ESPACIO MATERIAL: LA ARQUITECTURA COMO EXTENSIÓN TOPOLÓGICA. DOSSIER

AUTOR: CARLOS L. MARCOS
DIRECTOR: ANTONIO MIRANDA
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

RESUMEN

En un intento de coherencia última se decidió que las conclusiones de la tesis se redactaran de forma sintética haciendo referencia a los epígrafes de los que se deducían. El modelo fue el del texto de la *Ética* de Spinoza del que la propia tesis era deudor por lo que el texto se estructuró finalmente en breves proposiciones, escolios y corolarios. No hay, pues, en este caso, un mejor resumen de la tesis que las propias conclusiones. Sin embargo, no es posible, sin tener acceso al texto principal, comprender muchas de dichas proposiciones o escolios enunciados brevemente, sin apenas explicación. El siguiente resumen se ha desarrollado a partir de dicha estructura tratando de explicar sucintamente lo que dichas afirmaciones significan en el contexto al que se refieren y considerando que el lector de este resumen carece del texto completo. Por otro lado, se ha puesto especial cuidado en moverse dentro del plano conceptual en el que se desenvolvía la tesis, si bien en el texto completo hay una profusión de ejemplos, imágenes y planos de arquitectura que ilustran y dan cumplida cuenta de la aplicación de los conceptos que se abordan, así como de la verificación de las tesis propuestas. Por el mismo motivo, y pensando que la tesis doctoral es un trabajo de investigación científica, nos hemos autoimpuesto una severa autolimitación: no se incluirá ninguna imagen o plano en el presente resumen.

* * *

Hipótesis.

En el contexto de la arquitectura, debido a una falta de discernimiento, se suelen ***identificar espacio y geometría***. Es decir, el espacio arquitectónico es el espacio geométrico delimitado por la materia constructiva, pero en su vertiente estrictamente geométrica: el lugar geométrico definido por los límites que lo configuran y al margen de éstos. Por ese motivo, el ***espacio arquitectónico se asimila al concepto de espacio abstracto como receptáculo*** –el que utilizan la geometría euclídea y las matemáticas, que prefiguraron algunos presocráticos y Platón contribuyó a asentar-. Este concepto totalmente abstraído de toda materialidad se convierte así en una herramienta para la crítica y la historiografía despojado de toda realidad arquitectónica. No existe ningún espacio semejante: la arquitectura está construida por límites físicos, de no serlo no podrían ser percibidos por los sujetos a los que se destina. Así, el objeto arquitectónico sólo puede ser percibido, vivido y habitado en la medida en que los límites se materialicen de uno u otro modo. Podrán ser explícitos o implícitos, reales o virtuales, nítidos o difusos, pero habrán de tener alguna relación con la materialidad si han de ser percibidos, eso es incuestionable.

Tesis: Espacio material.

A partir de la segunda mitad del siglo XIX hubo una preocupación teórica por incorporar el espacio como cualidad esencial de la arquitectura. Con anterioridad a la investigación de historiadores y teóricos -fundamentalmente alemanes- de ese periodo no hay evidencia explícita de que el espacio fuera el motivo fundamental de las investigaciones de los arquitectos, al menos desde un punto de vista teórico. Las razones pueden ser variadas pero probablemente estén muy relacionadas con el hecho de que el arquitecto diseña y construye los límites materiales que definen el espacio arquitectónico. Es decir, el objeto primero de su diseño está centrado en el aspecto material de unos elementos tectónicos que, organizados de una determinada manera, engendrarán un espacio habitable.

Sin embargo, la mayor parte de los enfoques a propósito del espacio arquitectónico consideraban éste como un lugar geométrico despojado de cualquier vinculación con el elemento material que lo conformaba. Otros, en cambio, eran excesivamente materialistas dando importancia al objeto de diseño primero –el propio límite- obviando las consecuencias que su diseño entrañaba en la propia configuración del espacio. La razón de ser de esta tesis es aunar ambos elementos que definen la arquitectura y construir un discurso teórico que los integre. Es como si la arquitectura del *poché* -los espacios residuales que se asimilaban al espesor de los muros en la representación gráfica de la arquitectura del XIX- subordinada a una posición secundaria, no sólo fuera obviada en la narración gráfica de la arquitectura sino del propio discurso teórico. No obstante, el espacio arquitectónico no es indiferente al grosor del muro que lo confina ni la proporción entre el espacio ocupado por la materia y del espacio liberado por ella; como tampoco es indiferente respecto a lo que sucede en el interior de dicho muro.

De este modo, al analizar el espacio arquitectónico como un lugar geométrico desvinculado de cualquier relación explícita con el mundo físico, los límites materiales han quedado obviados en el discurso teórico cuando, en realidad, ***la arquitectura sólo es posible en el acto de delimitación del espacio a partir del elemento material***. No da lo mismo que dichos límites sean más o menos gruesos, sean más opacos o transparentes, sean portantes o simples membranas, sean porosos o permeables, estén desmembrados en varias pieles o tengan una factura monolítica, etc. Por lo tanto, la configuración del espacio arquitectónico no sólo depende de dichos límites, su propia cualificación depende sobremanera de la forma en que estén articulados éstos, de cómo penetre la luz en el interior o de la proporción entre la cantidad de espacio y la cantidad de materia que caracteriza una obra de arquitectura, su compacidad.

Debido a la tradicional ***disociación del espacio frente a la materia,*** ambos conceptos se han considerado ***antagónicos***. De este modo, nos parece bastante evidente el poder disociar el espacio de la materialidad porque nuestra percepción del mundo que nos rodea favorece dicha segregación. Imaginamos los objetos corpóreos como rodeados de espacio, como

incluidos en él. La aparente inmaterialidad del aire parece afianzarnos en dicha creencia. Así, nos movemos de aquí para allá ocupando distintos lugares mientras nos movemos; algo que ya no resulta tan evidente si en lugar de andar sobre la superficie terrestre nos encontramos buceando bajo el agua. Aún así, moviéndonos por un fluido, sabemos que para ocupar una determinada posición debemos desplazar una cierta cantidad de agua, pero seguiremos observando cómo nos movemos debajo del líquido elemento. Si nuestra inmersión es lo suficientemente profunda y alejada de cualquier otra referencia material más allá del agua que nos rodea, nuestra percepción del movimiento será muy distinta porqué ¿respecto de qué nos moveríamos entonces?

Percibimos que nos movemos porque modificamos nuestra posición con respecto a otros objetos. Esos objetos definen una configuración topológica que define nuestra posición en el espacio y es a partir de ellos que somos capaces de medir nuestro desplazamiento o el de cualquier otro cuerpo con respecto a ellos.

La arquitectura está enraizada en un lugar, aunque permanece estática en él, su posición es relativa a los demás límites que definen el lugar en el que está construida. Más aún, la propia arquitectura erigida forma parte del lugar, ya tenga vocación de mimetizarse o de contrastar con él. La arquitectura, ni se integra ni se opone al lugar en el que se asienta, simplemente lo modifica. Sus límites conforman los límites del lugar, pero hacia su interior, definen su propio lugar.

Dado que materia y espacio se dan como realidades opuestas el discurso queda dividido para referirse al espacio exterior y al espacio interior como si fueran dos cosas distintas cuando en realidad ***son dos aspectos parciales de una única realidad vinculados entre sí por el elemento material***. En efecto, dentro de o fuera de sólo depende de qué lado nos coloquemos respecto del límite que delimita el lugar o la propia arquitectura.

Necesitamos progresar hacia una ontología de la arquitectura que se resuelva en la ***dialéctica de la complementariedad entre el espacio y la materia*** dado que ***es la materia la que coloniza y articula el espacio arquitectónico confiriéndole su geometría*** y gran parte de su cualidad. Una ontología como la del Tao te Ching, en la que la utilidad del espacio arquitectónico se derive de la inmaterialidad del mismo y que, sin embargo, esté conformado por límites materiales a los que deba su existencia. ¿Acaso el espacio arquitectónico de la catedral de Chartres podría ser como es si sus complejos cerramientos y las maravillosas vidrieras no lo conformasen, no generasen una semipenumbra cromática? El espacio arquitectónico es indisociable de la cualidad de los límites materiales que lo configuran; en realidad, lo uno y lo otro son una misma cosa.

Hilemorfismo y Arquitectura.

Conviene aquí hacer un inciso sobre uno de los fundamentos conceptuales en los que se sustenta el discurso teórico de la tesis: el hilemorfismo aristotélico. La doctrina hilemórfica suponía, de hecho, una manera de introducir el cambio en la estática concepción de la

realidad de Platón y, como tal, era una crítica de Aristóteles a la Teoría de las Ideas del primero. En realidad planteaba una concepción distinta de la estructura misma de la realidad. Para Aristóteles, la substancia estaba constituida por la reunión de la materia y la forma; en otras palabras, los particulares como unidades constitutivas de la realidad. La materia es entendida aquí como substrato de todo lo real con una plasticidad ilimitada, capaz de acoger en su seno todas las formas posibles. Es, de hecho, el elemento de continuidad que garantiza la posibilidad de los cambios substanciales.

Si la **materia prima** es el sustrato común de toda realidad susceptible de ser percibida por nuestros sentidos, debe haber una parte constitutiva de la realidad que se refiera a lo que es distinto, a lo que singulariza a cada parte o fragmento de dicha realidad. A eso se refiere el hilemorfismo como **forma**: la estructura que define el ser de una determinada manera, el sistema de relaciones que define una determinada realidad. Cabe, pues, preguntarse cuál habrá de ser la forma y cuál la materia de un objeto arquitectónico, algo que se hace con detalle en la tesis.

La primera cuestión que se nos plantea en el caso de la arquitectura es si identificamos el límite material con la materia y el espacio con la forma en sentido hilemórfico. En lo que se refiere al elemento material, a los límites que definen el espacio arquitectónico, parece bastante evidente establecer la analogía con el elemento material. Pero ¿acaso es el espacio arquitectónico análogo a la forma substancial propia del hilemorfismo? Si asintiéramos estaríamos cometiendo el mismo error que cuando se considera el espacio arquitectónico y se asimila a la geometría que lo encarna con las cualidades propias de su concepción como receptáculo universal, como concepto abstracto. El error está en olvidar la naturaleza del espacio arquitectónico, obviar que su identidad está definida por unos límites perfectamente materiales, límites que definen una estructura topológica en el sentido del ***topos*** aristotélico. El objeto arquitectónico es un objeto geométrico que está asentado en un lugar y define unas tensiones en él, el espacio exterior; son los límites materiales los que establecen la frontera entre el espacio interior y el espacio exterior. Más aún ¿acaso es más arquitectura el espacio interior definido por los cerramientos que éstos mismos? La arquitectura aúna el espacio y la materia en un solo objeto: el edificio. Por ello, en sentido hilemórfico, tan materiales son los límites como el espacio confinado por ellos: todo es arquitectura. Por tanto, el espacio arquitectónico no puede considerarse el elemento formal de la arquitectura entendida como substancia. No tiene ningún sentido pensar que el espacio es lo arquitectónico y olvidarnos de que sin unos límites materiales que lo definieran jamás llegaría a serlo.

Así pues, la composición hilemórfica de la ***arquitectura está constituida por un elemento material, materia y espacio simultáneamente, y por un elemento formal, la geometría.*** Algo que no resulta nada evidente, en principio, pero que es, desde luego, muy revelador si se analizan todas las consecuencias que de ello se derivan.

La noción antagónica entre materia y espacio surge de la relación entre la forma material del objeto y el espacio que lo rodea. Sin embargo, nadie pondría en duda la condición complementaria de los intersticios y la materia en la topología de una esponja, lo que distingue su espacialidad interior (la estructura trabecular) del espacio que rodea a la esponja en tanto que objeto. Si el espacio y la materia fueran respectivamente forma y materia en sentido hilemórfico de una obra de arquitectura ¿qué diferenciaría una obra de otra? En efecto, el discurso teórico se ha apropiado de la distinción entre lo material y el espacio que lo configura en el ámbito de la arquitectura hasta el punto de reemplazar éste último por la geometría.

Sin embargo, gracias a la teoría hilemórfica como sistema constitutivo de la realidad, podemos fácilmente entender que ***sólo una geometría concreta puede constituirse en estructura formal – la esencia o forma en sentido hilemórfico- de un edificio***. En efecto, si el espacio y la materia son la materia prima de la arquitectura -indisociables el uno del otro- únicamente la geometría de una obra arquitectónica puede distinguir a ésta de cualquier otra.

Tesis: Extensión como hibridación entre espacio y materia.

Considerando que en la arquitectura ***tanto la materia como el espacio son realmente el elemento material (ambos igualmente necesarios) de la substancia arquitectónica*** necesitamos un concepto alternativo que resuelva la tradicional polarización: el concepto de ***extensión*** que acuñaron Descartes y Spinoza sustituye la relación de antagonismo de lo espacial frente a lo material por la complementariedad ***espacio-materia***. El concepto de extensión del racionalismo resuelve la dialéctica entre el espacio y la materia que encontramos en la arquitectura; lo extenso se refiere a todo lo mensurable, ya sea materia o espacio, lleno o vacío.

Lo extenso es común tanto al espacio como a la materia; dado que la arquitectura es "materia ahuecada" ***las propiedades de la extensión le son propias al espacio arquitectónico*** que es en realidad ***espacio material***. Esta es la tesis principal que sirve de hilo argumental al desarrollo de la tesis y a la comprobación de su vigencia a lo largo de las distintas épocas de la arquitectura, de la que se infiere que ***la arquitectura define una relación dialéctica entre el espacio y la materia***.

Así, a la luz de esta nueva dialéctica, la arquitectura no queda desmembrada en lo que es espacio, por un lado, y lo que es materia, por otro; debe ser considerada como ***una sola realidad geométrica encarnada en el espacio material***.

Topos, espacio y lugar.

Habida cuenta que una obra de arquitectura está constituida de forma unitaria en la extensión el ***espacio interior es el anverso de un límite material cuyo reverso forma parte del lugar***. Esta manera de concebir la arquitectura aúna los conceptos de espacio arquitectónico y lugar al descubrir el papel que juega el límite material respecto de las cualidades topológicas de ambas realidades.

El concepto aristotélico de ***topos*** (lugar) establece una noción alternativa al espacio considerado como receptáculo que se basa en dos premisas: ***tiene el atributo de lo extenso y está determinado por la materia***. Así se sortea el problema planteado por Platón que lo consideraba una cierta clase de no-ser dado que en su concepción dualista de la realidad no podía ser material pero tampoco ideal. ***El espacio arquitectónico está más próximo al concepto topológico del espacio que a la noción de éste como contenedor de los cuerpos materiales.*** La concepción del *topos* aristotélico es, por lo tanto, más útil para la arquitectura que el espacio neutro como contendor de Platón. Esta consideración evita confusiones derivadas de las cualidades abstractas que matemáticos y geómetras han atribuido al espacio dentro de sus disciplinas pero que no son extrapolables al ámbito de la arquitectura. El espacio concebido como lugar supone definirlo a partir de los límites materiales de los cuerpos ***–como negativo de la materia-.***

La arquitectura es extensión topológica**,** es decir: un espacio material geometrizado en una topología; esta proposición resume la doble tesis que planteamos. Este planteamiento crítico de la arquitectura ayuda a analizar las obras de forma global, atendiendo tanto a la materialidad de los límites –y las consecuencias de de ello se derivan- así como la a la configuración del espacio arquitectónico conformado por ellos.

Las cualidades topológicas del espacio arquitectónico quedan definidas por ***relaciones de escala, posición (proximidad o lejanía), orientación y tensión***. Así, dichas cualidades no sólo afectan al espacio **exterior (*lugar-contextual*)**, sino que ***son igualmente aplicables al espacio interior (espacio-lugar)*****;** simplemente presuponen un cambio de escala y que una topología, el espacio-lugar, está contenido en otra, el lugar-contextual.

El lugar es siempre una preexistencia de la arquitectura y, por lo tanto, un punto de partida para el proyecto, pero ***una vez construida, ésta lo modifica, constituyéndose en un elemento más del paisaje, ya sea urbano o agreste***.

Límites materiales, virtuales e implícitos: las cualidades del espacio arquitectónico.

La articulación del espacio arquitectónico depende de su geometría, y ésta está encarnada en los límites materiales: ***sin delimitación no hay espacio arquitectónico***. La forma de dichos límites, por su condición de materialidad, está sometida a la permanente acción del campo gravitatorio y de otras acciones como el viento, etc. Dichas acciones sancionan la viabilidad de los elementos constructivos a partir de su geometría, su proporción y su resistencia. ***La constitución material de los sistemas constructivos determina la geometría del límite y, al hacerlo, también configura la del espacio arquitectónico***. Esto resulta muy útil respecto de la crítica puesto que supone una acotación de las soluciones posibles para un problema dado. En efecto, nuestra imaginación puede idear muchas configuraciones posibles que satisfagan las condiciones de proyecto, el papel lo aguanta todo. Sin embargo, a diferencia de lo que sucede en el espacio virtual –un lugar *onírico* en el que son posibles desde los más dulces sueños hasta las peores pesadillas- la viabilidad de la arquitectura proyectada en términos de

coherencia estructural hará sólo construibles aquellas que sancionen las leyes de la Estática. Más aún, un índice de calidad de lo proyectado es la propia optimización de las soluciones tectónicas proyectadas. Un pilar que emplee un HEB es mejor que otro que emplee un UPN si dicho pilar está sometido a un momento en una de las dos direcciones principales suponiendo que dicho HEB esté orientado para maximizar la inercia de la sección respecto de dicha solicitación. Algo que resulta tan sencillo de determinar a nivel de una casuística y de un detalle dado debe servir también para evaluar la pertinencia de la solución estructural del edificio en su conjunto. Obviamente, la solución global deberá además ser coherente con el orden del proyecto y con el planteamiento que le sirve de apoyatura.

El sometimiento de la forma arquitectónico a las leyes de la estática y a la acción de la gravedad establece una escala de la forma; esto es: la forma no puede crecer indefinidamente manteniendo sus proporciones, tal y como observó Galileo siglos atrás. Es decir, ***el espacio arquitectónico no puede ser homoloidal***, una de las cualidades que se atribuyen al espacio abstracto.

La ***desmaterialización de la arquitectura como constante histórica*** es la consecuencia de un mejor conocimiento del comportamiento estructural, del desarrollo de herramientas de cálculo y de la utilización de materiales cada vez más resistentes. Buena parte de la evolución del lenguaje de la arquitectura se explica en estos términos. De lo anterior es fácil deducir que ***el nivel de compacidad de la arquitectura es decreciente***.

Considerada la constitución de la arquitectura en espacio material, ***las cualidades que se atribuyen al espacio como receptáculo no son aplicables al espacio arquitectónico***. La tesis analiza las cualidades que se atribuyen al espacio como concepto abstracto, de acuerdo con la enumeración que hace Ferrater Mora, y justifica por qué dichas cualidades no son aplicables al espacio arquitectónico entendido como espacio material.

Así, por ejemplo, el ***espacio arquitectónico no puede ser ilimitado*** puesto que no sería tal si ha quedado establecido que la arquitectura es sólo posible en el acto de la delimitación. ***El espacio arquitectónico no puede homogéneo*** puesto que cualquier límite define heterogeneidades. ***El espacio arquitectónico no puede isótropo*** puesto que la cercanía o lejanía a los límites establecen gradientes y alteraciones en la configuración del espacio; no es lo mismo ocupar una posición central que lateral. ***El espacio arquitectónico no puede ser continuo*** puesto que la existencia de límites establece discontinuidades. ***El espacio arquitectónico no puede ser indestructible***, ya que no es una construcción lógica ni un concepto abstraído de la realidad; como realidad construida a partir de límites materiales está sometida a la decadencia característica de todo lo material. ***El espacio arquitectónico no puede ser inmaterial ni vacío***, como resulta evidente por su constitución a partir de lo material. ***El espacio arquitectónico no puede ser infinito*** salvo que el "lugar de todo", tal y como se refiere Aristóteles al universo, sea considerado *la arquitectura del mundo* y dé que se de por supuesto el infinito actual en la materialidad del universo. Finalmente, ***el espacio arquitectónico es tridimensional aunque sus límites no tienen porqué serlo***. Dada la constitución material del

espacio arquitectónico, ***no todos los límites arquitectónicos tienen que estar materializados de forma explícita.*** En efecto, los límites del espacio arquitectónico no tienen porqué ser sólo explícitos, también pueden ser implícitos y virtuales.

La primera cuestión que se plantea es la de si todos los límites de la arquitectura son materiales o si no lo son; claro que si pueden ser percibidos habrán de serlo. Sin embargo la pregunta formulada de otra manera puede hacernos dudar ¿son el horizonte o la bóveda celeste límites arquitectónicos? A diferencia de los límites construidos que delimitan el espacio arquitectónico este tipo de límites son virtuales.

Por otro lado, el horizonte no sólo se corresponde con ese límite lineal en donde se "tocan el cielo y el suelo". Obviamente puede haber elementos interpuestos entre el observador y su horizonte visual, pero lo que encontramos en muchas ocasiones es una visión panorámica. Existe un límite visual que queda establecido por la lejanía, por una visión en la que el observador no es capaz de distinguir detalles pero en la que se obtiene una imagen de fondo, una panorámica que es también un límite de la arquitectura. Es la imagen que incorporamos a un interior cuando abrimos un hueco en una fachada e introducimos dicha visión panorámica exterior en el espacio arquitectónico relacionando los dos mundos que el límite material de nuestra arquitectura separa.

La segunda cuestión que abordamos es si los límites de la arquitectura son siempre explícitos o no. Si consideramos lo anteriormente expuesto la respuesta es, evidentemente, negativa. Pero nos referimos aquí a los límites materiales de la arquitectura, a los que construimos de forma explícita, a los cerramientos, a la estructura y a la piel. Entonces, si están construidos, si son materiales ¿la pregunta sigue siendo pertinente?

Consideremos el espacio del peristilo de un templo griego, un espacio cubierto y abierto que sirve de transición del exterior al interior; nadie diría de él que no tiene ciertas cualidades espaciales. Convendremos en que existe un límite cierto entre cada una de las columnas, la parte de arquitrabe que soportan y el podio sobre el que se eleva dicho templo. A pesar de ello, podemos cruzar a través de dicho plano imaginario, un límite sugerido. De la misma manera, la marquesina volada de la casa *Robie* de Wright, un plano después de todo, delimita perfectamente bajo ella un espacio que coincide con su perímetro.

A ése tipo de límites es al que nos referimos como límites implícitos. Lo más importante de éstos es que pueden estar sugeridos tanto por los bordes de elementos superficiales que no confinan el espacio (una marquesina volada), por elementos lineales (una serie de columnas) e incluso por elementos puntuales (una hilera de bolardos es percibida como límite en tanto que sucesión de puntos).

Dichos límites constituyen en el lenguaje arquitectónico el equivalente a la figura literaria de la elipsis. Su presencia, a veces más elocuente que la de sus pares materiales, se hace evidente para cualquier observador a pesar de la ausencia de materia que sería esperable encontrar definiendo un límite explícito.

Las categorías de la arquitectura.

De todo lo anterior podemos deducir que ***la relación entre el espacio y la materia en la configuración del espacio arquitectónico ha determinado la evolución del lenguaje de la arquitectura.*** O, al menos, podemos establecer una clasificación de la arquitectura en función de la relación entre el espacio y la materia que la caracterizan a lo largo de las distintas épocas.

La pintura y la escultura se desenvuelven en el ámbito de lo extenso –lo que incluye la dialéctica espacio-materia, ya sea bidimensional o tridimensional- por lo que ***las artes plásticas han influido más que ninguna otra en la evolución del lenguaje de la arquitectura***. Pevsner se refiere a tres maneras de configurar el espacio arquitectónico. La primera, que atiende a la visión plana propia de la pintura pensando en el plano de una fachada, de cómo articular el límite. La segunda, más escultórica y característica de las culturas antiguas, en particular de Grecia o de Egipto, en la que el espacio se concibe como negativo de la forma; el espacio es gestado desde fuera hacia la piel de las formas masivas. Y la tercera, la concepción espacial puramente arquitectónica que considera el espacio como finalidad, arranca con el Pantheon de Roma y opera en términos de colonización del espacio, más propiamente, del espacio entendido como envolvente; esta arquitectura se proyecta desde dentro hacia el fuera. El mismo Zevi nos habla de la importancia de la concepción del espacio arquitectónico para entender la verdadera naturaleza de la arquitectura, ésa es una clave de la evolución del lenguaje de la arquitectura más genuina que la descripción estilística inherente al historiador del arte.

Atendiendo a lo anteriormente descrito y de acuerdo con el criterio clasificatorio definido por la articulación del espacio a partir de la materia, se pueden distinguir ***siete categorías de la arquitectura bien diferenciadas entre sí a lo largo de la historia.*** Las distintas categorías a las que se refiere esta proposición son:

Arquitecturas excavadas (estereotomía literal)

La tectónica del espacio exterior (tectónica literal)

La estereotomía del espacio interior (continuidad del límite)

La hibridación de lo tectónico y lo estereotómico (tectónica literal y continuidad del límite)

La tectónica de la modernidad (tectónica conceptual)

Habitar la materia (estereotomía conceptual)

El espacio virtual y las geometrías complejas (topología conceptual)

La arquitectura de la antigüedad es hilemórfica por la relación que existe entre la materia y el espacio que se construye a partir de geometrías cerradas y límites netos; comprende las cuatro primeras categorías.

La arquitectura moderna no es hilemórfica, es arquitectura de campo, bien porque existe un desdoblamiento en esqueleto y piel, o bien porque se produce una descomposición "orgánica" de la forma, o porque el desmembramiento es doble desdibujando aquellos límites que establecen ámbitos de influencia, fluidez espacial y delimitación difusa de los espacios.

De acuerdo con lo anterior, **tal distinción permite diferenciar planta libre (Funcionalista) de planta abierta (Expresionista)**, lo que es especialmente pertinente en el ámbito de la crítica. La primera de ellas se deriva del desmembramiento en estructura y cerramientos; la segunda, en cambio, es más el resultado de una voluntad compositiva y no se apoya necesariamente en dicho desmembramiento. El pabellón de Barcelona es un ejemplo de hibridación entre ambos tipo de plantas, de ahí su inigualada fluidez espacial.

La arquitectura de la 6ª categoría es una hibridación de la arquitectura hilemórfica y la arquitectura de campo que se resume en la actitud de ***habitar la materia***. Ejemplos como las termas de Vals de Zumthor o algunas de las obras de los hermanos Aires Mateus son ilustrativas de este tipo de estrategias proyectuales.

La arquitectura de la era digital, la 7ª categoría, es arquitectura de campo; las geometrías complejas que plantea no modifican necesariamente la relación entre el espacio y la materia de los modelos propuestos, pero son sólo posibles gracias a la aparición del ***espacio virtual***. La definición de la forma arquitectónica a partir de la superficie entendida como piel es, si cabe, más radical que en la arquitectura del Movimiento Moderno. Dicha tendencia continúa con la progresiva *desmaterialización* de la arquitectura como constante histórica. La aparición de diversas pieles en la fachada que respondan a una mejor adecuación de la arquitectura a las condiciones ambientales es parte de esta tendencia hacia el desvanecimiento del límite neto, del límite material explícito. Aunque actualmente tenga causas bioclimáticas incluidas entre las estrategias proyectuales, desde el punto de vista del criterio clasificatorio establecido es un estadio más de la progresiva desmaterialización de los límites en el decurso de la historia de la arquitectura.

Estructura de la extensión topológica.

Existen unos invariantes que indefectiblemente trascienden épocas y estilos, por lo que ***se puede definir una estructura de la extensión topológica*** o de la arquitectura**.** La existencia de dichos elementos invariantes constituye el ser de la arquitectura y es la prueba inequívoca de que -a pesar de la evolución de su lenguaje y de las tecnológicas- la arquitectura sigue construyendo espacios en clave poética que responden a una necesidad en lugares y tiempos concretos***.***

Los elementos necesarios que constituyen el ser de la arquitectura son: ***la geometría, el orden, la escala, la proporción, la jerarquía y el equilibrio, el contraste, la estructura y los cerramientos, el espacio interior y el lugar***. Ha de entenderse que estos invariantes que aquí se proponen se

han planteado en el contexto del entendimiento de la arquitectura como extensión topológica y el espacio arquitectónico como espacio material.

Los sistemas compositivos se han empleado a lo largo de la historia para articular los elementos materiales y su utilización ***puede generar tipologías***. El orden es una condición necesaria de cualquier propuesta arquitectónica. Un sistema de orden es una garantía de coherencia interna dentro de un proyecto y una apoyatura geométrica que puede resultar de gran ayuda. Además, un sistema de orden es también un antídoto contra el capricho individual del autor, de la arbitrariedad y de la banalidad de la forma. El orden es también, de alguna manera, un marco de referencia sobre el que edificar una propuesta. Manejar un sistema de orden implica estar conformando una estructura formal. De su ley geométrica se pueden derivar otras consecuencias de tipo constructivo o estructural en el sentido de la Estática.

El proyecto entendido como proceso permite avanzar y retroceder en la búsqueda por la consecución de un orden al que fijar la arquitectura pero también implica la posibilidad de verificar si las decisiones que se van tomando no lo contravienen una vez que se ha decidido.

Con el desarrollo de las nuevas tecnologías la arquitectura de la complejidad, con su impronta informal, no se articula necesariamente a partir de este tipo de relaciones de organización de la materia. Más bien al contrario, utiliza las enormes posibilidades de experimentación que el diseño paramétrico (la forma abierta) y la fabricación digital nos proporcionan. Esto no significa que la complejidad carezca de orden, simplemente que los esquemas compositivos convencionales no resuelven, por lo general, organizaciones muy complejas geométricamente.

Las estrategias de articulación del espacio material pueden ser de tres tipos: ***por adición (agrupación), por sustracción o por confinación de límites.*** Su aplicación puede ser ***literal*** o ***conceptual*** como se puede observar en las distintas categorías de la arquitectura que hemos identificado.

La estructura de la extensión topológica definida en estos términos está centrada en la consideración de la arquitectura como objeto en sí, al margen de su experimentación subjetiva. Por lo tanto, ***quedan fuera de ella las consideraciones temporales basadas en dicha fenomenología***. Lo que aquí se propone es la ***dialéctica espacio-materia propia de la arquitectura***, en lugar de una dialéctica ***espacio-tiempo***.

Es evidente que la arquitectura está afectada por el tiempo de formas diversas. En unos casos es su condición de materialidad lo que produce un efecto del tiempo sobre ella, como por ejemplo, el envejecimiento de lo material, la variabilidad de su comportamiento frente a los meteoros, su condición de temporalidad ligada a un entorno geofísico. Este tipo de análisis no forma parte del objeto de la tesis, y en todo caso no dejan de ser efectos de acciones exteriores sobre la arquitectura a consecuencia de su materialidad.

Por otro lado, la percepción que de la arquitectura tenemos como sujetos, también escapa al propósito de la tesis. Nuestra percepción dinámica de la arquitectura, siendo nuestra vivencia de la misma una secuencia de percepciones a las que llegamos por medio de los recorridos

que articulan su geometría, se produce en el tiempo. Pero la arquitectura como objeto en sí, permanece inmutable frente a la contingencia de nuestras percepciones. Nuestro análisis se dirige a la razón de ser de su existencia misma, al margen de toda contingencia perceptual introducida por el sujeto; de esta forma limitamos la validez de la aplicación de de nuestro análisis al ámbito que corresponde.

Por último, estando la arquitectura inmersa en un contexto cultural también se ve afectada como lenguaje por la evolución que a lo largo de la historia va sufriendo nuestra disciplina; este aspecto sí afecta al análisis de la arquitectura como objeto en sí. Por ello, en la tesis se ha hecho el esfuerzo de contrastar la veracidad de la hipótesis con respecto a la tesis en distintos momentos claves de la historia que la han caracterizado; una de las razones fundamentales de la extensión de la tesis es precisamente ésta. Así ha de entenderse el intento clasificatorio a partir del criterio establecido tanto como los distintos ejemplos de diversas épocas y estilos que se desgranan en el texto.

Por otro lado, ***la dialéctica del espacio-tiempo de la física no es extrapolable a la estructura de la arquitectura*** considerada como extensión topológica, ni tampoco son válidas las condiciones de aplicación de la mecánica relativista. A pesar de ello, en la arquitectura de la cultura digital, sí se ha hecho referencia a algunos aspectos del tiempo que se producen a consecuencia de las nuevas condiciones de diseño; algo que comentaremos más adelante. Del mismo modo, se reconoce en la arquitectura digital un intento por encarnar, por constituir una representación material del espacio-tiempo.

El Tao te Ching y las cualidades topológicas del espacio material.

La concepción del espacio arquitectónico como espacio material constituye un esfuerzo de síntesis de los modelos "materialistas" o "espacialistas" y está implícitamente prefigurada en la concepción del espacio y la materia en el Tao Te Ching; ***su utilidad se la debe a su inmaterialidad, su existencia se la debe a su materialidad***.

Esta concepción dual del espacio arquitectónico pretende resolver las incongruencias de la consideración de un espacio abstracto cuya geometría viene determinada por límites materiales que, en el discurso teórico convencional, quedan obviados. No es posible entender las implicaciones que en el espacio arquitectónico se suceden a lo largo de la historia relegando los aspectos materiales que caracterizan el límite físico que lo define a un segundo plano, como si pudieran separarse el uno de lo otro, siendo como son una sola y misma cosa: una extensión topológica.

De la complementariedad entre espacio y materia, entre lo habitable y aquello que le confiere su existencia se puede deducir el planteamiento topológico de la concepción del espacio descrito en el Tao te Ching. Una versión bastante similar al planteamiento central de la tesis: la arquitectura fundada como lo está en la necesidad requiere de espacios habitables que necesariamente habrán de ser conformados por límites materiales. La utilidad de la función a la

que se destina el espacio arquitectónico es posible en la medida en que dicho espacio defina unas condiciones topológicas que satisfagan las necesidades de uso, un lugar para ser habitado de una determinada manera. La configuración del espacio arquitectónico vendrá determinada por los límites físicos que lo conforman, su existencia es sólo posible en la medida en que estos adquieran corporeidad física.

No se puede abordar un proyecto o el análisis de una obra de forma rigurosa si obviamos esta condición material del espacio arquitectónico. ***De la colonización de la materia en el espacio se deducen una serie de cualidades topológicas que caracterizan una obra de arquitectura.*** Se debe señalar que, en todo caso, no se trata de cualidades matemáticamente topológicas. Dado que los isomorfismos topológicos exceden las posibilidades de la arquitectura construida, estando como lo está circunscrita al espacio euclídeo y por lo tanto a un espacio métrico. La adjetivación "topológica" se ha empleado en la tesis, por regla general, aplicada al concepto de topos aristotélico. Sin embargo, la elección de la palabra topología dentro de las Matemáticas no es casual; se refiere a la parte que se dedica al estudio de las propiedades de los cuerpos geométricos que permanecen en las transformaciones continuas. Es decir, una rama de las Matemáticas que estudia relaciones espaciales entre cuerpos geométricos, en clara referencia a la noción del *topos* aristotélico en el que el espacio está determinado por el límite de los cuerpos.

Atendiendo a la proporción entre la cantidad de materia y la cantidad de espacio por ella confinado podemos hablar de propiedades tales como ***densidad, compacidad, conectividad*** o ***fluidez***.

Atendiendo a la proporción entre hueco y paramento que se verifica en el propio cerramiento material podemos hablar de propiedades tales como ***permeabilidad*** u ***opacidad*****,** y desde un punto de vista visual, de ***transparencia***.

Arquitectura, proyecto y obra.

La distinción de la substancia arquitectónica como compuesto hilemórfico además de distinguir la geometría de lo que es el espacio y definir la dialéctica espacio-materia, permite establecer la validez de la crítica arquitectónica tanto a partir del proyecto como de la obra. Así, empleando el término de potencia podemos establecer la relación que existe ente proyecto y obra, entre arquitectura de papel y arquitectura construida. ***El proyecto es arquitectura en potencia, la obra es arquitectura en acto***. Esto significa que el proyecto prefigura lo que la arquitectura podrá llegar a ser, por ello su condición de potencialidad respecto de dicha arquitectura. El proyecto constituye una representación a escala de la arquitectura a la que se anticipa en papel.

El proyecto no puede reemplazar a la arquitectura puesto que su condición figurativa respecto de ella no puede sustituir la vivencia espacial, del mismo modo que no es lo mismo narrar que vivir una experiencia.

A pesar de lo anterior***, la construcción intelectual del proyecto y su potencialidad respecto de la arquitectura permite que la crítica –un ejercicio de orden intelectual- establezca criterios y emita juicios de valor con la misma validez en uno y otro caso***. De modo, que aún a pesar de que la vivencia espacial es insustituible –como lo es la percepción dinámica de la arquitectura ligada a unos recorridos-, para el ejercicio de la crítica arquitectónica es suficiente con la documentación del proyecto, preferentemente planos antes que imágenes; si bien la visita al lugar y a la propia obra enriquezcan el conocimiento de la arquitectura y, por tanto, puedan contribuir a añadir valor al juicio crítico.

Epílogo: Espacio virtual y arquitectura digital.

La aparición del ***espacio virtual*** ha revolucionado la ideación, la representación, la modelización, la visualización de la arquitectura y, recientemente, ha producido la convergencia de los procesos de ideación, representación y fabricación. Estas nuevas posibilidades –que atañen inicialmente al proyecto- ***han devenido en una nueva abstracción formal de geometrías complejas que no es heredera de las vanguardias del siglo XX***. Los resultados de la aún incipiente arquitectura digital están por llegar, pero ya se atisba que si se incluye entre las herramientas digitales la fabricación asistida (C.A.M.) las posibilidades de establecer un nuevo paradigma de la arquitectura parecen bastante claras.

Esta nueva abstracción formal es sólo posible gracias a las nuevas herramientas informáticas que permiten tanto concebir como desarrollar o construir arquitecturas no reductibles a geometrías proyectivas basadas en la recta y el plano, sino construidas a partir de superficies complejas y alabeadas. ***Su utilización establece distintos niveles de conciencia digital que van de lo instrumental a la interioridad intrínseca del espacio virtual y sus potencialidades***. Estas herramientas inicialmente orientadas a la ideación y a la representación han encontrado su contrapunto en la fabricación digital y la posibilidad de producir arquitecturas complejas que puedan pasar de la fase de proyecto.

La aparición de lo virtual desafía la metafísica convencional basada, como lo está en la materia. Sin embargo, dicha situación sólo se produce en el contexto de las distintas fases del proyecto, desde su concepción hasta su desarrollo en detalle; ***nunca puede afectar a la constitución material del espacio arquitectónico como realidad construida***. Desde este punto de vista, la era digital, no modifica en lo substancial la estructura del espacio material y de la arquitectura entendida como extensión topológica.

Topologías, tipologías y forma abierta (diseño paramétrico y arquitectura algorítmica).

La aparición del ***espacio virtual*** y su ilimitada plasticidad, en cierto modo, constituye conceptualmente un ***espacio topológico en el sentido matemático***. Dicho espacio debe considerarse en el contexto de una ***existencia virtual*** derivada de su potencialidad en el ***proceso*** de diseño, lo que implícitamente incluye el ***tiempo***, en contraposición con la ***existencia estática de lo material***. Así pues***, la consideración topológica de la arquitectura construida –***

independientemente de la categoría a la que pertenzca- debe ser entendida en relación con el concepto de topos aristotélico. Ello se debe a que la arquitectura construida sólo puede habitar el espacio euclídeo.

Sin embargo, conviene puntualizar algunas cuestiones que si bien no afectan más que a la concepción y al desarrollo del proyecto, pueden tener una gran importancia. La de la complejidad es posible, entre otras cosas, gracias a las extraordinarias posibilidades que la simbiosis entre C.A.D. y C.A.M. permiten controlar y desarrollar. ***La creciente complejidad que entrañan las nuevas herramientas establece nuevas fronteras conceptuales en la colonización del espacio***. La posibilidad de controlar con precisión geometrías enormemente complejas con superficies alabeadas y de fabricar elementos singulares en serie sin añadir un coste significativo con la utilización de robots de corte controlados numéricamente (C.N.C.), ha producido una nueva forma de abordar la arquitectura. La progresiva sustitución de la construcción por la producción y el ensamblaje ha desarrollado enormemente las posibilidades de los acabados industrializados. Por otro lado, los métodos de construcción convencionales son inapropiados para manejar determinados niveles de complejidad formal, como lo son las herramientas de representación de la arquitectura anteriores a la era digital.

De todas las aportaciones que la revolución digital ha producido en la arquitectura, probablemente la más significativa y rupturista es la que se refiere a lo que llamamos forma abierta. El diseño paramétrico y la arquitectura algorítmica son las dos puntas de lanza de esta idea sin parangón en la historia del diseño de la arquitectura.

Tradicionalmente, el arquitecto elaboraba sus proyectos con un control formativo de la geometría. Esto significa que el control de la forma es progresivo pero ésta está cerrada en cada fase del proyecto. Sin embargo, en los últimos tiempos el diseño parametrizado ha sobrepasado las limitaciones de la forma cerrada propias del proyectar tradicional lo que constituye un cambio de paradigma en la forma de proyectar más allá de un mero cambio instrumental. Un diseño parametrizado no es algo cerrado, depende de unos parámetros que pueden ser definidos *a posteriori*. Una forma abierta está definida por un código abstracto, un conjunto de órdenes que no son la forma misma sino que contienen dentro de sí la estructura formal que la define. En otras palabras, la forma está definida topológicamente y no geométricamente.

De este modo, el arquitecto está elaborando una geometría que ni siquiera existe en el espacio virtual, su existencia es únicamente conceptual –por eso no tiene una estructura métrica sino topológica-. La apertura de la forma es posible porque permite producir variaciones –en función de los parámetros introducidos- en la geometría así definida. Dichas variaciones están sometidas a la lógica interna de un código que no puede dejar de estar ordenado en tanto que construcción lógica. De este modo, las variaciones de la forma parametrizada pertenecen a un mismo linaje, a un mismo orden. En realidad la topología del diseño define una tipología, una familia de variaciones sobre un mismo tema arquitectónico o lo que es lo mismo: una colección de modelos emparentados formalmente.

El diseño parametrizado incluso permite introducir la aleatoriedad en la definición de la forma dado que los parámetros pueden ser aleatorios, como también lo puede ser el número de ellos que definan una geometría. ***La arquitectura algorítmica permite generar espacios inconcebibles para la mente humana,*** al menos desde el punto de vista de su visualización o de su representación**.** Esto supone, de hecho, el nivel más evolucionado de concepción de lo **maquínico** en la arquitectura.

La arquitectura algorítmica cuestiona la habitual relación entre el arquitecto y el proyecto basada en la formatividad. Así, la arquitectura definida genéricamente –a partir de un código abstracto- permite abordar nuevas estrategias proyectuales como las de *form–finding* en las que la forma final es buscada entre la familia del mismo orden formal.

De lo anterior se deduce un grado de abstracción mucho mayor en el que la confinación del espacio arquitectónico está parametrizada. ***La arquitectura algorítmica reemplaza el control de la forma material en el acto formativo que ha caracterizado hasta ahora el proceso de diseño por la definición abstracta y apriorística de la forma en un metalenguaje (la programación) que no se desenvuelve en la materialidad de la existencia***.

Nueva materialidad: el espacio material en la era digital.

Todas estas nuevas herramientas digitales combinadas entre sí generan unas posibilidades ilimitadas en el campo de la arquitectura, algunas de las cuales están aún por explorar. El modo novedoso de afrontar el diseño de la arquitectura y de su producción –en lugar de su construcción-, particularmente con la simbiosis producida entre el diseño paramétrico y la fabricación digital de elementos singulares en serie para descomponer las superficies complejas en elementos que se puedan ensamblar, está cambiando muchas de las estrategias proyectuales que hace sólo un par de generaciones se enseñaban en las escuelas de arquitectura. Las nuevas posibilidades de articular la materia en el ámbito de la arquitectura ya apuntan a una conciencia de nueva materialidad. Cuando las capacidades de análisis y manipulación de los ordenadores estén convenientemente orientadas a la optimización de la forma en función de determinados requisitos objetivables, la arquitectura digital empezará a dar sus frutos y será algo más que una imaginería verbosa.

En todo caso, los límites de la arquitectura construida seguirán siendo materiales si queremos que sean percibidos por nuestros sentidos. Por lo tanto estos cambios tampoco suponen un cuestionamiento del espacio material sino, más bien, un reforzamiento de dicha concepción.

Finalmente, la única modificación que introduce la arquitectura digital en lo edificado es en la aparición de membranas hipertecnológicas: el fenómeno de la eversión, la realidad aumentada y la hipersuperficie. ***Su doble constitución en realidad material y realidad virtual genera un nuevo tipo de límite arquitectónico que no es ni implícito, ni explícito, y que muy bien podríamos definir como fenomenológico.*** Es muy pronto para prever todo el potencial de estas nuevas tecnologías y de las que están aún por llegar.

La eversión y la hipersuperficie se mueven en el plano de la visualidad; en su configuración material ***no afectan a la constitución del espacio arquitectónico***. La eversión y la realidad aumentada, aunque hoy sólo afectan a la pura visualidad del límite sobre el que se proyectan imágenes y realidades virtuales, pueden evolucionar hacia membranas inteligentes que respondan a estímulos exteriores variando su configuración o su geometría, lo que supondría un salto cualitativo en la evolución del lenguaje arquitectónico y ***una nueva relación definida a partir de límites mutables constituyendo una nueva categoría de la arquitectura***.

BIBLIOGRAFÍA.

Dado que la tesis doctoral es un trabajo de investigación de carácter científico que debe estar realizado con el consiguiente rigor, nos ha parecido indicado acompañar este resumen de la tesis con unas notas sobre la bibliografía empleada en la elaboración de la misma así como de la explotación estadística de la misma.

La bibliografía se estructuró con arreglo a las tres temáticas fundamentales en torno a las que gira la tesis: arquitectura, metafísica y física.

La primera parte se dedica a la arquitectura desde un punto de vista de la teoría y el proyecto de arquitectura, una historiografía general de la arquitectura, así como del estudio de algunas obras de arquitectura que ejemplifiquen lo expuesto de manera genérica. En ella también se incluyen obras de Estética que pueden haber servido para el desarrollo del primer capítulo en la parte que se dedica a los modelos estéticos.

La segunda parte se dedica a los fundamentos filosóficos en los que se apoya la tesis, en especial de cuestiones metafísicas relacionadas con el *Hilemorfismo* y la *Metafísica de Campo de Spinoza* cuyo impacto bibliográfico incide principalmente en el Apéndice referencial.

La tercera parte se dedica a la física y a la física aplicada, así como a nociones de Estática, Resistencia de materiales y Tipos estructurales.

Notas bibliográficas e Índice de impacto bibliográfico.

Además se decidieron incorporar la totalidad de las notas por capítulos que sirven de orientación sobre la bibliografía específica empleada en cada uno de ellos así como las acotaciones del texto.

También se añadió un listado complementario con la explotación estadística de cada una de las fuentes bibliográficas ordenado alfabéticamente, lo que permite conocer a simple vista el índice de impacto bibliográfico directo de cada una de las fuentes sobre el texto de la tesis.

Este último listado se dividió en dos partes, la que se refiere a la Tesis propiamente dicha y la que se refiere al Apéndice referencial. La parte que se refiere a la tesis tiene pormenorizados los capítulos (entre corchetes) a los que pertenecen las notas bibliográficas por lo que se puede conocer con toda precisión el impacto directo de cada una de las fuentes por capítulo.

OPERACIONES NECESARIAS PARA LA EVENTUAL PUBLICACIÓN DEL TEXTO.

Es evidente que una tesis doctoral, como trabajo de investigación, no tiene ni la forma ni la estructura propia de un libro que sale de una editorial. Muchos de los textos que han conseguido un cierto relieve dentro de nuestra disciplina tienen su origen en tesis doctorales; sin embargo, el rigor en la utilización de referencias, la constante argumentación a partir de citas relevantes, la propia inclusión de las mismas, y el enfoque académico no se prestan a la publicación de las tesis en su forma original.

Por otro lado, la estructura de esta tesis, es rizomática. Es decir, hay varias tesis que se conectan entre sí en forma de red. Utilizando un símil musical, el discurso es una polifonía a tres voces. Por una parte, los fundamentos conceptuales que incluyen filosofía, física y estética, y constituyen la armonización del texto. Por otro lado, la tesis propiamente dicha –el espacio material y la arquitectura entendida como extensión topológica-, acaso la melodía principal. El contrapunto de la melodía principal que constituye la propuesta de la estructura del espacio material, con la tediosa ejemplificación que intenta justificar la tesis. Una segunda voz, que es una pequeña tesis en sí misma por lo que tiene de contención en el tema y como confrontación de la tesis a un caso particular: la arquitectura de los hermanos Aires Mateus. Un acompañamiento, el epílogo, que es una revisión no muy extensa de las últimas tendencias en la era de la arquitectura digital y trata de justificar la adecuación de la melodía principal –la tesis- a dicha arquitectura. Y, finalmente, las citas bibliográficas, el ritmo que va desgranando las distintas voces y el acompañamiento como base referencial de todo el texto.

Personalmente, creo que la parte más original del texto es la tesis propiamente dicha. El intento de poner en valor el aspecto material del espacio arquitectónico unido al hermanamiento de los conceptos de extensión del racionalismo y de *topos* aristotélico como instrumentos de crítica arquitectónica, además de novedoso, clarifica la tendencia de la arquitectura hacia la desmaterialización. De seleccionar esta parte de la tesis, el trabajo de edición y reescritura sería considerable. Aunque casi cualquiera de las partes del discurso polifónico podrían eventualmente convertirse en textos en sí mismos debido a la estructura rizomática que vertebra la tesis, la dificultad de su conversión no sería equivalente en todos los casos. Desde que leí la tesis no he parado de investigar y seguir escribiendo artículos, ponencias y comunicaciones en revistas especializadas y congresos internacionales. Tener que reescribir la tesis no me sería difícil y, pensando en su eventual publicación, sería un anhelo hecho realidad.

Para publicar la tesis, en suma, tendría que ser reescrita utilizando el método Hemingway eliminando sucesivamente todo lo innecesario o redundante para explicar las cuestiones sustantivas que se abordan, sintetizando el texto final en una versión mucho más compacta y amena destinada a un ámbito no académico.

ÍNDICE SINTÉTICO. VOL I

RESUMEN i
ABSTRACT iii
HIPÓTESIS 1
1. FUNDAMENTOS CONCEPTUALES 9
1.1. HILEMORFISMO Y ARQUITECTURA 11
1.2. EXTENSIÓN, METAFÍSICA DE CAMPO Y ARQUITECTURA 27
1.3. EL ESPACIO COMO CONCEPTO ABSTRACTO 43
1.4. FORMA Y MATERIA 61
1.5. INFLUENCIA DE LAS ARTES PLÁSTICAS EN LA ARQUITECTURA 105
2. EL ESPACIO MATERIAL Y LA EXTENSIÓN TOPOLÓGICA 149
2.1. INTRODUCCIÓN 151
2.2. LAS SIETE CATEGORÍAS DE LA ARQUITECTURA 159
2.3. CUALIDADES INTRÍNSECAS DEL ESPACIO ARQUITECTÓNICO 189
2.4. LA ARQUITECTURA COMO EXTENSIÓN TOPOLÓGICA 219

3. ESTRUCTURA DEL ESPACIO MATERIAL Y SUS INVARIANTES
La arquitectura como objeto en sí 223
3.1. LÍMITES: EL ESPACIO TOPOLÓGICO, LO MATERIAL Y EL HORIZONTE 225
3.2. INTERIOR VS. EXTERIOR. ESPACIO-LUGAR Y LUGAR CONTEXTUAL 371
3.3. ESCALA Y ARQUITECTURA 403
3.4. JERARQUÍA, EQUILIBRIO Y CONTRASTE 455
3.5. ORDEN, GEOMETRÍA Y COMPOSICIÓN 483

4. HABITAR LA MATERIA. La arquitectura de los hermanos Aires Mateus 509
4.1. INTRODUCCIÓN 513
4.2. ESTRATEGIA PROYECTUAL. EL PROYECTO COMO PROCESO 517
4.3. EL ESPACIO COMO SUSTRACCIÓN. PRESENCIA Y AUSENCIA 527
4.4. ESPACIO, TIEMPO Y LUGAR 535
4.5. EL PROTAGONISMO DE LA MATERIA COMO LÍMITE 547
4.6. MATERIA HABITADA. ESPACIOS SERVIDOS VS. ESPACIOS SERVIDORES 557

5. EPÍLOGO. Espacio virtual y arquitectura digital 579
5.1. INTRODUCCIÓN 581
5.2. LO "DIGITAL" COMO NUEVA CATEGORÍA DE LA EXISTENCIA 583
5.3. LA ARQUITECTURA COMO LENGUAJE Y NUEVA CONCIENCIA DIGITAL. EISENMAN 605
5.4. LA ARQUITECTURA COMO PLÁSTICA Y COMO OBJETO. GEHRY 635
5.5. FORMA DINÁMICA, HIPERSUPERFICIES, EVERSIÓN Y ARQUITECTURA ALGORÍTMICA 661

6. CONCLUSIONES 683

ÍNDICE SINTÉTICO. VOL II

BIBLIOGRAFÍA I

- Referencias bibliográficas III
  - Bibliografía de arquitectura III
  - Bibliografía de filosofía XI
  - Bibliografía de física XIII
- Notas por capítulos XV
- Impacto bibliográfico XXXIX

APÉNDICE

1. HILEMORFISMO EN ARISTÓTELES
   La sustancia como compuesto de la materia y de la forma

   1.1. INTRODUCCIÓN y ANTECEDENTES 7
   1.2. LA TEORÍA DE LAS FORMAS DE PLATÓN VS. LA SUSTANCIA EN ARISTÓTELES 17
   1.3. HILEMORFISMO: LA SUBSTANCIA COMO COMPUESTO DE LA MATERIA Y LA FORMA 41
   1.4. MATERIA 45
   1.5. MATERIA Y MATERIAL 51
   1.6. ¿MATERIAS SEGUNDAS, SUBSTANCIAS SEGUNDAS O UNA SALIDA A LA PARADOJA ONTOLÓGICA? 63
   1.7. LA FORMA. LA ESTRUCTURA TÁXICA DEL UNIVERSO 69
   1.8. MATERIA Y POTENCIA 75
   1.9. POTENCIA 79
   1.10. EL ACTO Y LA FORMA SUBSTANCIAL 85
   1.11. NOTAS Y TEXTOS 91

2. METAFÍSICA DE CAMPO EN SPINOZA
   La extensión como compuesto de la materia y el espacio .....

   2.1. INTRODUCCIÓN 99
   2.2. SUBSTANCIA ÚNICA Y AUTOSUFICIENCIA CAUSAL: DIOS EN SPINOZA 101
   2.3. TAXIS UNIVERSAL Y MODELOS DEL UNIVERSO. Origen del tiempo y causalidad 105
   2.4. DOXA Y PREJUICIO EN LA CIENCIA. El Big Bang y el universo en expansión 107
   2.5. FINITUD E INFINITUD 113
   2.6. NECESIDAD, CAUSALIDAD Y DETERMINISMO 127
   2.7. LA EXTENSIÓN: ESPACIO Y MATERIA EN DESCARTES Y SPINOZA 135
   2.8. SISTEMAS DE REFERENCIA. El espacio y el tiempo como abstracción mental 139
   2.9. LUGAR Y ESPACIO 141
   2.10. EXTENSIÓN Y VACÍO 145
   2.11. METAFÍSICA DE CAMPO 161