paredes permanentes, de modo que los elementos en el interior de dicho espacio sean piezas móviles, y con ellos, el espacio se pueda reconfigurar una y otra vez, para adecuarse a las necesidades del momento. El concepto está relacionado por un lado con el de *espacio fluido* y *planta abierta* de Wright, y por otro, con la malla estructural propuesta por J.N.L. Durand (1760-1834), por los arquitectos de la Beaux Arts del siglo XIX y por Le Corbusier. En la situación ideal, la planta flexible es totalmente diáfana, sin pilares ni núcleos de comunicación vertical (ascensores y escaleras), y consta de un espacio bajo el pavimento que permite el paso de instalaciones hasta la posición requerida, por medio de una cavidad sobre la estructura, o bajo la misma cuando ésta queda elevada sobre una planta sótano o sobre el terreno.

La planta flexible lleva implícita el paso de instalaciones o la ubicación de núcleos de comunicación o de servicios en una cavidad adjunta, en lo que hemos llamado componentes 16-Doble piel y 17-Galería de instalaciones.

El concepto de flexibilidad aporta muchas ventajas organizativas, logísticas y de adaptación al cambio, y conlleva una actitud de apertura ideológica, de aceptación de lo diferente, y de integración, que en muchos casos se ha identificado con el concepto de democracia. Como hemos apuntado anteriormente, según Frank Lloyd Wright, una arquitectura de su tiempo, que reflejase los valores democráticos de su país, debía superar la rigidez de los edificios compuestos por cajas aisladas e independientes.

380.1 - La planta flexible - Esquemas básicos

Olsen en Londres, o el edificio para IBM en Cosham (ver p. 333), y encuentra su mayor expresión tanto en el Sainsbury Centre (1978), como en las plantas suspendidas del HSBC (ver p. 447), en las que los núcleos de comunicación vertical y servicios del edificio pasan a un extremo lateral, y las plantas se construyen como bandejas sobre vigas suspendidas desde cables verticales en sus extremos. Las instalaciones se distribuyen bajo un suelo técnico que permite la flexibilidad buscada. En proyectos iniciales como el de Reliance Controls, las tuberías, conductos, y cables, se canalizan desde zanjas subterráneas que en la evolución de los proyectos se convertirán en una planta de servicios en sótano.

Este mismo principio de *planta libre* lo podemos ver en algunos de los últimos rascacielos proyectados por Foster and Partners, como son el 425 de Park Avenue en Nueva York, cuya construcción se inició en 2015 o el Oceanwide de San Francisco cuya construcción comenzará en 2017 (ver pp 457-458).

D- La estructura de árbol (o de paraguas):

Este tipo de la arquitectura de Foster consta de dos subtipos: el D.1-Árbol de vigas rectas y cables, y el D.2-Árbol de arcos.

El tipo *árbol (o paraguas)* nace a partir de un tronco estructural anclado al suelo, vertical y central respecto al módulo que constituye, del que parten ramificaciones laterales (vigas o arcos) que soportan sobre ellas una porción de la cubierta del edificio. Estas ramificaciones pueden quedar suspendidas del tronco central mediante cables, o pueden funcionar como la mitad de un arco a compresión o como una viga en voladizo trabajando a flexión. Cada árbol, -tronco, ramificaciones y sistema de cubrición-, forma un módulo independiente y autónomo, al que pueden yuxtaponerse otros del mismo tipo para extender el edificio sobre un mayor volumen. Así, resolviendo el componente básico, se resuelve la mínima expresión del edificio. La cualidad principal del módulo árbol es que su tronco resuelve en un solo elemento, la estructura, la evacuación del agua de cubierta, el paso de instalaciones por su interior, e incluso en algunos casos el núcleo de comunicación vertical. La simple yuxtaposición de unidades básicas será su modo de ampliación, que acabará convirtiendo al edificio en un bosque de árboles, por extensión de la metáfora.

381.1 - La estructura de árbol - Esquemas básicos

Las zonas de la cubierta que quedan entre las vigas (ramas) serán las zonas por las que se introducirá la luz natural, dando lugar a diferentes tipos de lucernarios y luz cenital (componente 1). En el caso de que las vigas estén atirantadas por cables, aparece el componente número 15-Tensores. Y en el caso en que la escalera o los servicios queden alojados en el interior del núcleo central (tronco), -como es el caso del aeropuerto de Stansted-, se dará lugar a nuevos componentes como los que hemos llamado: 19-Toberas de ventilación, 21-Escalera helicoidal, o 28-Cápsula de servicios.

El referente principal en este tipo o componente arquitectónico es la Dymaxion House de Buckminster Fuller, en la que las plantas quedan suspendidas por cables que cuelgan desde lo alto de un mástil central, que en su interior alberga las instalaciones, el sistema de ventilación y la escalera. Otro referente de la arquitectura moderna que utiliza un módulo portante y autónomo similar, es el edificio Johnson and Wax de Frank Lloyd Wright (ver p. 227), cuyas columnas en la sala principal comparten la mayor parte de las características que hemos descrito para esta tipología.

Existen muchos otros ejemplos históricos en los que podríamos encontrar el bosque de columnas como tipo arquitectónico: la Lonja de la Seda de Valencia del siglo XV, la biblioteca de Santa Genoveva de París, de 1843-50 del arquitecto Henri labrouste, o la Mezquita de Córdoba del siglo X, que logra el efecto mágico producido por la introducción de luz cenital entre los soportes. No obstante, en estos edificios, el sistema de arcos y bóvedas no puede ser subdividido en componentes autónomos y autoportantes, como sí que ocurre el el tipo árbol de Foster.

383.1 - El perímetro ondulado - Esquema

E-El Perímetro ondulado

El *perímetro ondulado* hace referencia a la geometría del contorno del edificio. En algunos casos se trata de la membrana –generalmente de vidrio- que encierra el volumen construido; en otros casos, se trata de la geometría del borde de las terrazas en las diferentes plantas. Esta curva ondulada, suele darse en planos horizontales del edificio aunque en algunos edificios, como el The Sage Gateshead de 2004 (ver p. 384), las ondulaciones pasan a la sección y al perfil del edificio, formando una cáscara ondulada en sus tres dimensiones.

Este tipo permite el aumento de la superficie de fachada entre dos puntos, de forma que se amplía la cantidad de luz que incide sobre el interior al maximizar la cantidad de espacio interior en relación directa con el exterior. Además, se generan zonas singulares concentradas en cada valle de la ondulación, que el edificio abraza con su curvatura, rompiendo la línea recta continua, e integrándolas en su forma. Las ondulaciones en el perímetro añaden un componente de suavidad, sensualidad y fluidez, eliminando los ángulos y las barreras rectilíneas. El tránsito entre dos puntos a lo largo de una fachada de perímetro curvo, es más lento y rítmico que a lo largo de una fachada recta y favorece que el usuario se detenga entre las ondulaciones. Diferentes curvas onduladas como perímetro de cada planta, hacen posible la creación de aleros de protección individualizados sobre partes concretas de la fachada de los niveles inferiores, como por ejemplo podemos ver en los edificios residenciales del Campus del MIT en Masdar.

Como hemos mencionado, en algunos casos el tipo E-Perímetro ondulado está constituido por la membrana del tipo B-La caja ligera; en otros casos es el borde de los forjados en un tipo C-Planta flexible, al interior de un edificio; en otros casos, pasa a ser parte del tipo A-La gran cubierta única; y en otros, es una característica del componente 6-Muro cortina de vidrio, o del componente 7-Aleros y parasoles, cuando la ondulación se da en el contorno de los aleros del edificio en cada planta o en cubierta.

Las geometrías onduladas aparecen en muchos ejemplos de la naturaleza, desde las membranas celulares hasta los contornos de algunos seres vivos. También encontramos ondas en fenómenos físicos, como el movimiento del agua, la electricidad o la luz. En cuanto a referentes en la arquitectura, Norman Foster se refiere siempre a la Casa das Canoas de Oscar Niemeyer, de 1951 (ver pag. 204), como un referente que causó un impacto en el arquitecto en sus años de adolescencia. Las ondulaciones de fachadas de vidrio las encontramos en los proyectos no

realizados de rascacielos de Mies Van der Rohe de los años 30 del siglo XX, y también en objetos de diseño como el vaso de Alvar Aalto, de 1936, sus diseños de mobiliario como el sillón *Paimio* de 1931, o en los interiores de sus edificios como es el caso de la sección de la iglesia de la Riola, de 1978 en Italia, o de la biblioteca de Viipuri en Finlandia, de 1933 (ver p. 288). En la historia de la arquitectura también podemos encontrar otros ejemplos de perímetros ondulados, aplicados en dos y en tres dimensiones como es el caso de la casa Milá de Gaudí, construida entre los años 1906 y 1910.

En la arquitectura de Foster encontramos un perímetro ondulado por primera vez en el edificio Willis Faber and Dumas Headquarters, en Ipswich, de 1975 (ver p. 427). En este edificio la geometría ondulada en planta se materializa en la fachada, como una membrana de vidrio cuya forma ajusta el edificio a su parcela. Posteriormente, Foster experimentó con perímetros curvos en dos y tres dimensiones, aplicados tanto a interiores como a exteriores, en edificios de diferente uso, como la Biblioteca en la Free University de Berlín, del año 2005, -en la que las curvas son el perímetro de las diferentes plantas flexibles dentro de una cáscara exenta de cubierta- (ver pag. 446), el edificio residencial Albion Riverside, el McLaren Centre (ver pag. 526), el Banco Nacional de Kuwait (ver pag. 436) -actualmente e construcción-, o la planta baja del edificio para la sede de Bloomberg en Londres.

385.1 - La torre segmentada - Esquema

F-La Torre Segmentada

La *torre segmentada* es un tipo de rascacielos en el que los núcleos de servicios y de comunicaciones verticales han sido dispuestos en un lateral para poder liberar el espacio central del volumen construido. En el desarrollo en altura del edificio, una mayor separación entre plantas cada cierta distancia, permite la creación de espacios para la colectividad, a modo de parques o plazas públicas incluidos en la secuencia vertical. La segmentación del volumen le añade un ritmo modular, y permite ahuecamientos como si fueran los patios en un edificio en horizontal, en los que se fomentan otras actividades de diferente carácter, desde plantas de intercambio en la circulación vertical hasta terrazas al exterior y zonas de ocio y esparcimiento. Estos espacios se pueden entender como la traducción a la composición en vertical de la secuencia horizontal que habitualmente encontramos en las ciudades, en la que tras masas construidas, encontramos plazas y espacios más amplios de relación social y esparcimiento. Cada grupo de plantas entre estos espacios ahuecados forma un colectivo separado del resto del edificio, de modo que las plantas ahuecadas forman la puerta de entrada a dicho colectivo.

Como tipología, este tipo de torre sería opuesta a la torre compacta, en la que un núcleo central actúa de columna vertebral disponiendo todos los espacios del edificio a su alrededor y separándolos físicamente.

Liberar el centro del volumen construido permite conseguir la planta libre, diáfana, y flexible, y el tipo de espacio del que hemos hablado al analizar el tipo A-La gran cubierta única. Por tanto, estará relacionado con el tipo C-Planta flexible, y con el componente 20-Patios y espacio interior ahuecado.

Algunos referentes que pueden estar en la base de la invención de esta tipología los podemos encontrar en el espacio interior del edificio Larkin de 1906, de Frank Lloyd Wright (ver p. 457), o en los espacios y usos públicos o calles en altura de la Unité D'Habitation de Marsella de Le Corbusier en 1947 (ver pp. 210-212).

5.4 La sintaxis: disposición y unión de componentes

La precisión en el ensamblaje y en el funcionamiento, la claridad de los conceptos y las estructuras, el envoltorio único, la forma aerodinámica, la sensación de ligereza a través de los elementos estructurales más esbeltos y de la piel de los edificios, hace que las obras de Foster parezcan en muchos casos vehículos, artefactos espaciales a una escala mayor y a punto de despegar. Los edificios heredan la poética y el lenguaje del vuelo incluso en los detalles (ver p. 394).

Difícilmente Foster podría haber estado en contacto directo con todo tipo de aviones, dibujarlos y construir sus maquetas e incluso sus motores desde su niñez, y posteriormente pensar en otro tipo de contacto con el suelo para sus edificios, que no fueran los soportes en V que transmiten la carga de dos puntos distantes sobre un plano superior a un único punto en el suelo. Basta con ver el paralelismo entre el tren de aterrizaje de aviones de guerra clásicos como el *SE-5a* (RAF, 1916) de la Primera Guerra Mundial, con los pilares que sostienen sobre la planta baja el edificio Albion Riverside de Londres, proyectado por Foster and Partners y finalizado en el año 2003.

Tampoco le hubiera resultado natural, pensar en otro cerramiento de vidrio que no fuese inclinado e hiciera funciones de techo y pared al mismo tiempo, ofreciendo el máximo rendimiento funcional y visual, como hizo en el proyecto Cockpit de 1967, en la ampliación del Sainsbury Center del año 1991, o en la casa unifamiliar La Voile en Cap Ferrat, Francia, del año 2000 (ver pp. 401 y 410).

Wharf en Londres, de 2014 (ver p. 537), las mesas para el Maggie's Centre for Cancer Research, de 2016, o la mesa ARC para la firma italiana Molteni, de 2010.

Si comparamos la geometría de las patas de la mesa del Maggie's Centre con el tren de aterrizaje del *Blackburn Monoplane* de 1912, podemos apreciar la misma lógica estructural, con la formación de pórticos en forma de A que se apoyan sobre el suelo mediante ruedas y la disposición en voladizo del plano de sustentación.

La mesa ARC se basa, estructuralmente, en la unión de los vértices de dos triángulos equiláteros contrapuestos y superpuestos en planos a distintas alturas por medio de una malla, que forma una especie de paraboloides hiperbólicos de seis vértices. La silla -*BKF Butterfly*, de Antonio Bonet, Juan Kurchan y Jorge Ferrari, de 1938, que es uno de los diseños preferidos de Norman Foster, se basa en un principio similar pero partiendo de un cuadrilátero.

Como hemos explicado anteriormente, estas geometrías, que parten del tetraedro o del hexágono en el que se inscriben triángulos equiláteros, como la descrita en el caso del tren de aterrizaje, están presentes en la naturaleza desde las escalas más pequeñas de la estructura de la materia, entendiendo la forma como estructura, atienden a la máxima eficiencia y capacidad de combinatoria, siendo de los ingredientes fundamentales en los diseños de Foster.

5.5 Sistemas repensados e innovación

El repensar los sistemas de piezas para conseguir ampliar los límites, es una de las bases de este modo de trabajar la arquitectura. A lo largo de innumerables pruebas, análisis y contranálisis, se busca la evolución de los tipos basándose en la experiencia previa, en el análisis del presente y en la intuición y el aprendizaje durante el proceso de creación. La evolución de sistemas de componentes, -como ocurre en la ciencia e ingeniería-, cuestiona los límites y finalmente consigue sobrepasarlos, estableciendo el siguiente paso evolutivo.

Ningún avance tecnológico suele venir por sí solo, siempre se apoya en otros anteriores, propios o ajenos. Por ejemplo, en 1783 los hermanos Robert, Anne-Jean 1758–1820) y Nicolas-Louis Robert (1760–1820) junto con el profesor Jacques Charles (1746–1823) diseñaron y construyeron el primer globo aerostático aprovechando el descubrimiento y fabricación del hidrógeno por

Henry Cavendish (1731-1810) en 1766 y el desarrollo por parte de los hermanos Robert (1758-1820; 1760-1820) de un globo ligero impermeable al gas a base de tela de seda recubierta por un barniz fabricado con goma disuelta en trementina. En 1925 Juan de La Cierva (1895-1936) dispuso bisagras en la articulación de cada una de las cuatro hélices con el rotor del autogiro y así consiguió por primera vez que el vehículo mantuviera la estabilidad sin volcar hacia un lado antes de despegar; este paso en el diseño del autogiro dio la pista para la consecución del primer helicóptero de despegue vertical plenamente controlable.

El progreso, viene a veces a través de grandes avances por la experimentación, investigación y descubrimiento de nuevos hallazgos y en otras ocasiones, con la reformulación total o parcial de un tipo previo establecido, por ejemplo cuando un componente conocido se utiliza de una manera innovadora o con una variación en su forma o en su función que lo hacen novedoso.

Una innovación en arquitectura puede venir dada por la utilización de componentes que pertenecen a otros campos, o por la novedad que supone la transformación de elementos tomados de dentro del ámbito de la arquitectura y de la construcción, que pueden pertenecer a una familia evolutiva de edificios o de componentes. La utilización y transposición de un componente de otro ámbito a la arquitectura, o dentro de ella, desde un ámbito a otro, casi siempre dotando al elemento de nuevas funciones inéditas, puede darse de acuerdo a diferentes grados de transformación:

- a- **un elemento que simplemente se traslade de un ámbito a otro, tal cual se encuentra en origen, con su misma función, aunque siempre con una mínima adaptación.** Este puede ser el caso de una escalera de caracol metálica que encontrásemos en un barco y la trasladásemos a los edificios. También sería el caso de un sistema de cierre de puertas, como las correderas exteriores de un vehículo, que se incorporase como componente arquitectónico; o el caso de las costillas alveolares, utilizadas en estructuras de la aviación y en edificios industriales, trasladadas a la estructura de una mesa como la Nomos de Foster (ver pp. 424 y 456).
- b- **un elemento que se traslada a la arquitectura y se le dota de una nueva función.** El objeto, su aspecto y estructura no sufren una gran variación respecto del objeto original, pero se recombina, se cambia de posición y se introduce en otro contexto y con una función diferente.

Este mecanismo es cercano al del mecanismo del objeto encontrado y los collage, que hemos tratado previamente, por ejemplo cuando unas alas de avión sean utilizadas como lamas para el control solar. También será el caso por el que un material desarrollado para aplicaciones aeroespaciales encuentre una nueva aplicación en la construcción de edificios como los paneles rigidizadores de panal de abeja de aluminio o las planchas *composite* de acero SPS. Otro ejemplo podría ser, la utilización de tela tensada como falso techo en edificios de oficinas, cuyo modelo pudo haber sido tomado de la arquitectura textil arcaica o de la aviación de principios del siglo XX (ver p. 506).

Encontraremos varios niveles de análisis:

1-Pragmático: funcional o de utilización

2-Sintáctico: de construcción, cualidad formal, o posición relativa

3-Semántico: por traslación de significados, metafórica o metonímica

If I take Reliance controls and the corrugated metal, by going to the roots of how that material, that product would perform, I found it was possible to eliminate structure. That material would normally be applied to a structure on one side and another panel applied on the other side. But the people who were selling that product didn't know its strength and I worked out that you could eliminate totally the structure in between, so it saved a lot of money and it saved space; the other thing I discovered was that these products you just didn't go off-the-shelf and pick them, they were really a drawing and a factory and when you ordered it, they would go and make it (....) The same was the story on Willis Faber: the glass wall, which was hugely innovative, never been done before, was demonstrating that you could take something for store fronts, single story, and stretch it over an entire building. In that same building, working with escalator manufacturers, demonstrated that you could expose the inner workings—very beautiful, like a jewel, and that became a product (Norman Foster en Foster and Partners, 2016).

Dos de los ejemplos mas conocidos en los que Foster propuso disposiciones novedosas para darle la vuelta al sistema habitual establecido fueron la torre para el HSBC y el aeropuerto de Stansted. En 1985 el equipo de Foster reformuló la construcción de los grandes rascacielos de oficinas con la torre para el HSBC en la que se invirtió la posición de los núcleos de comunicación vertical, los servicios y la estructura, sacándolos al perímetro del edificio y liberando de esta forma las plantas y el espacio central de la torre, al tiempo que se innovaba en multitud de componentes, como el sistema de espejos para la introducción de luz natural en el atrio principal, el montaje prefabricado de módulos de servicios y aseos, las compuertas de guillotina que cierran la plaza pública bajo el edificio, y otros aspectos y componentes, desde los pasamanos de las barandillas hasta el sistema de protección contra el fuego de la estructura (Treiber, 1992).

Con el proyecto para el aeropuerto de Stansted, se replantearon las reglas habituales de la época en el diseño de aeropuertos, volviendo la mirada a los orígenes de la aviación y dándole la vuelta a la sección típica de este tipo de edificios, en la que se solían disponer los servicios en el techo de cada planta. Así, se conseguía una circulación y conexión visual directas del pasajero con los aviones sobre una única planta, al tiempo que se liberaba el espacio superior de la cubierta para abrirse a la entrada de luz natural a través de las bóvedas. La presencia en el techo de servicios como el sistema de rociadores contra incendio, el sistema de tuberías de ventilación forzada y aire acondicionado, y los cables para la iluminación junto a la incorporación de pasarelas de mantenimiento sobre el espacio principal hubieran sido letales para el diseño del aeropuerto desde todos los puntos de vista (Colin Davis, 2011; Jenkins, 2006; “Stansted Airport | Foster + Partners,” n.d.).

6 Proyectos: relaciones entre componentes para la formación de un lenguaje emocional

En las siguientes páginas analizaremos las emociones en el lenguaje constructivo de Norman Foster a través de algunos de sus proyectos. Comenzaremos por los del inicio de su carrera, ya que estos constituyen sus arquetipos, a partir de los cuales se pueden trazar líneas evolutivas de los tipos de edificios y de sus componentes.

En las publicaciones de Foster siempre se alude a los objetos que han supuesto para él una inspiración por múltiples motivos, ya sea por como funcionan, por su estilo o por sus materiales.

En resumen, la diferencia principal de nuestro análisis comparativo frente a las referencias ofrecidas por Foster en sus libros, es que nosotros partimos del mapa mental de imágenes que hemos construido y mostramos algunas de las relaciones de correspondencia directa que son visibles en la construcción y composición de los objetos y los edificios, junto a las relaciones de significado e inspiración establecidas en analogías, metáforas y metonimias. Estos elementos son los que nos permiten hablar del lenguaje de la arquitectura a partir de las emociones, que como hemos explicado, generan combinaciones de fragmentos de imágenes de la memoria enraizadas dentro de una narración global.

En el análisis de cada proyecto nos ocuparemos, en primer lugar, de su explicación general, de la clasificación del tipo y del análisis de sus componentes, para pasar a continuación a la yuxtaposición de imágenes con la que estableceremos las nuevas lecturas y significados. Por último, avanzaremos algunas de las conexiones del proyecto en cuestión con otros proyectos posteriores en la cronología.

Una vez realizado el análisis argumentado de este primer grupo de proyectos, pasaremos a mostrar 14 edificios más, omitiendo su explicación escrita, simplemente haciendo hablar a las imágenes, a la manera Aby Warburg en sus paneles del Atlas. Con ello, pretendemos hacer todavía más evidente el mecanismo de las emociones, el pensamiento y la memoria, y su papel en el diseño y la arquitectura de Foster.

Listado de Proyectos:

1964 The Retreat (The Cockpit)

1965-1966 Reliance Controls

1969-1970 Fred Olsen Terminal

1971-75 Willis Faber and Dumas

1974-78 Sainsbury Centre for Visual Arts

1979-86 Hong-Kong and Shanghai Bank

1980-82 Renault Distribution Centre

The Retreat (The Cockpit)

Pill Creek, Cornwall, Inglaterra, 1964

1-Explicación general del proyecto

Este edificio, situado en la península de Cornwall, al suroeste de Inglaterra, fue uno de los proyectos del Team 4. El proyecto tenía por objeto la creación de un refugio en el bosque desde el que poder observar los barcos y el estuario del río Fal, en un punto cercano a la casa llamada Creek Vein, que había sido proyectada por el equipo de arquitectos para el mismo propietario.

Dentro de los tipos edificatorios y de los componentes que encontraremos en la arquitectura de Foster, este proyecto reúne las suficientes características como para poder ser considerado el primer arquetipo, del que derivan muchos otros proyectos y componentes homólogos (Jenkins, 2002; "The Retreat | Foster + Partners," n.d.).

2-Clasificación del tipo y sintaxis general

El proyecto está compuesto por un habitáculo de hormigón que queda semienterrado y un cerramiento de cristal en el frente y en el techo. Por tanto, el tipo principal es el A-La gran cubierta. Todo en el edificio se puede considerar techo, excepto la parte que queda bajo el suelo, y dentro de este tipo se trata del subtipo A.2- Cáscara envolvente, que como característica típica, queda semienterrada. Por otra parte, aunque en un estado prematuro, podemos ver que la gran cubierta posibilita el tipo C- La planta flexible en el interior, sin soportes ni particiones intermedias y con las instalaciones ubicadas en una galería subterránea.

Una única piel de vidrio resuelve funciones de pared y techo, al tiempo que crea en el interior el efecto envolvente de cualquier techo inclinado, con una geometría mucho más dinámica que la que ofrece un lienzo vertical u horizontal y con la sensación siempre agradable de la luz viniendo desde arriba. La cáscara de hormigón semienterrada alberga los servicios básicos de evacuación y suministro de agua y electricidad y deja intacto el vidrio en el plano de techo.

La intersección del edificio con el plano inclinado del suelo, que parece obvia al verla resuelta, es una solución sencilla pero refinada. El vidrio y su carpintería se solapan por encima de la subestructura de hormigón, para dejar el agua fuera en su recorrido descendente. Las superficies en pendiente hacen que el agua nunca quede en reposo sobre el edificio y esta medida, junto a la correcta resolución de las juntas, resuelve el riesgo de la aparición de goteras. La parte sólida, en contacto con el terreno, requiere de una impermeabilización y aislamiento térmico específico.

En su interior, el edificio esta compuesto por materiales industriales prefabricados que se acoplan a la forma de la cabina.

De entre los 6 tipos que hemos establecido en el capítulo 5 podemos adscribir a este proyecto los siguientes: A- La gran cubierta única: A.2- La cáscara envolvente; B- La caja ligera: B.1- La caja ligera de vidrio; C- La planta flexible.

3-Los componentes

Partiendo del juego de 30 subcomponentes que hemos clasificado en el capítulo 5, podemos ver en las fotografías y dibujos publicados, los nueve siguientes:

1-Lucernarios y luz cenital, 2-Ventanas inclinadas: 2.1-Fijas, 2.2-Correderas, 2.3-Abatibles, 6-Muro cortina de vidrio –en una versión primitiva-, 16-Suelo flotante o elevado, 17-Galerías de instalaciones: 17.2-Subterránea o en sótano, 18-Protección solar y visual interior, 18.2-Cortina enrollable, 19-Toberas de ventilación, 25-Luminarias: 25.2-Cenital, 26-Color: 26.3 Neutro, 27-Mobiliario: 27.1-Fijo.

Algunas características específicas o componentes adicionales que podemos ver en las fotografías son: que el pavimento flotante está formado a base de listones de madera; que los asientos son de hormigón, con cojines de gomaespuma y acabados en PVC negro mate; que las pilas, cajones y tapa de armario son de acero inoxidable; que la luminaria bañadora de pared y techo es una simple bombilla cuyo cableado pasa por dentro de la pared de hormigón; y que la cortina acústica enrollable está integrada en una ranura preformada en el frente del techo de hormigón. Las instalaciones y funciones de abastecimiento se disponen en un paso subterráneo (Jenkins, 2002).

4- Analogías y homologías

Como hemos explicado en el capítulo 3, la homología hace referencia a las similitudes entre dos elementos que tienen una estructura ancestral común, mientras que la analogía se establece entre dos elementos con similitud formal o funcional pero de orígenes diferentes.

En este caso, las analogías formales y funcionales más claras –incluyendo la función simbólica o comunicativa–, las podemos encontrar en la naturaleza, en las cabinas de diferentes vehículos y en la arquitectura tradicional inglesa.

En el edificio se puede leer la forma exterior de las cabinas de aviones de la Segunda Guerra Mundial, como el *Farey Firefly* (RAF, 1941), el *Focke Wulf 190* (Luftwaffe 1941), o de un modo parecido, la cabina del *Hawker Hurricane* (RAF 1932): en la forma general del habitáculo, en la transición del vidrio a la subestructura de hormigón –que constituye la parte enterrada del edificio–, en la integración de la cáscara sólida en el terreno y en la geometría del vidrio, tanto en el paño inclinado frontal como en el triangular de esquina. Esta geometría del vidrio, la podemos identificar también en componentes de otros vehículos, como el parabrisas del *Dymaxion Car* de B. Fuller, que a su vez tomó referentes de la aviación y de la marina para su concepción. En particular, la pieza de vidrio triangular en la esquina puede verse también como el mecanismo de destrucción de la caja de Wright, por el cual desaparece el soporte vertical de las esquinas pasando a los laterales, aunque en este caso los dos soportes confluyen en un punto en la cubierta. Esta geometría, que podremos ver reflejada en muchos otros proyectos de Foster, se acerca al patrón estructural y espacial a base de tetraedros que Buckminster Fuller trató de establecer como único sistema vectorial eficiente e inherente a la naturaleza.

La forma de este cerramiento de vidrio en planta, la podemos asociar a las *bay windows* o ventanas en mirador trapezoidal, típicas de la arquitectura doméstica inglesa, presentes por ejemplo, en la casa en la que Norman Foster residió con sus padres en Levenshulme (ver p. 406).

5-La semántica y la pragmática: significados, metáforas y metonimias

El edificio se trata de una cáscara semienterrada cuyo fin último, que es el gozo del paisaje por parte de los usuarios, se consigue por medio de la tecnología, de lo industrial que se inserta en el terreno, entendido este último, como el componente natural en esta composición. Lo importante son la luz exterior y la energía del cielo y del paisaje, pero lo que hace posible el disfrute de estos elementos es la protección del edificio; es decir, el proyecto como infraestructura. Vemos desde estos inicios, que el rendimiento y la integración posibles mediante lo tecnológico, son las claves en la arquitectura de Foster, para la consecución del bienestar por medio de la arquitectura. A lo tecnológico del vidrio y del hormigón y a las referencias directas a vehículos, se unen lo arcaico y lo primitivo. La forma de enterrarse y salir al exterior, es la de las cuevas y las bóvedas naturales, presentes en la topografía y en las formas de algunos animales. Hace referencia a lo innato, a sentimientos y sensaciones básicas como el abrigo, la protección de un cuerpo sólido que nos envuelve mientras nos orientamos hacia la luz, o la visión del exterior desde un lugar privilegiado y protegido. El ojo, la caverna y la concha sólida de un ser vivo que cubre sus aperturas practicables con membranas, son arquetipos claros (ver p. 408).

El exterior y el interior del edificio están compuestos por materiales industriales, adaptados y ensamblados, lo cual implica simplicidad y economía en las soluciones constructivas. En los componentes que vemos en el interior como son el suelo de madera, los cojines de gomaespuma negros o la luminaria de pared, podemos ver una clara conexión con los *ready made* y con las composiciones High-Tech a base de productos industriales prefabricados, como el tocador de Joseph Paul d'Urso (ver p. 328) o la Maison de Verre de Pierre Chareau (Kron & Slesin, 1978). Los códigos principales son, aquellos que hemos denominado biológicos, acompañados por otros populares a través de la industria y de los vehículos.

A partir de la identificación de componentes y de su sintaxis, las lecturas y la transferencia de significados pueden ser diversas y abiertas al lector y al usuario. Podemos estar de acuerdo en que se trata de un espacio sobrio, dentro de una piel delicada, apoyado sobre un envoltorio robusto, resguardado por el terreno, pero abierto al paisaje y al cielo. Es un punto de compresión entre dos masas, un punto de refugio y observación entre la gran masa del cielo y del suelo. Estas relaciones las podemos leer en algunas de las obras pictóricas que Norman Foster cita como sus preferidas, por ejemplo, las de Turner -en cuanto a la energía del paisaje y sus efectos visuales-, o también en obras como Kiss, de Riley Bridget, de 1961, enmarcada en el Op Art, en relación a las dos masas que se encuentran en un punto a compresión.

Hemos defendido en el capítulo quinto, que las emociones en Foster estaban ligadas al movimiento del usuario, de los flujos energéticos, del cambio en el tiempo y del cambio simbólico. En este proyecto, podemos ver el movimiento simbólico en la referencia a la cabina de avión y el movimiento físico, tanto en la orientación hacia la luz frontal y superior del habitáculo y del usuario en su interior, como en los flujos energéticos en el paisaje. La característica de la apertura del edificio hacia la luz y del movimiento fototrópico del usuario dentro del volumen del edificio, la veremos en muchos de los proyectos posteriores de Foster como el Willis Faber o La Hearst Tower de Nueva York. Así, el movimiento viene dominado por lo simbólico y por los códigos biológicos.

6-Conexiones con otros proyectos

Los elementos básicos de este proyecto forman el germen de otros componentes de proyectos futuros en la serie de Foster y su construcción constituye el inicio de una larga serie de cáscaras semienterradas como son: el metro de Bilbao y sus marquesinas de salida a vía pública, la estación de metro de Canary Wharf en Londres, el American Air Museum en Duxford (Inglaterra) o la Great Glass House del Jardín Botánico Nacional de Gales (ver p. 410). Conceptualmente, la cáscara ligera sobre el basamento enterrado de hormigón, será también el origen de edificios como el Sainsbury Center for Visual Arts o el aeropuerto de Stansted.

Los cerramientos inclinados de vidrio, que incorporan una puerta corredera central, los podremos ver en numerosos proyectos posteriores en forma de paños correderos o fijos de mayor envergadura; por ejemplo, en la villa La Voile del año 2000, en la ampliación del Sainsbury Center -su Crescent Wing, de 1991-, o en el rascacielos de Park Avenue 425, proyectado en 2013 y ubicado en Nueva York, cerca de la torre Seagram de Mies Van Der Rohe.

También podremos ver una disposición homóloga del paso de las instalaciones por medio de una galería enterrada en multitud de proyectos posteriores: en el aeropuerto de Stansted, en el Sainsbury Center, en el Renault Distribution Center, en el aeropuerto de Hong Kong y en muchos otros. Con ella, se libera el plano del techo, permitiendo la entrada de luz natural a través de una cubierta ligera.

Reliance Controls Electronics Factory

Swindon, Inglaterra, 1965-1966

1-Explicación general del proyecto

Este es otro de los proyectos del Team 4, acabado en 1966. Trata de la construcción de una fábrica, taller, oficina y laboratorio para una industria de electrónica. Las condiciones de trabajo para la electrónica tenían que ser asépticas y el edificio debía integrar la posibilidad de ser ampliado. El proyecto debía construirse en 10 meses ajustándose a un presupuesto establecido (Jenkins, 2002; "Reliance Controls · Projects · Rogers Stirk Harbour + Partners," n.d.-a, "Reliance Controls | Foster + Partners," n.d.).

2-Clasificación del tipo y sintaxis general

La solución del Team 4 se centró en varios aspectos fundamentales: por un lado, trató de generar un contenedor único, uniendo a directivos y trabajadores en los mismos espacios. Por otro lado, este contenedor debía ser flexible, ampliable y construido con el mínimo número de sistemas de piezas prefabricadas, lo que incluía ajustar el proyecto al presupuesto más reducido posible.

El edificio está construido por una malla ortogonal de pilares y vigas de acero sobre los que apoya una gran cubierta plana de unos 3200 m². En el interior, las particiones son desmontables y sólo los núcleos de baño, cocina e instalaciones se mantienen fijos. Así se generó una planta flexible que debía permitir cambios de distribución y una futura ampliación. Para esta ampliación, adquiere un papel básico la galería de instalaciones en el subsuelo, de la que encontramos el arquetipo homólogo en el proyecto del Cockpit que hemos visto anteriormente (“Reliance Controls · Projects · Rogers Stirk Harbour + Partners,” n.d.-b).

De entre los 6 tipos analizados en el capítulo 5, aquellos a los que podemos adscribir este proyecto son: A-La gran cubierta única: A.1-La gran superficie horizontal, B-La caja ligera: B.1-La caja ligera de vidrio y B.3-La caja ligera articulada, C-La planta flexible.

Si incluimos en la clasificación anterior el tipo B.2-Caja ligera articulada es porque la fachada se resuelve en distintos planos que se articulan entre ellos. Las vigas salientes del plano de fachada adquieren un valor escultural, al igual que las cruces de san Andrés que pasan por delante del cerramiento de chapa.

3-Los componentes

De entre los 30 componentes que forman el kit de piezas básicas descrito en el capítulo 5, podemos observar, a partir de las fotografías y dibujos publicados, los 10 siguientes:

4-Juntas: 4.1-Entre paneles, 4.2-Entre componentes, 5-Chapa corrugada, 6-Muro cortina de vidrio, 13-Cruces de San Andrés, 17-Galerías de instalaciones: 17.2-Subterránea o en sótano, 19-Toberas de ventilación, 23-Suelo continuo: 23.1-De goma, 25-Luminarias: 25.4-Lineal, 26-Color: 26.3-Neutro 27-Mobiliario: 27.1-Fijo y 27.2-Móvil.

Cada componente fue diseñado para cumplir con varias funciones. Por ejemplo, las luminarias tubulares integradas en los nervios de la chapa corrugada hacían prescindible el uso de reflectores. La chapa corrugada de fachada sin soportes intermedios, de 3.6 m. de altura, hacía a la vez de soporte estructural y de cerramiento.

Los cerramientos de vidrio desmontables debían convertirse en la fachada a patios intermedios con vegetación en las sucesivas ampliaciones del edificio. Estos paños de vidrio son particiones que van del suelo al techo y que constituyen el tipo 6-Muro cortina de vidrio en este proyecto.

Como hemos mencionado, las cruces de San Andrés superpuestas al cerramiento de chapa, adquieren un valor escultural al formar parte de la articulación de los distintos elementos de la fachada en varios planos. Dichas cruces, utilizadas en todos los pórticos, son estructuralmente redundantes ya que para su función de arriostramiento sería suficiente con una de ellas en cada lienzo de fachada; sin embargo, con un criterio compositivo y estético, los arquitectos decidieron repetir el módulo en todos los vanos. La propia cruz de San Andrés también posee el lenguaje del kit de componentes por medio de distintas piezas que se ensamblan: cuatro tirantes se atornillan a sus respectivas vainas de anclaje en sus extremos y se unen a una pieza en forma de X en el centro. Sin este diseño, el equivalente estructural hubiese podido ser simplemente la triangulación del pórtico mediante dos cables cruzados formando un aspa.

Las vigas principales son perfiles de acero en I mientras que las secundarias son perfiles en H. Como hemos explicado, la elección de este segundo tipo de perfiles atiende a una voluntad estética por encima de la eficiencia estructural, ya que no son los de mayor eficiencia estructural cuando actúan como vigas, debido a su menor inercia. Sobre dichas vigas, se apoya una cubierta plana formada por chapa grecada, aislante térmico y una lámina impermeable.

Otros componentes que vemos en las fotografías son, por ejemplo, las mesas fijas a base de acero soldado, como el mostrador de recepción que podemos ver en la página 416 (Jenkins, 2002; Macdonald, 1994; "Reliance Controls | Foster + Partners," n.d.).

4- Analogías y homologías.

Este proyecto es otro de los arquetipos en la arquitectura de Foster y en él encontramos algunos componentes homólogos a los que hemos visto en el proyecto anterior (The Cockpit) como los vidrios de ventanas abatibles por rotación, el zócalo sobre el que apoya el vidrio, la losa de hormigón bajo el suelo o la galería subterránea de instalaciones.

Los principales antecedentes en el campo de la arquitectura, mencionados por la literatura existente, son: las Case Study Houses de California, concretamente la casa de Craig Elwood, la de Pierre Koenig -número 22- y la de Charles y Ray Eames, la arquitectura industrial del siglo XIX por el uso de los componentes industriales, la arquitectura de Mies, el sistema SCSD para la construcción de escuelas de Ezra Ehrenkrantz y la escuela Hunstanton de los Smithson, que enlaza con el movimiento moderno en Inglaterra (AV Monografías, 2013; Jenkins, 2002).

Si buscamos referentes en otros campos es fácil establecer la analogía entre las formas de este edificio y las de la aviación. Podemos ver el paralelismo con el avión *Se5a-RAF* de 1916, en el que se utilizaban los mínimos elementos para obtener un máximo rendimiento. Este modelo es

un biplano de un único asiento, que utiliza cruces de San Andrés formando varios cajones para el arriostramiento de las alas. La poética del vuelo reside en los voladizos, que se extienden por delante de la estructura de soporte y en las cruces de San Andrés. El montaje por piezas también es análogo al de la construcción de vehículos (Dorling Kindersley, 2013; "SE5A | RAF Museum," n.d.).

5-La semántica y la pragmática: significados, metáforas y metonimias

Las lecturas oficiales son como hemos apuntado: la democratización de los espacios de trabajo con la mezcla social, el minimalismo constructivo, la flexibilidad y el pensamiento 4D en cuanto a la inclusión de la ampliación futura del edificio y el reemplazo de piezas como variable de proyecto.

El uso de componentes prefabricados se puede leer en clave de objeto encontrado y de composición mediante códigos populares elevados a la categoría de arte.

Las emociones que en Foster asociábamos al movimiento, vienen en este caso derivadas de los conceptos citados: 4D, minimalismo, componentes a medida y asociaciones con la aviación y con el montaje de vehículos.

Vemos que la estructura expresada al exterior, con elementos redundantes o no ajustados a la mayor economía sino a la estética, supone un expresionismo estructural que marcará una de las tendencias principales de la primera etapa de Foster. Esta configuración, tiene inconvenientes de durabilidad y mantenimiento y en otros proyectos, veremos como se opta por su integración dentro de una envolvente continua, una línea que prevaleciera con mayor intensidad a lo largo de la carrera del arquitecto.

6-Conexiones con otros proyectos.

Los tipos de la caja ligera, la caja articulada, la gran cubierta única y la planta flexible, encuentran en este proyecto sus primeras realizaciones. Su influencia, en cuanto al minimalismo y a la utilización del vidrio, llega hasta proyectos contemporáneos como los edificios de oficinas Bishop Square en el barrio Spitalfields (Londres) de 2006 o como las recientes Apple Store. Además, conecta con otros proyectos en los que la caja articulada derivará en volumetrías de fachada más complejas, como las del Central Market en Abu Dhabi, las de la sede de Bloomberg en Londres, o las del edificio HSBC en Hong Kong.

Fred Olsen Passenger Terminal

Millwall Dock, Londres, Inglaterra, 1969-1970

1-Explicación general del proyecto

La naviera noruega Fred Olsen, fundada en 1848, fue el cliente clave en la carrera de Foster y el que le permitió conseguir más adelante otros proyectos y clientes importantes, como fueron Robert y Lisa Sainsbury.

Fred Olsen, en los años 60, embarcaba pasajeros y mercancías en los muelles de carga al este de Londres para transportarlos hasta las Islas Canarias y de regreso traía cargamentos de plátanos (Jenkins, 2002, p.155).

La terminal de pasajeros para Fred Olsen, es un edificio que consta de un espacio longitudinal elevado para el embarque de pasajeros junto al muelle de carga de mercancías. Las dos actividades, la de embarque de personas y la de carga y descarga de mercancías, debían quedar separadas, conduciendo a los pasajeros hasta su nivel correspondiente dentro del barco y permitiendo el trabajo independiente en el muelle a nivel de planta baja (Jenkins, 2002).

Es una cuestión de comunicación, lo importante es que vemos el proyecto como una actividad de resolución de problemas y en términos de cómo se estructura el problema lo veíamos en los mismos términos que Olsen lo veía, es decir, cuánto tiempo, cuánto dinero, los problemas de trasladar a gente, a mercancías, etc. El hecho de que no puedes separar ninguna actividad de las demás porque todas están interrelacionadas (....) En algún momento se cuestionó el diseño del barco por la entrada y salida de pasajeros y mercancías en dos niveles. El tubo es parte estético, es parte diseño industrial y parte arquitectura en un sentido más tradicional¹ (Keeffe, 1971).

2-Clasificación del tipo y sintaxis general

El edificio es una nave elevada, que hace de andén junto al muelle de carga, compuesta por una plataforma longitudinal construida con perfiles de acero sobre pilares dispuestos a lo largo de su eje principal, formando soportes transversales en “T” bajo ella. Sobre esta plataforma se monta una cubierta de chapa de aluminio, en bóveda de cañón, que unifica pared y techo.

En los extremos del volumen construido, tensores de acero formando una “V” con la base del último pilar y anclados a los extremos del voladizo, arriostran el edificio. Los testeros de la nave están cerrados por paños fijos de vidrio de suelo a techo. A la plataforma se accede mediante una rampa lateral junto a uno de los testeros, cuya cubierta forma también una bóveda menor fabricada con chapa corrugada.

Los tipos a los que podemos adscribir este proyecto, según la clasificación que hemos realizado en el capítulo 5, son varios. Por una lado, tenemos el tipo A-Gran cubierta única, en su variante A.1-Cáscara envolvente. Por otro, podemos hablar del tipo C-Planta flexible, ya que se trata de un espacio diáfano sin soportes ni particiones fijas intermedias. También podríamos hablar de una variante del tipo D-Estructura de árbol, al apoyarse cada segmento del edificio sobre un único pilar central sobre el que se monta una estructura ligera.

3-Los componentes

De entre los 30 subcomponentes que hemos clasificado en el capítulo 5, podemos extraer a simple vista, a partir de las fotografías y dibujos publicados, los siguientes: 1-Lucernarios y luz cenital, 2-Puertas y ventanas inclinadas: 2.4-Enrollables, 4-Juntas: 4.1-Entre paneles y 4.2-Entre componentes, 5-Chapa corrugada, 6-Muro cortina de vidrio, 11-Soportes en V, 14-Tensores, 16-Suelo Flotante o elevado, 21-Escaleras, rampas y pasarelas: 21.1-Escaleras helicoidales y 21.4-Rampas, 23-Suelo continuo: 23.1-De goma, 24-Barandillas: 24.1-De tubo metálico, 25-Luminarias: 25.4-Lineal, 26-Color: 26.1-Indicativo y 26.3-Neutro, 27-Mobiliario y señalética: 27.1-Fijo, 28-Cápsulas de instalaciones (de aseos y de servicios).

conjunto de un ritmo y un módulo, haciendo leer el volúmen como una serie de eslabones más pequeños en línea y dejando pasar la luz al interior de la bóveda.

Una persiana metálica enrollable separa la bóveda principal de la rampa de acceso, cuya bóveda se une a la de la nave principal mediante una junta de lona o de neopreno. Estas persianas enrollables se disponen también sobre el lado del embarque, para dar acceso a las plataformas puente que conducen al barco. Al menos una escalera helicoidal de evacuación sube desde el nivel de los muelles hasta la plataforma, atravesándola. En el interior, estas escaleras terminan en un cilindro de chapa metálica perforada pintada de amarillo, junto al que se encuentran otras cápsulas, también amarillas, que contienen oficinas y aseos (ver p. 424).

La luz artificial proviene de la iluminación cenital de la bóveda gracias a un perfil rectangular que cuelga de su centro y que contiene una luminaria lineal.

Los colores utilizados constituyen un componente más. La utilización del color en este proyecto, tiene el objeto de señalar y denotar una función específica pero también tiene una carga simbólica y un componente anímico: la estructura exterior y la carpintería de vidrio pintadas de azul, la chapa gris de aluminio natural visto montada sobre perfiles blancos, los módulos de baño, escaleras y paneles indicativos en amarillo, y el suelo de goma negra.

4- Analogías y homologías

Las analogías que ya se han recogido en las publicaciones del arquitecto nos hablan de la similitud de la estructura y la cubierta de este edificio con la estructura monocasco del avión *Douglas DC-3* de 1935:

El fuselaje semi-monocasco del avión DC-3 se hace eco en la estructura de la terminal de pasajeros de Fred Olsen. Lanzado por Douglas en 1936, el elegante casco del DC-3 incorporaba la primera aplicación efectiva de la cadena de producción de estructuras de piel tensada y representó un hito en el desarrollo de la aviación comercial (Jenkins, 2002, p.170).

Las analogías naturales podemos hallarlas en los cuerpos y esqueletos de grandes mamíferos marinos como las ballenas.

La chapa corrugada que Foster había utilizado previamente en el edificio para Reliance Controls era parte de un panel sándwich exterior de acero con un revestimiento plástico, mientras que en este caso, se utilizaron planchas sencillas de aluminio por ser más económicas y ligeras.

La chapa envolvente con funciones de pared y techo, era un elemento constructivo de gran rendimiento para la resolución del proyecto, que se utilizaba por ejemplo, como chasis-envoltorio de pared y techo en el *Citroen 2cv Furgoneta* desde 1951 y que Fuller también utilizó en sus *Dymaxion Deployment Units* de 1940. Un referente señalado al respecto en las publicaciones de Foster, son los experimentos con chapa grecada de Jean Prouvé y su proyecto para la Manufacture des Tabacs en Marsella en 1954 (Jenkins, 2002, p.168).

La construcción con chapas metálicas curvadas era más propia de vehículos que de edificios convencionales. Podemos remontarnos a los vagones que acompañaban a la *LMS Royal Scott* de 1927, a su máquina locomotora, o al uso de duraluminio curvado en la aviación.

5-La semántica y la pragmática: significados, metáforas y metonimias

Como ocurría en los dos proyectos analizados anteriormente, este edificio se puede leer como una composición de objetos encontrados. Según se describe en las publicaciones de Foster *Norman Foster Works*, la oficina de aduana y expedición de billetes estaba formada por secciones de camión y el cinturón de transporte de equipajes fue hecho de maquinaria agrícola adaptada, mientras que una plataforma de mantenimiento, utilizada originalmente para el mantenimiento aviones a reacción, se adaptó como pasarela entre la terminal y el barco.

Podemos hablar de nuevo de los códigos populares, de la democratización de éstos y de la eficiencia y rendimiento de lo industrial.

Por encima de estas lecturas, las explicaciones de Foster siempre insisten en que los edificios deben crear gozo en un sentido amplio, -placer, bienestar y disfrute-. Hemos dicho que sus emociones las encontraríamos en el movimiento y en esta terminal, todo es movimiento: el de las entradas y salidas de pasajeros, embarcaciones, mercancías y trabajadores. El edificio debió acompañar a la excitación del viaje en toda esta serie de movimientos, facilitando con su practicidad los aspectos más pesados del inicio del trayecto y elevando la mente hacia lo poético del mismo, por medio de lo simbólico y de la percepción sensorial directa del paisaje portuario.

Willis Faber & Dumas

Ipswich, Inglaterra, 1971-1975

1-Explicación general del proyecto

Este proyecto consistía en la creación de un edificio de oficinas para la compañía de seguros Willis Faber and Dumas, que supuso una innovación total en las tipologías de este tipo de construcciones, ya que introdujo una concepción nueva del espacio y de sus usos y circulaciones, así como tecnologías constructivas novedosas.

Consta de 4 plantas, una planta baja de acceso, instalaciones y zona de piscina, dos plantas intermedias de oficinas y una planta de cubierta que incluye un restaurante, un espacio de esparcimiento cerrado y una terraza ajardinada al aire libre. La forma y la extensión del solar se desconocían en las fases iniciales del proyecto y se diseñó una malla de pilares de 14 metros de luz, que se extendía hacia el perímetro curvo de la parcela partiendo del centro. El volumen resultante no es compacto sino que queda ahuecado por un patio interior que articula las circulaciones principales a través del edificio y los espacios a su alrededor (Jenkins, 2002; "Willis Faber & Dumas Headquarters | Foster + Partners," n.d.).

2-Clasificación del tipo y sintaxis general

El espacio se entendió como una transición ascendente entre plazas públicas ajardinadas, hasta llegar al nivel superior en el que se ubicó una zona de ocio junto a una cubierta también ajardinada. La ascensión entre los distintos niveles, se producía de una manera fluida mediante escaleras mecánicas que atravesaban el patio interior cubierto por un gran lucernario. Podemos ver como en esta descripción quedan implícitos los conceptos que hemos ido manejando en los proyectos anteriores y se sintetizan en nuevas evoluciones de los tipos y componentes constructivos.

El proyecto para Willis Faber fue innovador en lo espacial, en lo social y en la técnica constructiva, al explorar posibilidades estructurales en los vidrios de fachada o al introducir un suelo técnico elevado que permitió la adaptación a los ordenadores en los años posteriores a su construcción. La flexibilidad y la adaptación al cambio fueron de nuevo hipótesis de proyecto. El edificio contaba, además, con una piscina para los trabajadores en la planta baja, escenario de fondo en el vestíbulo de entrada.

Podemos decir que el proyecto se compone de los siguientes tipos: B-La caja ligera, B.1-La caja ligera de vidrio; C-La planta flexible, y E-El perímetro ondulado.

La caja ligera hace referencia al volumen compacto desde el exterior, aunque ahuecado en el interior, cuya piel es una superficie lisa y transparente o reflectante dependiendo de las horas del día. La planta flexible surge de la ausencia de particiones interiores, más allá de los núcleos de servicio y de comunicaciones y de la generación del diseño a partir de la malla reticular de pilares que se expande desde el centro.

3-Los componentes

De entre los 30 subcomponentes que hemos clasificado en el capítulo 5, podemos reconocer, a partir de las fotografías y dibujos publicados, los siguientes:

1-Lucernarios y luz cenital, 4-Juntas: 4.1-Entre paneles y 4.2-Entre componentes, 6-Muro cortina de vidrio, 8-Cubierta ajardinada, 12-Puertas giratorias, 15-Doble piel y falsos techos: 15.1-Paneles opacos y 15.4-Lamas metálicas, 17-Galerías de instalaciones: 17.1-En la doble piel, 19-Toberas de ventilación, 20-Patios y espacio interior ahuecado, 21-Escaleras, rampas y pasarelas: 21.3-Escaleras de ida y vuelta, 22-Escaleras mecánicas, 23-Suelo continuo: 23.1-De goma y 23.2-De moqueta, 24-Barandillas: 24.1-De tubo metálico y 24.2-De paneles de vidrio en voladizo, 25-Luminarias: 25.1-Puntual fija o en carril y 25.2-Cenital (junto a la fachada), 25.4-Lineal, 26-Color: 26.1-Indicativo, 26.2-Natural y 26.3-Neutro, 27-Mobiliario y señalética: 27.1-Fijo y 27.2-Móvil, 28-Cápsulas de instalaciones (de aseos, de servicios), 30-Vegetación.

La luz cenital proviene de una serie de lucernarios rectangulares situados sobre el atrio central, en el techo más alto del edificio, coronando el volumen cerrado que se apoya en la cubierta ajardinada. Se filtra a través de una estructura espacial de barras delgadas (*spaceframe*) de color blanco, que recuerda a la estructura utilizada posteriormente en el Sainsbury Centre.

El muro cortina fue una de las grandes innovaciones del edificio, para lo cual hubo que llegar hasta el proceso de fabricación del vidrio y de su sistema de anclaje, realizar pruebas de resistencia,

diseñar los detalles constructivos y convencer al cliente, a los contratistas y al fabricante, de su eficacia y durabilidad. El sistema consistió en la utilización de vidrio templado, colgado desde su parte superior en el frente de forjado de las distintas plantas sin subestructura de perfiles metálicos de soporte, únicamente fijado mediante pletinas metálicas en las esquinas, juntas de silicona y rigidizadores de vidrio en su parte superior.

En las entradas de la planta baja se dispusieron puertas giratorias que contribuyen a evitar las corrientes de aire y a controlar el clima interior. Las escaleras mecánicas, que constituyen la circulación vertical principal en el edificio, fueron un elemento clave en la revolución social que se pretendía introducir en el espacio de trabajo. Con sus laterales transparentes para poder ver el mecanismo interno, dichas escaleras también fueron un componente desarrollado especialmente para este proyecto, cuyas características fueron adoptadas posteriormente por la industria como elementos estándar.

Otros componentes que vemos en las fotografías son: el pasamanos de goma, dispuesto sobre los antepechos de vidrio en voladizo que circundan el patio interior, metonimia del tipo existente en las escaleras mecánicas contiguas; las luminarias lineales con reflectores parabólicos y deflectores antideslumbramiento, que integran el sistema de extracción de aire; el suelo de la planta baja, que es de es de goma en el vestíbulo de entrada, en la piscina y en las salas de instalaciones, mientras que en las plantas intermedias se aplicó una moqueta de color verde claro; y la estructura de hormigón vista, que consiguió omitir las vigas de canto mediante la utilización de forjados reticulares de casetones recuperables (Jenkins, 2002).

En la explicación de este proyecto, Foster hace referencia a un edificio típico del norte de Inglaterra, el tradicional Corn Exchange o lonja de grano, en el que los agricultores y mercaderes comerciaban con sus productos, cuyo espacio central abierto bajo una cúpula metálica servía como referencia de orientación y núcleo social del edificio (ver p. 484). Esta mención nos remite a su etapa de adolescencia y niñez en los alrededores de Manchester. Las escaleras que vemos en las imágenes de la antigua Corn Exchange de Leeds, las veremos reflejadas de una manera sorprendente en el proyecto del Metro de Bilbao (Jenkins, 2002).

Una de las propuestas que el equipo de diseñadores estudió para este proyecto fue la de Fuller, quien sugirió una gran cúpula, que cubriese toda la parcela y liberase de este modo el espacio interior. Esta idea, que comenzó a desarrollarse bajo el nombre de *Climatrotroffice*, conseguía varios de los objetivos perseguidos: maximizar la luz, liberar la planta, incluir espacio exterior e interior, diluir los límites, envolver el máximo espacio con la mínima superficie y una mayor conservación de energía (ver p. 428).

5-La semántica y la pragmática: significados, metáforas y metonimias

De nuevo en este proyecto vemos que por la utilización de materiales industriales fabricados y diseñados para la ocasión, podemos introducir parcialmente el tema del objeto encontrado o del *ready made* y el de los códigos populares junto a la calidad de lo artesano y del diseño industrial.

La emoción vinculada al movimiento y a lo social en los espacios de trabajo, se refleja en el movimiento ascendente y en la inclusión de actividades de recreo, además de las llamadas al código biológico, a través de la luz, de la piel del edificio de vidrio y del control climático asociado. La inspiración de Foster en este edificio debió de ser la ciudad y sus espacios públicos, que integran todo tipo de personas y funciones. Las escenas de movimiento de trabajadores de distintas categorías las podemos ilustrar con las escenas de Lowry, dentro del mapa de imágenes de Foster. Como en una ciudad, los flujos de personas y el movimiento son constantes y los centros de trabajo se combinan con espacios de esparcimiento. Gran parte del gozo del espacio reside en los recorridos y los cambios de perspectiva.

Este edificio muestra un carácter expresionista por sus superficies reflectantes y su forma ondulada, que podríamos llegar a calificar de orgánica y que responde a una sensualidad abstracta, que como hemos dicho, podremos conectar con las formas de Oscar Niemeyer y con las de Alvar Aalto. Las reflexiones del vidrio y de la ciudad circundante en su superficie las asociamos al surrealismo y al Op Art.

El tipo caja ligera de vidrio, conecta este edificio con los proyectos minimalistas que tratan de la desmaterialización de los límites, como la casa Farnsworth de Mies Van der Rohe (1945-51), que a su vez conecta claramente con el proyecto del Team 4 de Foster para Reliance Controls. Sin embargo, en este caso el interior, pese a la planta libre, es más expresionista que minimalista. Por ejemplo, el uso de colores fuertes como el amarillo y el verde hierba, la exposición de la estructura de barras en tres dimensiones del lucernario –pintada de blanco-, y la inclusión de plantas en el interior, responden a la intención de crear un oasis, una sensación de descanso, relajación y apertura. En oposición al menos es más del minimalismo, la postura de Foster (como la de Fuller) es el hacer mucho más con menos, tratando de integrar un mayor número de variables en lugar de eliminarlas.

Como hemos sugerido, el proyecto conecta también con el Op Art, que es una de las preferencias artísticas de Foster, que a su vez puede conectar con el futurismo y con el neoplasticismo. La fachada de vidrio ofrece una serie de efectos ópticos y lumínicos, cambiantes y fragmentados, tanto en el interior como en el exterior, a base de reflejos y transparencias. Bajo esta perspectiva, el Op Art, podría unir a Josef Albers con Bridget Riley, Günter Uecker y posiblemente con algunos aspectos de la obra de Foster. Por encima de la discusión de las etiquetas, lo que aquí nos interesa es la constatación de que las emociones y la percepción sensorial son lo primero en esta arquitectura tecnológica.

6-Conexiones con otros proyectos

En cuanto a las conexiones con la genealogía de los proyectos de Foster, encontramos este edificio como punto de síntesis de proyectos anteriores y como modelo para el desarrollo de otros a partir del mismo.

La orientación hacia la luz cenital y el movimiento ascendente que veíamos en el Cockpit, queda aquí materializada en el desplazamiento de los usuarios entre las plantas. Este movimiento entre espacios abiertos, dentro de un ahuecamiento central en el volumen del edificio, tendrá unos años más tarde su traducción más espectacular en el proyecto para el HSBC, que heredó este concepto de movimiento dentro de una ciudad vertical, y que formará el tipo que hemos denominado F-Torre segmentada.

El muro cortina de vidrio es una evolución de los tipos utilizados en dos o tres edificios anteriores, el Fred Olsen Amenity Center, el IBM Pilot Office y la nave para Modern Art Glass Factory. La mezcla social y los espacios de entretenimiento incorporados al espacio de trabajo tienen sus raíces en el edificio Reliance Controls y en el Fred Olsen Amenity Center. Los suelos de goma, los colores primarios en suelo y paredes, y el techo de vidrio entre otros componentes, se encuentran aquí en un segundo o tercer paso evolutivo dentro de los proyectos de Foster.

La ascensión suave hasta un espacio superior iluminado y con vistas sobre el paisaje la hemos visto antes en el edificio para la terminal de Fred Olsen y será una secuencia muy recurrente, que veremos en el propio despacho de Foster and Partners en el edificio Riverside 3 a orillas del Támesis (ver p. 515), en el HSBC de Hong-Kong o el Reichstag de Berlín.

La estrategia consistente en generar un envoltorio único, de vidrio y aerodinámico adoptada en Willis Faber, será un precedente de proyectos como el de la Torre 30 St.Mary Axe en Londres o la Hearst Tower de Nueva York. Estos edificios, incluido Willis Faber serán herederos de las ideas de Fuller y del proyecto del *Climatrotffice* que hemos citado.

Sainsbury Centre for Visual Arts

Norwich, Inglaterra, 1974-1978

1-Explicación general del proyecto

Este edificio constituye una de las piedras angulares en la carrera del arquitecto y es comúnmente conocido como uno de los representantes de la arquitectura High-Tech. Robert Sainsbury (1906-2000) encargó a Norman Foster en 1974 la construcción de un centro de artes visuales en el que exponer las obras de su colección. Éste, era un empresario británico que había ofrecido su colección personal de obras de arte a la Universidad de East Anglia (Inglaterra), en cuyo emplazamiento se ubicaría el edificio.

La idea principal del proyecto fue la de no aislar las obras de arte en una galería separada, sino integrarlas en un mismo espacio junto a otras actividades de la universidad, como la Facultad de Bellas Artes, varias salas de profesores y un restaurante (Jenkins, 2002; "Sainsbury Centre for Visual Arts | Foster + Partners," n.d.).

2-Clasificación del tipo y sintaxis general

El edificio está constituido por un cascarón prismático, ligero y de doble piel, formado por una estructura espacial que se monta sobre una cimentación superficial de hormigón. El hueco entre las dos pieles se aprovechó para ocultar e independizar los espacios de servicio: los aseos, la cocina, las instalaciones, algunas de las escaleras y otros cuartos auxiliares. En planta sótano, una galería central atraviesa el edificio en sentido longitudinal.

Al tratarse de un elemento prismático dispuesto en horizontal, sus fachadas principales son los extremos de dicho prisma, en los que se dispone un muro cortina de vidrio que se abre al paisaje a través de un gran pórtico.

En el proyecto, se trataron de resolver varias de las cuestiones teóricas y técnicas que acompañaban a Foster al menos desde su etapa en Yale. Entre las principales se encontraban: la resolución de un contenedor controlado climáticamente; la creación de un espacio diáfano, y su relación con los servicios, los núcleos de comunicaciones y las instalaciones; y el grado de durabilidad, obsolescencia y mantenimiento de las diferentes partes del edificio, entendido como un conjunto de sistemas.

Por una parte, en este proyecto evolucionaron los tipos constructivos con los que el arquitecto había experimentado hasta ese momento, como ocurría con el sistema de muro cortina de vidrio, con la chapa corrugada de aluminio que envolvía al edificio, o con el corredor de servicios subterráneo que ya vimos en el proyecto del Cockpit. Por otra parte, para Foster, supuso la materialización de muchas de las ideas desarrolladas y no construidas hasta la fecha, como la de la creación de un contenedor único, diáfano y transparente, al igual que los planteados en los proyectos realizados en colaboración con Fuller.

3-Los componentes

De entre los 30 subcomponentes que hemos clasificado en el capítulo 5, podemos apreciar, a partir de las fotografías y dibujos publicados, los siguientes:

1-Lucernarios y luz cenital, 3-Paneles de fachada, 4-Juntas: 4.1-Entre paneles y 4.2-Entre componentes, 5-Chapa corrugada, 6-Muro cortina de vidrio, 15-Doble piel y falsos techos: 15.1-paneles opacos y 15.4-Lamas metálicas, 17-Galerías de instalaciones: 17.1-En la doble piel, 17.2-Subterránea o en sótano, 18-Protección solar y visual interior: 18.1 Persiana veneciana, 19-Toberas de ventilación, 21-Escaleras, pasarelas y rampas: 21.1 Escaleras helicoidales, 21.5 Pasarelas, 23-Suelo continuo: 23.1-De goma y 23.2-De moqueta, 24-Barandillas: 24.1-De tubo metálico y 24.2-De paneles de vidrio en voladizo, 25-Luminarias: 25.1-Puntual fija o en carril y 25.2-Cenital, 25.3-Cilíndrica vertical; 26-Color: 26.1-Indicativo y 26.3-Neutro, 27-Mobiliario y señalética: 27.1-Fijo, 27.2- Móvil, 29-Pintura y escultura, 30-Vegetación.

La luz cenital se introdujo por medio de paneles transparentes en el techo que se podían intercambiar de lugar (ver p. 444). La doble piel se forma con la cavidad que deja la estructura, al ser recubierta interior y exteriormente. El recubrimiento exterior está formado por una cuadrícula de paneles sándwich rectangulares de aluminio con aislamiento térmico en su interior, entre los que se intercalan otros transparentes. Los paneles de cubierta iban montados sobre una retícula de juntas de neopreno, que aseguraban la estanqueidad como lo hacen las juntas de goma en las puertas de los vehículos y funcionaban como canalón y como juntas de dilatación. En el plano del falso techo interior, una serie de bandas compuestas por lamas de aluminio autoregulables daban una visión uniforme del espacio, ocultando las galerías de instalaciones, y filtrando y modulando la luz cenital para crear un ambiente neutro, liviano, y dinámico. La piel interior perimetral de este gran contenedor, al estar formada por lamas microperforadas de color plateado, controlables automáticamente por zonas en función de los niveles de luz exterior, contribuía a crear estos efectos.

El edificio dispone de varias de escaleras helicoidales, algunas ocultas en la cavidad interior de la doble piel y una de ellas, dispuesta en el espacio central de la nave como si de una escultura se tratase, conecta la galería subterránea del edificio con una pasarela peatonal exterior que se introduce diagonalmente en el volumen principal a nivel de la primera planta (ver p. 443).

4- Analogías y homologías

A simple vista, observamos varias de las relaciones entre imágenes que nos interesan: la estructura del edificio lo conecta con el telescopio Lovell y con las estructuras y artefactos de la era espacial. El citado telescopio es uno de los iconos de la tecnología en Inglaterra y el lenguaje constructivo de su estructura comparte características con el de la estructura del Sainsbury Centre. Las dos construcciones heredan la tradición estructural de barras ligeras dispuestas en tres dimensiones, iniciada por Graham Bell en los primeros años del siglo XX y desarrolladas por Fuller en proyectos como los de sus cúpulas geodésicas. Su color blanco y su esbeltez recuerdan también a los artefactos de la NASA. Por otra parte, la estructura vista de frente resulta ser una *Warren Truss*, que es el tipo de cercha triangular preferida por el arquitecto y que en su disposición entre dos pieles, recuerda claramente al biplano *Handley Page HP-42* de 1931 (ver pp. 173, 444). Las estructuras de Kenneth Snelson que hemos visto que están en la base del concepto de *tensegrity* de Buckminster Fuller, tienen sus ecos también en la estructura *space frame* del Sainsbury.

La luz que se filtra desde la cubierta alumbra tangencialmente la piel interior perimetral, a través de las lamas regulables, haciendo que el centro del techo aparezca como flotando. Entre estas lamas, se integran los diversos sistemas de iluminación artificial. Estos recursos de control y filtrado de la luz los veremos en proyectos posteriores como el aeropuerto de Beijing de 2008 o en el estudio de Foster + Partners. Podemos apreciar también la clara analogía entre la composición de este falso techo y la de uno de los hangares de la NASA (ver p. 442).

5-La semántica y la pragmática: significados, metáforas y metonimias

Varias son las lecturas oficiales de los temas que se trataron en el proyecto de este edificio, como la intercambiabilidad de las piezas y el grado de obsolescencia de sus componentes, o la relación entre peso y volumen como factor de rendimiento entre la parte enterrada del edificio y la cáscara ligera que forma la parte del mismo que se disfruta. Como ya hemos dicho en capítulos previos, la pregunta que Buckminster Fuller le hizo a Foster durante una visita al Sainsbury Centre respecto a cuánto pesaba su edificio, era la que Fuller se había estado haciendo durante décadas sobre el rendimiento de los materiales y de las estructuras de sus propios artefactos.

Otras lecturas principales son las que hacen referencia a la geometría y aspecto aerodinámicos del edificio, o las que tienen que ver con la realización de una caja climáticamente perfecta. En el libro *Norman Foster Works 1*, en el que se describe el proyecto con detalle, aparecen numerosas de las analogías que el arquitecto acostumbra a utilizar en sus explicaciones. Allí se muestran las imágenes de la construcción de la estructura de los Zeppelin, haciendo referencia a la estructura *space frame* del edificio; también el *Citroën 2cv*, como referencia en el uso de paneles metálicos corrugados; la caravana *Airstream Clipper*, como muestra del envoltorio de aluminio ligero que recubre una estructura curvada; la imagen del propio Foster, de pie sobre una de las turbinas bajo el ala de un *Boeing 747*, que sugiere las ideas de tecnología, ligereza y potencia; la imagen de las locomotoras *streamlined Mallard* y de los aviones *Spitfire* como ejemplos de innovación técnica y de diseño aerodinámico; y por último las imágenes del montaje de los paneles transparentes de techo del Crystal Palace de Paxton. En otra imagen clásica del edificio, que aparece en la biografía escrita por Deyan Sudjic, se muestra un helicóptero *Bell Ranger*, que

Foster utiliza en su explicación sobre el grado de obsolescencia y adaptabilidad al cambio de una estructura. Claramente el arquitecto, nos trata de hacer ver como sus pasiones están detrás de sus razonamientos.

El concepto de movimiento que puede ser el nexo común entre las pasiones de Foster, lo encontramos en varios aspectos del edificio: en el cambio constante que se produce con la variación de la luz natural exterior y su control y filtrado por medio de la piel interior autorregulable, en el recorrido longitudinal que une el campus universitario con el paisaje y en la componente 4D, asociada a la durabilidad, el mantenimiento y la capacidad de transformación, como partes intrínsecas del concepto de doble piel a base de paneles intercambiables.

Otras conexiones e interpretaciones que podemos hacer tienen que ver con las obras de arte seleccionadas por el arquitecto: al ver el cuadro de Marc Vaux junto a la fotografía del edificio de noche, nos damos cuenta de que se trata de la explosión de luz y actividad enmarcada en un contenedor neutro y minimalista. Se podría tratar de un expresionismo abstracto en el que, como vimos en los cuadros minimalistas de Albers, se juega con la profundidad y los cambios de luz y color, dentro de un marco de geométrico puro como es el cuadrado. Es posible además realizar diversas lecturas como esta respecto a diferentes aspectos: la caja minimalista de interior neutro y liviano, el control ambiental cibernético y bioclimático junto a la alta tecnología constructiva, la exposición de la estructura y el expresionismo estructural.

sobre el fondo neutro que constituyen las paredes de lamas microperforadas y en el exterior del edificio, como repartidas en puntos estratégicos, vemos las esculturas antropomórficas de Henry Moore. En estas obras encontramos el tema de lo humano integrado en la tecnología y el de la esbeltez y la fluidez de las formas como características que podemos leer también en el edificio.

Hong Kong and Shanghai Bank

Hong Kong, 1979-1985

1-Explicación general del proyecto

Ganar el concurso organizado por el HSBC para la realización del proyecto de su nueva sede y concluir con éxito su construcción, fue el mayor acontecimiento en la carrera de Foster y supuso el paso determinante que le consolidó como un arquitecto a escala global. El banco quería un edificio que representase su posición en Hong Kong y que fuese capaz de hacer frente al futuro de la compañía junto a los cambios tecnológicos que se podían esperar. El edificio resultante fue un rascacielos de 47 plantas y 180 metros de altura.

Cuando Foster explica este proyecto, lo introduce recordándonos que la arquitectura la hacen las personas y se construye para ellas, y toda la tecnología disponible que se pueda utilizar en el proyecto tiene un fin social, que es la generación de espacios de la mayor calidad posible para los usuarios. Como se ha descrito en los capítulos previos, existe una búsqueda y un mensaje que Foster no pierde de vista, que es la generación de mayor gozo y calidad de vida a través del rendimiento y la integración. Desde las primeras propuestas, además de la integración del edificio en la ciudad para la regeneración del entorno urbano, se presentaron dos conceptos invariantes que ya habían sido explorados anteriormente en los proyectos para el Sainsbury Centre y para Willis Faber & Dumas respectivamente. El primero de ellos fue el de la flexibilidad de los espacios, para lo que se partió de la disposición perimetral de los núcleos de comunicación y de servicios junto a los soportes verticales, de forma que se liberase el centro de la construcción. Unas grandes cerchas a modo de puente cubrirían el espacio central entre los soportes laterales, formando una superestructura de la que se colgaban las plantas del edificio. Este concepto de flexibilidad partía de ideas trabajadas en el edificio Willis Faber, en el que las plantas se entendían como elementos totalmente independientes de la superestructura de cubrición. El segundo de los conceptos de partida fue el replanteamiento de la relación entre los espacios dentro de la torre. De nuevo de un modo análogo a los planteamientos del Willis Faber, se trabajó con la transparencia, la apertura y el agrupamiento de las zonas de trabajo (Jenkins, 2005; Treiber, 1992).

2-Clasificación del tipo y sintaxis general

De entre los seis tipos principales que hemos definido en el capítulo quinto, el F-Torre segmentada es el inaugurado por este edificio y por lo tanto su sintaxis responde a la perfección a la explicación que allí hemos realizado. Otros tipos principales asociados a este eran el C-Planta flexible, por la ausencia de servicios o estructuras intermedias, y el recogido en el componente número 20-Patios y espacio interior ahuecado, originado en este caso por el gran atrio que ocupa el centro de la torre en sus diez primeras plantas y lo conecta con la plaza pública exterior a nivel de calle, por medio de una planta primera de cristal transparente.

El edificio se organiza mediante una secuencia de espacios, ahuecados a modo de plazas públicas en altura y agrupaciones de plantas entre ellos, que constituyen los segmentos que podemos apreciar en el alzado. Dichos espacios, a los que se llega rápidamente mediante ascensores exprés que sólo paran en estos niveles, actúan como puertas de entrada a los diferentes grupos de plantas, formando entornos con carácter propio en los que el usuario se distribuye por medio de escaleras mecánicas. En la planta baja, el espacio urbano atraviesa el edificio, con una plaza a doble altura que constituye el primer ahuecamiento de la torre.

El HSBC de Hong Kong es un proyecto que se comenzó a desarrollar en 1979, finalizándose en 1985. Incorporaba muchas transformaciones en los sistemas constructivos y las soluciones utilizadas en la época para el proyecto de torres de oficinas. Todos los sistemas fueron replanteados, desde la traslación de la estructura y los núcleos de servicios al exterior, para liberar el interior de la torre y poder disponer de bandejas de planta libre de la mayor amplitud posible, hasta la iluminación natural por medio del *sunscoop* (ver p. 447), que fue un artilugio ya propuesto en proyectos anteriores de Foster como la propuesta no construida de un edificio de oficinas para Fred Olsen en Vestby, Noruega (Jenkins, 2002; Treiber, 1992).

Para poder lograr la construcción del edificio en el plazo requerido, la obra se debía pensar como un centro de ensamblaje de piezas prefabricadas. Sus componentes y partes fueron ensayados en fábrica, fuera de la obra, por medio de maquetas y prototipos que ayudasen a evitar sorpresas y retrasos durante la construcción. Los arquitectos trabajaron con empresas de todo el mundo para el diseño desde cero de cada uno de los componentes, muchas de las cuales provenían del mundo de la industria aeroespacial y sus conocimientos fueron clave para la realización del proyecto.

En el HSBC, la estructura aparece expuesta al exterior, en una expresión total de lo que los arquitectos conocen como sinceridad estructural, aunque estilizada, tal y como hemos comentado en el edificio para Reliance Controls. Veremos como en algunos los proyectos posteriores como la Hearst Tower de Nueva York, la estructura pasa al interior del edificio, únicamente manifestándose en el revestimiento exterior como un reflejo de lo que ocurre allí dentro, pero quedando incluida en el envoltorio del edificio, lo que ayuda a evitar numerosos problemas de coordinación constructiva y de mantenimiento (ver p. 349).

3-Los componentes

De entre los 30 subcomponentes que hemos clasificado en el capítulo 5, vemos que casi todos aparecen en este proyecto como elementos o temas novedosos y como evolución de tipos ensayados previamente. Podemos analizar los siguientes:

1-Lucernarios y luz cenital, 2-Puertas y ventanas inclinadas: 2.4-Enrollables, 3-Paneles de fachada, 4-Juntas: 4.1-Entre paneles y 4.2-Entre componentes, 5-Chapa corrugada, 6-Muro cortina de vidrio, 7-Viseras y parasoles: 7.1-Ala de avión y 7.2-Pantalla de lamas, 9-Pináculos, 10-Reflectores, 13-Cruces de San Andrés, 14-Tensores, 15-Doble piel y falsos techos: 16.1-Paneles opacos; 16-Suelo Flotante o elevado, 17-Galerías de instalaciones: 17.1-En falso techo, 17.2-Subterránea o en sótano y 17.3-En cápsulas, 18-Protección solar y visual interior: 18.1-Persiana veneciana y 18.2-Cortina enrollable, 20-Patios y espacio Interior ahuecado, 21-Escaleras, rampas y pasarelas, 21.2-Escaleras rectas y 21.3-Escaleras de ida y vuelta, 22-Escaleras mecánicas, 23-Suelo continuo, 23.2-De moqueta, 24-Barandillas: 24.3-De metal y vidrio, 25-Luminarias: 25.1-Puntual fija o en carril, 25.2-Cenital y 25.4-Lineal, 26-Color: 26.3-Neutro, 27-Mobiliario y señalética: 27.1-Fijo y 27.2-Móvil, 28-Cápsulas de instalaciones.

La luz cenital forzada la encontramos gracias al mecanismo del *sunscoop*, que introduce la luz del sol hasta la parte superior del atrio central mediante un gran reflector en la fachada, que se orienta automáticamente en función de la posición solar. Las persianas enrollables las vemos sobre las escaleras mecánicas de acceso, cerrando el hueco en la planta primera. La chapa corrugada la observamos en el remate del edificio por detrás del logotipo del banco. Los muros cortina de vidrio son las fachadas principales del edificio, que incorporan lamas horizontales de

protección solar. Las cruces de San Andrés y los tensores forman una parte principal de la estructura expuesta al exterior. El espacio interior ahuecado se refiere tanto al citado gran atrio de entrada, de diez plantas de altura, como a los espacios entre segmentos de la torre, donde la altura libre entre plantas se amplía para crear los espacios de socialización y esparcimiento a los que ya nos hemos referido. Otros elementos forman parte de los detalles constructivos, como son los suelos continuos de moqueta, las barandillas de vidrio y metal, o los paneles que forman el suelo elevado y los falsos techos.

En cuanto al color, se trata de un edificio de colores neutros que hacen de fondo de escena. Algunas de las propuestas que se presentaron contaban con una estructura en color rojo, simbolizando las raíces chinas del edificio, sin embargo estas opciones fueron desestimadas por parte del banco.

Si miramos al mundo de la naturaleza encontramos una clara analogía entre las cañas de bambú autóctonas del sur de Asia y los nervios estructurales verticales del edificio. Las cañas de bambú fueron utilizadas como andamios durante la construcción del edificio y son un material con unas propiedades estructurales extraordinarias por su ligereza y resistencia.

En cuanto a las homologías, algunos referentes que pueden estar en la base de la invención de esta tipología de edificio en altura, los podemos encontrar en el espacio interior del edificio Larkin de 1906, de Frank Lloyd Wright (ver p. 457), o en la Unité D'Habitation de Marsella de Le Corbusier, de 1947, con sus espacios para usos públicos y calles en altura integradas en el edificio.

Dentro de la serie de los edificios de Foster, también podemos seguir la pista evolutiva a los componentes individuales. Un ejemplo de ello, son las persianas correderas que cierran la planta primera de cristal sobre las escaleras mecánicas de acceso desde la zona peatonal en planta baja (ver p. 450), que podemos considerarlas como homólogas a las puertas enrollables de la terminal de pasajeros para Fred Olsen. Otro ejemplo, son las escaleras mecánicas con laterales transparentes que muestran el mecanismo interior y que fueron desarrolladas como un componente para el edificio Willis Faber & Dumas. El *sunscoop* ya hemos comentado que era un elemento planteado para las oficinas de Fred Olsen en Vestby. Los paneles modulares de fachada habían sido ensayados en el Sainsbury Centre y el suelo elevado en cada planta, las escaleras mecánicas entre los espacios de trabajo, o la inclusión de vegetación interior, habían sido recursos ya utilizados en el Willis Faber. Además, la planta abierta y la mezcla de diferentes usos en un mismo espacio, eran temas que Foster venía ensayando desde su primer proyecto para Fred Olsen, el *Ammenity Centre*. Las cruces de San Andrés que en Reliance Controls eran una parte escultural externa al edificio, se convirtieron aquí en grandes brazos cruzados colocados en múltiples posiciones a lo largo de la estructura vertical. Una de estas cruces preside el interior del gran atrio de entrada, a modo de nervios de una catedral gótica, que Foster ejemplifica en sus conferencias con la catedral de Wells (Jenkins, 2005). Los montantes de fachada con perforaciones circulares en el alma, se habían utilizado en el Renault Centre, y formaban parte del concepto estético-estructural que el arquitecto había utilizado previamente en sus propuestas de mobiliario.

5-La semántica y la pragmática: significados, metáforas y metonimias

Este proyecto, junto con el del Sainsbury Centre y el Centro Pompidou de Richard Rogers, se ha considerado el referente principal del High-Tech o expresionismo estructural. En él, las lecturas inmediatas nos llevan a la creación de un mundo nuevo por medio de la tecnología, de la calidad de la manufactura artesanal y de los productos a medida. Los significados, que podemos analizar como metonimias y metáforas entre imágenes, nos remiten a la fuerza del bambú, a la ligereza de lo aeroespacial, al montaje rápido y modular y a las estructuras *Dymaxion* de Fuller, como hemos analizado previamente. En una segunda mirada, encontramos referencias a lo militar, por el color del edificio y por las grúas de mantenimiento que coronan la parte superior y que parecen los cañones de una embarcación de guerra, a lo que podemos añadir los parasoles horizontales provenientes de la estructura de aviones de combate, o las imágenes de naves espaciales de *La Guerra de las Galaxias* de 1977, que se suman a este carácter bélico. También podemos apreciar una componente mística, con las referencias al espacio vertical de las catedrales, que podría representar una nueva religión basada en la ciencia y la tecnología.

En el mundo del arte, las centrales eléctricas futuristas de Sant'Elia, algunos cuadros como el de la iglesia de St Augustine de Lowry o las imágenes procedentes de los cómics de *The Eagle*, parecen casar a la perfección con el carácter descrito del proyecto (ver p. 448).

6-Conexiones con otros proyectos

Otros ejemplos entre las obras de Foster, como la Torre Repsol en Madrid del año 2009, el 425 de Park Avenue de Nueva York actualmente en construcción o la torre Commerzbank de Frankfurt, finalizada en 1997, siguen explorando los conceptos desarrollados a partir del HSBC, que incluyen jardines en altura, núcleos de comunicación vertical laterales, la planta libre de pilares, integración de cápsulas prefabricadas de servicios y estructuras colgantes.

Renault Distribution Centre

Swindon, Inglaterra, 1980-82

1-Explicación general del proyecto

En 1979 la compañía de automóviles Renault necesitaba construir un nuevo centro de distribución en Inglaterra para poder hacer frente a las demandas previsibles en el futuro. Además, la gerencia del grupo en Francia, quería propagar la asociación de su marca con la idea de un diseño de calidad.

El edificio debía alojar espacios para almacén, oficinas, escuela y exposición, y adoptar una disposición que fuese flexible a los cambios potenciales en el programa de necesidades permitiendo futuras ampliaciones.

Para el equipo de Foster, este proyecto supuso la oportunidad de seguir explorando las posibilidades de la arquitectura para la industria, justo cuando acababan de terminar un edificio de oficinas para IBM en Greenford (UK), al cual el edificio Renault le debe muchas de sus características (Jenkins, 2002; “Renault Distribution Centre | Foster + Partners,” n.d., *The Spectrum Building (formerly the Renault Distribution Centre)*, 2013).

2-Clasificación del tipo y sintaxis general

El proyecto para Renault en Swindon entronca con los proyectos de naves industriales de una única planta diáfana como el que Foster había realizado para el concurso de la New Port School y posteriormente en los edificios para Reliance Controls e IBM. De nuevo, se trataba de la resolución de un contenedor único que aglutinase las diferentes funciones bajo un mismo techo. El Renault Centre constituye el primero de una larga serie de proyectos en los que una estructura y cubrición ligeras forman un bosque de paraguas o de árboles que permiten la entrada de luz natural cenital y en los que los servicios e instalaciones se sitúan bajo la planta principal. Esta serie de edificios incluye los aeropuertos de Stansted, Hong-kong, Beijing, Kuwait, Haramain y Amán. En este caso, una de las características más llamativas, es la resolución de la serie de paraguas que forman la estructura y la cubierta del edificio como si fuera un mecano.

La clave fundamental del proyecto reside en la flexibilidad y en la posibilidad de ampliación y almacenaje en dos direcciones. Para ello se resuelve un módulo independiente, una estructura "de árbol" de planta cuadrada compuesta por un mástil central, del que salen ocho vigas sobre las que apoyan los elementos de cubrición, sujetas por cables desde la parte superior del mismo y atirantadas a su parte inferior. A este módulo básico, se van añadiendo los demás por yuxtaposición. Los pórticos de la estructura no están arriostrados y cada unidad, simplemente atornillada a la siguiente, contribuye mínimamente a la estabilidad de sus respectivos módulos laterales y de todo el conjunto, lo que proporciona una mayor flexibilidad, al poder eliminar o añadir un módulo sin repercusiones estructurales.

3-Los componentes

Como hemos dicho, el proyecto en planta es una retícula de cuadrados que contienen un pilar o mástil central. Esta cuadrícula se materializa en la cubierta, donde los módulos cuadrados de cada "árbol" están cosidos entre ellos por bandas rectangulares que contienen en sus intersecciones los puntos de extracción de humos. La sección transversal de la cubierta, forma un trapecio entre pilares, mientras que la sección por las bandas de unión entre módulos es horizontal, formando una cubierta plana como se puede apreciar en la figura 463.3. De este modo, la geometría de la cubierta está constituida por una serie de pirámides invertidas, posicionadas en el centro de cada módulo, unidas en su base a una cuadrícula de bandas horizontales. Las cuatro caras de la pirámide forman las pendientes de la cubierta y la evacuación de agua se realiza por la zona central, mediante una tubería de plástico que se introduce en el interior de cada pilar una vez ya dentro del edificio. En la vertiente norte de cada módulo de cubierta se dispuso un lucernario trapezoidal cerca de la base de la pirámide invertida.

El material de cubrición es chapa gracada de 100mm, lana de roca de 75mm y una lámina de PVC continua soldada con disolvente, en una composición muy similar a la de la cubierta plana que hemos visto en Reliance Controls (Renault-Center-Swindon,n.d.). La eficiencia de la estructura y los componentes redujeron la cantidad de acero utilizado y su coste a la mitad, en comparación con el edificio previo que Foster había realizado para las oficinas de IBM en Greenford (Jenkins, 2002, 2005; Macdonald, 1994; *The Spectrum Building (formerly the Renault Distribution Centre)*, 2013).

De entre los 30 subcomponentes que hemos clasificado en el capítulo 5, podemos destacar, a partir de las fotografías y dibujos publicados, los siguientes:

1-Lucernarios y luz cenital, 3-Paneles de fachada, 4-Juntas: 4.1-Entre paneles y 4.2-Entre componentes, 5-Chapa corrugada, 6-Muro cortina de vidrio, 13-Cruces de San Andrés, 14-Tensores, 17-Galerías de instalaciones: 17.2-Subterránea o en sótano, 18-Protección solar y visual interior: 18.1-Persiana veneciana, 19-Toberas de ventilación, 21-Escaleras, rampas y pasarelas: 21.2-Escaleras rectas y 21.3-Escaleras de ida y vuelta, 21.5-Pasarelas, 23-Suelo continuo: 23.1-De goma y 23.4-De hormigón, 24-Barandillas: 24.1-De tubo metálico, 25-Luminarias: 25.1-Puntual fija o en carril, 26-Color: 26.1-Indicativo y 26.3-Neutro, 27-Mobiliario y señalética: 27.2-Móvil.

4- Analogías y homologías

Las vigas son secciones de acero en doble T. Sus almas aparecen perforadas con orificios circulares al igual que en las estructuras internas de las alas de aviones como el *Hawker Hurricane* que ya citábamos cuando analizábamos su paralelismo con la estructura de lamas horizontales sobre la fachada del HSBC. Siguiendo esta estética, aunque dichos orificios pudieran ser estructuralmente redundantes, hacen parecer más ligeras a las vigas, les hacen transmitir un montaje como partes de un juego, bajo el código socialmente extendido del Meccano y sirven para el atirantado de los cables superior e inferior por el intradós del orificio en el alma del perfil.

La imagen del edificio evoca referentes mecánicos y naturales, como paraguas, grúas, árboles y bosques. En este sentido, parece que el concepto inicial pudo haber sido la construcción de un bosque modular y mecánico de paraguas. Otros referentes, como las primeras estructuras ligeras de barras y cables que se utilizaban para sujetar y tensar las alas de los primeros aviones como el aeroplano *Beriot XI*, -del que hemos hablado en el capítulo 4-, recuerdan a la estructura de los mástiles y tirantes de este edificio (ver p. 465).

Como hemos indicado, la analogía de esta estructura con las del juego *Meccano* que apasionaba a Foster en su infancia es también de resaltar: el *Meccano* consistía como vimos en un kit de bandas metálicas perforadas y reutilizables, pletinas, ángulos, ruedas, engranajes, tuercas y tornillos, que permitían la construcción de maquetas de aparatos mecánicos (ver p. 460).

Los colores que vemos en este edificio son principalmente el amarillo, el gris, el negro y el blanco. Estos eran los colores de la marca Renault y ya habían sido utilizados por Foster en la terminal para Fred Olsen y posteriormente en sus proyectos iniciales como la Modern Art Glass Factory o los edificios para IBM. Además, el amarillo y el azul coinciden con los de algunos de los componentes de citado juego *Meccano*.

el primer proyecto -el Cockpit- y que relacionábamos con la resolución de las cabinas de aviones como el *Hawker Hurricane* o el *Focke Wulf Fw 190*.

El detalle constructivo que resolvía el encuentro de la fachada con la cubierta, tenía que funcionar como impermeabilización y al mismo tiempo resolver el movimiento diferencial entre los dos elementos debido a la presión del viento y a la flexión y dilatación de los materiales. Para su resolución se dispuso una banda flexible de neopreno expuesta al exterior, entre la cubierta y la parte superior de la fachada, cuya idea podría haber partido de la falda de goma o tela flexible bajo el casco de los *hovercraft*, o de detalles similares como los que podemos ver en vehículos como el *Humber Humberette* de 1913, de fabricación británica por parte de la Humber Car Company, en los que se montaba una membrana de piel tensada como zócalo entre la carrocería y el chasis bajo las puertas del vehículo. En el edificio Renault, junto a esta banda flexible, los montantes de fachada tienen en su parte superior una vaina metálica que permite el deslizamiento y ajuste vertical de la cubierta que queda suspendida sobre el soporte. Veremos como en el aeropuerto de Stansted, esta pieza que dota de flexibilidad a la unión entre fachada y cubierta pasa a ser una bisagra externa a la junta, similar a la horquilla de la rueda delantera en el tren de aterrizaje de diferentes aeronaves.

Aquí, podemos observar como se repite la disposición separada de cerramiento y estructura, que ya vimos en el proyecto Reliance Controls y que hemos clasificado como tipo B.3-La caja articulada. La retícula de pilares que hace posible el tipo C-La planta flexible parece ser una evolución de la que vimos en dicho proyecto, mientras que el tipo D-La estructura

de árbol, es en este proyecto, un tipo novedoso dentro de la genealogía de proyectos de Foster y encuentra su arquetipo homólogo en las estructuras para las casas y torres Dymaxion de Fuller. Los pilares de hormigón del edificio para Johnson and Wax de Frank Lloyd Wright, son por otra parte, uno de los referentes citado en los libros sobre la obra de Foster al respecto de este proyecto.

5-La semántica y la pragmática: significados, metáforas y metonimias

Louis Renault, fundador de la marca, afirmaba en 1928: “mi objetivo es fabricar el mejor coche al menor precio, para que un día cada familia en Francia pueda tener su propio automóvil” (Dorling Kindersley, 2011). Como hemos visto, estos eran valores compartidos por Norman Foster en su arquitectura, en la que lo social y la democratización de los códigos volvía a ser el centro del proyecto. En este caso se trataba de nuevo de un edificio de trabajo y administración para un fabricante, en el que los flujos de personas y movimiento de materiales y productos eran constantes.

En la lectura de las emociones vemos que Foster establece el paralelismo de su proyecto con la imagen de un ala delta (ver p. 462). Lo simbólico de la tecnología implicaba ligereza y una vez más volvemos a la poética del vuelo y de la ingravidez sintetizada en una cubierta que parece estar hinchada de aire y sujeta al suelo mediante cables a tensión, tal y como ocurría en la de la terminal de pasajeros para Fred Olsen.

Otro aspecto llamativo cuando observamos las fotos del interior del espacio de exposición es la presencia de automóviles sin ruedas colgados del techo, lo que en el mapa de imágenes de Foster nos lleva hasta la exposición de la trienal de Milán del año 1957 en la que el arquitecto pudo ver el Citroën DS expuesto de una forma similar, como si de una nave espacial se tratase.

Stansted Airport

Stansted, Inglaterra, 1981-91

1-Explicación general del proyecto

El aeropuerto de Stansted, terminado en 1991, constituye el siguiente paso evolutivo, dentro de los proyectos de Foster, en cuanto a la red de módulos de cubrición ampliables, de construcción ligera e iluminación natural cenital que hemos visto en el Renault Distribution Centre.

En este edificio se muestran nuevos componentes y reinterpretaciones de otros ya utilizados en edificios anteriores, junto a soluciones innovadoras tipológicas y constructivas. Lo más comentado del edificio fue cómo se replantearon las reglas habituales del diseño de aeropuertos en la época, volviendo la mirada a los orígenes de la aviación, recuperando la comunicación visual del usuario con el avión y dándole la vuelta a la sección típica de este tipo de construcciones, en la que se solían disponer los servicios en el techo de cada planta impidiendo la iluminación natural cenital. Se consiguió la circulación y conexión directas del pasajero con los aviones sobre una única planta, al tiempo que se liberaba el espacio superior para abrirlo a la entrada de luz natural a través de las bóvedas. La presencia de servicios en el techo, como hubieran sido el sistema de *sprinklers* contra incendio, el sistema de tuberías de ventilación forzada y aire

acondicionado, los cables para la iluminación las pasarelas de mantenimiento sobre el espacio principal, hubieran sido letales para el diseño del aeropuerto desde todos los puntos de vista. Desde el proyecto de Foster, esta configuración se ha convertido en una tipología aeroportuaria generalizada (Colin Davis, 2011; Jenkins, 2006; “Stansted Airport | Foster + Partners,” n.d.).

2-Clasificación del tipo y sintaxis general

Analizando las partes principales a partir de las imágenes podemos ver: las cáscaras trianguladas que forman las bóvedas de cubierta, los árboles estructurales que hacen de soportes de estas bóvedas y la fachada de vidrio formada por un muro cortina.

El tipo fundamental que constituye este edificio dentro de nuestra clasificación es el de la estructura de árbol. Cada uno de estos “árboles” está compuesto por cuatro pilares que ascienden desde una planta semienterrada hasta la planta principal del aeropuerto. Estos pilares soportan una estructura de barras y cables que forman el tronco de una pirámide invertida de base cuadrada que soporta, a 12 metros sobre el nivel del pavimento, cuadriláteros contruidos a base de perfiles tubulares de acero, que a su vez son la base de los cuatro casquetes cilíndricos que forman cada una de las bóvedas sobre cada árbol. El cuadrilátero superior queda atirantado a las aristas del prisma rectangular soporte mediante cables, que se unen a la cúspide de una pirámide de barras articuladas sobre la cabeza de dichos pilares principales (ver p. 472 y sección adjunta). La geometría de los módulos de cubierta no es la de una cúpula, como puede parecer a simple vista, sino que esta formada por cuatro tramos de malla triangulada de sección cilíndrica. La cáscara, formada por triangulación de barras, es heredera directa de las cúpulas geodésicas de Fuller. La geometría cilíndrica y las secciones transversales de curvatura simple, hacen más sencillas las uniones entre estos módulos estructurales y el sistema de cubrición que soportan. El apoyo de las bóvedas en el cuadrilátero que hace de soporte, queda explícito mediante una pequeña separación de ambas estructuras por medio de pequeños pedestales. La solución de cáscara y subestructura superpuestas pero independientes, es inherente al modo de unión mecánico del sistema de montaje por piezas y módulos, pero no es siempre ni evidente, ni la única posibilidad para el diseñador, ya que a la hora de integrar marco y piel, el envoltorio y su subestructura, se opta en este caso por dejar el marco al interior y la piel continua al exterior. Esta sintaxis también podremos verla en la carcasa de vidrio de las salidas del metro de Bilbao (ver p. 488).

Tema aparte, es el de la exposición o no de la estructura principal del edificio, una discusión en la que como ya hemos apuntado, el HSBC de Hong-kong y la torre Hearst de Nueva York pueden ser ejemplos paradigmáticos para mostrar las distintas aproximaciones entre las obras de Foster.

En Stansted, el lucernario, a diferencia del sistema adoptado en el Renault Centre, pasa a la parte más alta de la cubierta, en el centro de la bóveda sobre cada soporte vertical, lo que supone una solución arquitectónica más robusta que la recogida de aguas por el centro de una pirámide invertida, en cuanto a la evacuación y la estanqueidad. El agua de cubierta se recogerá en este caso mediante un sistema sinfónico de conductos horizontales dispuestos sobre las juntas entre cada módulo estructural, que recorren los 100 metros de envergadura del edificio y evacúan por las fachadas en lugar de hacerlo directamente por dentro de los pilares (ver p. 476). Este sistema (denominado UV) era novedoso en Inglaterra aunque de uso tradicional en los países nórdicos. Las tuberías fueron calculadas, para que se produjese el efecto de succión sin pendientes, con la adecuada sección transversal menguante. Como en el centro Renault, la lámina impermeable sobre la cubierta estaría también formada por una membrana de PVC fijada mecánicamente (Colin Davis, 2011; Jenkins, 2008; "Stansted Airport | Foster + Partners," n.d.).

Los tipos a los que podemos adscribir este proyecto según la clasificación que hemos realizado en el capítulo 5 son varios: B-La caja ligera: B.1-La caja ligera de vidrio, B.2-La caja ligera de patrones y B.3-La caja ligera articulada, C-La planta flexible, y el tipo D-La estructura de árbol: D.1 Árbol de vigas rectas y cables.

3-Los componentes

De entre los 30 subcomponentes que hemos clasificado en el capítulo 5, podemos ver en las fotografías y dibujos publicados, los siguientes:

1-Lucernarios y luz cenital, 3-Paneles de fachada, 4-Juntas: 4.1-Entre paneles y 4.2-Entre componentes, 6-Muro cortina de vidrio, 10-Reflectores, 11-Soportes en V, 12-Puertas giratorias, 13-Cruces de San Andrés, 14-Tensores, 16-Suelo flotante o elevado, 17-Galerías de instalaciones: 17.2-Subterránea o en sótano y 17.3-En cápsulas, 19-Toberas de ventilación, 21-Escaleras, rampas y pasarelas: 21.1-Escaleras helicoidales, 21.2-Escaleras rectas, 21.3-Escaleras de ida y vuelta y 21.4-Rampas, 22-Escaleras mecánicas, 23-Suelo continuo: 23.2-De moqueta, 24-Barandillas: 24.1-De tubo metálico y 24.3-De metal y vidrio, 25-Luminarias: 25.2-Cenital y 25.4-Lineal, 26-Color: 26.1-Indicativo y 26.3-Neutro, 27-Mobiliario y señalética: 27.1-Fijo y 27.2-Móvil, 28-Cápsulas de instalaciones.

Algunos detalles que podemos apreciar son: los radiadores lineales junto a las fachadas de vidrio que hacen las funciones de las bocas de ventilación en falso techo que hemos visto en el edificio Willis Faber, la plataforma suspendida de mantenimiento (BMU), los paneles reflectantes para la iluminación natural bóveda interior, los módulos de servicio integrado en los pilares (cápsulas), el pavimento de losas de granito, el deflector viento como alero perimetral de cubierta, la estructura de bóveda ligera triangulada y el vidrio templado laminado con capas de butiral de polivinilo (PVB) translúcido para reducir la ganancia solar en los testeros expuestos.

4- Analogías y homologías

En el módulo estructural que hemos denominado árbol, la articulación de los cables que unen el cuadrilátero superior con el vértice de la pirámide que apoya sobre los pilares de la base, se realiza mediante una pieza inspirada en la tuerca que une las aspas al rotor en un helicóptero *Lynx WG-13* de 1971.

La “tuerca de Jesús” es la tuerca que sujeta las aspas del rotor de un helicóptero Lynx: si falla, mejor que empieces a rezar... Se lo mencioné a Norman Foster y, dado su interés por los helicópteros, lo encontró irresistible (Martin Manning de Ove Arup & Partners, 1991 en “Stansted Airport | Foster + Partners,” n.d.).

La pieza curva de aluminio dispuesta en el borde de cubierta es un panel deflector que proporciona el efecto del frente de ataque de un ala de avión (ver p. 476), reduciendo la turbulencia del aire tras chocar contra el alero y propiciando un flujo laminar que evita la succión de barlovento sobre la lámina impermeable de la cubierta, que como hemos dicho se anclaba por medio de fijaciones mecánicas.

La estanqueidad entre la fachada y el marco estructural que soporta las bóvedas, se soluciona con una banda flexible de butilo unida a una banda de vidrio templado que cuelga de la viga tubular de fachada.

Las bandejas blancas microperforadas de acero pintado, rellenas de absorbente acústico, que se integran en los huecos triangulares entre la malla estructural de las cúpulas, fue la solución adoptada por precio y comportamiento, frente a la reflexión de la luz y la absorción de sonido (ver pp. 473, 476). Bajo los lucernarios, se disponen otros paneles metálicos colgados, que actúan como reflectores que hacen rebotar la luz diurna sobre la superficie interior de las bóvedas. Este sistema de reflectores de la luz natural es un recurso reiterado en la obra de Foster; lo veremos en proyectos de igual o diferente naturaleza, como el aeropuerto Check-Lap-Kok de Hong Kong -siguiente paso evolutivo después de Stansted- o en las fachadas de Masdar University. La reflexión y redirección de la luz por medio de espejos programables, que vimos en el *sunscoop* del HSBC de Hong Kong, pasa a ser aquí un *brisoileil* que evita el deslumbramiento por luz directa e ilumina indirectamente las bóvedas potenciando el efecto de su ingravidez.

La escalera en espiral, que en la terminal para Fred Olsen aparecía envuelta en chapa perforada amarilla en el interior del edificio y constituía un elemento independiente, queda en este caso incluida en los módulos de servicios, integrados entre los cuatro pilares que forman cada árbol estructural, de la misma forma que podíamos ver en el primer prototipo para la Dymaxion House de Fuller.

El arriostramiento de los pórticos de fachada por medio de cruces de cables lo veíamos como un componente escultórico en la fábrica Reliance Controls y en este caso, estas uniones articuladas toman la forma de las rótulas de anclaje de cables del edificio Renault.

aeropuerto de Stansted colgadas del techo de la planta inferior, responde no sólo a la intención de permitir la entrada de luz y la visión de las bóvedas sin interferencias, sino a la misma solución logística adoptada por Boeing respecto a su competidor De Havilland en cuanto a la posición de sus motores. Esta disposición se puede retrotraer hasta el proyecto del Cockpit, en el que la cáscara de hormigón semienterrada tenía que albergar los servicios para poder liberar el plano del techo de vidrio.

5-La semántica y la pragmática: significados, metáforas y metonimias

Si la terminal para la TWA en el aeropuerto de Nueva York de Saarinen es metafóricamente un pájaro, el aeropuerto de Foster podría ser un campo de despegue de globos aerostáticos de principios del siglo XX (ver p. 471).

Las estructuras de acero blancas nos remiten a las construcciones aeroespaciales y son una evolución de la misma metáfora que nos sugería el Sainsbury Centre con su referencia al telescopio Lovell. En este caso, los componentes del edificio ya no son elementos que pudieran ser prefabricados o encontrados en el mercado, sino que se trata de productos de alta tecnología fabricados a medida. La terminal principal del aeropuerto es un espacio diáfano, envuelto por una piel de vidrio y sólo interrumpido por la estructura de los árboles que sostienen la cubierta y por algunas particiones y cápsulas desmontables. Dichos árboles, son la única expresión que encontramos en el interior de este contenedor. Solamente percibimos luz y estructura. Podríamos hablar de un espacio minimalista y a la vez de expresionismo estructural.

vislumbrar el medio de transporte y el paisaje natural por el que emprenderá el viaje. Al igual que en la terminal de Olsen, los árboles de Stansted parecen estar a punto de despegar y con ellos se introduce la poética del vuelo, de la ingravidez y del viaje.

El aeropuerto es un intercambiador de transporte y una puerta de entrada y salida del país. Estas puertas de entrada que constituyen los aeropuertos, suele tener la aspiración de representar al país, su tecnología, su historia y sus aspiraciones.

Conclusiones

Las conclusiones de esta investigación han ido surgiendo, a lo largo de la misma, en diferentes momentos en los que se ha ido respondiendo a las cuestiones iniciales.

En primer lugar, se planteaba cómo las personas pueden llegar a encontrar vínculos con una arquitectura que en muchos casos puede parecer demasiado fría, racional y desnaturalizada. Como ejemplo de una buena arquitectura, la de Foster debía ser capaz de comunicar a un nivel emocional, y conectar con personas de diferentes culturas en distintas partes del mundo. Para entender el fenómeno nos hemos adentrado en los conceptos de comunicación, emoción y razón, y se ha explicado que dicha comunicación se produce por medio de códigos compartidos, aprendidos y biológicos. Algunos de estos códigos son culturales, pertenecientes a una cultura cada vez más globalizada, y otros son naturales, universales por ser comunes a la especie humana.

Hemos explicado que las emociones, incluso las más básicas como los apetitos, forman parte intrínseca de las decisiones racionales, especialmente de las más complicadas, y son indispensables a la hora de pensar con rapidez, descartar opciones, intuir y ser creativos, tanto en el campo del arte como en el de la ciencia. Las emociones, son las reacciones de nuestro organismo para mantener el equilibrio homeostático y asegurar la supervivencia con bienestar como parte de nuestra programación biológica. A nivel mental, la consciencia de dichas emociones constituye los sentimientos, y éstos se forman a partir de la combinación de cartografías neuronales que se transforman en imágenes, cuya combinación de fragmentos forma la base del pensamiento y de la memoria. La memoria está formada por el registro de imágenes sensoriales, de mayor o menor intensidad en función de la relevancia de la emoción y el sentimiento asociados a ellas.

Norman Foster, nos hemos apoyado en el método iconológico desarrollado por Aby Warburg, por el cual, mediante la formación de un “atlas de la memoria” por yuxtaposición de fotografías, pretendíamos desvelar algunos aspectos de la realidad subyacentes y nunca contados. De este modo, nos hemos adentrado en la formación de dicho atlas de la memoria del arquitecto, a partir de la explicación y las imágenes de aquellos elementos que él mismo describe como sus pasiones personales. El objetivo era establecer nuevas relaciones entre su memoria, sus emociones, y su lenguaje constructivo.

Se han planteado como hipótesis que sus emociones, vinculadas a su biografía y a su visión del mundo en un sentido amplio, debían poder encontrarse en su arquitectura y sus diseños, y debían ser parte fundamental en la comunicación emocional de los mismos.

Hablar sobre la comunicación a través de los objetos ha requerido también, de una explicación que nos permitiera acercar los mecanismos de la lingüística a los de la semiótica, aplicados a la arquitectura y el diseño. El pensamiento se articula por medio del lenguaje, y existen mecanismos lingüísticos que nos permiten hablar de un lenguaje de los objetos. Hemos codificado la arquitectura y los diseños de Foster como una combinación de significados asociados a componentes y sistemas de componentes, a partir de la cual, hemos procedido a la puesta en práctica del método iconológico y del análisis sintáctico y semántico.

Una vez sobre la mesa de disección, se ha demostrado que las imágenes yuxtapuestas hablaban por sí solas, haciendo evidentes nuevas relaciones que mostraban cómo efectivamente los componentes emocionales estaban presentes en la formación de un lenguaje y de una narración, articulados a través de la sintaxis constructiva de la arquitectura y de sus significados.

El objetivo principal en la obra de Foster, según sus propias explicaciones, es la consecución de una mayor cota de felicidad y bienestar para el ser humano, alcanzados por medio del progreso y de la tecnología, que el arquitecto utiliza como símbolo y como herramienta en su arquitectura. En la generación de emociones positivas, la idea de movimiento aparece como un tema central, relacionada con la energía, la luz, la potencia, la velocidad y el tiempo, y está siempre presente en los objetos que conforman sus pasiones personales. Foster plantea la integración y el rendimiento, como conceptos con los que hacer frente a la complejidad de la realidad interior y exterior al sujeto.

Los conceptos que las personas extraemos de la memoria aparecen fragmentados y mezclados, alterados por una relación interactiva con las experiencias personales, que son capaces de modificar dicha memoria y el pensamiento derivado de ella. El lenguaje que se utiliza para articular el pensamiento actúa como un hilo conductor en nuestro propio relato, como gestor de información que deja fuera, todo aquello no contado como si no existiera. Los conceptos básicos que cada uno de nosotros construimos a lo largo de la vida, contaminan los significados que otorgamos a los objetos de nuestro entorno y a nuestras creaciones, al igual que si se tratase de un prisma a través del cual vemos e interpretamos la realidad.

Aquello que preocupaba al arquitecto hace más de treinta años sigue formando parte anidada de sus exploraciones actuales y se puede comprobar cómo en los nuevos diseños que van surgiendo, se mantienen intensamente los códigos que hemos propuesto para explicar la formación de su lenguaje. Muchas de las relaciones encontradas sorprenden por la consistencia de las mismas y por la demostración de que en efecto, forman un sistema no escrito que constituye un lenguaje que articula el pensamiento.

El arquitecto narra una misma historia subyacente a través de sus obras, contada en cada ocasión de un modo diferente aunque evolutivo, con un mismo repertorio de fragmentos, componentes y significados. Dicha historia es la de la superación de la adversidad y la llegada a un espacio de plenitud que integre todo lo emocional y lo humano, por medio del conocimiento y la tecnología.

Posibles líneas de investigación

- 1- El método de investigación que hemos aplicado a una selección de 25 proyectos de Foster podría ser extendido al resto de su obra. Asimismo, la construcción del mapa de imágenes que forman la base de su lenguaje constructivo podría ser ampliada, mediante el estudio y análisis detallado de cada uno de los referentes propuestos y sus partes, y con la incorporación de nuevos elementos.
- 2- Esta tesis puede servir para acercar la obra de Foster y su mensaje, a arquitectos y diseñadores procedentes de culturas diferentes a la del británico, cuyo entorno natural carezca de las claves del desarrollo industrial. Nuestro estudio indica un camino posible, -el de Foster-, para la creación de una arquitectura que satisfaga las aspiraciones humanas de calidad, belleza y durabilidad, y al mismo tiempo sea compatible con un uso eficaz de los materiales y de la energía para un desarrollo sostenible.
- 3- La disección y codificación del lenguaje de Foster que hemos propuesto, debería servir de modelo para plantear y resolver la integración de variables en el diseño por medio del uso de reglas similares, dirigiendo las propuestas hacia la comunicación y el fomento de las virtudes humanísticas apoyadas por la tecnología.
- 4- El método iconológico debe ser extensible a la obra de otros ingenieros, artistas y diseñadores, para la exploración de la relación entre razón, emoción y creatividad, y el análisis del papel del lenguaje de la arquitectura y el diseño en la generación de una cultura compartida.
- 5- Esta aproximación a la arquitectura, con el trabajo a partir de componentes y el análisis de la tecnología constructiva proveniente de cualquier ámbito, debería ayudar a transformar la enseñanza de la arquitectura, enfocándola correctamente para dotar al futuro arquitecto de una mejor comprensión de la industria, la construcción y la composición libre, sólo sujeta a la resolución eficiente de los sistemas de fuerzas y jerarquías que forman la complejidad a resolver en cada problema de diseño, y que incluyen la búsqueda de la belleza, el gozo y la felicidad como variables principales junto a la calidad en la construcción, a la manera de Foster.

Bibliografía

60 years of the Citroën DS | History Today. (n.d.). Retrieved February 8, 2017, from <http://www.historytoday.com/andrew-roberts/60-years-citroen-ds>

A Brief History of Aircraft Structures. (n.d.). Retrieved from https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/amt-airframe_handbook/media/ama_ch01.pdf

A Brief History Of Meccano. (n.d.). Retrieved April 6, 2017, from https://meccanoman.co.uk/catalog/html/daves_corner/history/history.html

About Fuller | The Buckminster Fuller Institute. (n.d.). Retrieved March 5, 2017, from <https://www.bfi.org/about-fuller>

Aby Warburg. (2010). *Atlas Mnemosyne*. (AKAL, Ed.).

AD Classics: The Dymaxion House / Buckminster Fuller | ArchDaily. (n.d.). Retrieved January 15, 2017, from <http://www.archdaily.com/401528/ad-classics-the-dymaxion-house-buckminster-fuller>

Address at Yale University, 11 June 1962 - John F. Kennedy Presidential Library & Museum. (n.d.). Retrieved February 9, 2017, from <https://www.jfklibrary.org/AssetViewer/Archives/JFKPOF-039-001.aspx>

Administrator, N. (2015). The Apollo-Soyuz Mission. Retrieved from https://www.nasa.gov/mission_pages/apollo-soyuz/astp_mission.html

Aircraft Structures | Aerospace Engineering Blog. (n.d.). Retrieved January 3, 2017, from <http://aerospaceengineeringblog.com/aircraft-structures/>

Airliners.net. (n.d.). Bell 206 JetRanger. Retrieved March 5, 2017, from <http://www.airliners.net/aircraft-data/bell-206-jetranger/71>

Albers, Homage to the Square (article) | Khan Academy. (n.d.). Retrieved March 29, 2017, from <https://www.khanacademy.org/humanities/art-1010/abstract-exp-nyschool/ny-school/a/albers-homage-to-the-square>

Alberti, L. B. (1452). *De re aedificatoria*. Google. Retrieved from warburg.sas.ac.uk/pdf/cn-h1015b2214989.pdf

Alex Moulton obituary | Technology | The Guardian. (n.d.). Retrieved March 25, 2017, from <https://www.theguardian.com/technology/2012/dec/10/alex-moulton>

Alexander, C., Ishikawa, S., & Silverstein, M. (1977). A Pattern Language. *Ch. Alexander*. <https://doi.org/10.2307/1574526>

Alféizar · Diciembre / 2008. (n.d.). Retrieved from http://www.coatburgos.com/vc-rarchivo.php?fichero=Alfeizar_Diciembre2008.pdf&ubicacion=http://www.coatburgos.com/archivos/alfeizar/123849491949d1eec7131877.3263310649d1eec7131991.47051515.pdf

Allen Brooks, H. (1990). WRIGHT Y LA DESTRUCCIÓN DE LA CAJA. In *Wright y la destrucción d la caja*. Retrieved from https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2013/474/46068/1/Documento16.pdf

Alvar Aalto. Paimio Chair. 1931–1932 | MoMA. (n.d.). Retrieved April 2, 2017, from <https://www.moma.org/collection/works/92879>

Alvar Aalto MUSEUM. (n.d.). Retrieved April 4, 2017, from http://www.alvaraalto.fi/aalto_architect_designer.htm

Alvarez Izquierdo, R. (1999). *Gaudí: Arquitecto de Dios (1852-1926)*. (Palabra, Ed.).

Anderson, J. D. J. (1999). *Aircraft performance and design*. McGraw-Hill.

Antonio Damasio, Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica 2005. (n.d.). Retrieved February 26, 2017, from <http://web.archive.org/web/20091009104024/http://www.fundacionprincipedeasturias.org/premios/2005/antonio-damasio/>

- Antonio Damasio | Big Think. (n.d.). Retrieved March 7, 2017, from <http://bigthink.com/experts/antoniodamasio>
- Antonio Sant'Elia, 1888 - 1916 Biography and Artworks | Trivium Art History. (n.d.). Retrieved March 18, 2017, from <http://arthistoryproject.com/artists/antonio-santelia/>
- Apple Store Zorlu | Foster + Partners. (n.d.). Retrieved March 6, 2017, from <http://www.fosterandpartners.com/projects/apple-store-zorlu/>
- Applewhite, E. J. (1977). E.J. Applewhite on synergistics. Retrieved May 2, 2016, from <https://www.bfi.org/about-fuller/big-ideas/synergistics/ej-applewhite-synergistics>
- Arbea, A. (2002). El concepto de humanitas en el pro archia de Cicerón. *ONOMAZEIN*, 7, 393–400. Retrieved from onomazein.letras.uc.cl/Articulos/7/18_Arbea.pdf
- Architecture & Design Services | Foster + Partners. (n.d.). Retrieved April 22, 2017, from <http://www.fosterandpartners.com/design-services/architecture/>
- Art Deco | art movement | Britannica.com. (n.d.). Retrieved from <https://www.britannica.com/art/Art-Deco>
- Auto Union 16-cylinder Streamliner racing car type C, 1937 > Models > History > AUDI AG. (n.d.). Retrieved April 24, 2016, from <http://www.audi.com/corporate/en/company/history/models/auto-union-16-cylinder-streamliner-racing-car-typ-c-1937.html>
- Auto Union Grand Prix racing car Type C, 1936 > Models > History > AUDI AG. (n.d.). Retrieved March 25, 2017, from <http://www.audi.com/corporate/en/company/history/models/auto-union-grand-prix-racing-car-type-c-1936.html>
- AV Monografías. (2013). *Norman Foster. In the 21st Century*. (L. Fernández- Galiano, Ed.) (2013th ed.). Madrid: Arquitectura Viva SL.
- Banham, R. (1969). *The architecture of the Well-tempered Environment* (Second edi). Chicago: The University of Chicago Press.
- Barker, R., Harding, A., & Barker, R. (1970). *Automobile design: great designers and their work*. David & Charles. Retrieved from <http://books.google.com/books?id=uSIIAQAAIAAJ>
- Barnes Wallis - History Learning Site. (n.d.). Retrieved March 28, 2017, from <http://www.historylearningsite.co.uk/world-war-two/the-bombing-campaign-of-world-war-two/barnes-wallis/>
- Barrera Puigdollers, J. M. (n.d.). Walter Benjamin. Alcance y actualización de su propuesta estética. In T. Cuadernos (Ed.), *Textos fundamentales de la estética de la arquitectura* (p. 240). Valencia.
- Barthes, R. (1957). *MITOLOGÍAS*. (s. a. Siglo Veintiuno editores, Ed.) (Decimosegundo). Madrid: Siglo Veintiuno editores, s. a.
- Barthes, R. (1985). *La aventura semiológica* (Segunda ed). Barcelona: Ediciones PAIDOS.
- BBC Arts - BBC Arts - From trees to trenches: Why Paul Nash was the most important landscape painter since Constable. (n.d.). Retrieved April 6, 2017, from <http://www.bbc.co.uk/programmes/articles/4MsMkFbpw5tGKnwPMJxhpYX/from-trees-to-trenches-why-paul-nash-was-the-most-important-landscape-painter-since-constable>
- BBC iPlayer - Horizon - 1964-1965: The World Of Buckminster Fuller. (1964). Retrieved April 10, 2016, from <http://www.bbc.co.uk/iplayer/episode/p01z2ltf/horizon-19641965-the-world-of-buckminster-fuller>
- Beard, A. (2011). Life's Work: Norman Foster. *Harvard Business Review*. Retrieved from <https://hbr.org/2011/03/lifes-work-norman-foster>

- Bell Model 206A JetRanger Archives - This Day in Aviation. (n.d.). Retrieved March 5, 2017, from <https://www.thisdayinaviation.com/tag/bell-model-206a-jetranger/>
- Benevolo, L. (1999). *Historia de la Arquitectura Moderna*. (G. Gili, Ed.) (1999th ed.).
- Benjamin, W. (n.d.). *Tesis sobre la Historia y Otros Fragmentos*. Retrieved from <http://www.bolivare.unam.mx/traduccion/Benjamin,Tesis sobre la historia.pdf>
- Benjamin, W. (1936). *La obra de arte en la época de su reproductibilidad técnica* (2003rd ed.). Mexico, D.F.: Editorial Itaca.
- Benz Patent Motor Car, the first automobile (1885 – 1886) | Daimler & Company & Tradition & Company History. (n.d.). Retrieved February 7, 2017, from <https://www.daimler.com/company/tradition/company-history/1885-1886.html>
- Bilbao Metro | Foster + Partners. (n.d.). Retrieved April 8, 2017, from <http://www.fosterandpartners.com/projects/bilbao-metro/>
- Biografía de Cristina Iglesias. (n.d.). Retrieved March 26, 2017, from http://www.biografiasyvidas.com/biografia/i/iglesias_cristina.htm
- Biografía de Josef Albers - quién es, obras, información, resumen, vida, obra, historia. (n.d.). Retrieved March 29, 2017, from [http://www.buscabiografias.com/biografia/verDetalle/468/Josef Albers](http://www.buscabiografias.com/biografia/verDetalle/468/Josef%20Albers)
- bionics | technology | Britannica.com. (n.d.). Retrieved March 22, 2017, from <https://www.britannica.com/technology/bionics>
- Bird in Space. (n.d.). Retrieved March 4, 2017, from <http://www.nga.gov/content/ngaweb/Collection/art-object-page.71073.html>
- Black Mountain College – A School Like No Other | TateShots | Tate. (n.d.). Retrieved March 29, 2017, from <http://www.tate.org.uk/context-comment/video/black-mountain-college-school-no-other-tateshots>
- Bloomberg London | Bloomberg L.P. (n.d.). Retrieved April 17, 2016, from <http://www.bloomberg.com/company/london/>
- Bodegas Portia - Constructalia. (n.d.). Retrieved April 8, 2017, from http://www.constructalia.com/espanol/galeria_de_proyectos/espana/bodegas_portia#.WOKT3LhL04c
- Boeing 707: el avión que cambió la manera en la que volamos - BBC Mundo. (n.d.). Retrieved January 2, 2017, from http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/10/141024_vert_cul_avion_boeing_707_revolucion_tecnologia_finde_nc
- Borges, J. L. (n.d.). *Jorge Luis Borges, Arte Poética: Scis Conferencias*. (Critica, Ed.).
- Breton, A. (1924). Primer Manifiesto Surrealista. Retrieved from [http://www.edu.mec.gub.uy/biblioteca_digital/libros/B/Breton, André - Primer Manifiesto Surrealista.pdf](http://www.edu.mec.gub.uy/biblioteca_digital/libros/B/Breton,André-PrimerManifiestoSurrealista.pdf)
- Breton, A., & Éluard, P. (1936). *Diccionario Abreviado del Surrealismo*. (Siruela, Ed.) (2015th ed.). Retrieved from <http://www.siruela.com/archivos/fragmentos/DiccionarioSurrealismo.pdf>
- Britain in the 1960s and 1970s | ESOL Nexus. (n.d.). Retrieved March 29, 2017, from <http://esol.britishcouncil.org/content/learners/uk-life/life-uk-test/britain-1960s-and-1970s>
- British Railways | British railway | Britannica.com. (n.d.). Retrieved February 5, 2017, from <https://www.britannica.com/topic/British-Railways#ref114145>
- Building Sights - Series 3: 1. Boeing 747. (1991). BBC. Retrieved from <http://www.bbc.co.uk/iplayer/episode/p01rqxwc/building-sights-series-3-1-boeing-747>
- Bürdek, B. E. (1994). *Diseño. Historia, teoría y práctica del diseño industrial* (1994th ed.). Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S. A.

- Cahan, R. (1994). *They All Fall Down: Richard Nickel's Struggle to Save America's Architecture*. (J. W. & Sons, Ed.).
- Case study: Carbon Fibre. (n.d.). Retrieved March 26, 2017, from <http://www.mclaren.com/technologygroup/case-studies/case-study-carbon-fibre/>
- Charles and Ray | Eames Office. (n.d.). Retrieved April 6, 2017, from <http://www.eamesoffice.com/eames-office/charles-and-ray/>
- Charles Sanders Peirce | American philosopher and scientist | Britannica.com. (n.d.). Retrieved March 15, 2017, from <https://www.britannica.com/biography/Charles-Sanders-Peirce>
- Charles Wilfred Butler | American industrial designer | Britannica.com. (n.d.). Retrieved February 12, 2017, from <https://www.britannica.com/biography/Charles-Wilfred-Butler#ref1026041>
- Christopher, A., & Serge, C. (1963). *Community and Privacy - Toward a New Architecture of Humanism*. (Anchor books, Ed.) (1st ed.). New York: Doubleday and Company, Inc.
- Citroën ID/DS short history. (n.d.). Retrieved February 8, 2017, from <https://www.schaal-bouw.nl/citroen/history.htm>
- Colin Davis. (2011). Stansted Airport: How it was built. *Architectural Review*. Retrieved from <https://www.architectural-review.com/buildings/1991-may-how-it-was-built/8614161.article>
- Columbia Home. (n.d.). Retrieved March 26, 2017, from <https://history.nasa.gov/columbia/>
- Conner, J. W., & Fuller, R. B. (1971). Operating Manual for Spaceship Earth. *The English Journal*, 60(3), 403. <https://doi.org/10.2307/812959>
- Constantin Brancusi | Bird in Space | The Met. (n.d.). Retrieved February 5, 2017, from <http://www.metmuseum.org/art/collection/search/486757>
- Constantin Brancusi | Romanian-French sculptor | Britannica.com. (n.d.). Retrieved February 11, 2017, from <https://www.britannica.com/biography/Constantin-Brancusi>
- Constantin Brancusi 1876–1957 | Tate. (n.d.). Retrieved March 17, 2017, from <http://www.tate.org.uk/art/artists/constantin-brancusi-800>
- Constantin Brancusi Biography, Art, and Analysis of Works | The Art Story. (n.d.). Retrieved March 18, 2017, from <http://www.theartstory.org/artist-brancusi-constantin.htm>
- Construction steelwork makes its 3D printing premiere | Arup | A global firm of consulting engineers, designers, planners and project managers. (n.d.). Retrieved January 31, 2017, from http://www.arup.com/news/2014_06_june/05_june_construction_steelwork_makes_3d_printing_premiere
- Crystal Palace | building, London, United Kingdom | Britannica.com. (n.d.). Retrieved March 4, 2017, from <https://www.britannica.com/topic/Crystal-Palace-building-London>
- cybernetics | Britannica.com. (n.d.). Retrieved March 22, 2017, from <https://www.britannica.com/topic/cybernetics>
- Damasio, A. (1995). *El error de Descartes* (Junio 2011). Barcelona: Ediciones Destino S.A.
- Damasio, A. (2003). *En busca de Spinoza* (Junio 2011). Barcelona: Ediciones Destino S.A.
- Damasio, A. (2017). *Languages of Body and Mind Homeostasis, Feeling, and Creative Intelligence*. Jerusalén: The israel Academy. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=OybJZXx6Fo>
- David Maisel - Artists - Mark Moore Fine Art. (n.d.). Retrieved March 26, 2017, from <http://www.markmoorefineart.com/artists/david-maisel>

- De Saussure, F. (1945). *Curso de lingüística general* (Vigesimocu). Buenos Aires: Editorial Losada.
- DELAG: The World's First Airline | Airships.net. (n.d.). Retrieved January 2, 2017, from <http://www.airships.net/delag-passenger-zeppelins/>
- Delft University of Technology: Self Healing Materials. (n.d.). Retrieved January 31, 2017, from <http://www.tudelft.nl/en/research/delft-research-centres/delft-centre-for-materials/self-healing-materials/>
- Descartes, R. (1637). *Discurso del método*. (Fuente: Colección Austral Espasa- Calpe, Ed.) (2010th ed.). Madrid: FGS.
- Design | Carrozzeria Bertone | V&A Search the Collections. (n.d.). Retrieved March 25, 2017, from <https://collections.vam.ac.uk/item/O1328641/design-carrozzeria-bertone/>
- Design Studies Forum, J., & Routledge, T. & F. G. (n.d.). *Design and culture : the journal of the Design Studies Forum. Design and Culture* (Vol. 4). Retrieved from https://www.academia.edu/2167009/Buckminster_Fuller_s_Reflexive_Modernism
- Didi-Huberman, G. (2006). *Ante el Tiempo: Historia del arte y anacronismo de las imágenes*. (A. H. Editora, Ed.).
- Didi-Huberman, G. (2009). *La Imagen Superviviente: Historia del arte y tiempo de los fantasmas según Aby Warburg*. (A. Editores, Ed.). Madrid.
- Didi-Huberman, G. (2010). *Atlas ¿Cómo llevar el mundo auestas?* (T. F. Editores, Ed.).
- Documents - A Brief History of NASA. (n.d.). Retrieved March 27, 2017, from <https://history.nasa.gov/SP-4225/documentation/brief-history/history.htm>
- Dorling Kindersley. (2011). *The car book. The definitive visual history*. (G. Chapman, Ed.). London: DK, Penguin Company.
- Dorling Kindersley. (2013). *The aircraft book, The definitive visual history*. (P. Whiteman, Ed.) (2013th ed.). London.
- Dorling Kindersley. (2014). *The train book. The definitive visual history* (2014th ed.). London: DK, Penguin Company.
- Douglas DC-3. (n.d.). Retrieved March 27, 2017, from <http://www.aviation-history.com/douglas/dc3.html>
- Down, B. (2012). *Art Deco and British Car Design: The Airline Cars of the 1930s*. Veloce Publishing.
- Droneport | Foster + Partners. (n.d.). Retrieved March 26, 2017, from <http://www.fostcrandpartners.com/projects/droneport/>
- DS & Citroën: a common history. (n.d.). Retrieved February 8, 2017, from <http://www.dsautomobiles.co.uk/inside-ds/the-world-of-ds/ds-citroen>
- Dymaxion World | The Buckminster Fuller Institute. (n.d.). Retrieved March 6, 2017, from <https://www.bfi.org/about-fuller/big-ideas/dymaxion-world>
- Earl, Harley J. - Generations of GM. (n.d.). Retrieved March 5, 2017, from https://history.gmheritagecenter.com/wiki/index.php/Earl,_Harley_J.
- Eco, U. (1962). *Obra abierta* (1992nd ed.). Barcelona: Editorial Planeta- De Agostini S.A.
- Eco, U. (1968). *La estructura ausente. Introducción a la semiótica*. (1986th ed.). Barcelona: Editorial Lumen.
- Ekman, P. (1977). Facial Expression. Retrieved from <https://www.paulekman.com/wp-content/uploads/2013/07/Facial-Expression.pdf>
- Ekman, P. (2017). Paul Ekman Group, LLC. Retrieved March 3, 2017, from <http://www.paulekman.com/>

electron | subatomic particle | Britannica.com. (n.d.). Retrieved from <https://www.britannica.com/science/electron>

Elevator Systems of the Eiffel Tower, 1889. (n.d.). Retrieved March 23, 2017, from http://www.basiscarpentrytechniques.com/Technology_1/Elevator_Systems_of_the_Eiffel_Tower_1889/Elevator_Systems_of_the_Eiffel_Tower_1889.html

Ellis, E. V. (2014). Space of Continuity: Frank Lloyd Wright's Destruction of the Box and Modern Conceptions of Space. *Proceedings of the 102nd Annual Meeting of the ACSA*, 301–309. Retrieved from https://www.google.co.uk/search?q=Space+of+Continuity%3A+Frank+Lloyd+Wright's+Destruction+of+the+Boxand+Modern+Conceptions+of+Space&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b-ab&gfe_rd=cr&ei=Kz6zWLGuloustgehzKuwDA

Erich Mendelsohn | German architect | Britannica.com. (n.d.). Retrieved March 28, 2017, from <https://www.britannica.com/biography/Erich-Mendelsohn>

Evolution of aircraft structures | AERTEC Solutions. (n.d.). Retrieved March 5, 2017, from <http://www.aertecolutions.com/2016/04/04/evolution-of-aircraft-structures/?lang=en>

Exposición - Richard Hamilton - Hamilton, Richard. (n.d.). Retrieved April 6, 2017, from <http://www.museoreinasofia.es/exposiciones/richard-hamilton>

Exposición - Richard Serra - Serra, Richard. (n.d.). Retrieved March 6, 2017, from <http://www.museoreinasofia.es/exposiciones/richard-serra>

Expresionismo Abstracto. (n.d.). Retrieved March 29, 2017, from <http://klandestinos.me-koart.net/movimientos/expresionismoabstracto/000.html>

Expresionismo abstracto - EcuRed. (n.d.). Retrieved from https://www.ecured.cu/Expresionismo_abstracto

Faustino Winery | Foster + Partners. (n.d.). Retrieved April 23, 2017, from <http://www.fosterandpartners.com/projects/faustino-winery/>

Fernández, A., Barnechea, E., & Haro, J. (1997). *Historia del arte*. (Vicens-Vives, Ed.).

Ficha 24 : El Metro de Bilbao - La villa de Bilbao, su historia, proyectos, recorridos, etc ... (n.d.). Retrieved April 8, 2017, from <https://sites.google.com/site/bilbaometropoli/fichas/ficha-24>

Focke-Wulf Fw 61 helicopter - development history, photos, technical data. (n.d.). Retrieved January 2, 2017, from http://www.aviastar.org/helicopters_eng/fw-61.php

fondation-giacometti.fr. (n.d.). Retrieved from <http://www.fondation-giacometti.fr/en/art/16/discover-the-artwork/>

Fondation Le Corbusier - BIOGRAPHY. (n.d.). Retrieved March 23, 2017, from <http://www.fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysId=15&IrisObjectId=6943&sysLanguage=en-en&itemPos=1&sysParentId=15&clearQuery=1>

forma es vacío, vacío es forma: Laurence Stephen Lowry - pintura. (n.d.). Retrieved from <http://vacioesformaformaesvacio.blogspot.co.uk/2013/09/laurence-stephen-lowry-pintura.html>

Foster, N. (1981). *Norman Foster - At the ACA* -. London: Architectural Association. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=Ns_5LzTdfkQ

Foster, N. (1983). *Richard Buckminster Fuller*. Retrieved from <http://www.fosterandpartners.com/media/546507/essay12.pdf>

- Foster, N. (1990). Riverside Three. In Foster+Partners (Ed.), *Norman Foster, Buildings and Projects*. Retrieved from <http://www.fosterandpartners.com/media/546654/essay5.pdf>
- Foster, N. (1991). The Tate Gallery Lecture. London: Foster+Partners. Retrieved from <http://www.fosterandpartners.com/media/546738/essay1.pdf>
- Foster, N. (2000). In the Thonet Tradition. *Thonet at the Cologne Furniture Fair*. Retrieved from <http://www.fosterandpartners.com/media/546570/essay9.pdf>
- Foster, N. (2005). *Norman Foster: Reflections*. Prestel.
- Foster, N. (2007). The airport of the future. *Financial Times Global Traveller Soapbox, September*. Retrieved from <http://www.fosterandpartners.com/media/546549/essay10.pdf>
- Foster, N. (2011). The city of the future: it's a story of camels, penguins and cars you don't drive. *Mailonline*, 26 January. Retrieved from <http://www.dailymail.co.uk/home/moslive/article-1348558/Norman-Foster-City-future-camels-penguins-cars-dont-drive.html>
- Foster, N. (2013). "Influences" Norman Foster. The 2013 Robert Sainsbury Lecture. Foster and Partners. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=WhAlsA5jIU4>
- Foster, N., & Jenkins, D. (2007). *40 projects 40 Themes*. Prestel.
- Foster + Partners - Jeddah Metro. (2015). Retrieved March 5, 2017, from https://www.youtube.com/watch?v=CdxMGwvYE_k
- Foster + Partners works with European Space Agency to 3D print structures on the moon | Foster + Partners. (n.d.). Retrieved January 31, 2017, from <http://www.fosterandpartners.com/es/news/archive/2013/01/foster-partners-works-with-european-space-agency-to-3d-print-structures-on-the-moon/>
- Foster and Partners. (2016). *Industrial Design at Foster + Partners*. Retrieved from <http://www.fosterandpartners.com/explore/videos/#&vid=168915139>
- Frank Lloyd Wright - *El arte de construir*. (1997). Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=6ctEs3LwZEo>
- Frank Lloyd Wright Foundation. (n.d.). Retrieved March 5, 2017, from <http://franklloydwright.org/>
- Free University, Berlin | Foster + Partners. (n.d.). Retrieved March 6, 2017, from <http://www.fosterandpartners.com/projects/free-university/>
- Fuller, B. (2002). *The Critical Path*. Saint Martin's Griffin, U.S.
- Fuller, B. (2009). *Education Automation: Comprehensive Learning for Emergent Humanity*. (J. Snyder, Ed.). Lars Müller Publishers.
- Fuller, R. B. (1969). *Operating Manual for Spaceship Earth*. (J. Snyder, Ed.) (2008/2015). Zurich: Lars Müller Publishers.
- fullerene | chemical compound | Britannica.com. (n.d.). Retrieved March 30, 2017, from <https://www.britannica.com/science/fullerene>
- Galán, J., & Felip, F. (2011). *Diseño, arte y comunicación*. (J. Galán Serrano, Ed.) (1ª edición). Castellón: Ellago Ediciones S.L.
- Galán, J., Gual, J., Marín, J. M., Olucha, J., Torrent, R., & Vidal, R. (2010). *El diseño industrial en España*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- Geodesic Domes | The Buckminster Fuller Institute. (n.d.). Retrieved March 6, 2017, from <https://www.bfi.org/about-fuller/big-ideas/geodesic-domes>

- Gipson, L. (2015). Flying Wing Goes Commercial. Retrieved from <https://www.nasa.gov/content/flying-wing-goes-commercial>
- Golden Ratio and the Platonic Solids. (n.d.). Retrieved March 30, 2017, from http://jwilson.coe.uga.edu/emat6680/parveen/platonic_solids.htm
- Gombrich, E. (1999). Aby Warburg: His Aims and Methods: An Anniversary Lecture. *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes*, Vol. 62.
- Goodman, K., Simon, & Kirk. (1996). *Buckminster Fuller - Thinking Out Loud (1996)*. Zeitgeist Films. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=baT5JbNB1q8>
- Grant, R. (2017). *Flight: The Complete History of Aviation* (01 edition). DK, Penguin Company.
- Great Ships: The Postcard and Ephemera Collection of Jeff Newman. (n.d.). Retrieved March 4, 2017, from <http://www.greatships.net/>
- GREAT WESTERN 1837. (n.d.). [oceanlinermuseum.co.uk](http://www.oceanlinermuseum.co.uk). Retrieved from http://www.oceanlinermuseum.co.uk/Great_Western_1837.html
- Günther Uecker | artnet. (n.d.). Retrieved March 26, 2017, from <http://www.artnet.com/artists/gunther-uecker/>
- Hansen, J. R., Kinney, J., Taylor, D. B., Prickett, M., & Lee, J. L. (2009). *The Wind and Beyond Volume II: Reinventing the Airplane*. (J. R. Hansen, Ed.). NASA. Retrieved from <https://history.nasa.gov/sp4409-vol2-1.pdf>
- HARLEY EARL. (n.d.). Retrieved March 5, 2017, from <http://www.harleyearl.com/>
- Hecht, H., & Hecht, H. (1990). *The world's first turbojet fighter, Messerschmitt Me 262*. Atglen, Pennsylvania: Schiffer Pub.
- Henry Ford | American industrialist | Britannica.com. (n.d.). Retrieved February 7, 2017, from <https://www.britannica.com/biography/Henry-Ford>
- Henry Ford Changes the World, 1908. (n.d.). Retrieved March 5, 2017, from <http://www.eyewitnesstohistory.com/ford.htm>
- Hereu, P., Montaner, J. M., & Oliveras, J. (1994). *Textos de Arquitectura de la Modernidad*.
- "Heritage & Lessons" Norman Foster, Oxford University Humanitas Lecture. (2011). Foster and Partners. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=MPWctvB1ZvI&feature=youtu.be>
- "Heritage & Lessons" Norman Foster, 2011 Oxford University Humanitas Lecture. (n.d.). Retrieved March 21, 2017, from <https://www.youtube.com/watch?v=MPWctvB1ZvI>
- Hess, A. (2007). *Forgotten modern: California houses 1940-1970*. Gibbs Smith. Retrieved from <https://books.google.com/books?id=7jPzUoT2ssUC>
- High Performance Carbon Fibers - National Historic Chemical Landmark - American Chemical Society. (n.d.). Retrieved March 26, 2017, from <https://www.acs.org/content/acs/en/education/whatischemistry/landmarks/carbonfibers.html>
- His Life and Career. (n.d.). Retrieved March 5, 2017, from <http://www.thelowry.com/lowry/his-life-and-work/>
- History | St Pancras International. (n.d.). Retrieved March 4, 2017, from <http://stpancras.com/history>
- History of Meccano. (n.d.). Retrieved April 6, 2017, from <http://www.dalefield.com/mwes/history/>
- History of technology - The 20th century | Britannica.com. (n.d.). Retrieved February 12, 2017, from <https://www.britannica.com/technology/history-of-technology/The-20th-century#ref368118>
- History of technology - The Industrial Revolution (1750-1900) | Britannica.com. (n.d.). Retrieved March 4, 2017, from <https://www.britannica.com/technology/history-of-technology/The-Industrial-Revolution-1750-1900>

- Hitchcock, H.-R. (1942). *In the nature of materials. 1887- 1941 The buildings of Frank Lloyd Wright* (Fourth Pri). New York: Duell, Sloan and Pearce.
- Hong Kong & Shanghai Bank HQ | Foster + Partners. (n.d.). Retrieved March 6, 2017, from <http://www.fosterandpartners.com/projects/hongkong-and-shanghai-bank-headquarters/>
- How Arup Became The Go-To Firm for Architecture's Most Ambitious Projects | ArchDaily. (n.d.). Retrieved March 19, 2017, from <http://www.archdaily.com/428945/how-arup-became-the-go-to-firm-for-architecture-s-most-ambitious-projects>
- HQ, L. G. : N. (2015). A First Look at Flight in 2025. Retrieved from https://www.nasa.gov/topics/aeronautics/features/flight_2025.html
- Hughes, R., & BBC. (1980). The Shock of the New: The Threshold of Liberty [Documentary on Surrealism] - YouTube. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=ASpccAknn3A>
- Hugo Junkers | German aircraft designer | Britannica.com. (n.d.). Retrieved March 18, 2017, from <https://www.britannica.com/biography/Hugo-Junkers>
- humanism -- Britannica Online Encyclopedia. (n.d.). Retrieved February 4, 2017, from <https://www.britannica.com/print/article/275932>
- Ian Callum | www.iancallum.com. (n.d.). Retrieved March 1, 2017, from <http://www.iancallum.com/>
- Ibelings, H. (1998). *Supermodernismo. Arquitectura en la era de la globalización* (1998th ed.). Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S. A.
- Immanuel Kant | German philosopher | Britannica.com. (n.d.). Retrieved February 25, 2017, from <https://www.britannica.com/biography/Immanuel-Kant>
- In which order were the main railway stations in London built? (n.d.). Retrieved February 5, 2017, from http://www.historyhouse.co.uk/articles/london_railway_stations.html
- Industrial Revolution | Britannica.com. (n.d.). Retrieved March 4, 2017, from <https://www.britannica.com/event/Industrial-Revolution>
- internal-combustion engine | Britannica.com. (n.d.). Retrieved March 27, 2017, from <https://www.britannica.com/technology/internal-combustion-engine>
- Iñigo Manglano Ovalle. (n.d.). Retrieved March 26, 2017, from <https://www.guggcnhcm.org/artwork/artist/inigo-manglano-ovalle>
- Jakobson, R. (1970). *Tendances principales de la recherche dans les sciences sociales et humaines, Partie I : Sciences sociales*.
- Jameson, F. (1984). *El Posmodernismo como Lógica Cultural del Capitalismo Tardío*. (I. Mundi, Ed.) (1991st ed.). Buenos Aires.
- Jaume Plensa. (n.d.). Retrieved March 26, 2017, from <http://jaumeplensa.com/>
- Jean Prouvé Biography - Infos - Art Market. (n.d.). Retrieved from <http://www.jean-prouve-architect.com/>
- Jencks, C. (1981). *El lenguaje de la arquitectura postmoderna* (1981st ed.). Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S. A.
- Jenkins, D. (2002). *Norman Foster. Works 1*. (D. Jenkins, Ed.) (2002nd ed.). London: Prestel.
- Jenkins, D. (2005). *Norman Foster: Works 2*. (D. Jenkins, Ed.) (2005th ed.). London: Prestel.
- Jenkins, D. (2006). *Norman Foster: Works 3*. (D. Jenkins, Ed.) (2006th ed.). London: Prestel.
- Jenkins, D. (2008). *Norman Foster: Works 5*. (D. Jenkins, Ed.) (2008th ed.). London: Prestel.

- jet engine | engineering | Britannica.com. (n.d.). Retrieved March 5, 2017, from <https://www.britannica.com/technology/jet-engine>
- Johann Gottfried von Herder | German philosopher | Britannica.com. (n.d.). Retrieved March 15, 2017, from <https://www.britannica.com/biography/Johann-Gottfried-von-Herder>
- Josef Albers, el maestro silencioso. (n.d.). Retrieved March 29, 2017, from http://www.elcultural.com/articulo_imp.aspx?id=34354
- Josef Albers | Op-art.co.uk | Op-Art.co.uk. (n.d.). Retrieved March 29, 2017, from <http://www.op-art.co.uk/josef-albers/>
- Joseph Bazalgette. (n.d.). Retrieved February 11, 2017, from <http://www.crossness.org.uk/history/londons-sanitation/joseph-bazalgette.html>
- Joseph Bazalgette (1819-91). (n.d.). Retrieved March 4, 2017, from <http://www.science-museum.org.uk/broughttolife/people/joseph-bazalgette>
- Joseph Mallord William Turner | artist | 1775 - 1851 | National Gallery, London. (n.d.). Retrieved from <https://www.nationalgallery.org.uk/artists/joseph-mallord-william-turner>
- Joseph Mallord William Turner | Rain, Steam, and Speed - The Great Western Railway | NG538 | National Gallery, London. (n.d.). Retrieved February 8, 2017, from <https://www.nationalgallery.org.uk/paintings/joseph-mallord-william-turner-rain-steam-and-speed-the-great-western-railway>
- Kant, I. (1781a). *Crítica de la razón pura*. LIBROdot.com. Retrieved from LIBROdot.com
- Kant, I. (1781b). *Crítica de la razón pura. ¿Qué es ilustración?* (Noviembre). Valencia: Universitat de València.
- Keeffe, B. (1971). Architect - Norman Foster - interview. Thames TV. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=GDQXLn6mKp0&feature=youtu.be>
- Kemp, M. (2006). *Leonardo da Vinci: Las maravillosas obras de la naturaleza y el hombre*. (E. Akal, Ed.). Madrid.
- Klooster, J. W. (2009). *Icons of invention: the makers of the modern world from Gutenberg to Gates*. Greenwood Press. Retrieved from <http://books.google.com/books?id=WKuG-VlwiD8C&pg=PA221>
- Kron, J., & Slesin, S. (1978). *High-Tech. The industrial style and source book for the home* (First edit). New York: Clarkson N. Potter, Inc/Publishers.
- L.S. Lowry: Figurativismo realista y paisaje urbano - TrianartsTrianarts. (n.d.). Retrieved from <http://trianarts.com/l-s-lowry-figurativismo-realista-y-paisaje-urbano/#sthash.Mm98IEQ9.dpbs>
- La historia del automóvil: los años 60 y 70. (n.d.). Retrieved March 25, 2017, from <https://www.motorpasion.com/clasicos/la-historia-del-automovil-los-anos-60-y-70>
- Lafón, Z. (n.d.). El futurismo italiano – El arte por el arte. Retrieved February 11, 2017, from <http://www.elarteporelarte.es/el-futurismo-italiano/>
- Lakoff, G., & Johnson, M. (2005). *Metáforas de la vida cotidiana*. (Cátedra, Ed.).
- lamp | lighting | Britannica.com. (n.d.). Retrieved from <https://www.britannica.com/technology/lamp>
- Le Corbusier. (1923). *Hacia una arquitectura* (1998th ed.). Barcelona: Apóstrofe.
- Le Corbusier. (1935). *Aircraft* (2003rd ed.). Madrid: Abada Editores, S.L.
- Leonardo da Vinci Sculpture Project. (n.d.). Retrieved March 6, 2017, from <http://www.georgehart.com/sculpture/leonardo-project.html>

- Liverpool Architecture. (n.d.). Retrieved February 11, 2017, from <https://wcb.archivc.org/web/20040808064345/http://www.liverpoolarchitecture.com/tours/buildings/1.shtml>
- Lloyd Wright, F. (1901). *The Art and Craft of the Machine*. Retrieved from www.learn.columbia.edu/courses/.../pdf/art_hum_reading_50.pdf
- Lloyd Wright, F. (1953). *The future of architecture* (1953rd ed.). New York: Horizon Press.
- Loftin, L. K. J., & Loftin, L. K. J. (n.d.). *Quest for Performance: The Evolution of Modern Aircraft*. NASA SP-468". Retrieved from <http://www.hq.nasa.gov/pao/History/SP-468/cover.htm>
- Lotus Esprit Turbo. (n.d.). Retrieved March 25, 2017, from <http://www.lotusespritturbo.com/>
- Lowry and the Painting of Modern Life - Exhibition at Tate Britain | Tate. (n.d.). Retrieved March 5, 2017, from <http://www.tate.org.uk/whats-on/tate-britain/exhibition/lowry-and-painting-modern-life>
- Ludwig Mies van der Rohe | American architect | Britannica.com. (n.d.). Retrieved April 2, 2017, from <https://www.britannica.com/biography/Ludwig-Mies-van-der-Rohe>
- Lunar Habitation | Foster + Partners. (n.d.). Retrieved March 27, 2017, from <http://www.fosterandpartners.com/projects/lunar-habitation/>
- Lyotard, J.-F. (1979). *La condición postmoderna. Informe sobre el saber* (1987th ed.). Madrid: Ediciones Cátedra S.A.
- Lyotard, J.-F. (1987). *La posmodernidad explicada a los niños*. (E. Gedisa, Ed.) (1987th ed.). Barcelona.
- LZ 120 Bodensee Archives - This Day in Aviation. (n.d.). Retrieved January 2, 2017, from <https://www.thisdayinaviation.com/tag/lz-120-bodensee/>
- MacCready "Gossamer Albatross" | National Air and Space Museum. (n.d.). Retrieved March 26, 2017, from <https://airandspace.si.edu/collection-objects/maccready-gossamer-albatross>
- Macdonald, A. J. (1994). *Structure and Architecture*. (Reed Educational and Professional Publishing Ltd, Ed.) (2nd editio). Oxford: Architectural Press.
- MacGregor, J. K., & Wight, J. G. (2012). *Reinforced Concrete Mechanics and Design*. (Pearson Education, Ed.). Retrieved from <http://icivil-hu.com/Nedal/Reinforced Concrete Mechanics and Design 6th Edition by Wight MacGregor.PDF>
- Manrique, J. (n.d.). Coplas por la muerte de su padre. Retrieved from http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/Colecciones/ObrasClasicas/_docs/CoplasMuerte.pdf
- Marchán Fiz, S. (1972). *Del arte objetual al arte de concepto* (11ª edición). Madrid: Ediciones AKAL.
- Marchán Fiz, S. (1986). *Del arte objetual al arte de concepto (1960-1974)*. (S. A. Ediciones Akal, Ed.) (11th ed.). Madrid.
- Marinetti, F. T. (1909). Manifiesto Futurista. *Le Figaro*. Retrieved from <https://www.uclm.es/artesonoro/FtMARINETI/html/manifiesto.html>
- Mark Rothko: la sensualidad en el color | Cultura Colectiva - Cultura Colectiva. (n.d.). Retrieved from <http://culturacolectiva.com/mark-rothko-la-sensualidad-en-el-color/>
- Mark Rothko | American artist | Britannica.com. (n.d.). Retrieved from <https://www.britannica.com/biography/Mark-Rothko>
- Martínez Sánchez, Á. (2014). La idea de humanitas en M.T. Cicerón. *Daimon. Revista Internacional de Filosofía*, 62, 123–128. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.6018/daimon/167921>

Mexico City International Airport | Foster + Partners. (n.d.). Retrieved March 6, 2017, from <http://www.fosterandpartners.com/projects/mexico-city-international-airport/>

Miquel Barceló - Artists - Acquavella Galleries. (n.d.). Retrieved March 26, 2017, from <http://www.acquavellagalleries.com/artists/miquel-barcelo>

Mnemosyne: Meanderings through Aby Warburg's Atlas | Cornell University. (n.d.). Retrieved February 20, 2017, from <https://warburg.library.cornell.edu/image-group/panel-79-sequence-3-2-2?sequence=509>

Model of Motorcar No. 9, Norman Bel Geddes, ca. 1932. (n.d.). Retrieved March 4, 2017, from http://www.hrc.utexas.edu/exhibitions/permanent/windows/southeast/norman_bel_geddes.html

Modelo Tríadico de Peirce - TEORÍA Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN I & II. (n.d.). Retrieved from <http://teocomi.weebly.com/modelo-triadico-de-peirce.html>

Montaner, J. M. (2002). *Las formas del siglo XX* (2002nd ed.). Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S. A.

Monteys, X. (2005). *Le Corbusier: Obras y proyectos*. (G. Gili, Ed.).

NACA Overview. (n.d.). Retrieved March 5, 2017, from <https://history.nasa.gov/naca/overview.html>

Naya, C. (1996). *Arquitectura Y Razón Técnica En Los Escritos De La Vanguardia Europea . Arquitectura Y Razón Técnica En Los Escritos De La Vanguardia Europea* . (1996th ed.). Universidad de Navarra, Pamplona.

Nelson, D. (2012). *David Nelson*. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=7DCXJViKwY>

Newman, J. The Blue Riband of the North Atlantic, Great Ships §. Great Ships. Retrieved from <http://www.greatships.net/riband.html>

Nock, O. S. (Oswald S. (1978). *Royal Scots and Patriots of the LMS*. David & Charles.

Norbert Wiener y el origen de la cibernética. (n.d.). Retrieved from http://www.infoamerica.org/documentos_pdf/wiener2.pdf

Norman, D. A. (2004). *Emotional Design. Why we love or hate things*. (Basic Books, Ed.), *TLFebook. Basic Books* (2004th ed.). New York.

Norman Foster. (2014). *Norman Foster: "Performance"*. Oxford: Foster and Partners. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=ZKjSa5LSH9c>

Norman Foster: Drawings 1958-2008 - Colloquium "Sustainability and Architecture." (2009). Ivory press. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=8W-zofSrhXY>

Norman Foster's McLaren Technology Centre | Art and design | The Guardian. (n.d.). Retrieved March 25, 2017, from <https://www.theguardian.com/artanddesign/2003/oct/13/architecture>

Norman Foster's vast Bloomberg headquarters in London. (n.d.). Retrieved January 22, 2017, from <https://www.dezeen.com/2015/09/17/norman-foster-construction-progress-vast-bloomberg-place-media-headquarters-london-city/>

Norman Foster - Royal Gold Medal Presentation -. (1983). Retrieved March 5, 2017, from <https://www.youtube.com/watch?v=dJC8KYNB7Uk>

Norman Foster at 75: Norman's conquests | Art and design | The Guardian. (n.d.). Retrieved March 26, 2017, from <https://www.theguardian.com/artanddesign/2010/jun/29/norman-foster-interview>

Norris, G. J. (1981). Evolution of cruising. *Cruise Travel*. Retrieved from <https://books.google.com/books?id=IDEDAAAAMBAJ&pg=PA28&dq=The Evolution of the Transatlantic Liner&pg=PA28>

- North Atlantic Ship Size and Speed, 1873-1913*. (n.d.). Migration as a Travel Business. Retrieved from <http://www.business-of-migration.com/data/n-atlantic-vessel-data/size-and-speed-1873-1913/>
- Nowak, M. (2011). The Complicated History of Einfühlung. In W. Hanuszkiewicz (Ed.), *Argument. Biannual Philosophical Journal* (p. 400). Cracovia. Retrieved from <http://www.argument-journal.eu/back-issues/vol-1-no-2>
- ocean liner | ship | Britannica.com. (n.d.). Retrieved March 4, 2017, from <https://www.britannica.com/technology/ocean-liner>
- Ochsendorf, J. (2005). The Guastavinos and tile vaults in North America. Retrieved from <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewFile/494/568>
- Our Vehicles and Spaceships - Virgin Galactic. (n.d.-a). Retrieved May 1, 2016, from <http://www.virgingalactic.com/human-space-flight/our-vehicles/>
- Our Vehicles and Spaceships - Virgin Galactic. (n.d.-b). Retrieved March 26, 2017, from <http://www.virgingalactic.com/human-spaceflight/our-vehicles/>
- Owen, D. (2015). *Dogfight: The Supermarine Spitfire and the Messerschmitt Bf109*. Pen and Sword.
- Owen, R. (1847). *Report on the Archtypes and Homologies of the Vertebrate Skeleton* (1848th ed.). London: Richard and John E. Taylor.
- País, E. El. (2008). Cristina Iglesias expone en Brasil sus laberintos más inquietantes. Retrieved from http://elpais.com/diario/2008/10/27/cultura/1225062008_850215.html
- País, E. El. (2011). El diseño para un mundo mejor, según Jean Prouvé.
- Parthenon | temple, Athens, Greece | Britannica.com. (n.d.). Retrieved April 8, 2017, from <https://www.britannica.com/topic/Parthenon>
- Paul Nash - Exhibition at Tate Britain | Tate. (n.d.). Retrieved April 6, 2017, from <http://www.tate.org.uk/whats-on/tate-britain/exhibition/paul-nash>
- Paul Nash (1889–1946) | Art UK Art UK | Discover Artists Paul Nash (1889–1946). (n.d.). Retrieved April 6, 2017, from <https://artuk.org/discover/artists/nash-paul-18891946>
- Paul Nash | Arte & Artistas. (n.d.). Retrieved from <https://arteyartistas.wordpress.com/2007/12/03/paul-nash/>
- Paul Nash Biography. (n.d.). Retrieved April 6, 2017, from www.tate.org.uk/artists/paul-nash-1690
- Pawley, M. (1990). *Buckminster Fuller*. (M. Pawley, Ed.) (1990th ed.). Londres: Trefoil Publications Ltd.
- Pham, L. B., & Taylor, S. E. (1999). From Thought to Action: Effects of Process-Versus Outcome-Based Mental Simulations on Performance. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 25(2), 250–260. <https://doi.org/10.1177/0146167299025002010>
- Piñuel Raigada, J. L. (1999). Abraham A. Moles (1920-1992) y la Teoría de la Información. *Servicio de Publicaciones UCM, CIC Nº 4*, 157–185. Retrieved from <https://revistas.ucm.es/index.php/CIYC/article/viewFile/CIYC9899110157A/7406>
- positivism | philosophy | Britannica.com. (n.d.-a). Retrieved March 10, 2017, from <https://global.britannica.com/topic/positivism>
- positivism | philosophy | Britannica.com. (n.d.-b). Retrieved January 31, 2017, from <https://www.britannica.com/topic/positivism>
- Powers, A. (2001). *Serge Chermayeff: designer, architect, teacher*. London: RIBA Publications.
- Prevost, J. (2013). *Moving: Norman Foster on Art*. Ivory Press.

- Prudencio Irazábal, luz que no tiene noche. (n.d.). Retrieved March 26, 2017, from <http://www.elcultural.com/revista/arte/Prudencio-Irazabal-luz-que-no-tiene-noche/8684>
- Punset, E. (n.d.). Redes para la Ciencia » Redes 20: Qué es el tiempo. Retrieved April 2, 2017, from <https://www.redesparalaciencia.com/122//redes-20-que-es-el-tiempo-proxima-emision-el-2311>
- Quarante, D. (1992a). *Diseño industrial 1. Elementos introductorios* (1ª edición). Barcelona: Ediciones CEAC, S.A.
- Quarante, D. (1992b). *Diseño industrial 2. Elementos teóricos*. (1ª edición). Barcelona: Ediciones CEAC, S.A.
- Rampley, M. (1997). (1) From Symbol to Allegory. Aby Warburg's Theory of Art | Matthew Rampley - Academia.edu. <https://doi.org/10.2307/3046229>
- Rampley, M. (2012). The Influence of Walter Benjamin on Aby Warburg (p. 16). London. Retrieved from https://www.academia.edu/4887590/The_Influence_of_Walter_Benjamin_on_Aby_Warburg
- relativity | physics | Britannica.com. (n.d.). Retrieved March 4, 2017, from <https://www.britannica.com/science/relativity>
- Reliance Controls · Projects · Rogers Stirk Harbour + Partners. (n.d.-a). Retrieved March 6, 2017, from <http://www.rsh-p.com/projects/reliance-controls/#>
- Reliance Controls · Projects · Rogers Stirk Harbour + Partners. (n.d.-b). Retrieved January 26, 2017, from <http://www.rsh-p.com/projects/reliance-controls/#>
- Reliance Controls | Foster + Partners. (n.d.). Retrieved January 26, 2017, from <http://www.fosterandpartners.com/projects/reliance-controls/>
- Renault-Center-Swindon. (n.d.). Retrieved from <https://historicengland.org.uk/listing/the-list/list-entry/1416061>
- Renault Distribution Centre | Foster + Partners. (n.d.). Retrieved April 23, 2017, from <http://www.fosterandpartners.com/projects/renault-distribution-centre/>
- Rene Descartes | French mathematician and philosopher | Britannica.com. (n.d.). Retrieved February 25, 2017, from <https://www.britannica.com/biography/Rene-Descartes>
- Richard Hamilton Biography, Art, and Analysis of Works | The Art Story. (n.d.). Retrieved April 6, 2017, from <http://www.theartstory.org/artist-hamilton-richard.htm>
- Richard Long - Artists - James Cohan Gallery. (n.d.). Retrieved March 26, 2017, from <http://www.jamescohan.com/artists/richard-long>
- Richard Wiseman. (2012). Self help. forget positive thinking, try positive action. *The Guardian*.
- Ricoeur, P. (2001). *La Metáfora Viva*. (Trotta, Ed.). Madrid.
- RJ Mitchell. A life in Aviation - About - Biography. (n.d.). Retrieved April 5, 2017, from <http://www.rjmitchell-spitfire.co.uk/aboutrjmitchell/biography.asp?sectionID=1>
- Rosas, A. (1995). Nota crítica: el idealismo Trascendental kantiano frente al problema mente- cuerpo. *Ideas Y Valores. Universidad Nacional de Colombia, número 96-*, 49–65. Retrieved from <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/idval/article/view/18423/19338>
- Roy Lichtenstein Foundation. (n.d.). Retrieved April 6, 2017, from <http://lichtensteinfoundation.org/>
- Sainsbury Centre for Visual Arts | Foster + Partners. (n.d.-a). Retrieved March 6, 2017, from <http://www.fosterandpartners.com/projects/sainsbury-centre-for-visual-arts/>

- Sainsbury Centre for Visual Arts | Foster + Partners. (n.d.-b). Retrieved April 23, 2017, from <http://www.fosterandpartners.com/projects/sainsbury-centre-for-visual-arts/>
- Salisbury Concours to feature the cars of Frank Lloyd Wright | Hemmings Daily. (n.d.). Retrieved March 28, 2017, from <https://www.hemmings.com/blog/2010/08/04/salisbury-concours-to-feature-the-cars-of-frank-lloyd-wright/>
- Sample Chapter for Einstein, A.; Calaprice, A., ed.: The Expanded Quotable Einstein. (n.d.). Retrieved March 1, 2017, from <http://press.princeton.edu/chapters/s6908.html>
- Sant'Elia, A. (1914). Manifiesto de la arquitectura Futurista. Retrieved March 18, 2017, from <http://www.uclm.es/cdce/sin/sin6/1elia.htm>
- SE5A | RAF Museum. (n.d.). Retrieved March 6, 2017, from <http://www.rafmuseum.org.uk/research/collections/royal-aircraft-factory-se5a/>
- SETE. (n.d.). The Eiffel Tower during the 1889 Exposition Universelle. *Official Eiffel Tower Website*. Retrieved from <http://www.tou Eiffel.paris/en/everything-about-the-tower/themed-files/70.html>
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *Reprinted with Corrections from The Bell System Technical Journal*, 27, 379–423, 623–656. Retrieved from <http://math.harvard.edu/~ctm/home/text/others/shannon/entropy/entropy.pdf>
- Ship History. (n.d.). The Cunarders. Retrieved from <http://www.thecunarders.co.uk/BritanniaHistory.html>
- Short Brothers Aviation Pioneers | Aviation Heritage Pioneers | UK. (n.d.). Retrieved March 18, 2017, from <http://www.shortbrothersaviationpioneers.co.uk/>
- Sikorsky HO3S-1 Marine Helicopter. (n.d.). Retrieved February 6, 2017, from <https://www.flyingleathernecks.org/sikorsky-ho3s-1/>
- Sikorsky S-64A Sky Crane Helicopter. (n.d.). Retrieved March 5, 2017, from <http://www.heli-archive.ch/en/helicopters/in-depth-articles/sikorsky-s-64a-sky-crane/>
- Sirefman, S. (2014). Architect Lord Norman Foster on Good design And Collectible Cars. *Wall Street Journal Online*, July, 31. Retrieved from <http://www.wsj.com/articles/architect-lord-norman-foster-on-good-design-and-collectible-cars-1406831606>
- Space Shuttle Columbia: A New Beginning and Vision | NASA Space Flight.com. (n.d.). Retrieved March 27, 2017, from <https://www.nasa.gov/spaceflight/2011/02/space-shuttle-columbia-a-new-beginning-and-vision/>
- Springer, A. M. (2003). *Aerospace design*. (A. M. Springer, Ed.) (1ª edición). Merrell Publishers Limited.
- Sputnik. (n.d.). Retrieved April 3, 2016, from <http://history.nasa.gov/sputnik/>
- Stansted Airport | Foster + Partners. (n.d.). Retrieved March 6, 2017, from <http://www.fosterandpartners.com/projects/stansted-airport/>
- steam engine | machine | Britannica.com. (n.d.). Retrieved from <https://www.britannica.com/technology/steam-engine>
- streamlining | fluid dynamics | Britannica.com. (n.d.). Retrieved February 11, 2017, from <https://www.britannica.com/topic/streamlining>
- Studio Olafur Eliasson. (n.d.). Retrieved March 26, 2017, from <http://www.olafureliasson.net/>
- StyleFeelFree | Revista de cultura, estilo y pensamiento libre. (n.d.). Retrieved March 26, 2017, from <http://www.stylefeelfree.com/2016/11/prudencio-irazabal-helga-de-alvear.html>

- Sudjic, D. (2008). *The language of things* (2008th ed.). London: Allen Lane.
- Sudjic, D. (2010). *Norman Foster. A life in architecture* (2012th ed.). London: Phoenix.
- Sussman, A., & B. Hollander, J. (2014). *Cognitive Architecture: Designing for How We Respond to the Built Environment*. (T. & F. G. Routledge, Ed.) (2014th ed.). New York: Routledge.
- Tabor, A. (2016). Go, Go, Green Wing! Mighty Morphing Materials in Aircraft Design.
- Tootell, R. B. H., Switkes, E., Silverman, M. S., & Hamilton, S. L. (1988). Functional Anatomy of Macaque Striate Cortex. II. Retinotopic Organization. *The Journal of Neuroscience*, 8(5), 1531–1568. Retrieved from <http://www.jneurosci.org/content/jneuro/8/5/1531.full.pdf>
- Taylor, J., & Dimbleby, N. (2002). *Range Rover: the first generation*. Crowood.
- TENSEGRITY by R.pdf. (n.d.).
- The 1950s - Facts & Summary - HISTORY.com. (n.d.). Retrieved February 9, 2017, from <http://www.history.com/topics/1950s>
- The 1960s, The Decade that Shook Britain. (n.d.). Retrieved March 29, 2017, from <http://www.historic-uk.com/CultureUK/The-1960s-The-Decade-that-Shook-Britain/>
- The 1960s - Facts & Summary - HISTORY.com. (n.d.). Retrieved March 5, 2017, from <http://www.history.com/topics/1960s>
- The Automotive Architecture of Frank Lloyd Wright - Gear Patrol. (n.d.). Retrieved March 28, 2017, from <https://gearpatrol.com/2015/12/03/automotive-architecture-frank-lloyd-wright/>
- The birth of the automobile*. (n.d.). Daimler AG. Retrieved from <http://www.daimler.com/dcom/0-5-1322446-1-1323352-1-0-0-1322455-0-0-135-0-0-0-0-0-0-0.html>
- The Buckminster Fuller Institute. (n.d.). Tensegrity - The Geometry of Thinking. Retrieved May 2, 2016, from <https://www.bfi.org/about-fuller/big-ideas/synergetics/tensegrity-geometry-thinking>
- The Diesel engine*. (1913). Busch%93Sulzer Bros.- Diesel Engine Company%2C St. Louis Busch. Retrieved from <https://books.google.com/?id=FEV-AAAAIAAJ&printsec=frontcover&dq=diesel+engine#v=onepage&q&f=false>
- The eternal record. - Mercedes-Benz. (n.d.). Retrieved March 25, 2017, from <https://www.mercedes-benz.com/en/mercedes-benz/classic/the-eternal-record/>
- The Grand Dames of the Atlantic, RMS Caronia, RMS Carmania*. (n.d.). The Cunarders, The Most Famous Ocean Liners in the World. Retrieved from <http://www.thecunarders.co.uk/caronia&carmania.html>
- The History and the Construction of the Tower for the 1889 Exposition Universelle. (n.d.). Retrieved March 23, 2017, from <http://www.tou Eiffel.paris/en/everything-about-the-tower/themed-files/69.html>
- The History of Bell Helicopter: 1960-1969. (n.d.). Retrieved February 12, 2017, from <http://www.bellhelicopter.com/company/history/1960-1969>
- The Lovell Telescope - Jodrell Bank. (n.d.). Retrieved February 8, 2017, from <http://www.jodrellbank.net/visit/whats-here/lovell-telescope/>
- The LS Lowry Collection. (n.d.). Retrieved March 5, 2017, from <http://www.thelowry.com/ls-lowry/the-ls-lowry-collection/>
- The Official Site of Raymond Loewy. (n.d.). Retrieved February 5, 2017, from <http://www.raymondloewy.com/about.html>
- The Olympic Feats of Otl Aicher - Bloomberg. (n.d.). Retrieved March 30, 2017, from <https://www.bloomberg.com/news/articles/2007-02-09/the-olympic-feats-of-otl-aicherbusinessweek-business-news-stock-market-and-financial-advice>

- The Peel Web: Railway expansion.* (n.d.). Retrieved from <http://www.historyhome.co.uk/peel/railways/expans.htm>
- The Retreat | Foster + Partners. (n.d.). Retrieved April 23, 2017, from <http://www.fosterandpartners.com/projects/the-retreat/>
- The Spectrum Building (formerly the Renault Distribution Centre) (2013). Historic England. Retrieved from <https://historicengland.org.uk/listing/the-list/list-entry/1416061>
- The Steam-Engine and Other Heat-Engines.* (n.d.). CUP Archive. Retrieved from <http://books.google.com/books?id=6U48AAAIAAJ&pg=PA585>
- The titanic wind tunnels NASA used to test aircraft. (n.d.). Retrieved January 21, 2017, from <http://mashable.com/2016/05/09/nasa-wind-tunnels/>
- The Wright Brothers | Engine. (n.d.). Retrieved February 6, 2017, from <https://airandspace.si.edu/exhibitions/wright-brothers/online/fly/1903/engine.cfm>
- The years kite of Graham Bell. (n.d.). Retrieved January 3, 2017, from <https://www.carnetdevol.org/Bell/kite.html>
- Theodor Lipps | German psychologist | Britannica.com. (n.d.). Retrieved March 3, 2017, from <https://www.britannica.com/biography/Theodor-Lipps>
- Torre Caja Madrid | Foster + Partners. (n.d.). Retrieved March 6, 2017, from <http://www.fosterandpartners.com/es/projects/torre-caja-madrid-tower/>
- Torrent, R., & Marín, J. M. (2009). *Historia del diseño Industrial* (2009. 3ª e). Madrid: Ediciones Cátedra.
- Treiber, D. (1992). *Norman Foster* (1995th ed.). London: E & FN Spon.
- Tribute to Dr Alex Moulton | Foster + Partners. (n.d.). Retrieved March 25, 2017, from <http://www.fosterandpartners.com/news/archive/2012/12/tribute-to-dr-alex-moulton-1920-2012-by-norman-foster/>
- Turner as a modern artist | Tate. (n.d.). Retrieved January 18, 2017, from <http://www.tate.org.uk/learn/online-resources/turners-gallery/biography/turner-modern-artist>
- Ulrich Obrist, H., & Reyes, P. (2006). *El aire es azul: Reflexiones sobre arte y arquitectura en torno a Luis Barragán: Una Exposición*. Ciudad de México.
- "Unique Forms of Continuity in Space", Umberto Boccioni, 1913, cast 1972 | Tate. (n.d.). Retrieved February 5, 2017, from <http://www.tate.org.uk/art/artworks/boccioni-unique-forms-of-continuity-in-space-t01589>
- Venturi, R. (1966). *Complexity and contradiction in architecture* (1992nd ed.). New York: The Museum of modern art, New York.
- Venturi, R., Scott Brown, D., & Izenour, S. (1977). *Learning from Las Vegas*. The Massachusetts Institute of Technology.
- Virgin Galactic Unveils All-Carbon Composite SpaceShipTwo. (n.d.). Retrieved March 26, 2017, from <http://compositesmanufacturingmagazine.com/2016/02/virgin-galactic-unveils-all-carbon-composite-spaceship-two/>
- Vitra | Products: Eames Plastic Chair. (n.d.). Retrieved April 27, 2016, from <https://www.vitra.com/en-gb/product/eames-plastic-chair?subfam.id=107872>
- W.S. Burgess Dies. Yacht Builder, 68. Naval Architect Designed and Constructed 3 Defenders of America's Cup in "30"s. (1947). *New York Times*. Retrieved from <http://query.nytimes.com/gst/abstract.html?res=9407E4DB123CE13BBC4851DFB566838C659EDE>
- Wachsmann, K. (1961). *The Turning Point of Building. Structure and Design*. New York: Reinhold Publishing Corporation.
- Wagner, M.-C. (2015). *Norman Foster Interview: Striving for Simplicity*. Louisiana Channel, Louisiana Museum of Modern Art. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=hJNxgv9Rak0>

- Walter Gropius | German-American architect | Britannica.com. (n.d.). Retrieved March 28, 2017, from <https://www.britannica.com/biography/Walter-Gropius>
- Warburg, A. (1893). *Sandro Boticelli. Nacimiento de Venus y Primavera* (2010th ed.). Madrid: Casimiro libros.
- Warhol Foundation. (n.d.). Retrieved April 7, 2017, from <http://warholfoundation.org/>
- Wegman, M. (2008). *American passenger trains and locomotives illustrated*. Voyageur Press. Retrieved from https://books.google.co.uk/books?id=chjWRJbaa_QC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Welcome to Meccano ® Your inventions need Inventing! Your dreams needs Life! (n.d.). Retrieved April 6, 2017, from <http://www.meccano.com/about>
- What a piece of junk! - YouTube. (n.d.). Retrieved March 6, 2017, from <https://www.youtube.com/watch?v=Mrx24jofi0w>
- Where History Happened: The Birth of the Railways | History Extra. (n.d.). Retrieved February 5, 2017, from <http://www.historyextra.com/railway>
- White, S. R., Sottos, N. R., Geubelle, P. H., Moore, J. S., Kessler, M. R., Sriram, S. R., ... Viswanathan, S. (2001). Autonomic healing of polymer composites. *Nature*, 409(6822), 794–797. <https://doi.org/10.1038/35057232>
- Wilhelm Dilthey | German philosopher | Britannica.com. (n.d.). Retrieved March 15, 2017, from <https://www.britannica.com/biography/Wilhelm-Dilthey>
- William Turner: El pintor de la luz - Trianaarts.com. (n.d.). Retrieved March 5, 2017, from <http://trianarts.com/william-turner-el-pintor-de-la-luz/#sthash.neObABUy.dpbs>
- Willis Faber & Dumas Headquarters | Foster + Partners. (n.d.). Retrieved April 23, 2017, from <http://www.fosterandpartners.com/projects/willis-faber-dumas-headquarters/>
- Wilson, J. (n.d.). NASA - Earthrise at Christmas. Brian Dunbar. Retrieved from http://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_102.html
- Works – David Maisel. (n.d.). Retrieved March 26, 2017, from <http://davidmaisel.com/works/>
- Wright 1901 Wind Tunnel. (n.d.). Retrieved March 5, 2017, from <https://wright.nasa.gov/airplane/tunnel.html>
- Zeppelin | aircraft | Britannica.com. (n.d.). Retrieved March 5, 2017, from <https://www.britannica.com/technology/zeppelin>
- Zevi, B. (1948). *Saber ver la arquitectura* (1998th ed.). Barcelona: Apóstrofe S.L.
- Zevi, B. (1978). *El Lenguaje Moderno de la Arquitectura* (2008th ed.). Barcelona.
- Zhan Wang - Artist's Profile - The Saatchi Gallery. (n.d.). Retrieved March 26, 2017, from http://www.saatchigallery.com/artists/zhan_wang.htm
- Zhan Wang | Artificial Rock #10 | China | The Met. (n.d.). Retrieved March 26, 2017, from <http://www.metmuseum.org/art/collection/search/73294>
- Zumthor, P. (2004). *Pensar la arquitectura*. (Gustavo Gili, Ed.). Barcelona.