

Universidad de las Américas
Master en Diseño Arquitectónico Avanzado - MADAA

Especialización

Representación del espacio arquitectónico doméstico continuo mediante el diseño algorítmico en el programa arquitectónico de la vivienda moderna y postmoderna

Jackson Paúl Ramírez Herrera
2023

Universidad de las Américas
Master en Diseño Arquitectónico Avanzado - MADAA

Especialización

Representación del espacio arquitectónico doméstico continuo mediante el diseño algorítmico en el programa arquitectónico de la vivienda moderna y postmoderna

Jackson Paúl Ramírez Herrera
2023

MADAA 2021-2023

MASTER EN DISEÑO ARQUITECTÓNICO AVANZADO

Especialización. Representación del espacio arquitectónico doméstico continuo mediante el diseño algorítmico en el programa arquitectónico de la vivienda moderna y postmoderna.

Jackson Paúl Ramírez Herrera

Línea de especialización: Modelos

Director: Sergio del Castillo

Codirectora: Ana Medina

Correo electrónico: ramirezherrera.01@gmail.com

ES

RESUMEN. Mirando a la representación espacial arquitectónica de la vivienda moderna y postmoderna, esta investigación incorpora los procesos digitales para la inclusión de una nueva representación espacial. Se trata del diagrama por código (dC), como un diagrama que se representa matemáticamente para explorar la posibilidad del espacio arquitectónico continuo, o, la reproducción del programa arquitectónico de la vivienda a partir de un clúster de hábitos. Aquí, el programa de la vivienda se organiza estratégicamente para expresar una especie de biogeografía del espacio arquitectónico. El resultado una serie de diagramas que evocan sugerentes espacialidades.

PALABRAS CLAVE: Representación espacial; diagrama por código; algoritmo; espacio arquitectónico; programa; vivienda.

EN

ABSTRACT. Looking at the architectural spatial representation of modern and postmodern housing, this research incorporates digital processes for the inclusion of a new spatial representation. This is the diagram by code (dC), as a diagram that is mathematically represented to explore the possibility of continuous architectural space, or, the reproduction of the architectural program of the dwelling from a cluster of habits. Here, the housing program is strategically organized to express a kind of biogeography of architectural space. The result is a series of diagrams that evoke suggestive spatialities.

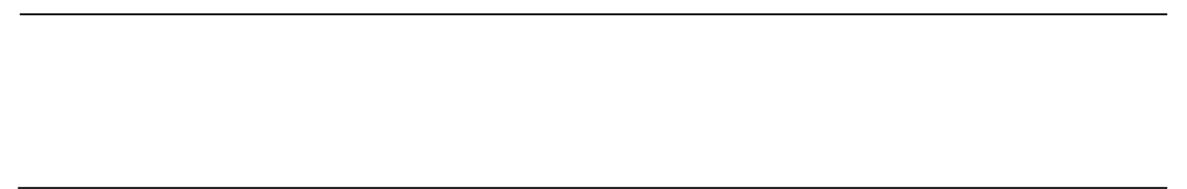
KEYWORDS: Spatial representation; code diagram; algorithm; architectural space; program; living place.

MADAA 2021-2023

MASTER EN DISEÑO ARQUITECTÓNICO AVANZADO

Espacialización. Representación del espacio arquitectónico doméstico continuo mediante el diseño algorítmico en el programa arquitectónico de la vivienda moderna y postmoderna.

Jackson Paúl Ramírez Herrera



Sergio del Castillo



Ana Medina

FIRMA DEL DIRECTOR/A DEL TRABAJO DE FIN DE MASTER

FECHA: 31 de mayo del 2023

Agradecimiento

Al soberano Dios que en su hijo Jesucristo me dió vida.

A mis padres, por su esfuerzo incondicional.

A Elena y Sergito, por su amor.

A Paola, por su ayuda valiosa y oportuna. Y tambien a ti Mabel.

A Jofre, Patricia y Andrés, por su acogida y generosidad (y paciencia).

Índice

CAPÍTULO I

TEOREMA SEMÁNTICO ARGUMENTATIVO

1.1	Introducción al tema: Espacialización	16
1.2	Objetivos.....	19
1.3	Estado de la cuestión	20
1.4	Metodología.....	21

CAPÍTULO II

APROXIMACIÓN TEÓRICA AL ESPACIO ARQUITECTÓNICO

2.1	Dinámicas del ser de las cosas	24
2.2.1	<i>El ser es acción</i>	24
2.2.2	<i>El vacío QCD</i>	25
2.2.3	<i>Campos mórficos</i>	26
2.2	Lógicas de las dinámicas del espacio: biocosas	26
2.2.1	<i>Estigmergia</i>	27
2.2.2	<i>Migración celular</i>	29
2.2.3	<i>Fuerzas de un agujero negro</i>	31
2.3	Representar, habitar y proyectar la vivienda	32
2.3.1	<i>Post-diagrama: el diagrama por código (dC)</i>	32
2.3.2	<i>Espacio arquitectónico doméstico</i>	35
2.3.3	<i>Programa arquitectónico en la vivienda</i>	37

CAPÍTULO III

REPRESENTACIÓN ESPACIAL CONTINUA DE LA VIVIENDA

3.1	Caso de estudio: El programa arquitectónico representado de la vivienda moderna y postmoderna.....	42
3.2	Lógica algorítmica: biocosa y habitar	46
3.3	Diagramas por código (dC).....	49
3.3.1	<i>Campos de uso: dormir, aseo y transitar</i>	50
3.3.2	<i>Intensidades de uso: dormir, aseo y transitar</i>	56
3.3.3	<i>Interacciones espaciales: espacio geométrico sobre campos de uso</i>	61
3.3.4	<i>Espacio intermedio (space in – between)</i>	66

CAPÍTULO IV

REPRESENTACIÓN GENERATIVA: UN MODO DE INTERPRETACIÓN PARA EL ESPACIO ARQUITECTÓNICO

4.1	Discusión de resultados	80
4.2	Conclusiones (acción generativa).....	87
	Índice de figuras.....	90
	Bibliografía.....	92
	Anexos.....	95

CAPÍTULO I

TEOREMA SEMÁNTICO ARGUMENTATIVO

1.1 Introducción al tema: Espacialización

La representación del espacio arquitectónico es una etapa esencial del diseño en arquitectura. Históricamente, la representación, y el dibujo como su medio de expresión, se remonta a la época preindustrial, como una conceptualización que dio origen a la organización espacial. Esto último, establece al espacio arquitectónico, como la ocupación localizada y localizable de un espacio para el habitar humano conformado por operaciones de un proyectista (Muñoz, 2012). Al mismo tiempo, entra en acción el programa arquitectónico, a modo de designación del diseño; en efecto, para una respuesta morfológica. De esta manera, una vivienda representa su programa en el interior de un recinto¹ con células residenciales elementales que se repiten estratégicamente; la regla está relacionada con el habitar. Sin embargo, el recinto junto con sus límites e ilímites ha estado presente desde siempre en el ser humano, permitiendo que el espacio constituya diversas posibilidades, por lo cual, el recinto no estaría en cuestión sino su representación. En ese sentido, el acto de delimitar el espacio mediante geometría poligonal ha evocado un discontinuo²; condicionando, por un lado, los modos de habitar en esos espacios, y por otro, la manera de concebir el espacio por parte del arquitecto.

Esta situación se puede apreciar en la arquitectura moderna y postmoderna, que confirió un modo de representar el espacio arquitectónico de la vivienda; empero, recientemente se ha visto devaluada por la tecnología digital. En el siglo pasado, los recintos perfilaban el vacío dando forma al contorno; la proximidad y el vacío entre recintos, permitía incorporar elementos de segmentación (notorio en la mayoría de casos y discreto en otros). Esta concepción heredada seguramente a lo largo de la historia de la arquitectura, y, vigente en nuestros días puede tener otro entendimiento. Siguiendo a Solà-Morales (2001), la tradición arquitectónica de esa época fue la de situación sólida, con condición material firme y desde la categoría espacial. Todo esto bajo el binomio forma/función para expresar elementos programáticos poligonales; esos polígonos pretendían regular y controlar el uso del espacio de forma estratégica, empero, aportaban una espacialización discontinua. En un intento por crear nuevas estructuras de exploración, Solà-Morales (2001) expone la situación líquida, con condición material fluida y desde la categoría temporal. Sin embargo, los arquitectos, no incluyen este enfoque en su hacer, más bien, queda en el ámbito discursivo.

Una manera de aportar en ese enfoque, y superar ese discontinuo espacial, sería incorporando en nuestra práctica arquitectónica herramientas de visualización de datos que permitan una transformación (de discontinuo a continuo); esto último, con el fin de reflexionar en el habitar de la vivienda. De esta manera, a medida que la arquitectura permite ampliar su saber desde diferentes frentes, es oportuno generar conocimiento arquitectónico mediante

1 "Espacio, generalmente cerrado, comprendido dentro de ciertos límites" (RAE). "Figura que desde el inicio ha ocupado una posición central en la producción de espacio arquitectónico" (Dall'Asta & Nácher, 2021, p. 30).

2 "Interrumpido, intermitente o no continuo" (RAE). El espacio discontinuo se entiende en tanto recintos espaciales impermeables, semipermeables y permeables.

una exploración de la morfológica del programa arquitectónico, indagando sobre el ser del espacio³ que utiliza las propiedades de la vida para determinar su naturaleza y por ende su representación.

La línea de investigación antes descrita se ha explorado por los arquitectos: Andrasek, Meyboom & Reeves, David Pigram, entre otros; y, se ha hecho, por, sobre todo, desde un enfoque biocosa. Un enfoque biocosa indaga vínculos particulares entre varios nodos disciplinares y tecnológicos, promoviendo relaciones creativas intraespecíficas que a su vez sirven como tejido transformador para el propio proceso de diseño (Andrasek, 2010). De ahí que, Meyboom & Reeves (2013), investigan, por ejemplo, un sistema de programación espacial que determina su propia configuración, donde el arquitecto diseña las reglas de la ecología del sistema y los agentes representan los escenarios dentro del sistema (Meyboom & Reeves, 2013). Ese enfoque (biocosa) puede tomarse para representar el espacio arquitectónico doméstico de la vivienda. Posible hoy, gracias al notable avance computacional en la disciplina, que ha incorporado una serie de parámetros tomados de las reglas que conforman la vida. Así pues, nos hemos propuesto: *representar el espacio arquitectónico doméstico continuo de la vivienda mediante el diseño algorítmico del programa arquitectónico de la vivienda*. Esto último describe el objetivo de nuestra investigación. Iremos ahora a definir cada una de sus partes semánticas, para proceder a explicar este enfoque en relación al objetivo planteado.

En primer lugar, en esta investigación, la representación es entendida como una forma esquemática y gráfica. Para ello, se utiliza el diagrama como un generador gráfico que establece procedimientos que no son visibles a simple vista, siendo códigos invisibles. Según Cano (2021), el diagrama es considerado un medio de visibilización y, por lo tanto, de representación. Sin embargo, no nos referimos al diagrama tradicional, sino al diagrama que se representa matemáticamente en lugar de visualmente (Wintour, 2015). En segundo lugar, el espacio arquitectónico doméstico, este primer aparato conceptual está referido a: "el espacio mental como dominio de significaciones y que, al mismo tiempo, es su soporte matérico. (...) el espacio doméstico determina las condiciones y características de los objetos y de los sujetos que pertenecen a éste" (Giraldo, 2010, p. 12). El espacio doméstico es un espacio del uso, apropiación y significado. En tercer lugar, es importante destacar el diseño algorítmico como una herramienta fundamental para aprovechar el poder computacional en entornos distintos. Según Lara (2021), su utilización implica una nueva forma de entender el lenguaje, en la que se combinan conceptos aparentemente opuestos como el caos y la estructura, lo orgánico y lo lógico, dando lugar a un enfoque complejo pero esencial. El resultado de esta integración de conceptos es la creación de posibilidades hasta ahora desconocidas y la apertura hacia nuevos límites dimensionales. Para ello se utiliza el método generativo, siguiendo a Lara (2021) en Roncoroni (2015) el método generativo consiste en:

3 El espacio necesita nuevas reglas. La idea de una realidad objetiva salió por la ventana, reemplazada por nociones como: distribuciones de probabilidad en lugar de resultados predecibles.

“(…) aplicar principios matemáticos, conocimientos científicos y modelos algorítmicos de los procesos naturales al estudio de formas complejas bi- y tridimensionales. En este sentido, mediante el uso de las herramientas informáticas los procesos generativos renuevan el diseño industrial, la arquitectura y el arte en general. Para aprovechar estas posibilidades, el diseñador debe contar con una cultura interdisciplinaria e integrar habilidades que van del dibujo a la programación” (Lara, 2021 en Roncorini (2015), p. 278).

Y, en cuarto lugar, programa arquitectónico de la vivienda, este segundo aparato conceptual, se explica desde el concepto de programa en Bernard Tschumi, en su teoría de las relaciones entre espacios y eventos. Siguiendo a L. Marche (1995), esas relaciones manifiestan tres aspectos fundamentales: “el soporte uno a otro, el conflicto de uno a otro y el olvido entre sí, eso crea las condiciones en las que cada una de las relaciones entre espacios y eventos pueden existir” (135). El programa pasa entonces a definirse como un sistema de relaciones, sin embargo, dentro de esas relaciones pueden existir no programados, esto es “lugares en los que pueden tener lugar infinitud de eventos no planificados, donde la vida no está determinada de forma exhaustiva por una arquitectura funcionalista dedicada a la proposición de que sólo hay un conjunto de comportamientos apropiados para un espacio específico” (L. Marche, 1995, p. 135). Frente a esto L. Marche (1995) en Tschumi concluye en no separar programas y espacios sino integrarlos, a esto se le conocerá como ‘programación cruzada’, concepto que toman como fuente los aspectos programáticos complejos y conflictivos de la realidad contemporánea como un medio importante para redefinir la arquitectura, y generadores de otros conceptos como transprogramación y desprogramación. Donde los elementos se descomponen y reconstruyen a lo largo de diferentes ejes de la domesticidad, como una arquitectura maleable que trata desde el diseño de las condiciones y no desde las condiciones de diseño. A toda esta definición semántica antes descrita, debemos agregar el concepto de continuo, como el resultado esperado en esta investigación. Por tanto, y siguiendo a Pigram (2022), lo continuo es la forma del vacío que no es interrumpida; esta idea declara que el habitar no es estático sino dinámico, donde existen tantos niveles de realidad reales y posibles (Varzi & Consiglio, 2015).

De esta manera, esta tesis investiga el espacio arquitectónico desde el diseño algorítmico con el objetivo de lograr un espacio continuo. En este sentido, se busca representar la noción de espacio/evento a través de hábitos, que son momentos de uso del espacio y que, de alguna manera, definen una condición temporal. Pues antes, el diseñador/arquitecto operaba desde un euclidiano bidimensional lleno de materia estacionaria –un contenedor–, donde el espacio se define conforme a las características espaciales de esa materia proyectada. Sin embargo, los espacios no consisten únicamente en

materia estacionaria, por lo que se vuelve útil una representación diferente que revele la naturaleza del habitar en el espacio. Esta tesis representará el espacio arquitectónico doméstico continuo de la vivienda, estableciendo un tipo de coordenadas espaciales que actúan como tiempos de uso, una especie de biogeografía⁴ del espacio; superando así, modos tradicionales de representar el espacio arquitectónico. Para ello iremos a tres pasos principales. El primero, establecer una lógica algorítmica, que relaciona un clúster de hábitos de la vivienda con una biocosa. El segundo, codificar la lógica algorítmica mediante una definición de parámetros de algoritmos en la interfaz de grasshopper. Y el tercero, implementar el algoritmo en nueve viviendas representativas de la arquitectura.

1.2 Objetivos

Si nos trasladamos al diseño computacional para la representación del espacio arquitectónico mediante el diseño algorítmico, veremos qué, y siguiendo a Ayoğlu (2005), el ciberespacio ofrece un medio conveniente para realizar dicha tarea. La representación mediante diseño algorítmico, en términos de Wintour (2015), es un diagrama generado por código. El *diagrama por código (dC)*, como describe Wintour (2015), se representa matemáticamente en lugar de visualmente. En su definición más básica e histórica el diagrama se entiende como una herramienta visual diseñada para transmitir “en cinco minutos tanta información como se necesitarían días enteros para grabar en la memoria” (Playfair en Bos & van Berkle, 1998, p. 20). Es así que nos estamos refiriendo a una representación que utiliza procesos digitales.

Los procesos digitales son definidos por el grupo MIAUTICS⁵ como herramientas de proyecto tan importantes como el proyecto mismo; lo hacen posible y eficiente en su ejecución, pero también lo generan, lo refuerzan, lo simulan, lo explican y lo comunican, permiten que sea colaborativo, lo conectan con el contexto, revelan relaciones que a simple vista nunca podríamos haber tenido en cuenta. Esos procesos expresan un hacer arquitectónico eficiente frente a otros procesos. Este grupo de arquitectos y otros más (parametric monkey, por ejemplo), forman con procesos digitales entidades espaciales de alta complejidad. Potentes maneras de explorar la arquitectura para producir expresiones espaciales sugerentes para la arquitectura. Resulta evidente que dicho avance radica en ir más allá de lo estable, regulado y normado, para acceder a nuevas formas de investigar en la arquitectura. La actualización al presente de esta manera de investigar en arquitectura tiene varios exponentes: Aranda/Lasch, Philippe Morel (EZCT), Alisa Andrasek (Biothing), David Pigram, Sergio del Castillo (MIAUTICS), entre otros. Para estos arquitectos, su hacer está realmente basado en la tarea de diseñar la máquina abstracta (el diagrama). Los procesos algorítmicos de los diagramas por código, que utilizan estos arquitectos, pueden ser, según Terzidis (2003), un vehículo para la exploración

4 Término tomado de la biología para expresar la distribución de la vida en un lugar.

5 “Miautics es un equipo de especialistas en Diseño Computacional experto en la creación de instrumentos o herramientas digitales para la generación, ejecución, investigación, simulación y representación de Proyectos de Diseño, Arquitectura y Urbanismo” miautics.com

que va más allá del límite de la percepción.

Por todo lo anterior, el objetivo de esta tesis es: *representar el espacio arquitectónico doméstico continuo de la vivienda mediante el diseño algorítmico, tomando como caso de estudio el programa arquitectónico de la vivienda moderna y posmoderna*. Un representar que revelará el carácter interrelacional del espacio en la vivienda. Hablar de lo continuo en la actualidad no es solo una cuestión teórica sino práctica, cuyo interés radica en explorar modos para visibilizar tales acciones, lo que da pie a la pregunta de investigación: ¿cómo representar el espacio arquitectónico doméstico de la vivienda para visibilizar el espacio continuo? La respuesta, que se irá construyendo a lo largo de esta tesis, se encuentra en la noción de diseño algorítmico. Concepto que nos traslada directamente a la hipótesis planteada: el diseño algorítmico será el método capaz de visibilizar el espacio continuo. El algoritmo a desarrollar seguirá tres objetivos principales: establecer, codificar e implementar el espacio doméstico de la vivienda. En primer lugar, establecer un modelo de datos provenientes de una lógica algorítmica; en segundo lugar, codificar un algoritmo de representación en la interfaz de grasshopper en base a la lógica algorítmica; y, en tercer lugar, implementar el algoritmo en nueve viviendas representativas de la arquitectura, lo que dará como resultado diagramas generados por código.

1.3 Estado de la cuestión

El tema de investigación se ha desarrollado de acuerdo a un enfoque computacional. Esto implica, que gran parte del campo semántico utilizado – representación, diagrama por código, programa arquitectónico, espacio doméstico y algoritmo– es generado por una serie de autores dedicados a explorar la arquitectura desde el diseño computacional. En línea con esta premisa, nos enfocaremos en mostrar trabajos relacionados con el diseño computacional en la arquitectura, ya que este contiene la herramienta, el método y el resultado de esta investigación, cuyo interés radica en la representación a partir del diagrama.

Las cuestiones sobre la representación, en tanto computación, ha sido explorado por Davee Reeves & AnnaLisa Meyboom (2013) que investigan sobre la planificación de múltiples agentes para la planificación del espacio, o, el caso de Bruce Davidson, David Reeves & Elizabeth Tweedale que investigan sobre soluciones especulativas en el diseño urbano a través de la autoorganización. O, más específico aún, el caso de Andrasek (2010), que investiga desde el diagrama por código, temas como: la realidad paralela del código invisible en relación a múltiples actualizaciones. Así mismo trabajos como los de Wintour (2015) cuyos artículos abordan el papel del diagrama⁶ en la era del diseño paramétrico, para reconocer el cambio de paradigma en su representación. Todas estas investigaciones han abordado la arquitectura como un estudio experimental.

Por otra parte, se ha investigado temas como el espacio en la arquitectura a partir de la sintaxis espacial de Hiller (2007), que busca el análisis configuracional de la vivienda desde accesibilidad y desplazamientos. En cuanto a metodologías que abordan el tema del espacio arquitectónico, está Alexander Klein, quién buscaba identificar estrategias de diseño para elaborar un espacio óptimo en términos de polivalencia, aunque sus representaciones (diagramas) fueron de un modo no computacional –si cabe el termino–. Finalmente, también existen referentes como caso de Mittal (2013), que estudia intraacciones e interacciones del espacio a partir de una biocosa (la estigmergia). Aportando así sugerentes maneras de abordar la arquitectura.

1.4 Metodología

En el curso Gráficos Computacionales de la Maestría en Diseño Arquitectónico Avanzado FAD/UDLA, impartido por el Arq. Sergio del Castillo, se llevó a cabo una experiencia e implementación de un trabajo práctico sobre algoritmos relacionales. Este trabajo se enfoca en formular y resolver relaciones entre situaciones, integrando el análisis y la estructuración de algoritmos para realizar operaciones complejas. El enfoque del trabajo práctico se alinea con nuestra preferencia de ampliar el conocimiento en estos temas. La tesis presenta un plan de acción organizado que tiene como objetivo ampliar, diversificar y ejemplificar las opciones ocultas que se perciben como posibles. Como se mencionará en párrafos precedentes, el campo y la temática de investigación propuestos permiten descubrir nuevas condiciones espaciales, vislumbrando diversas combinaciones, metodologías y sugerentes espacialidades.

La producción ya realizada me ha permitido pensar nuevas acciones de indagación, vinculadas a nuevas sugerencias en el ámbito del espacio arquitectónico. De modo que, para explicitar como representar el espacio arquitectónico doméstico continuo de la vivienda, que no se caracteriza por recintos de figuras platónicas, sino por una geometría abierta y flexible –pero de geometría consistente– (Amann, 2014), o, lo que es lo mismo continua, la presente investigación desarrolló un algoritmo incorporando variables de un clúster de espacios domésticos de la vivienda en relación a una biocosa. El algoritmo surge como una definición de objetos de grasshopper, a partir de una lógica algorítmica. Sus pasos fueron codificados con el propio pseudocódigo y gramática del diseño computacional, para que el diagramador (el algoritmo) fuera capaz de representar los fines propuestos. Siguiendo a Urriza, Santos & Orozco, (2003), el fundamento teórico de un algoritmo está dado en el lema y en el teorema que siguen. Todo esto hoy posible gracias al notable avance del diseño computacional que ayudará en esta investigación.

En atención a lo anterior; primero, se estructuró un clúster de espacios domésticos de la vivienda, o, de hábitos, en relación a una biocosa, para determinar

6 “El avance de las nuevas técnicas informáticas que surgieron a fines de la década de 1990 vio el surgimiento de una nueva forma de representar el diagrama. Basada en parte en la interpretación de Deleuze y Guattari de la refundición de Foucault del diagrama como una serie de fuerzas maquínicas, la teoría vio el diagrama como materia, flujos y fuerzas” (Wintour, 2015, p. 6; en Eisenman, 1998, p. 27).

un patrón de organización espacial en los nueve programas arquitectónicos de la vivienda moderna y contemporánea previamente seleccionados. Luego, se procedió a codificar esa información en grasshopper de rhinoceros, para generar una definición de parámetros⁷ y componentes⁸ que se entienden como el algoritmo de representación; o, un *diagrama por código (dC)*. En este paso fue fundamental seguir procedimientos concretos de la algoritmización, como, por ejemplo: modelar la geometría de los recintos de cada una de las plantas arquitectónicas, identificar radios de uso en el mobiliario existente y encontrar el centro de esos radios. Finalmente, se implementó el algoritmo en las nueve viviendas seleccionadas como estudio de caso, para generar los diagramas por código. Los diagramas obtenidos fueron: campos de uso, intensidades de uso e interacciones espaciales. Al mismo tiempo se generó un cuarto diagrama, como resultado de una exploración ampliada del diagrama de interacciones espaciales, que muestra trozos de espacios en regiones de fronteras entre programas. Este último diagrama es denominado: espacio intermedio (space in – between). En síntesis, nueve viviendas clásicas de la arquitectura se tomaron como estudio de caso. El objetivo fue representar el espacio arquitectónico doméstico continuo de la vivienda mediante el diseño algorítmico. Este método de investigación supera tanto la representación tradicional de un programa de vivienda como la adopción uniforme de un ideal singular, prefiriendo la interrelación espacial y la diferencia sintonizada. En fin, los resultados muestran un programa de vivienda interrelacionado, fluido, expresando, de algún modo, el concepto de programa de Bernard Tschumi; de la relación espacio y evento.

7 En grasshopper un parámetro es aquel que contiene datos. (almacena)

8 En grasshopper un componente es aquel que contiene acciones. (hace)

CAPÍTULO II

APROXIMACIÓN TEÓRICA AL ESPACIO ARQUITECTÓNICO

2.1 Dinámicas del ser de las cosas

2.2.1 El ser es acción

Las cosas están en sinergia todo el tiempo (Bertoglio 1982). Los niveles de realidad de la vida como tal parecen estar programados para funcionar en simultáneo entre la realidad percibida y la realidad vivida, o, la escala cuántica y la escala real. Esta sinergia, entre estas dos realidades, se explica, de mejor manera, en el concepto de acto (ἔργον) de la filosofía aristotélica; el filósofo afirma que todo tiene un propósito (telos), una posibilidad de ser estado (potencia). Lo que constituye un modo de ser: la acción, como un modo operativo de la vida puesto en marcha por el movimiento.

En particular, la energía aristotélica (Fig. 1) presenta por primera vez el concepto de acción, "(...) de la existencia o maneras de hacer ser" (Castoriadis, 1997, p. 136). Acciones programadas que operan como un campo de presencia en un presente continuo abstracto y unidireccional. En ese sentido, nos hemos servido de una abstracción del diagrama de Penrose Carter, en su concepción geométrica, para fines de explicación de la presente propuesta: el ser es acción (Fig. 2); así, aunque este diagrama contiene cuatro cuadrantes claramente definidos, no impide que se pueda enfatizar ese sistema de acción. Este diagrama, contiene en los centros de sus ejes las leyendas que connotan un movimiento tipo en la acción del ser: De esta forma: el cuadrante III contiene las leyendas *dar* y *recibir*, que determinan un movimiento que existe en una realidad imperceptible de la acción como los pensamientos; y,; el cuadrante IV contiene las leyendas *dar paralelo* y *recibir paralelo*, que determinan la acción puesta en marcha por un movimiento real en la vida cotidiana.

Los cuadrantes restantes, en cambio, debe entenderse como categorías espacio-temporales de la acción. Donde el cuadrante IV determinaría el espacio/tiempo real de acción del ser, en relación a todo el sistema que presenta el diagrama. En definitiva, el ser se encuentra geolocalizado en un punto-origen, cuyas coordenadas espaciales ponen a su disposición cuatro categorías espacio/tiempo que determinan su accionar. Esa acción programada activa un campo unitario de acciones, promoviendo un ser en simultáneo; esto se explica porque, en el espacio ocurren al menos las siguientes acciones: a) persistencia y retroalimentación: por el uso de un ciclo de acciones ejercidas y aprobadas en el pasado y aplicadas ahora; b) transformación: produciendo lo que no estaba dado desde una estructura-guía (la repetición), y; c) organización propositiva: definiendo el futuro esperable por proyección del pasado. Por lo cual, el espacio pasa de ser algo a ser alguien, donde intervienen diversos procesos que determinan su realidad.

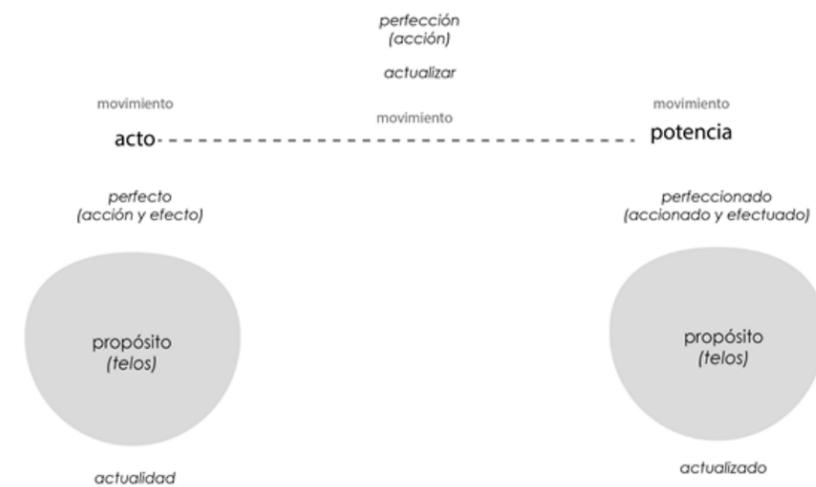


Fig. 1

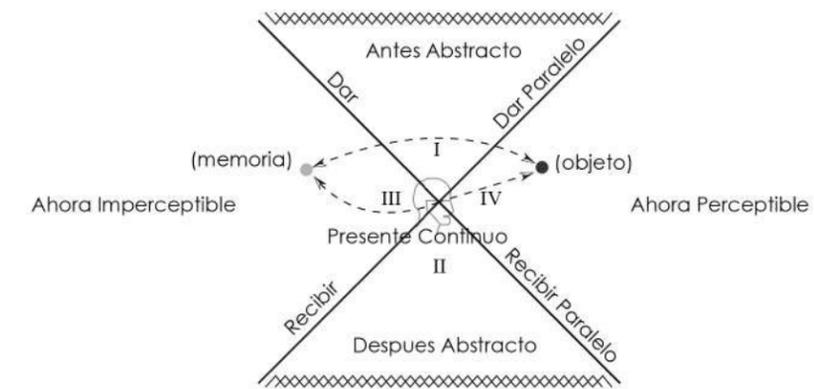


Fig. 2

2.2.2 El vacío QCD

Desde un punto de vista físico cuántico⁹ el espacio es un vacío lleno de campos, esto significa que lo que vemos es la combinación e interacción de escalas atómicas. Toda esta idea comenzó cuando la física aportó una nueva forma de entender la realidad físico-material, y aunque en la actualidad es la gran desconocida –pese a que ya lleva más de 100 años– su desconocimiento no está justificado de ninguna manera puesto que impregna todo lo que existe en nuestro interior y a nuestro alrededor (Gómez, 2012, p.28). Este modo de ser del vacío está fundamentado en el principio de incertidumbre de Heisenberg, que trata de un conocer con precisión arbitraria, donde la realidad está, en muchos sentidos, indeterminada.

El Dr. Goswami, destacado físico cuántico, sostiene que nuestra vida se desenvuelve en un ambiente de múltiples posibilidades, similar a las ondas de probabilidad que describen el comportamiento de un electrón. De esta manera, es

Fig. 1 Diagrama conceptual de la energía aristotélica. Fuente: Autor

Fig. 2 Diagrama conceptual del ser del habitar. Fuente: Autor

⁹ A principios del siglo MCM (1900), se puede observar un cambio significativo en la concepción de la realidad, influenciado por avances en la física. Se introduce una nueva forma de explicar el universo mediante el concepto de cuantos de energía, tal como se expresa en la Teoría de la radiación de Planck. Se podría inferir que este nuevo avance en la física establece nuevas formas de comprender el espacio en la arquitectura: un espacio caracterizado por la indeterminación, la dinamicidad y la fluidez.

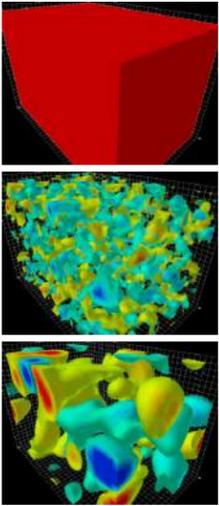


Fig. 3 La sustancia del vacío. Análisis de instantones de corta duración por su energía localizada. Fuente: Profesor Derek B. Leinweber <http://www.physics.adelaide.edu.au/theory/staff/leinweber/VisualQCD/OriginMass/index.html>

posible afirmar que nuestras opciones son tan reales como las ondas predichas por las ecuaciones de Schrödinger. Sin embargo, estas posibilidades se ven reducidas cuando proyectamos expectativas, limitándolas a una sola opción. Así, nuestra vida es un campo de posibilidades en constante evolución, y nuestra forma de percibir, pensar y actuar determinará la expansión o la contracción de estas posibilidades a lo largo de nuestro camino.

La física cuántica ha demostrado que los conceptos de espacio, tiempo, masa, energía y gravedad están interconectados entre sí, y no pueden entenderse como entidades independientes que se yuxtaponen. Es así como un estudio del vacío muestra esas interconexiones (Fig. 3) en un campo cromomagnético en su estado de energía más bajo. No hay diferencia entre partícula y onda; los sistemas cuánticos son radicalmente alterados cuando son observados.

2.2.3 Campos mórficos

La teoría de campos mórficos, propuesta por el biólogo investigador Dr. Sheldrake, sugiere que las interacciones del vacío, antes mencionadas, pueden enlazarse en el espacio para formar campos de información que moldean nuevas estructuras. Esta idea, lejos de ser una utopía, se fundamenta en las investigaciones realizadas por el Dr. Sheldrake, quien ha estudiado la relación entre los campos mórficos y patrones de actividad de forma, que les proporcionan estructura a los organismos vivos, independientemente de la carga genética del ADN. El concepto de campo mórfico es desarrollado por Sheldrake como un depositario de formas de vida, patrones y estructuras ordenadas que tienen la capacidad de viajar en el tiempo y en el espacio, y que influyen en la configuración de los organismos en el futuro. De esta manera, el campo mórfico contribuye a la creación de una memoria colectiva que se construye a partir de la suma de las experiencias pasadas y presentes. De esto último, se desprende la noción de interconectividad, de no separatividad entre los fenómenos de la vida, tal como se ha comprobado en la física cuántica. Este principio aplica tanto a los sucesos de la física cuántica como a todos los aspectos de la vida. De esta manera, el universo se presenta como un entramado complejo de interconexiones, donde cada elemento se relaciona con los demás y donde todo está en constante evolución. Es a través de la resonancia mórfica que se logra la transformación y transferencia, la cual se extiende en el tiempo y en el espacio (Charon, 2003).

2.2 Lógicas de las dinámicas del espacio: biocosas

(...) el espacio parte de un concepto heterodeterminado, puede circunscribirse a tres orientaciones principales: el espacio como continente absoluto, el espacio como substancia de la cual están hechas las realidades, y el espacio como sistema de relaciones” (Reinante, 2020, p. 29)

2.2.1 Estigmergia

Este concepto se entiende desde la noción de sistema natural. Siguiendo a Mittal, (2013) “los sistemas naturales no son monolíticos sino heterogéneos, dispares, desemejantes, por ejemplo, tenemos los sistemas de colonias de hormigas, termitas, células biológicas, sistemas sociales, entre otros. Dichos sistemas son adaptables donde la emergencia y la autoorganización son factores que ayudan a su evolución (p.22). Estos sistemas son denominados como CAS y tienen un gran número de componentes a menudo llamados agentes que interactúan y adaptan o aprenden, se modelan ocasionalmente por medio de agentes basados en modelos complejos fundados en redes” (Mittal, 2013, p. 22). El estudio de la interacción indirecta entre redes de componentes en un entorno persistente se define como stigmergia, estas redes de componentes incluyen tanto al agente como al entorno y ambos están situados en un espacio tiempo continuo con memoria (Mittal 2013).

La stigmergia podría definirse como un caso típico de sinergia ambiental; una biocosa de la naturaleza. Un ejemplo ilustrativo es el caso de los nidos de hormigas, cuya coordinación y regulación de actividades de construcción no están determinadas por las decisiones individuales de los trabajadores, sino más bien por la estructura del propio nido, tal y como demostro Grassé en sus investigaciones. Una configuración estimulante desencadena la respuesta de un trabajador de termitas; “transformando la configuración en otra configuración que puede desencadenar a su vez otra (posiblemente diferente) acción realizada por la misma termita o cualquier otra obrera en la colonia” (Ramos, & Merelo, 2004, p. 1). La división del trabajo es otro fenómeno paradigmático de la colaboración de la ejecución simultánea de tareas (paralelismo), su característica principal es la plasticidad. Se sabe que las hormigas depositan artículos de ubicaciones en ubicaciones inicialmente aleatorias. Las hormigas cambian el entorno percibido de otras hormigas (su mapa cognitivo, según Chialvo y Millonas, y en cada ejemplo, el medio ambiente sirve. Ese es un primer paso prometedor para diseñar grupos de agentes artificiales que resuelven problemas: reemplazar la coordinación (y posiblemente alguna jerarquía) a través de comunicaciones directas por interacciones indirectas. La stigmergia se caracteriza por su capacidad de adaptación ante cambios en el entorno.

Cuando se trata de agentes artificiales, este tipo de flexibilidad no tiene precio: significa que los agentes pueden responder a una perturbación sin ser reprogramados para lidiar con esa inestabilidad en particular. En nuestro contexto, esto significa que no se necesita volver a entrenar el clasificador para ningún nuevo conjunto de tipos de elementos de datos (nuevas clases) que lleguen al sistema, como es necesario en muchos modelos clásicos, o incluso en algunos recientes. Además, los elementos de datos que se utilizaron para fines supervisados en las primeras etapas de la evolución de la colonia en su

exploración del espacio de búsqueda, ahora pueden, junto con nuevos elementos, reorganizarse de manera más óptima. La clasificación y/o la recuperación de datos sigue siendo la misma, pero el sistema se organiza para tratar con nuevas clases, o incluso con nuevas subclases.

Esta tarea se puede realizar en tiempo real y de manera robusta debido a la redundancia del sistema. Recientemente, varios artículos han destacado la eficiencia de los enfoques estocásticos basados en colonias de hormigas para la resolución de problemas. Esto se refiere, por ejemplo, a problemas de optimización combinatoria como el problema del vendedor ambulante, el problema de asignación cuadrática, el problema de enrutamiento, el problema de embalaje en contenedores o los problemas de tablas de tiempos. También se han abordado problemas de optimización numérica con hormigas artificiales. Esto podría explicarse desde el concepto tercer paisaje propuesto por Gilles Clément, que permite ver el carácter artificial de algo que parece naturalmente presente, es de carácter irresoluto; se refiere a un tercer estado, de orden mental.

Siguiendo a Mittal, (2013), “las acciones de la estigmergia se clasifican en: intraacciones e interacciones. Por un lado, las intra-acciones son acciones que realiza el nodo internamente, impactan primero en el nodo mismo y puede afectar a otros nodos a través de diversas interacciones; estas acciones son iniciadas por la dinámica interna del nodo. Por otro lado, las interacciones, son las acciones realizadas por el nodo en un ambiente externo, es decir, estas acciones impactan a otros nodos en la red; este impacto se comunica a través de varios modos de comunicación como permitido por el entorno o especificado por las propiedades” (p. 27).

Por otra parte, los enfoques CAS (sistemas complejos adaptativos) y MASs (sistemas multiagente) son teorías de estudio de los sistemas naturales (de biocosas), en ese sentido un CAS es un complejo, sin escala colectiva de agentes adaptativos que interactúan, caracterizada por un alto grado de capacidad de adaptación, otorgándoles resiliencia ante la perturbación. (Mittal, 2013). Mientras que un MASs¹⁰ es “un sistema compuesto por dos o más agentes que trabajan juntos en un entorno para lograr una tarea/objetivo global a través de interacciones” (Xie & Liu, 2017, p. 348). Las principales características de los sistemas son: a) CAS: autosimilitud, sin escala, complejidad, surgimiento y autoorganización, y; b) MASs: tarea objetivo global, escalabilidad, robustez e interacción local. Su diferencia radica en los datos de operación a través de redes y agentes respectivamente.

Por un lado, en el CAS, los nodos son agentes dinámicos que se extienden en un entorno para construir vínculos con los objetos del entorno u otros agentes. Los agentes son dinámicos porque gobiernan sus interacciones con sus vecinos a través de un entorno dinámico e impredecible. Cuando nodos

se suman gradualmente la red alcanza un estado crítico, en el que la red queda sujeta a un nuevo conjunto de reglas y con ello muestra un comportamiento diferente a la inicial. En matemáticas ese cambio es conocido como: componente gigante. La transición del estado crítico de una red tiene un impacto directo en el comportamiento de los agentes que forman parte de ella. Esta interacción entre agentes y red tiene una influencia recíproca, ya que la estructura de los enlaces también es afectada por el comportamiento de los agentes. Como resultado, la topología de la red se ve modificada, creando nuevas posibilidades y limitaciones en el sistema. Por tanto, el agrupamiento está presente en los sistemas y es omnipresente en la naturaleza, por lo que es una propiedad orgánica única de las redes complejas. Así mismo, las redes complejas son la columna vertebral de todo sistema complejo, que a su vez es una red de interacciones entre numerosos elementos de la red. Cada red posee su conjunto de propiedades y el comportamiento manifestado de los componentes está limitado por las restricciones que le impiden a la red sobre ellos. Cada red se origina a través de un conjunto de restricciones entre los nodos que gobiernan. Tales restricciones definidas como reglas, tienen manifestaciones totalmente diferentes cuando se habla de redes sociales Xie, J., & Liu, C. C. (2017). Por otro lado, en el MASs, la tarea/objetivo global está más allá de la capacidad de un solo agente y puede no ser conocida por todos los agentes. Cada agente solo puede utilizar la información de sus vecinos locales. Las relaciones de vecindad esta normalmente determinada por la proximidad espacial.

2.2.2 Migración celular

El termino migración expresa desplazamiento, movimiento, un tipo de transferencia –de un estado a otro estado–. Este fenómeno se ha estudiado en ciencias como la biología, la informática, la geografía, entre otras, pero principalmente en la biología. La migración en biología se estudia a partir de la interacción celular y colectiva. Siguiendo a Lin, Ye, Xu, Li & Feng (2018), “un colectivo de células puede moverse como un sólido de traslación, girar como un fluido o incluso rotar como un disco. La competencia entre dos tipos de interacciones sociales intercelulares –la alineación local y la inhibición de la locomoción por contacto– impulsa a las células a auto organizarse en varias estructuras dinámicas coherentes con una escala de correlación espacial. La interacción entre esta escala de longitud intrínseca y el confinamiento externo dicta los modos de migración de las células colectivas confinadas en un espacio finito” (p.7).

Los campos de migración colectiva (Fig. 4) se experimentaron por Lin, Ye, et al (2018), donde afirman: “la migración in vivo de células colectivas a menudo se enfrenta a confinamientos geométricos. Los experimentos in vitro han revelado que los confinamientos fronterizos podrían afectar el modo migratorio de células colectivas confinadas en un espacio finito. Estos resultados sugieren que

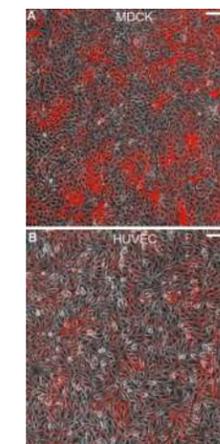


Fig. 4 Campos de migración celular colectiva. Se observa un patrón de remolinos; las flechas rojas muestran los vectores de velocidad. Fuente: Reproducido de Lin, Ye, et al., (2018), Dynamic migration modes of collective cells. Biophysical journal, 115(9), 1826-1835.

¹⁰ “El objetivo del estudio MAS es comprender y explotar la interacción local entre reglas de agentes, de las que puede surgir un comportamiento global” (Xie & Liu, 2017).

Fig. 5 Patrones de migración celular colectiva confinada en un dominio circular. Fuente: Reproducido de Lin, Ye, et al, (2018).

cuando las células colectivas son confinadas en un espacio finito, la escala de longitud del confinamiento también influye en sus patrones de auto organización; la competencia entre las escalas intrínseca y extrínseca conduce a la transición del patrón de migración” (p. 2).

La migración celular es esencial para varios procesos biológicos – embriogénesis, cicatrización de heridas, etc.–, y pueden adoptar distintos modos de migración según los tipos de células, que comúnmente se categorizan sobre la base de la estructura y la dinámica del borde de ataque y la organización del citoesqueleto subyacente. En ese sentido la migración celular deja huellas, patrones (Fig. 5), que se caracterizan por tres componentes: la formación y el mantenimiento de la célula polaridad, la activación de la maquinaria de motilidad para la locomoción lineal y el giro o cambio de dirección del movimiento en respuesta a gradientes de señales ambientales. “Su exquisita coordinación espacio-temporal y su interacción e integración con otras señales migratorias, impactan n múltiples facetas de la migración celular” (Lin, Ye, et al, 2018, p.8). Así la motilidad¹¹ de las células proviene de la actividad de las protuberancias celulares y se produce por extensión y fuerzas para permitir que ensamblajes de células se autoorganicen en varios patrones dinámicos, por ejemplo: movimiento dirigido, remolino y rotación (Lin, Ye, et al, 2018). Toda esta dinámica de migración celular, hecha operativa por el movimiento¹², está influenciada por las deformaciones mecánicas del entorno extracelular que influye en la elasticidad de las células (Angelini, Hannezo, Trepatt, Fredberg & Weitz, 2010).

11 Término de la biología para expresar la habilidad de moverse espontánea e independientemente.

12 La lógica celular del movimiento, depende críticamente de la capacidad de una célula para girar hacia una vía particular en respuesta a señales de orientación, de un campo para la detección de señales, la toma de decisiones y la ejecución de giros (al menos los primeros pasos de este proceso compuesto).

13 “Un gradiente define el comportamiento de las células. Es una decisión estocástica: la aparición de la actividad modelada de la aleatoriedad dota migración con direccionalidad” (Wei, Wang, et al, 2012, p. 258).

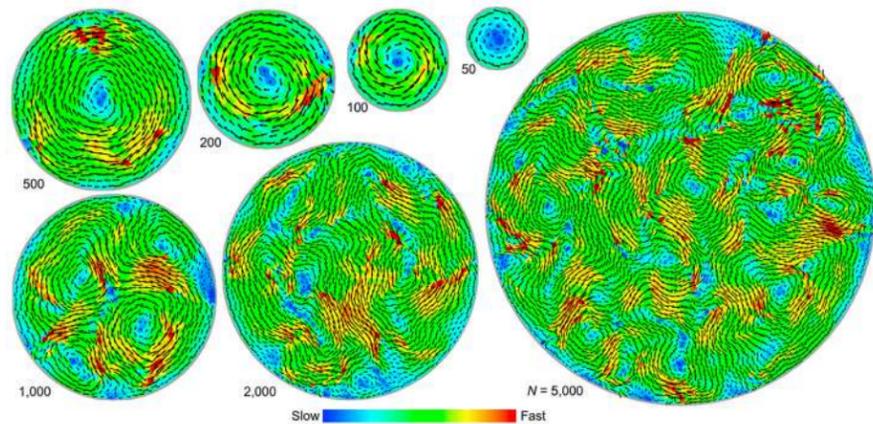


Fig. 5

El efecto de migración, también se estudia en moléculas de calcio, lo importante de esos estudios es notar como las gradientes¹³ operan como campos de acción. Un estudio realizado por Wei, Wang, Zheng, & Cheng, (2012), observo que estas gradientes se inician por rápida movilización de iones a través de unas ciertas membranas, además observo mecanismos de activación en canales que incluyen ligandos, mecánicos de estrés y cambio

de temperatura. El termino gradiente es un tecnicismo de la física y disciplinas afines, está asociado al movimiento (ascendente o descendente). Como se ha visto anteriormente las gradientes operan como un proceso en la migración celular, un tipo de señalización. El modelo de gradiente de parpadeo es unos de los más estudiados en la biología, puesto que dirige toda la información celular para una acción parcial –la migración–. Este concepto (gradiente), aplicado a la arquitectura, permitiría operar como un recurso para el diseño algorítmico.

En general la migración puede adaptar rápidamente su forma celular y su maquinaria migratoria a las condiciones variables del microambiente, lo que les permite atravesar los espacios intersticiales a gran velocidad (Revista Elsevier, 2022). En conjunto, es posible que las estructuras celulares puedan instruir a otras similares con distintos programas de motilidad que promuevan una mejor navegación en el espacio intersticial. Para tomar decisiones migratorias se ha demostrado que las células pueden integrar múltiples señales y luego priorizar la respuesta, por ejemplo: encierro geométrico, propiedades de adherencia/fricción, forma/rugosidad. Un tipo de deformación transitoria, que no debe confundirse el desplazamiento de estados en situaciones de transferencia con la fusión, así lo demuestra un estudio realizado por Cohen & Barrett donde la posibilidad teórica de la fusión se rechaza repetidamente, mientras que el desplazamiento es abrazado.

2.2.3 Fuerzas de un agujero negro

La física que se ha utilizado para estudiar los agujeros negros, combinados con una imaginación muy creativa, han permitido hacer descubrimientos sorprendentes sobre un mundo físico que no tiene comparación con las experiencias cotidianas en la Tierra, pero que se relacionan con la vida misma. “Un agujero negro es un cuerpo estelar tan masivo y concentrado que su campo gravitatorio impide que las partículas materiales y la luz escapen” (Thorne, 1995, p.4). Sus campos gravitatorios son tan intensos que: atraen, concentran y disipan; desde todas las direcciones fluye la materia que es atraída a su centro, parte de esa materia permanece en un radio de giro mientras cae lentamente, pero también puede suceder que toda esa materia sea expulsada hacia el exterior, pero en forma de energía.

Es interesante ver que, aunque son objetos altamente complejos y, de hecho, aún no descifrados, son monstruos extraordinariamente simples. Estas deducciones de Carter, Hawking, entre otros, nos muestra que sus propiedades físicas se describen de un modo simple (aunque complejo).

“(…) todas las propiedades del agujero (la intensidad de su atracción gravitatoria, la cantidad en que desvía las trayectorias de la luz de las estrellas, la forma y tamaño de su superficie) están determinadas por

sólo tres números: la masa del agujero, que usted ya conoce; el momento angular de su rotación, que usted no conoce todavía; y su carga eléctrica. Al girar, el agujero debería arrastrar al espacio próximo formando un remolino, un movimiento similar a un tornado con respecto al espacio más alejado, de forma muy parecida al arrastre que produce la hélice giratoria de un aeroplano en el aire próximo; y el remolino del espacio debería dar lugar a un remolino en el movimiento de todo lo que haya cerca del agujero” (Thorne, 1995, p.10)

Es sorprendente que la formación de un agujero negro se derive de la muerte de una estrella que, debido a su propia gravedad, colapsa bajo su propio peso. A pesar de la implosión, la masa del objeto no se altera significativamente y, por lo tanto, el agujero negro resultante retiene una masa similar a la de la estrella original. En efecto, la masa del agujero negro se ve ligeramente aumentada durante su vida por la adición de materiales que han caído en su interior, tales como gas interestelar, rocas o estrellas (Thorne, 1995).

2.3 Representar, habitar y proyectar la vivienda

2.3.1 Post-diagrama: el diagrama por código (dC)

Durante un breve pero intenso periodo en los años noventa del siglo XX, el diagrama se convirtió en un elemento central en las discusiones arquitectónicas. Los arquitectos comenzaron a adoptar enfoques más prácticos para el diseño, a reconsiderar la organización espacial de los proyectos y a buscar nuevas formas de lidiar con la creciente cantidad de información en los procesos de diseño. En este contexto, el diagrama emergió como una herramienta innovadora que incorpora datos externos a la arquitectura y supera la predominancia de las teorías de representaciónxxx (Van der Maas, 2011).

Históricamente, el surgimiento inicial del diagrama, según Eisenman (1998, p. 27), se puede ver en el uso de la cuadrícula de nueve cuadrados por parte de Rudolf Wittkower en 1949. El análisis de Wittkower de doce villas palladianas descubrió un orden tipológico “oculto” consistente. Como herramienta, analizó la geometría euclidiana de la arquitectura de Palladio en coordenadas espaciales puras. Durante dos décadas después de su introducción, sirvió como la introducción formal de la disciplina al establecer el discurso sobre el espacio y la estructura (Somol, 1999, p. 22). Sin embargo, aunque resultó útil para explicar la estrategia organizativa detrás de las villas de Palladio, no pudo mostrar cómo trabajaba Palladio en el sentido de que la cuadrícula de nueve cuadrados era una herramienta postanalítica (Eisenman, 1998, p. 27). La epistemología analítica fija del espacio, caracterizada por la cuadrícula de nueve cuadrados, pronto sería reemplazada por una pragmática de la fuerza (Somol, 1999, p. 22). Este cambio se inspiró en la discusión de Deleuze y Foucault sobre el Panóptico. Según

Foucault, “el Panóptico es el diagrama de un mecanismo de poder reducido a su forma ideal, una figura de tecnología política” (Foucault, 1979, p. 205). Los arquitectos comenzaron a imaginar que la cuadrícula cartesiana podía pasar de una herramienta analítica de descripción a un elemento que podía manipularse a sí mismo (Somol, 1999, p. 10). Esto sentó las bases para una nueva ola de arquitectura basada en exploraciones de forma impulsadas por procesos.

El uso de operadores tecnológicos y los grandes avances de la ciencia impulsan en gran manera las prácticas arquitectónicas actuales. Esta relación (algoritmos y diagramas), como un modo de abordar la arquitectura, tendría como objetivo producir un metadiagrama, un post-diagrama en términos de Wintour (2015). Toda el lenguaje y herramientas del diseño computacional y la naturaleza abstracta del diagrama, se unen para proveer herramientas de análisis en búsqueda de rigor. En los últimos tiempos, Montaner (2014) ha propuesto que la arquitectura de diagramas se presenta como una obra en constante evolución, capaz de integrar información diversa y de corregirse continuamente a sí misma. Este enfoque considera el pensamiento diagramático como un aspecto importante en la teoría y el diseño arquitectónico, principalmente potenciado por la cibernética, la iteración digital, la información y otros fenómenos contemporáneos. Es el caso de Dennis Dollens, quién produce imágenes de datos digitales basados en información de biocosas (Fig. 6); tomando como herramienta el recurso informático, software y otros modelos y, asociados con dibujos digitales generalmente convertidos en secuencias de animación.

Esta práctica arquitectónica de carácter experimental, apoyada en el pensamiento contemporáneo, advierte Strauss, que puede lograr resultados extraordinarios y visualmente interesantes, sin embargo, los extremos de la experimentación nos están alejando cada vez más de objetivos fundamentales de la práctica arquitectónica. Por su parte, la arquitecta, investigadora y profesora del MIT, Neri Oxamn considera que las disciplinas de proyecto, incluida la arquitectura, proporcionan una vasta y única plataforma de exploración. La naturaleza interdisciplinaria de la profesión es algo atractivo como observador, como traductor, como arquitecto dispuesto a experimentar con la estética del lenguaje. Más allá de la interdisciplinaria existe la noción de un proceso impulsado por práctica, en la que la arquitectura proporciona este espacio para una exploración procedimental a lo largo de su impacto potencial en el discurso cultural. Así, esta exploración, basada en los problemas de diseño, asociados con cada propósito arquitectónico y la necesidad de establecer compensaciones entre instituciones y actores de diferentes saberes, afirma Varela (2009), que sigue siendo el foco de orientación de un cierto pragmatismo de la práctica arquitectónica. Asumir una práctica experimental implica la opción intrínseca de un continuo descubrimiento y exploración. Investigaciones y estrategias utilizados toman y se dirigen a sí mismos a lo largo de múltiples caminos y posibilidades, en una combinación de oportunidades, para producir ciertas

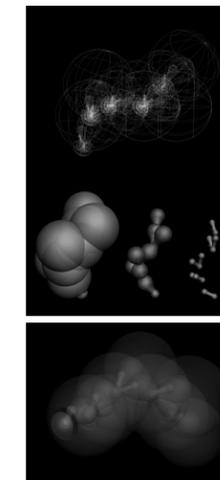


Fig. 6 Diagrama digital. Fuente: Reproducido de Dollens, D. (2009). Architecture as nature: A biodigital hypothesis. Leonardo, 42(5), 412-420.

Fig. 7 Intensivo y extenso.
Fuente: Reproducido de Dollens, D. (2009). Architecture as nature: A biodigital hypothesis. Leonardo, 42(5), 412-420.

proposiciones o en una búsqueda más introspectiva de satisfacción intelectual. Esta exploración creativa en el descubrimiento es en sí misma el motor de un ampliar el alcance de la esfera disciplinar de la arquitectura.

Por tanto, bajo el lente del diseño computacional, como describen Bos y van Berkle (2006, p. 13), se refiere a la nueva práctica de “describir varios elementos del diseño arquitectónico como conjuntos de parámetros que se expresan como relaciones numéricas y geométricas”. Estas relaciones numéricas o algoritmos a menudo se basan en cálculos, lo que da como resultado resultados no lineales. Estas relaciones que históricamente se han expresado visualmente a través de diagramas ahora se pueden expresar matemáticamente. Por lo que el diagrama ha evolucionado de lo estrictamente visual al número o código. En consecuencia, el avance de las nuevas técnicas informáticas que surgieron a fines de la década de 1990 vio el surgimiento de una nueva forma de representar el diagrama (Fig. 7). Basada en parte en la interpretación de Deleuze y Guattari de la refundición de Foucault del diagrama como una “serie de fuerzas maquínicas”, la teoría vio el diagrama como materia, flujos y fuerzas (Eisenman, 1998, p. 27). Este cambio fundamental en la forma en que se concibe la forma arquitectónica rechazó un espacio pasivo de coordenadas estáticas a favor de un espacio activo de interacciones.

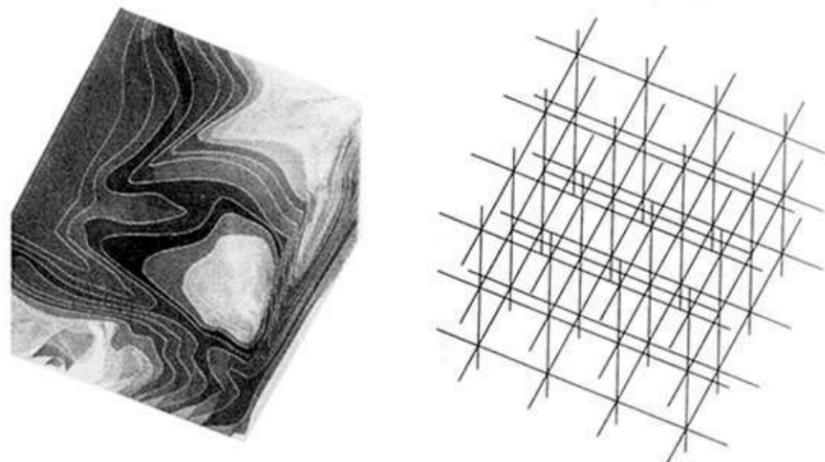


Fig. 7

Así, el diagrama puede servir analíticamente como lo hizo Eisenman y generativamente como se lo está haciendo en la actualidad. Interesa aquí su valor analítico, porque conservaría así su carácter sugerente, a la vez que puede transformarse en una herramienta de rigor para la práctica arquitectónica, un diseño diagramático. Esto último, por medio del algoritmo, como una operación lógica de operaciones matemática para encontrar soluciones, análisis, procesos, etc. Los algoritmos no son exclusividad de la programación de computadoras pues existieron muchos siglos antes de que se concibiera la idea de una máquina programable. Finalmente, el ingrediente mediador del diagrama no procede de las estrategias que lo conforman, sino de su propio formato, de su configuración

material (Van Berkel & Bos, 2005). El diagrama no es una metáfora ni un paradigma, sino una “máquina abstracta” que es a la vez contenido y expresión.

Es evidente que el diagrama, en su calidad de instrumento de proyección, desempeña una función relevante en la producción y la expresión de la arquitectura. La principal utilidad del diagrama, como señala Allen (1998) es “a menudo como un medio abstracto de pensar sobre la organización” (p.16). La función de un diagrama, diría Deleuze, es la de deshacer la representación para hacer surgir la presencia. En el ámbito de la arquitectura, el diagrama se compone de una serie de líneas, zonas, trazos y manchas que, aunque no tiene un significado representativo, actúa como un conjunto de herramientas operativas. Su función principal es la de sugerir o presentar las diferentes posibilidades factibles en el proceso de diseño. Está relacionado con efectos de actualización que integran y diferencian los agenciamientos concretos construidos en base a relaciones de poder, virtuales, potenciales inestables y evanescentes.

De esa naturaleza de posibilidades de hecho del diagrama, emerge la idea de un post-diagrama. Siguiendo a Wintour (2015), ha surgido una nueva ‘máquina abstracta’, que se representa matemáticamente en lugar de visualmente; con el auge de metodologías de diseño computacional, están surgiendo relaciones más complejas que requieren una nueva noción del diagrama. “Indagar en los procedimientos diagramáticos es una manera de dislocar las barreras protectoras y constrictivas que la arquitectura ha levantado para ocultar su centro vulnerable” (Van Berkel & Bos, 1998, p. 20). La máquina diagramática o abstracta no es representacional. No representa un objeto o situación existente, sino que sirve para producir otros nuevos; aunque se vale de la representación. El propósito fundamental del diagrama en el diseño arquitectónico es posponer la definición tipológica y promover la exploración creativa. En este sentido, el diagrama actúa como una representación figurativa que incorpora conceptos externos de manera específica. La elección y utilización de un diagrama conlleva la incorporación de un elemento que incluye en su contenido información sustanciosa que permite a nuestra mente encontrar un soporte cognoscitivo para comprender el tema en cuestión. De acuerdo a lo expuesto anteriormente, se podría afirmar que el diagrama actúa como un fenómeno gravitatorio que altera de manera significativa el desarrollo del proyecto, revelando un cambio sustancial (Van Berkel & Bos, 1998).

2.3.2 Espacio arquitectónico doméstico

“Cualquier propietario de un gato diría con razón que los gatos viven en las casas mucho mejor que los hombres. Incluso en los espacios más horriblemente cuadrados, saben encontrar los rincones propicios” (Pequeño pensamiento placido N°1, Perec, 2003).

Un gato puede apropiarse mejor una casa que los humanos; lo hace al domesticar un espacio, es lo que nos está diciendo Perec en la cita anterior. Una definición de espacio doméstico es la descrita por Giraldo (2010):

“(…) conjunto indisoluble de sistemas de objetos y de sistemas de acciones, teniendo en cuenta que los límites de este espacio son flexibles, elásticos, no están claramente definidos, son vagos y diluidos. (…). El espacio doméstico determina las condiciones y características de los objetos y de los sujetos que pertenecen a éste, y al igual que los individuos que habitan un espacio geográfico y que son predeterminados por su condición térrea, los objetos arquitectónicos que pertenecen a este dominio espacial están previamente moldeados. Así, el espacio doméstico posee la doble condición característica de intervención tanto de la materia dentro de la tridimensionalidad, que afecta sustancialmente las cualidades de sus componentes dentro de la dimensión temporal, como lo inmaterial propio de la atmósfera de un lugar y del espíritu de quienes frecuentan o habitan una determinada espacialidad arquitectónica. El espacio doméstico, por lo tanto, es un dominio de significaciones y va mucho más allá de una colección de objetos y lugares que se nutren de dicha consistencia, aunque todos los objetos y lugares del espacio doméstico comparten la cualidad inherente a él” (Giraldo, 2010, p.10).

La domesticidad se define entonces como: “el conjunto de variables socioespaciales que conforman un eje conductor en el diseño de la vivienda. El término doméstico hace alusión a la condición existencial del hombre frente a la naturaleza, por esto, podemos decir que el espacio doméstico es producción de códigos estéticos, códigos que se vinculan a partir de las condiciones sensibles del habitar del hombre en la vida cotidiana. Domesticidad entonces, implica un conjunto de emociones percibidas, no un solo atributo aislado. Esta tiene que ver con la familia, la intimidad y una consagración de hogar, así como una sensación de que la casa incorpora esos sentimientos, y no sólo les da refugio” (Baldi y Liston, 2013, p.12). Es, además, una conciencia del interior producto de la mujer en la casa, donde habitaciones y objetos contienen una vida propia, como un espacio unifamiliar, higiénico, separado del trabajo, íntimo, del que se espera que permita y promueva la moralización y arraigo (Rybczynski, 2006). En consecuencia, el concepto de vivienda se establece a partir de la manifestación de los objetos domésticos, tales como los muebles, utensilios y accesorios, los cuales adquirirán un papel preponderante en el ambiente doméstico, definiéndolo y fijando los lineamientos compositivos que lo rigen. Por medio de las diversas formas de habitar, se adoptan diversas filosofías de vida y se crean diferentes condiciones de domesticidad. Al asumir la propiedad del espacio íntimo y privado -el hogar-, se experimenta el concepto de habitar, convirtiéndolo en un sitio para el reconocimiento y el reencuentro del individuo, que le permite reafirmar su identidad como parte de una comunidad. Así, la vivienda cumple las funciones

esenciales de abrigo y guardado (Liernur, 1999).

Es necesario develar los nuevos códigos de la domesticidad a través de un entendimiento del habitar. Siguiendo a Baldi y Liston (2013), “la acción del habitar consiste en residir en un mismo lugar; teniendo en cuenta que casa y vivienda son conceptualmente elementos diferentes, la casa es elemento individual, con nombre propio; mientras que vivienda es elemento seriado, clonado, con identidad de grupo” (p.11). Así, cada vivienda refleja una tipología específica de familia y de mobiliario, y cada individuo que comparte el mismo espacio habitacional tendrá una percepción individual y subjetiva del mismo, que difiere del mundo privado que rodea a su familia (Ekambi-Schmidt, 1974).

2.3.3 Programa arquitectónico en la vivienda

“Los arquitectos tienen ideas muy precisas sobre qué debe ser una entrada, una sala de estar (living-room, recepción), una habitación de los papás, una habitación del niño, una habitación de la criada, un pasillo, una cocina o un cuarto de baño. Sin embargo, al principio todas las piezas se parecen poco o mucho, no vale la pena tratar de impresionarnos con historias de módulos y otras pamplinas; solo son una especie de cubos, digamos que son unos paralelepípedos rectangulares; y por lo menos siempre hay una puerta y, todavía a menudo, una ventana. (...) en suma, unas piezas en un espacio maleable” (Perec, 2003, p. 54).

A la luz de la cita anterior, sobre el imaginario de un programa arquitectónico de vivienda que muestra Perec, podemos destacar que, en el imaginario colectivo, una vivienda es un espacio para dormir, asearse y otras actividades. Esto trae en sí mismo una lógica por agrupación; como un modo característico del pensamiento del ser humano. Lo que presupone que nuestro pensamiento organizativo estaría interrelacionado en un gran sistema de relaciones complejas; hay complejidad cuando diversos elementos están interrelacionados. Es así que, a la hora de diseñar una vivienda, se recurre a la organización espacial, donde un programa arquitectónico proporciona al arquitecto las instrucciones espaciales del proyecto. Esta noción se puede observar en la figura 8 que muestra una serie de procedimientos racionalizados por el arquitecto Habraken, para generar una organización espacial discontinua; otorgando así un conjunto de restricciones espaciales. Empero, siguiendo a Domínguez, (2022):

““El programa ya no puede ser entendido como una serie de restricciones estáticas, estables y definitivas, sino como una información moldeable, despreocupada de formalizaciones y tipologías. En definitiva, un conjunto de acciones cotidianas, determinadas o indeterminadas, en relación constante con un espacio activo donde estas mismas se desarrollan.

Fig. 8 Organización espacial por sectores de un programa arquitectónico según Habraken.
Fuente: Reproducido de Tordable Calvo, D. (2020). Habraken y la teoría de los soportes en la vivienda colectiva: La Borda como caso de estudio.

(Architectural Assosiation de Londres, 70s; Bernard Tschumi, Robin Evans). *La arquitectura deja de ser concebida como un fondo de escena donde ocurren los acontecimientos, para entenderse como una acción en sí misma. El edificio se convierte en un soporte contenedor de actividades y el pasillo en un movimiento generador de forma* (Dominguez, 2022, p.15)

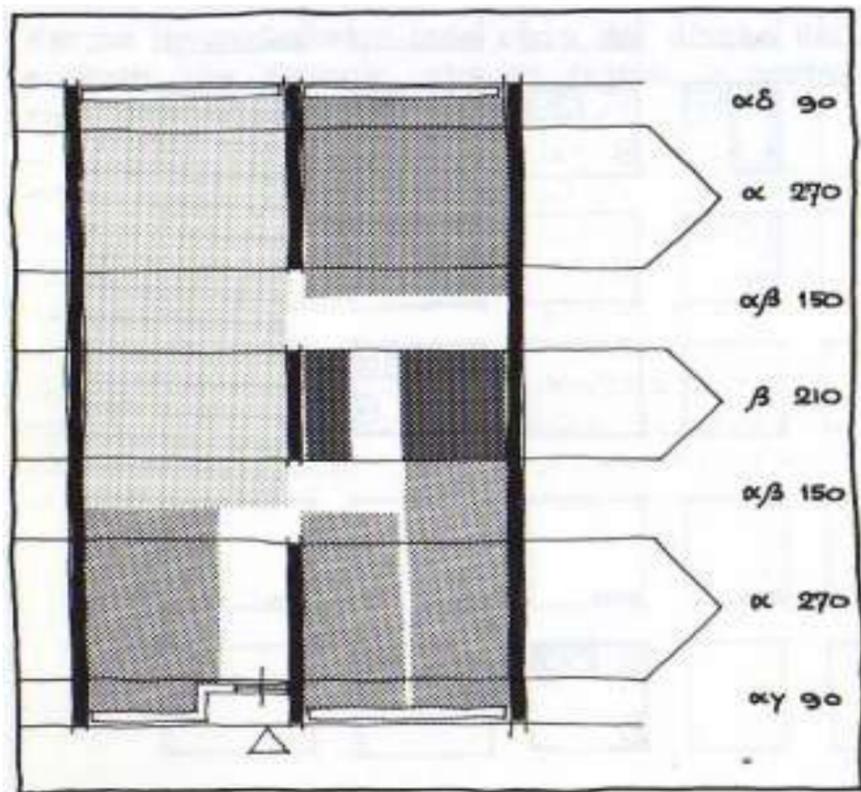


Fig. 8

A partir de lo anterior, se abre la posibilidad de que un programa de vivienda se desarrolle en un espacio continuo y fluido, en contraposición a un espacio fragmentado como el que se muestra en la figura 9. Sin embargo, es claro que la construcción del conocimiento espacial arquitectónico a lo largo de la historia ha influenciado en el entendimiento que tenemos hoy en día sobre el programa. En la edad media, por ejemplo, se pone en manifiesto la función social a través de "dicotomías: exterior e interior, margen y centro, bajo y alto. (...) "la organización espacial, tanto físico como psicológico, envuelve una serie de jerarquías que se expresan en las dicotomías exterior-interior, margen-centro y bajo-alto como medida jerárquica privilegiada, determinando un afuera y un adentro que expresan antes un lugar social que meramente físico" (Zubillaga, 2018, p. 100). No obstante, los judíos también poseyeron esa visión, incluso mucho antes que el pensamiento medieval. Con la diferencia de que la comunidad judía aplicó la santidad, como un código de vida para separar, apartar, estar

en el lugar que habita el Dios Santo. La cultura judía se caracteriza por una lógica particular en su concepción y utilización del espacio, influenciada por la preeminencia de la dimensión temporal sobre la espacial en términos espirituales. En este sentido, el espacio se encuentra condicionado por las actividades que se desarrollan en él y todo ello unido a la noción de santidad. Esa separación no implica un reduccionismo absoluto, sino, un sistema complejo de funcionamiento del cual sabemos poco.

De esta manera, se considera que el sentimiento de pertenencia y la identidad son las características fundamentales que definen una vivienda, siendo éste el espacio donde el individuo puede mostrarse tal y como es, sin restricciones ni temores. No obstante, es posible que una casa termine convirtiéndose en un ambiente inhóspito que no se adapte a la vida de sus residentes. Son nuestras maneras de proyectar las que generan reducciones de la realidad programática del espacio. Cada actividad social establece su propio espacio en términos particulares, por lo que el análisis del espacio debe considerar, en principio, las prácticas que se desarrollan en el mismo. De igual forma, las formas espaciales son elementos considerados que contienen procesos sociales, al mismo tiempo que los procesos sociales tienen una dimensión espacial. "El problema de cómo reflejar de modo conveniente la interpenetración entre un proceso social y una forma espacial que surge de la práctica humana es, en sí mismo, un problema que debe ser superado a través de la práctica humana, no un problema que se refiera solo a las propiedades de la realidad en sí" (Harvey, 1977, p.3). Las practicas espaciales están contenidas, en modo alguno, en la domesticación del espacio.

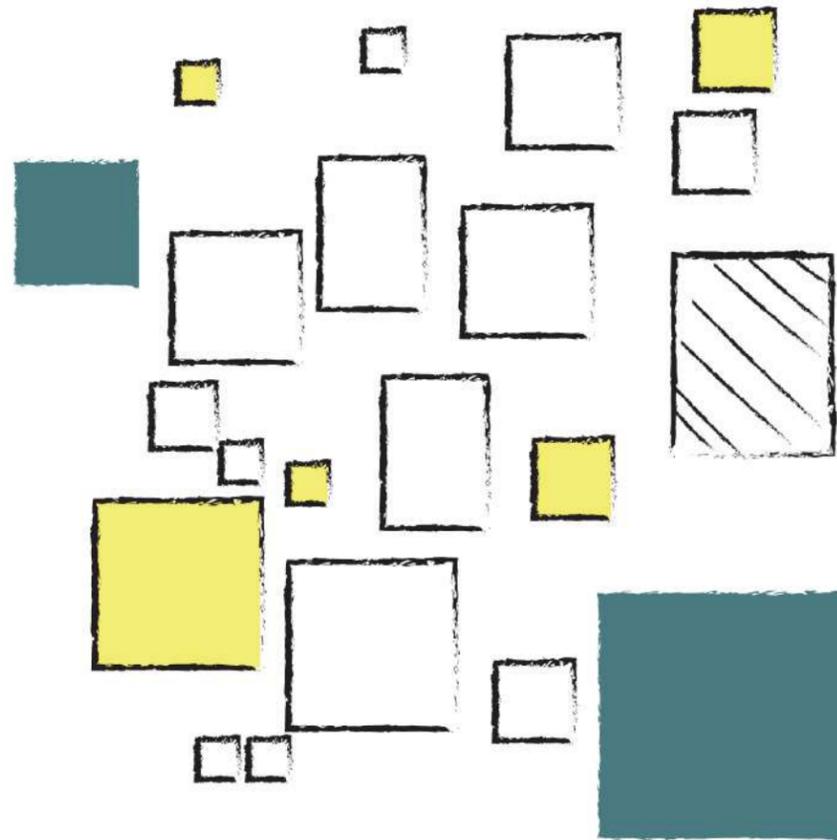
"(...) la palabra que presenta un arquetipo (como casa) significa y engloba un mundo al cual representa; en este sentido, cuando se dice casa, se remite a la noción de seguridad, de hogar, de tranquilidad, de resguardo, de protección y comodidad que el universo doméstico brinda frente a lo exterior a él. Aunque en última instancia realmente "Nuestra casa es el yo, no un edificio de cuatro paredes, el yo tiene la posibilidad de construir o destruir. El yo es una casa transportable" (Harvey, 1977, p.3).

Sin embargo, no hay que olvidar que la vivienda tiene el signo de familia y; esto último, es un diseño, y por tanto, un sistema. Esta idea de sistemas informa de que todo está entrelazado. Por lo cual, los subsistemas interdependientes de una familia, en todos los casos son: padre-hijo, marital y entre hermanos. Los padres juegan roles distintivos en la familia, crianza compartida, asesores, entrenadores y consultores, operando como equipo e individuales (coparentalidad) (relación antagónica y adulta, patrón observado). Siguiendo a Moos & Moos (1981), las familias desarrollan ambientes distintivos, estilos de responder a eventos y límites definidos, proporcionando diferentes contextos de socialización para el niño en desarrollo. En ese sentido Reiss

Fig. 10 Espacio arquitectónico discontinuo. El diagrama representa un programa de vivienda contenido en recintos de geometría euclidiana. Fuente: Autor

(1989) argumenta que la familia regula el desarrollo del niño a través de una serie de procesos, incluyendo paradigmas, mitos, historias y rituales, y todo esto reside en las practicas coordinadas de toda la familia; la interacción del grupo. En ese orden de ideas, Wolin et al. (1988) han identificado tres tipos de rituales familiares: celebraciones familiares, tradiciones familiares (p. ej., costumbres de cumpleaños y vacaciones familiares); y rutinas con patrones (p. ej., la hora de cenar, las rutinas para acostarse y las actividades de fin de semana).

De esta manera, la vivienda, concretamente su carácter programático (en lo que nos concierne), pertenece al signo casa. Pues las prácticas del espacio están contenidas, en modo alguno, en la domesticación del espacio; expresado en la relación espacio y evento planteado por Tschumi. En este sentido, resulta esencial analizar la interacción entre la dinámica social y su relación con la arquitectura, así como los estilos de vida que reflejan valores, juicios, costumbres y hábitos, y establecer conexiones con los deseos, fantasías y formas imaginadas de habitar en la vivienda (siempre en un proceso de proyecto¹⁴), permitiendo la exploración, innovación y planteamiento de realidades alternativas, en contraposición a realidades reduccionistas, estáticas y fragmentadas como lo ilustrado en la figura 10.



14 "Conjunto complejo de procesos intelectuales, operaciones transformadoras y prácticas gráficas, escritas, etc." (Piña, 2004, 128).

Fig. 10

CAPÍTULO III

REPRESENTACIÓN ESPACIAL CONTINUA DE LA VIVIENDA

3.1 Caso de estudio: El programa arquitectónico representado de la vivienda moderna y postmoderna

En este estudio, se seleccionó como caso de estudio una de las representaciones más distintivas del espacio arquitectónico en la arquitectura moderna y posmoderna. Nos referimos a la representación que utiliza el recinto contenido en geometría euclidiana¹⁵, que expresa unidades inseparables y un habitar no transitivo. La principal razón de este auge de representación se debe principalmente al binomio forma/función, que planteó la concepción de elementos programáticos poligonales para impulsar la organización espacial de un programa arquitectónico. De acuerdo con el arquitecto y catedrático Manuel Solà-Morales, la arquitectura modernista se caracterizó por una situación sólida, una condición material firme y una categoría espacial, lo que resultó en un espacio discontinuo, como se ilustró en la figura 10. Sin embargo, esta forma de representación ha sido fundamental en la arquitectura desde sus inicios y sigue siendo relevante en la actualidad. Es probable que haya surgido desde los orígenes mismos de la disciplina, como una exploración más del espacio cuadrimensional (espacio arquitectónico). Así pues, la vivienda ha sido históricamente el eje central de la arquitectura, desde la búsqueda de refugio hasta su tecnificación.

Con el objetivo de lograr una representación espacial de lo continuo en el contexto de la vivienda, en primer lugar, se delimitó una zona de estudio. Se seleccionaron viviendas que abarcaban diferentes corrientes arquitectónicas, desde la moderna y posmoderna hasta la contemporánea, abarcando un periodo temporal que va desde 1943 hasta 2004. Se puso especial atención en los detalles y características de la arquitectura que permiten comprender los elementos programáticos poligonales, lo cual condujo a una cuidadosa recopilación de nueve viviendas seleccionadas para el estudio, que ofrecen una variedad de programas arquitectónicos. Además, fue importante determinar el tamaño de la muestra del objeto de estudio. Dado que la investigación se enfoca en el espacio arquitectónico, se incluyen únicamente los programas arquitectónicos para generar la representación continua. En este estudio, se define el programa arquitectónico como la relación entre el espacio y el evento, coincidiendo con la descripción de Bernard Tschumi, quien sostiene que el programa subyace en dicha relación. En ese sentido, lo que realmente define un programa es la acción del habitar, entendido como "el conjunto indisoluble de sistemas de objetos y de sistemas de acciones" (Giraldo, 2010, p.9), o, en palabras de Perec (2003), el pasar de un espacio a otro, haciendo todo lo posible por no golpearse.

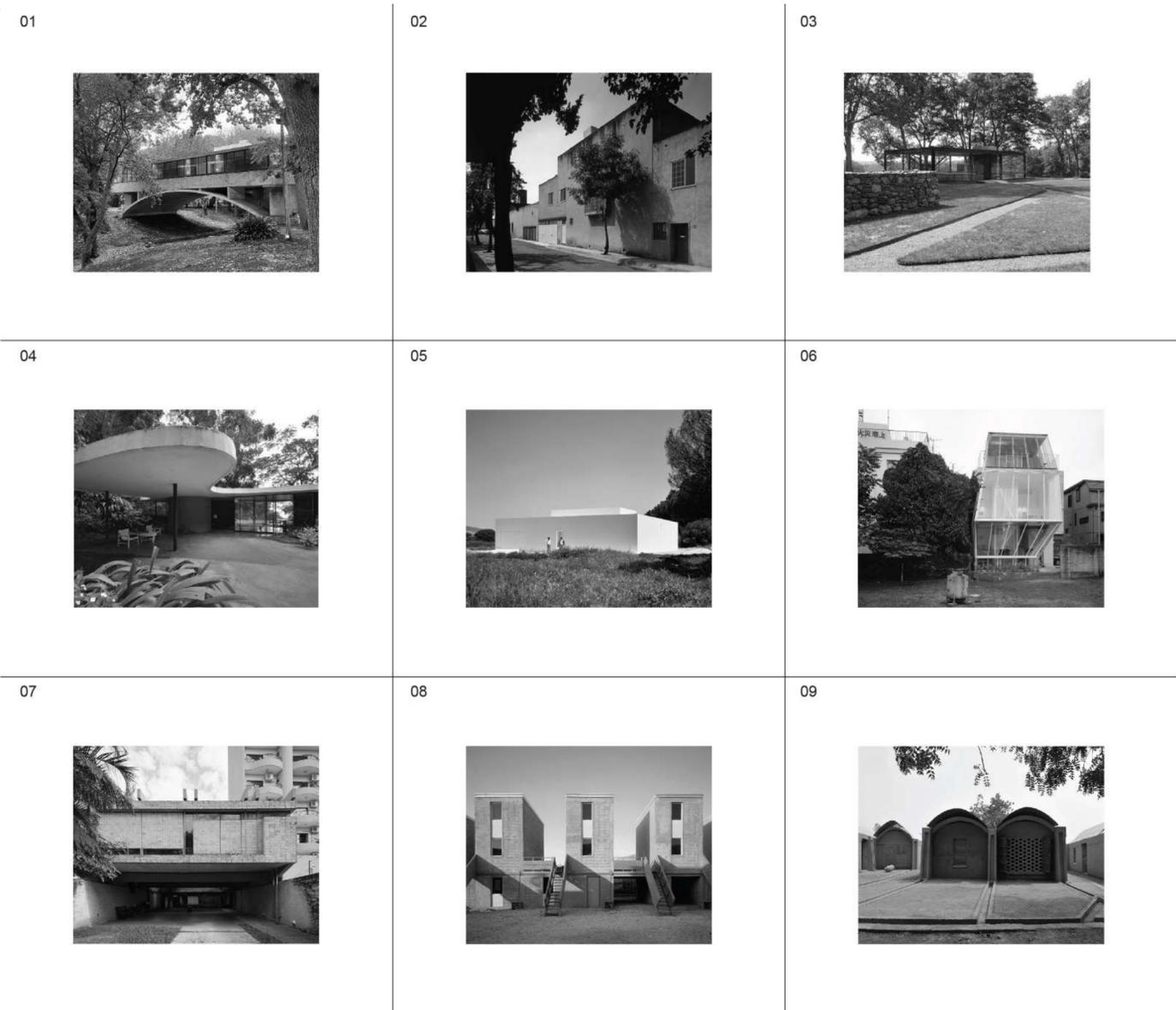
Teniendo en cuenta esta premisa, en nuestro estudio nos enfocamos en desarrollar un modo de interpretación de lo espacial que se centra en explorar el programa de las plantas arquitectónicas. Estas plantas proporcionan una visión cercana de la relación entre el espacio y el evento, ya que representan tanto el espacio geométrico (espacio) como el mobiliario existente para su uso

(evento). De esta manera, se obtiene una definición clara del objeto de estudio, lo cual es fundamental para garantizar la calidad y relevancia de los resultados obtenidos.

Por consiguiente, se realizó un análisis de la morfología, localización y número del programa arquitectónico, y se elaboró una matriz para las nueve viviendas seleccionadas. Este proceso se llevó a cabo utilizando datos fotogramétricos y planimétricos originales. La matriz consta de una fotografía cronológica de cada vivienda (Fig. 11a) y sus respectivas plantas arquitectónicas (Fig. 11b). Con el fin de organizar los datos de manera más efectiva, se asignó un número a cada planta según su cota de nivel, donde la planta subsuelo se designó como (-1), la planta nivel de terreno como (0), la primera planta alta como (1), y así sucesivamente. Aquellas viviendas que constaban de una sola planta no recibieron ninguna numeración adicional. Este enfoque permitió obtener una visualización clara y ordenada de las diversas características arquitectónicas de cada vivienda, lo que facilitó un análisis más eficiente y detallado de los datos recopilados. Para generar la representación, se desarrolló un algoritmo en la interfaz de Grasshopper. Dicho algoritmo se basó en una lógica algorítmica que se centró en la relación entre el habitar de la vivienda y una biocosa. Como resultado, se obtuvo un diagrama por código (dC) que presenta el programa de una vivienda mediante un clúster espacial doméstico: el espacio del dormir, el espacio del aseo y el espacio del transitar. En resumen, el algoritmo desarrollado permitió una comprensión sistémica de la distribución espacial del programa arquitectónico de una vivienda.

15 "Los elementos de la geometría euclidiana son puntos, líneas, curvas, etc., esto es, entes ideales concebidos por el hombre para modelizar los fenómenos naturales y cuantificarlos midiendo longitudes, áreas o volúmenes. Pero estos entes pueden ser tan complejos e irregulares que la medición usando la métrica euclidiana deja de tener sentido" (Spinadel, 2002, p. 84).

Fig. 11 (a) Viviendas seleccionadas como caso de estudio.
Fuente: Autor

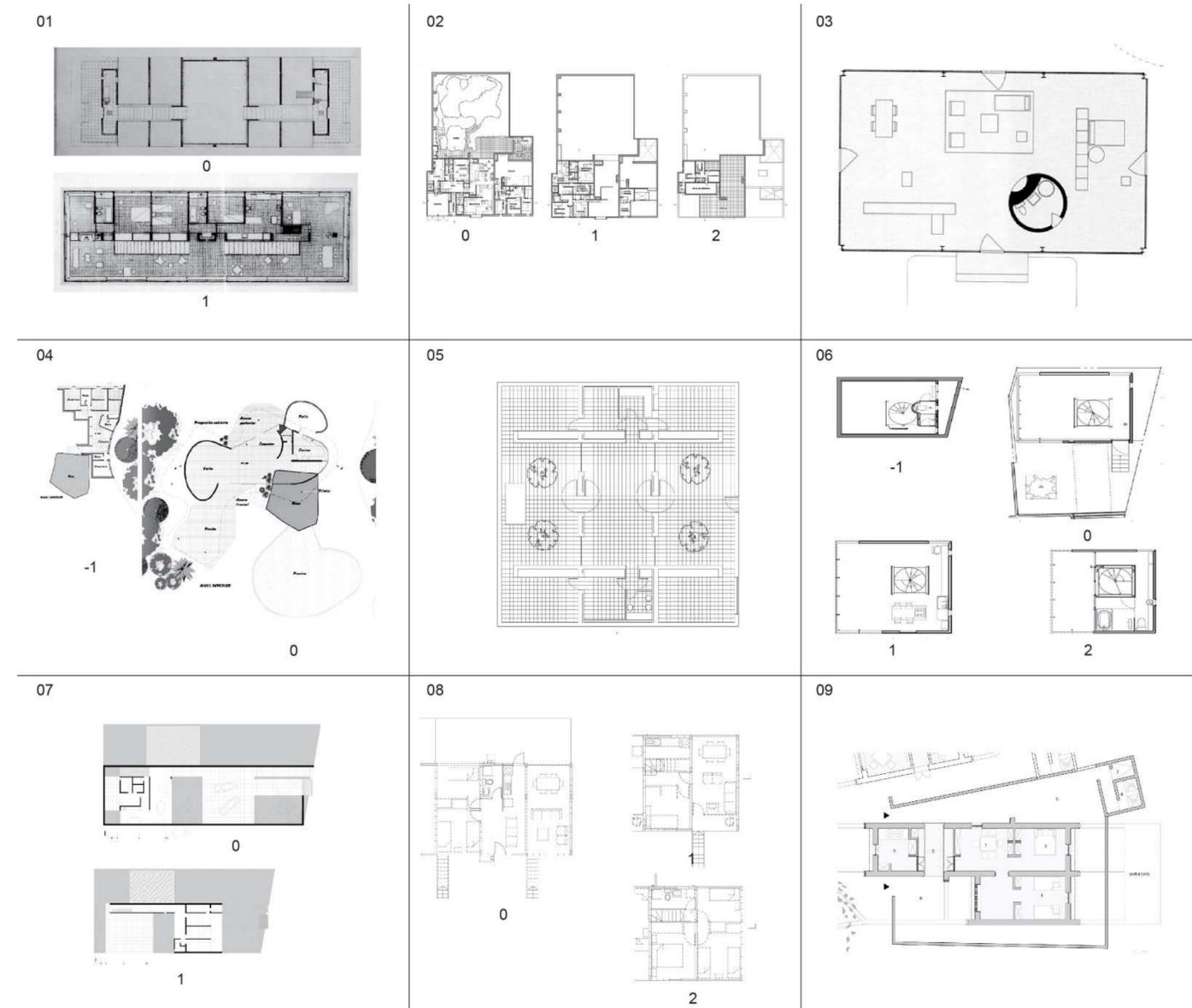


Viviendas

- 01 Casa sobre el Arroyo, 1943
Amancio Williams
- 02 Casa Estudio, 1948
Luis Barragan
- 03 Casa de Cristal, 1949
Philip Johnson
- 04 Casa das Canoas, 1953
Oscar Niemeyer
- 05 Casa Gazpar, 1992
Alberto Campo Baeza
- 06 Casa Pequeña, 1996
Kazuyo Sejima
- 07 Casa Fanego, 2003
Solano Benitez
- 08 Casa Monrroy, 2003
Alejandro Aravena
- 09 Casa Profesores, 2004
Francis Kéré

Fig. 11 (a)

Fig. 11 (b) Planta arquitectónicas de las viviendas seleccionadas como caso de estudio.
Fuente: Autor



- Simbología
- Nivel de planta arquitectónica
- 1 subsuelo
 - 0 planta baja
 - 1 primera planta alta
 - 2 segunda planta alta
- Viviendas

- 01 Casa sobre el Arroyo, 1943
Amancio Williams
- 02 Casa Estudio, 1948
Luis Barragan
- 03 Casa de Cristal, 1949
Philip Johnson
- 04 Casa das Canoas, 1953
Oscar Niemeyer
- 05 Casa Gazpar, 1992
Alberto Campo Baeza
- 06 Casa Pequeña, 1996
Kazuyo Sejima
- 07 Casa Fanego, 2003
Solano Benitez
- 08 Casa Monrroy, 2003
Alejandro Aravena
- 09 Casa Profesores, 2004
Francis Kéré

Fig. 11 (b)

Fig. 12 Lógica algorítmica. Datos obtenidos de Rhinoceros y Grasshopper versión 7 SR24 (7.24.22308.15001). Fuente: Autor

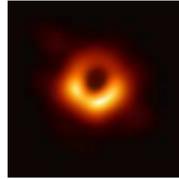


Fig. 13 Imagen de un agujero negro. El 10 de abril de 2019, el consorcio internacional Telescopio del Horizonte de Sucesos presentó la primera imagen de un agujero negro supermasivo situado en el núcleo de la galaxia M87. Fuente: The Astrophysical Journal Letters https://iopscience.iop.org/journal/2041-8205/page/Focus_on_First_Sgr_A_Results

3.2 Lógica algorítmica: biocosa y habitar

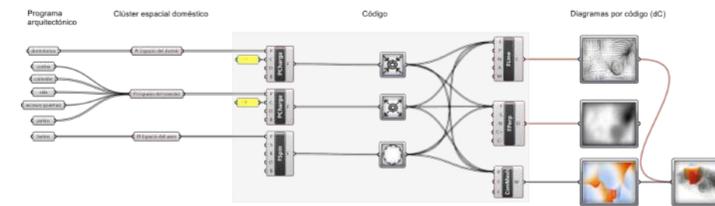


Fig. 12

Se conoce como lógica algorítmica a los procedimientos fundamentales que se deben aplicar en la solución de problemas de programación computacional (Castillo, Berenguer, Sánchez, & Fernández, 2013).

En la figura 12, se presenta la lógica algorítmica utilizada para programar el algoritmo que representará el espacio arquitectónico continuo de una vivienda. Este diagrama de flujo de procesos se fundamenta en la relación existente entre dos realidades distintas: el acto de habitar en una vivienda y la presencia de una biocosa, representada como un agujero negro. La semejanza entre estas dos realidades se describe a continuación:

- **Agujero negro:** Un punto denso determina el depósito de materia que es atraída y que gira alrededor, desde todas las direcciones (Fig. 13); hay un momento en que esa materia es liberada, pero en forma de energía. (*Implosión, acreción y expulsión*)

- **Habitar la vivienda:** Después de un día agotador, una de las necesidades más importantes del cuerpo es descansar y recargar energías mediante el sueño reparador. Al despertar, es común utilizar el baño para asearse y preparar para el nuevo día. Dependiendo de las actividades programadas, se puede transitar por la casa o la ciudad para cumplir con las tareas del día. (*Dormir, asearse y transitar*)

Según la teoría del Habitar (TH) de Roberto Doberti, es imprescindible habitar, pero los modos en que se ejerce la habitación son variables. En este sentido, el autor aclara que el habitar se vincula etimológicamente con el hábito, es decir, con la costumbre o uso, y se asocia a la acción de vivir o residir en un lugar específico, como una ciudad, barrio o edificio (Doberti, 2021). La teoría del Habitar propuesta por Doberti plantea una reflexión profunda sobre la importancia de la experiencia habitacional y su relación con el espacio arquitectónico, lo que ha generado un valioso aporte al campo de la arquitectura y el urbanismo. Así:

“Nuestro actuar cotidiano está conformado por gestos automáticos – que también son necesarios en cuanto agilizan el desenvolvimiento de nuestro interactuar diario – que sin embargo tienden a adormecernos como cualquier repetición que se mantiene invariada a lo largo del tiempo. Para ejemplificar nos hemos dado cuenta que insertar variantes en las rutinas genera un estado interno de mayor alerta, de una respuesta más lucida a nuestro entorno, así como sucede cuando cambiamos un recorrido, modificamos la silla o el escritorio, hasta el fondo de pantalla de nuestra computadora. Nuevos estímulos, aunque sean mínimos, son fuentes poderosas de impulsos e intuiciones nuevas. Por su propia constitución como acuerdo o estipulación social el sistema o código es mudable, cambiante. Su única constante es transformarse: pertenecer a la historia y, a la vez, construir la historia” (Gallarato, 2021 en Doberti 2021, p. 43).

En ese sentido, el acto de dormir se configura como un hábito que implica la convergencia del cuerpo, la mente y el espíritu en un mismo espacio, de manera análoga a la concentración de materia en un punto denso que ocurre en un agujero negro. No obstante, previo al momento de descanso, el habitante se encuentra en constante movimiento, transitando tanto dentro como fuera de su hogar, en similitud al disco de acreción que retiene y arrastra la materia hacia el punto denso mencionado anteriormente. Al entrar en el sueño, el individuo se embarca en el inicio de un nuevo día; al despertar, inicia una serie de pequeñas acciones, como dirigirse al baño, antes de desplazarse nuevamente por su vivienda o más allá de sus límites, similar al proceso de expulsión de la materia densa hacia el espacio. Es precisamente esta relación entre ambas realidades la que posibilita el establecimiento de una conexión de relevancia entre la experiencia de habitar una vivienda y la presencia de una biocosa (agujero negro). De esta forma, se puede establecer la siguiente correlación:

- **Implosión (punto denso):** Dormir. (*Concentrar*)

- **Acreción (disco de giro):** Aseo. (*Atraer*)

- **Expulsión (liberación de energía):** Transitar. (*Liberar*)

Una vivienda representa un entorno complejo que concentra, atrae y libera diversas actividades y modos de habitar. De acuerdo con Giraldo (2010), estos espacios son gradualmente adaptados y modificados a través de la práctica diaria de sus ocupantes, de la domesticación. Es evidente que existe una relación estrecha entre la vivienda como contenedor arquitectónico y las rutinas habituales de sus residentes, lo cual se traduce en la definición de categorías espaciales y conjuntos de comportamientos habituales. A este sistema de espacios y hábitos hemos denominado *clúster espacial doméstico*, se despliega de la siguiente manera:

- **Espacio de la cama:** Dormitorio. (*Dormir*)
- **Espacio del aseo:** Baño. (*Aseo*)
- **Espacio del transitar:** Cocina, comedor, accesos primarios (puertas y gradas), estudio, salas (estar y tv), estacionamiento y jardines. (*Transitar*)

Con el objetivo de lograr una representación del clúster espacial doméstico previamente definido, se emplearon dos componentes de Grasshopper para establecer una conexión algorítmica. Dichos componentes fueron el punto de carga y la fuerza de giro. El componente de punto de carga se utilizó tanto con carga negativa como positiva, dando lugar a tres componentes distintos, tal como se observó en la figura 12. Estos componentes posibilitan la generación de las acciones de representación necesarias y la documentación de una configuración base, quedando de la siguiente manera:

- **Componente punto de carga negativa (-) [Point Charge]:** Dormitorios. (*Espacio del dormir*)
- **Componente fuerza de giro [Spin Force]:** Baños. (*Espacio del aseo*)
- **Componente punto de carga positiva (+) [Point Charge]:** Cocina, comedor, accesos primarios (puertas y gradas), estudio, salas (estar, tv, etc.), estacionamiento y jardines. (*Espacio del transitar*)

El programa de vivienda se ha integrado entonces en una definición algorítmica compuesta por tres componentes, cada uno con su propia gramática de representación. Estos componentes son representados mediante líneas que simbolizan fuerzas de atracción, vórtice y repulsión, lo cual guarda similitud con la dinámica observada en un agujero negro, donde se evidencian implosiones, acreciones y expulsiones. El componente Point Charge (-) se representa mediante líneas de atracción que convergen en el punto de carga, mientras que el componente Point Charge (+) se representa mediante líneas de repulsión que se extienden desde dicho punto. Por otro lado, el componente Spin Force se expresa mediante líneas de vórtice que se forman alrededor del eje de rotación. Para alcanzar dicho objetivo, se siguen los procedimientos algorítmicos específicos de cada componente, los cuales fueron responsables de generar los cuatro tipos de diagramas por código (dC) observados en la figura 12; que evocan, principalmente, campos, intensidades e interacciones.

En síntesis, cada uno de los pasos representados en la figura 12 constituye un procedimiento algorítmico más complejo que, en su conjunto, define el algoritmo bajo evaluación. En la figura 14 se muestra el algoritmo implementado en una de las viviendas de estudio, específicamente la Casa Gaspar, diseñada por el arquitecto Alberto Campos Baeza. Esta residencia

ejemplifica la aplicación del algoritmo y demuestra cómo se logra plasmar el diagrama por código (dC) mediante un proceso algorítmico meticulosamente planificado. Las características programáticas de cada vivienda sirvieron como punto de partida para las diversas definiciones algorítmicas, las cuales se basaron en la lógica expuesta previamente. De esta manera, el algoritmo se aplicó a cada vivienda de estudio, adaptando y ampliando los parámetros y componentes de acuerdo con las particularidades programáticas únicas de cada residencia (consultar anexos). Este proceso posibilitó una adaptación personalizada y precisa de la aplicación del algoritmo en cada caso, lo cual resultó fundamental para obtener los resultados alcanzados.

Fig. 14 Algoritmo implementado en la Casa Gaspar. Datos obtenidos de Rhinoceros y Grasshopper versión 7 SR24 (7, 7.24.22308.15001). Fuente: Autor

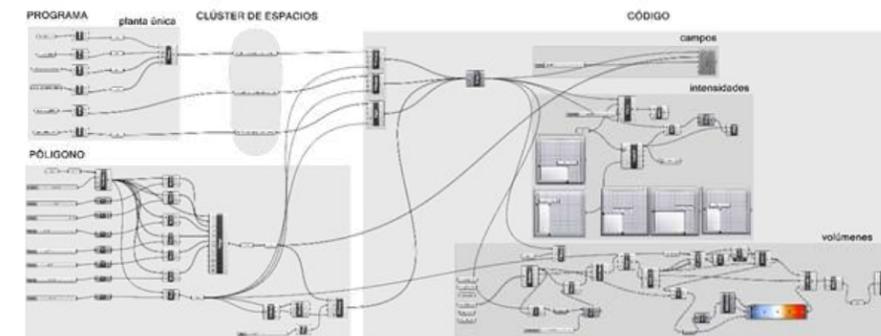


Fig. 14

3.3 Diagramas por código (dC)

En el contexto de esta investigación sobre la representación del espacio arquitectónico doméstico continuo, se ha desarrollado un algoritmo en Grasshopper que ha permitido la creación de una serie de diagramas por código (dC en adelante). Aunque el lenguaje empleado en este algoritmo es principalmente matemático, tal como se evidenció en la lógica algorítmica, se ha trabajado en la generación de una terminología más apropiada que proporcione una comprensión espacial de las representaciones. Con este fin, se ha incorporado un lenguaje basado en hábitos y categorías espaciales que jerarquizan la información y facilitan la interpretación de los resultados.

El concepto de hábito, según Bourdieu, plantea que las estructuras objetivas y subjetivas dan forma al mundo social. El habitus comprende tres elementos fundamentales: a) el campo, que se refiere a un espacio social con sus propias reglas y sistemas de dominación; b) los agentes, que son todos los individuos que buscan alcanzar metas; y c) el capital simbólico, que se relaciona con atributos como prestigio, notoriedad y reconocimiento, considerados inherentes al individuo. Los hábitos, a su vez, engloban las disposiciones, los esquemas de acción, el pensamiento y los sentimientos del individuo dentro de un campo específico. El campo representa un espacio donde el habitus se manifiesta y presupone una organización de las realidades sociales, siendo

tanto un espacio social estructurado como un influenciador en la estructuración del sentido (Ramírez, 2019 en Bourdieu, 2000).

La vivienda, como portadora de un mundo social específico (la familia), establece a su vez un campo de hábitos, donde se maniobra el espacio en función de modos de acción. Estos hábitos se activan en el espacio en función de la categoría espacial de adentro y afuera. Según Zubillaga (2018), esta categorización organiza el espacio como un lugar social primordial. En este contexto, también emerge una tercera categoría: la frontera. Esta frontera se experimenta como un lugar social habitable situado entre el exterior y el interior. Siguiendo a Zubillaga (2018), “la organización del espacio, tanto físico como psicológico, implica una serie de jerarquías que se expresan en las dicotomías exterior-interior, margen-centro y bajo-alto como medidas jerárquicas privilegiadas, determinando un afuera y un adentro que expresan antes que nada un lugar social más que un lugar meramente físico” (p. 100). Ese lugar social, que evidentemente también es físico, reside en las prácticas del espacio. Bourdieu (1999) afirma que “las prácticas tienden a formarse a partir de hábitos preadquiridos como una simbolización espontánea del espacio social, cuya estructura se basa tanto en el plano físico como en el social” (p. 120). Este lugar social, que también es físico, reside en las prácticas espaciales. Bourdieu (1999) afirma que “las prácticas tienden a formarse a partir de hábitos preadquiridos como una simbolización espontánea del espacio social, cuya estructura se basa tanto en el plano físico como en el social” (p. 120). De esta manera, las prácticas y concepciones que se generan en relación con el lugar están interconectadas, proporcionando a los individuos un sentido de lugar y una identidad territorial subjetiva (Gustafson, 2001). Por lo tanto, podemos confirmar una vez más la correlación entre el clúster espacial doméstico y los componentes algorítmicos generados anteriormente (sección 3.2), de la siguiente manera:

- **Componente punto de carga negativa (-) [Point Charge]:** Determina el hábito de dormir. (*Espacio del dormir*).

- **Componente fuerza de giro [Spin Force]:** Determina el hábito del aseo. (*Espacio del aseo*).

- **Componente punto de carga positiva (+) [Point Charge]:** Determina el hábito de transitar la casa mediante todos los otros espacios que la componen. (*Espacio del transitar*)

Por todo lo anterior, los dC se muestran en el siguiente gradiente: campos de uso, intensidades de uso, interacciones espaciales y espacio intermedio (space in – between). Los primeros tres tipos de dC se presentan siguiendo la disposición establecida en la matriz ilustrada en la figura 11b. Por otro lado, el último tipo de dC, es decir, el espacio intermedio, se presenta de manera distinta, adoptando un enfoque singular.

3.3.1 Campos de uso: dormir, aseo y transitar

Las figuras 15a, 15b y 15c muestran el diagrama de campos de uso, que constituye el dC inicial para establecer la estructura espacial de una vivienda en un conjunto interconectado. Este diagrama inicial incluye las actividades esenciales de dormir, aseo y desplazamiento dentro del entorno doméstico, es decir, el acto de transitar. La lógica de representación de este diagrama inicial sienta las bases para los demás tipos de dC que se presentarán posteriormente. En primer lugar, se muestra una representación bidimensional de dC en forma de matriz (Fig. 15a), la cual ilustra el programa arquitectónico de cada planta del estudio, basado en el clúster espacial doméstico predefinido. A continuación, se presenta una matriz de dC tridimensional (Fig. 15b), que representa las mismas plantas arquitectónicas y el mismo clúster. Por último, se exhibe una matriz de dC tridimensional (Fig. 15c), que proporciona una representación conjunta del programa arquitectónico de cada vivienda en el estudio, siguiendo también el clúster predefinido. Esta última representación ofrece una perspectiva global de la estructura espacial de un programa de vivienda.

Estos dC emplean el código de representación denominado FieldLine¹⁶ (línea de campo), el cual generó una imagen del espacio doméstico similar a un mapa de huellas dactilares, sin embargo, su lógica esta basada en campos electromagnéticos. Esta representación facilita la comprensión de la organización espacial de una vivienda, mediante campos de uso que conforman una especie de biogeografía del programa arquitectónico. En esta representación, se utilizan las líneas codificadas como atracción, vórtice y repulsión que se establecieron en la lógica algorítmica, lo que permite visualizar claramente las áreas de interés y el flujo del espacio doméstico. De esta manera, el código implementado construye un hiperespacio interrelacionado. Cabe destacar que el hiperespacio se refiere a una dimensión adicional al espacio tridimensional conocido, y es un concepto hipotético utilizado por los arquitectos para visualizar cómo los habitantes pueden habitar, apropiar y dotar de significado al espacio, y cómo esto puede dar lugar a nuevas formas de espacio (Doberti, 2021). Según Doberti (2021), la acción de habitar es una necesidad ineludible para los seres humanos, y el estudio del hiperespacio se presenta como una herramienta para comprender cómo la arquitectura puede contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas. En este sentido, la visualización de este hiperespacio proporcionado por el código FieldLine facilitaría un análisis espacial arquitectónico.

La figura 15b representa una espacialización por campos que se combinan para formar una estructura compleja, relacionada con las funciones de dormir, aseo y transitar. En esta representación, se generan manchas intensas y tenues que dificultan la distinción clara de la función de cada espacio, y se va perdiendo gradualmente la noción de discontinuidad. Por otro lado, la figura 15c logra evocar de manera más efectiva la interrelación del espacio

¹⁶ Michael Faraday fue quien acuñó el concepto de líneas de campo o líneas de fuerza. Estas líneas son representaciones imaginarias que nos permiten visualizar cómo varía la dirección del campo eléctrico al moverse de un punto a otro en un espacio específico (Stenzel & Gekelman, 1981). En grasshopper este componente permite calcular la línea de campo a través de un cierto punto.

arquitectónico, mostrando cómo este implosiona, explosiona y gira, generando regiones dinámicas. Esta imagen refleja la complejidad y el dinamismo del espacio, que se despliega en múltiples direcciones y transmite una sensación de movimiento. Además, al explorarse desde diferentes ángulos, esta figura puede ayudar al diseñador a definir patrones para reprogramar un programa arquitectónico.

En los programas arquitectónicos 04, 05 y 09 de la matriz de la figura 15c, se puede observar cómo el espacio arquitectónico proyecta en gran medida una materia ligera, como si estuviera buscando salir de su soporte espacial. Por otro lado, los programas restantes representados en la misma figura exhiben una materia fuertemente comprimida, lo cual evoca el uso del adentro, ese espacio íntimo y acogedor del hogar. Estas dos representaciones contrastantes en la figura 15c reflejan de manera vívida el potencial de la arquitectura para crear espacios que desafíen las expectativas y las convenciones.

En ese sentido, se puede observar cómo el espacio implosiona hacia el interior del soporte en los programas arquitectónicos mencionados, conformando un pequeño mundo cerrado que se asemeja a un ecosistema de uso íntimo. Este adentro actúa como un estabilizador del mundo exterior, representando una fuerza opuesta en el hiperespacio, al mismo tiempo que crea un espacio íntimo y protegido que contrasta con la amplitud del espacio circundante. Los vórtices representados en la figura 15c, correspondientes al espacio del aseo, generan una tensión entre los espacios de la cama y el transitar. Esta tensión se traduce en la creación de pequeñas fronteras difusas, donde el adentro y el afuera se entremezclan para crear un espacio en tensión. En efecto, los vórtices actúan como elementos que conectan y separan los distintos espacios del programa, generando una sensación de dinamismo y fluidez.

En definitiva, la figura 15c ejemplifica cómo la arquitectura puede utilizar elementos espaciales para crear fronteras flexibles entre diferentes regiones, generando una imagen sensorial que desafía las convenciones tradicionales. Esta representación nos remite a la idea de atmósferas¹⁷ y, por ende, a la forma activa. Según Easterling (2017), existen dos tipos de formas: la forma objeto (material) y la forma activa, es decir un espacio compuesto de acción. Estas dos formas no compiten entre sí, sino que coexisten, cada una superando a la otra. La forma activa amplía las capacidades de diseño al ofrecer otras técnicas, mediante formas no figurativas compuestas por acciones y sinfonía de fuerzas que emergen del habitar doméstico.

La arquitectura esencial, aquella que da forma al espacio, también es una arquitectura imperceptible, un arte de atravesar barreras. (Collin, 1994)

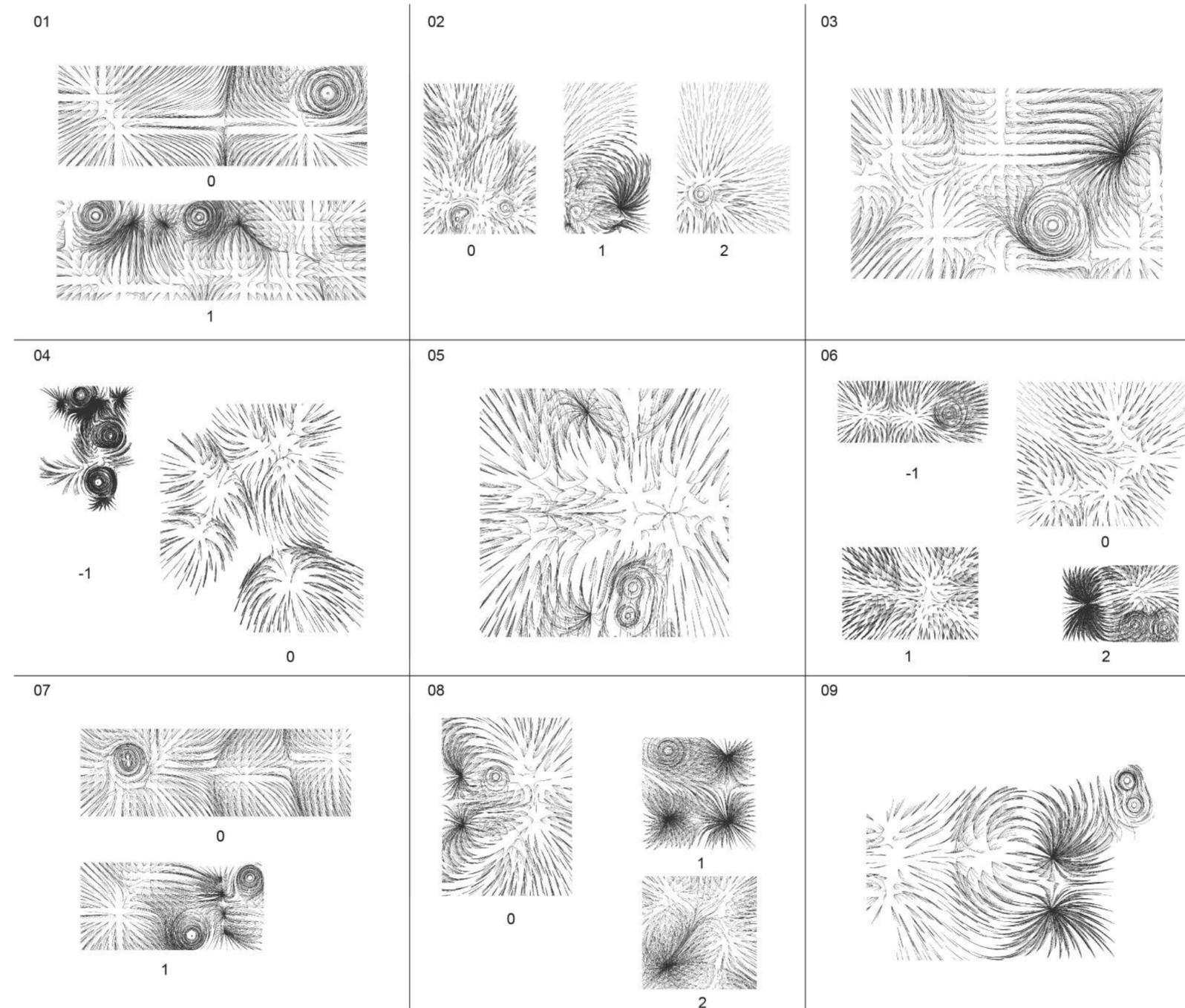


Fig. 15 (a) Campos de uso. Datos obtenidos de Rhinoceros y Grasshopper versión 7 SR24 (7, 7.24.22308.15001). Fuente: Autor

Código de representación
 Líneas de atracción: Espacio del dormir
 Líneas vórtice: Espacio del aseo
 Líneas de repulsión: Espacio del transitar

Simbología
 Nivel de planta arquitectónica
 -1 subsuelo
 0 planta baja
 1 primera planta alta
 2 segunda planta alta
 Viviendas

- 01 Casa sobre el Arroyo, 1943
- 02 Casa Estudio, 1948
- 03 Casa de Cristal, 1949
- 04 Casa das Canoas, 1953
- 05 Casa Gazpar, 1992
- 06 Casa Pequeña, 1996
- 07 Casa Fanego, 2003
- 08 Casa Monrroy, 2003
- 09 Casa Profesores, 2004

Fig. 15 (a)

17 "Campo de fuerza, un afecto vívido, una capacidad de afectar y de ser afectado que empuja un presente a una composición. Componen muchas otras sintonías de fuerzas y movimientos, como microfuerzas que sin separarse de su cualidad contornial se desdoblan en muchas otras dimensiones morfológicas; para extraer conformaciones vivas, fuerzas circulantes, formas de apego y desapego producidas en actividades cotidianas por vivir a través de las cosas" (Stewart, K., 2011, p. 452).

Fig. 15 (b) Campos de uso.
 Datos obtenidos de Rhinoceros y Grasshopper
 versión 7 SR24 (7, 7.24.22308.15001).
 Fuente: Autor

Código de representación

Líneas de atracción: Espacio del dormir
 Líneas vórtice: Espacio del aseo
 Líneas de repulsión: Espacio del transitar

Simbología

Nivel de planta arquitectónica

-1 subsuelo
 0 planta baja
 1 primera planta alta
 2 segunda planta alta

Viviendas

- 01 Casa sobre el Arroyo, 1943
- 02 Casa Estudio, 1948
- 03 Casa de Cristal, 1949
- 04 Casa das Canoas, 1953
- 05 Casa Gazpar, 1992
- 06 Casa Pequeña, 1996
- 07 Casa Fanego, 2003
- 08 Casa Monrroy, 2003
- 09 Casa Profesores, 2004

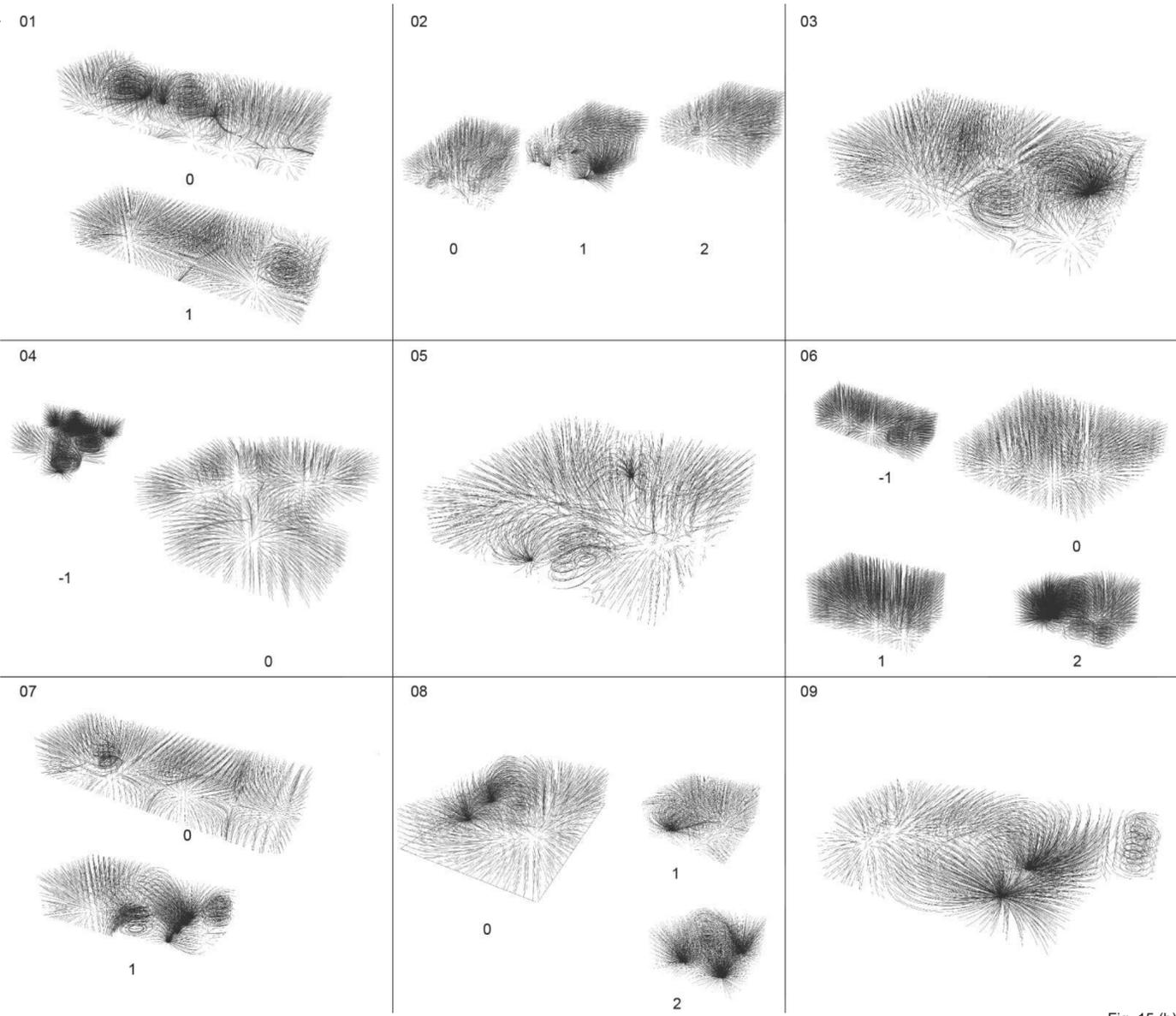


Fig. 15 (b)

Fig. 15 (c) Campos de uso.
 Datos obtenidos de Rhinoceros y Grasshopper
 versión 7 SR24 (7, 7.24.22308.15001).
 Fuente: Autor

Código de representación

Líneas de atracción: Espacio del dormir
 Líneas vórtice: Espacio del aseo
 Líneas de repulsión: Espacio del transitar

Simbología

Viviendas

- 01 Casa sobre el Arroyo, 1943
- 02 Casa Estudio, 1948
- 03 Casa de Cristal, 1949
- 04 Casa das Canoas, 1953
- 05 Casa Gazpar, 1992
- 06 Casa Pequeña, 1996
- 07 Casa Fanego, 2003
- 08 Casa Monrroy, 2003
- 09 Casa Profesores, 2004

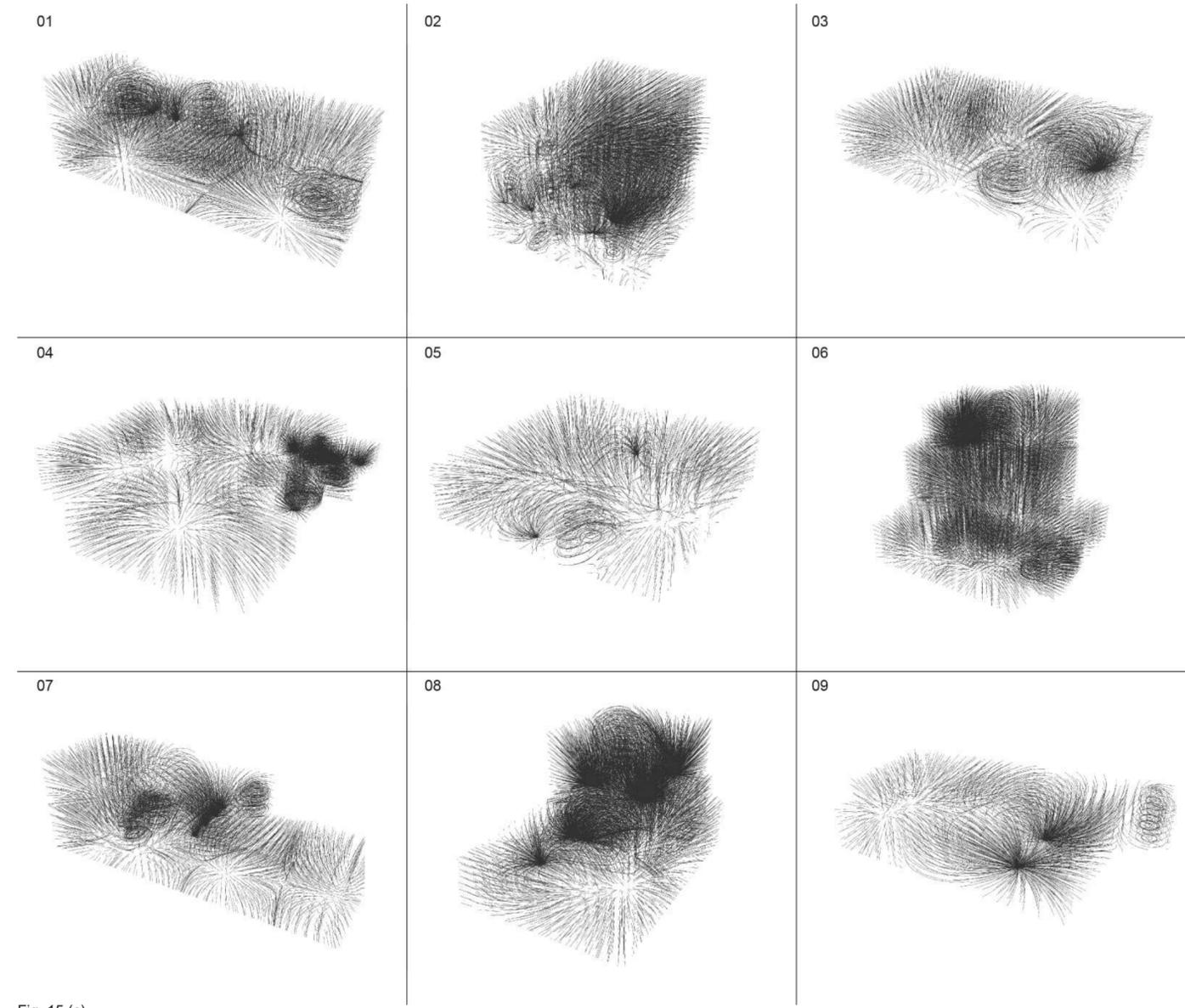


Fig. 15 (c)

3.3.2 Intensidades de uso: dormir, aseo y transitar

El diagrama por código (dC) correspondiente a la figura 16a y 16b es una representación sobre las intensidades de uso en la vivienda. Para obtener este diagrama, se utilizó una herramienta que evaluó los campos obtenidos en los diagramas de la figura 15a y 15c. Esta evaluación se llevó a cabo mediante el uso de un Perpendicular Display¹⁸, que generó una imagen que evoca fronteras difusas. Es importante destacar que la expresión *fronteras difusas* no debe interpretarse como falta de inteligibilidad, borrosidad o confusión, sino más bien como una manifestación natural del ser de las cosas. Como hemos mencionado anteriormente en esta tesis (ver sección 2.1.1), el ser de las cosas implica un constante movimiento en acción que interrelaciona todo un sistema, en este caso, el acto de habitar una vivienda. El concepto de lo difuso sugiere un tipo de movimiento cruzado de un programa arquitectónico, que se manifiesta a través de límites flexibles. Estos dC muestran cómo los programas arquitectónicos tienden a combinarse e interrelacionarse mediante un movimiento cruzado visible entre los blancos, negros y grises que conforman la gráfica del diagrama. Esto crea un efecto de unidad, donde el espacio se percibe como uno solo, un todo integrado, en lugar de áreas separadas. Además, permite concebir una espacialidad líquida, lo que posibilita una mejor articulación de las prácticas espaciales. La unidad a la que nos referimos abarca tanto el adentro como el afuera, aquí y allá, manifestándose de manera simultánea en diferentes regiones del espacio. A su vez, se traduce en la creación de fronteras flexibles y difusas que operan como el ser del espacio, generando una percepción de continuidad espacial.

La figura 17 detalla la evaluación de campo del dC generado en las figuras 15a y 15c. En el diagrama, la dirección del vector sobresaliente en cada región central del gradiente de grises indica el tipo de espacio según el clúster espacial doméstico generado. Si el vector se acerca a la perpendicularidad positiva, esto indica los espacios del transitar, lo cual sugiere un uso hacia el exterior del espacio, como áreas habitadas durante el día. Durante estas temporalidades, se pueden observar movimientos intermitentes y aleatorios, que implican entradas y salidas constantes. Por otro lado, si el vector se acerca a la perpendicularidad negativa, esto indica los espacios del dormir, donde se denota el uso de un espacio cerrado y concentrado que se experimenta con una sensación de domesticidad adquirida. Finalmente, cuando el vector se acerca a una perpendicularidad nula (horizontal), esto indica el espacio del aseo, indica un uso más ligero del espacio que actúa como mediador entre la concentración y la disipación. En esta región, la unidad del espacio puede fomentar negociaciones entre las diferentes partes que lo habitan. Es importante tener en cuenta que el cuerpo humano no solo tiene una noción espacial, sino que también está compuesto por fuerzas (noción temporal), como señala Aguilar (2020). En resumen, la figura demuestra cómo una herramienta de evaluación

¹⁸ Muestra la perpendicularidad de un campo a través de una sección. Es un componente nativo de la interfaz de Grasshopper en Rhinoceros.

proporciona gráficas que representan de manera interrelacionada un espacio discontinuo.

Por otra parte, al realizar una exploración ampliada de este tipo de diagrama y considerando otras formas de organización espacial, emergen diversas especies de usos, como se puede apreciar en la figura 18. Esta exploración, se llevó a cabo en el programa arquitectónico de la Casa de Cristal, diseñada por Philip Johnson, obteniendo resultados interesantes que contribuyen a una mejor comprensión de la relación entre la organización espacial y el uso de los espacios. En este sentido, se desplazó un espacio tipo del clúster generado (dormir, aseo y transitar) hacia el centro del soporte espacial y se ubicó aleatoriamente su entorno inmediato alrededor del centro. Así, en la figura 18a se organiza el programa considerando el uso del espacio del transitar, ubicándolo en la zona exterior para observar cómo los campos aledaños del mismo tipo se combinan formando una nube más o menos compacta de dispersión. En ese sentido, al analizar el caso presentado en la figura 18c en relación al uso compacto, se puede observar que la organización de un programa alrededor de espacios del dormir (uso adentro) tiende a disipar las regiones dispersas cercanas. Esto se debe a que los espacios cama ejercen una fuerte atracción, lo que controla en gran medida el entorno espacial inmediato. En este caso, la nube resultó frágil y casi desapareció, lo que indica que la disposición de los espacios de la cama hacia el centro podría tener una intensidad de uso baja respecto de toda la vivienda. Al examinar el caso de la figura 18b, donde el espacio del aseo actúa como frontera, se puede observar cómo esta frontera se transforma en un anillo aparentemente insignificante (anodino), dando lugar a la formación de una nube compacta.

En consonancia con esa misma exploración, la figura 19 presenta una organización lineal y centrada de todo el programa, lo cual resulta en una percepción anodina. No obstante, esta disposición esencialmente expresa un control del espacio y una estabilización del uso. Aunque la organización espacial estricta ha eliminado la naturaleza heterogénea del programa, aún se puede destacar cómo la disposición del programa influye en la densidad y diversidad de los movimientos cruzados dentro del espacio. Una exploración más detallada de este fenómeno se abordará en el diagrama de interacciones espaciales, que se presentará más adelante (sección 3.3.3). De esta manera, al adquirir el espacio una naturaleza indeterminada, se convierte en un lienzo en blanco que permite explorar una amplia variedad de programas arquitectónicos. Así, estos dC, y, por ende, el algoritmo diagramador, no solo garantizan una visión del espacio continuo, sino que también posibilitan la exploración de diferentes soportes arquitectónicos.

Fig. 16 (a) Intensidades de uso.
 Datos obtenidos de Rhinoceros y Grasshopper
 versión 7 SR24 (7, 7.24.22308.15001).
 Fuente: Autor

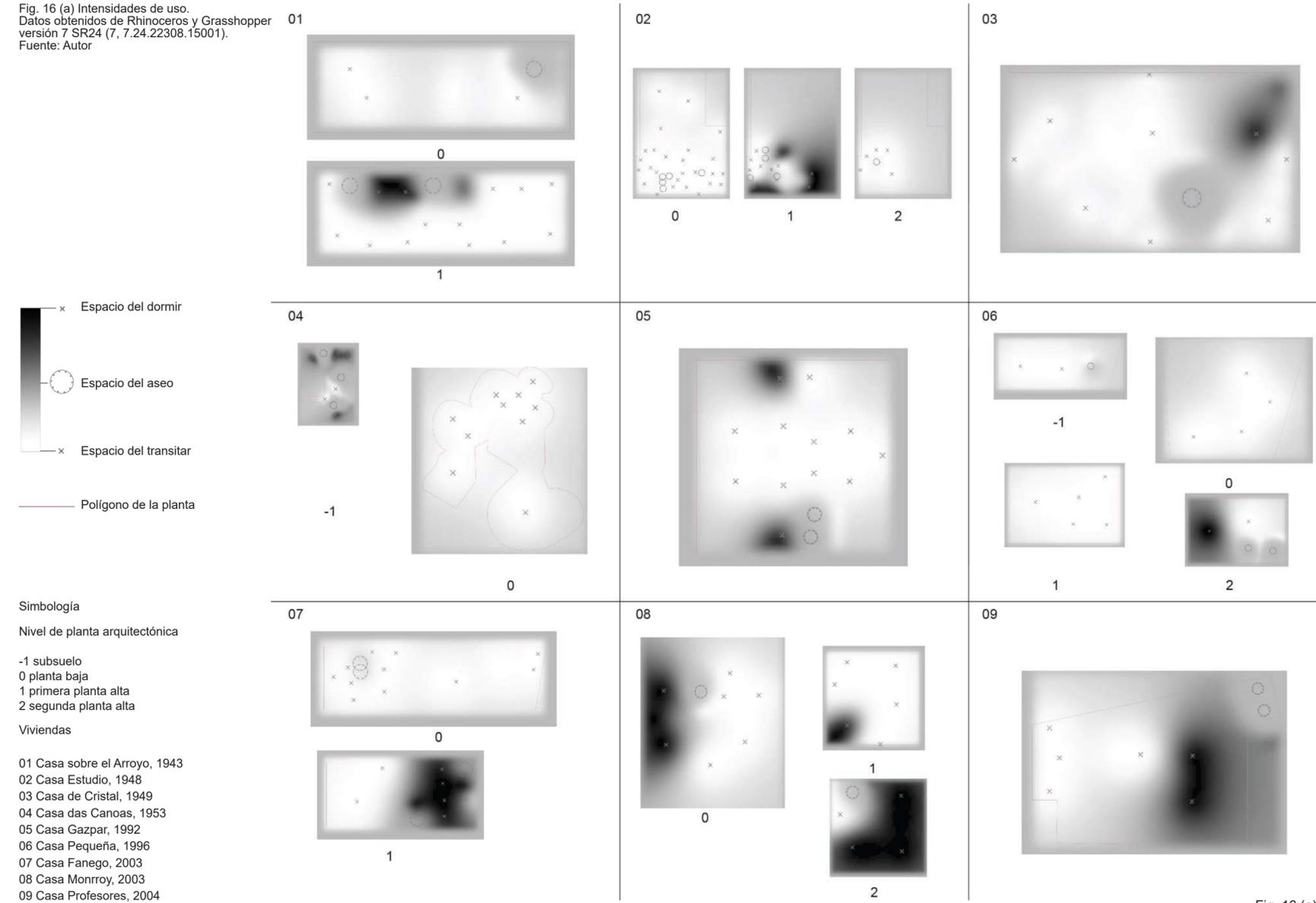


Fig. 16 (a)

Fig. 16 (b) Intensidades de uso.
 Datos obtenidos de Rhinoceros y Grasshopper
 versión 7 SR24 (7, 7.24.22308.15001).
 Fuente: Autor

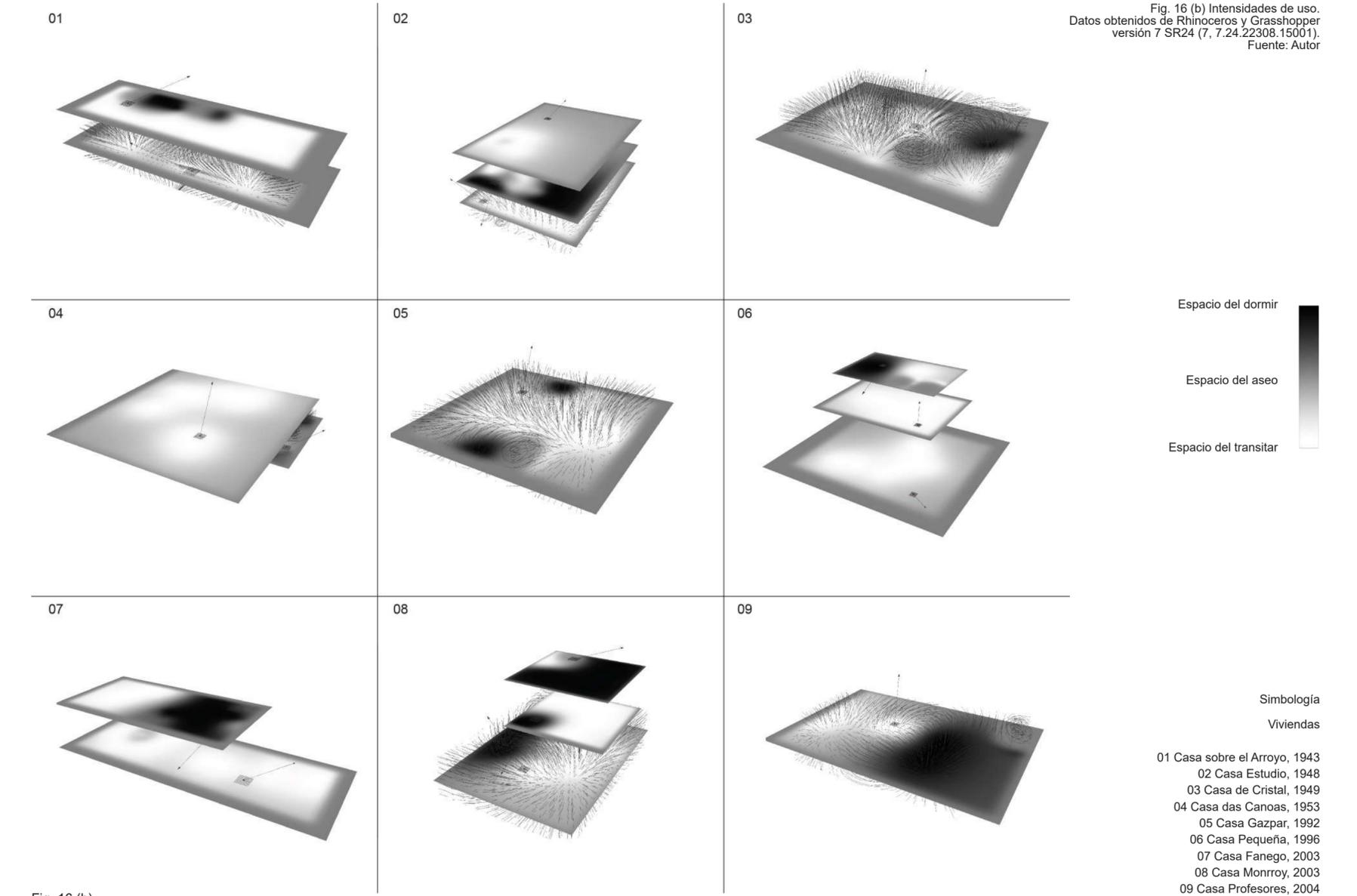


Fig. 16 (b)

Fig. 17 Evaluación de campo del diagrama de campos de uso de la casa de Cristal. Datos obtenidos de Rhinoceros y Grasshopper versión 7 SR24 (7, 7.24.22308.15001). Ver simulación en <https://youtu.be/gOWa6wIjhqU>
Fuente: Autor

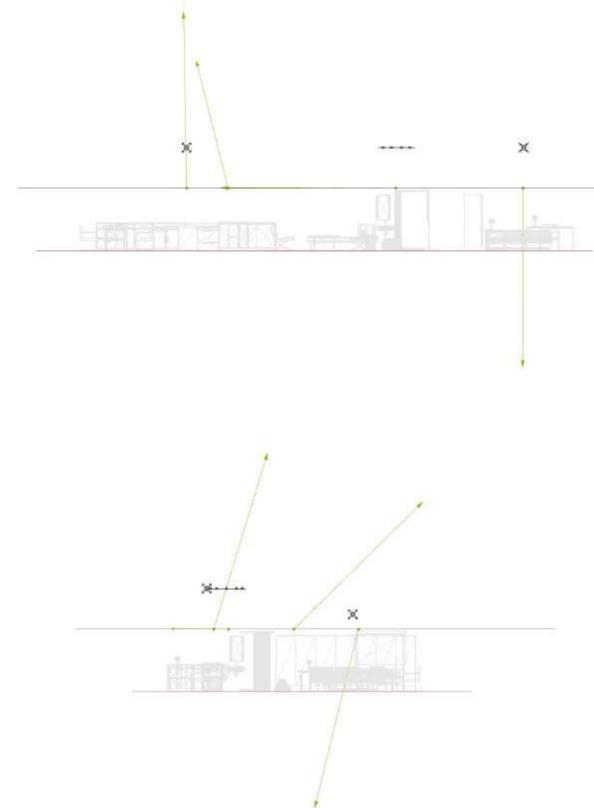
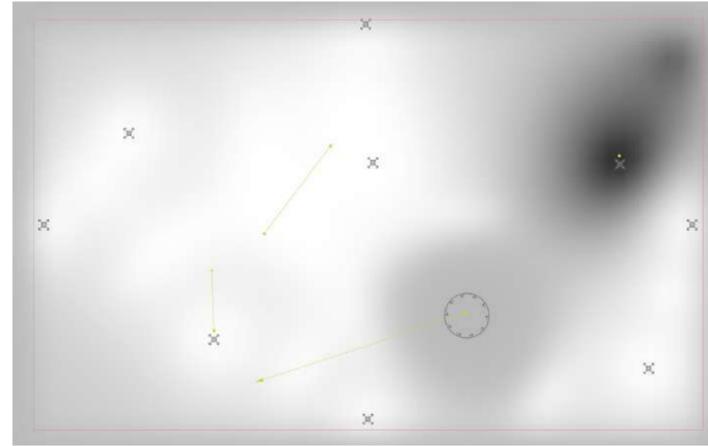


Fig. 17

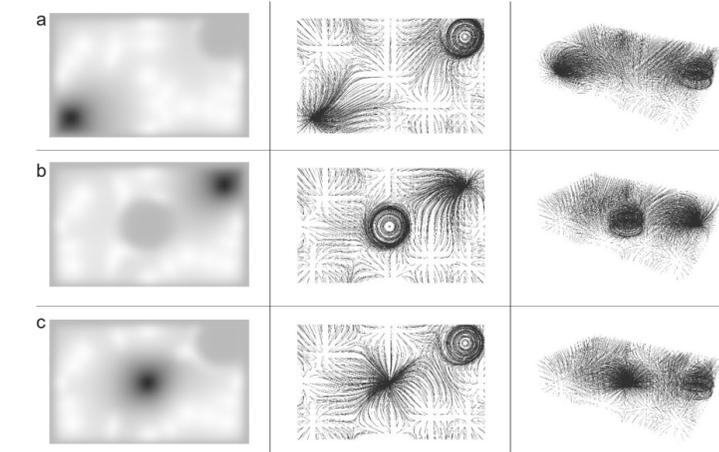


Fig. 18

Fig. 18 Tipos de organización del programa arquitectónico de la Casa de Cristal. Datos obtenidos de Rhinoceros y Grasshopper versión 7 SR24 (7, 7.24.22308.15001). Fuente: Autor

Fig. 19 Organización lineal del programa arquitectónico de la casa de Cristal. Datos obtenidos de Rhinoceros y Grasshopper versión 7 SR24 (7, 7.24.22308.15001). Fuente: Autor



Fig. 19

3.3.3 Interacciones espaciales: espacio geométrico sobre campos de uso

El diagrama de interacciones espaciales presentado en las figuras 20a, 20b y 20c es un tipo de dC generado a partir de la relación entre el espacio geométrico de los recintos de cada planta arquitectónica mostrada en la figura 11b y el diagrama de campos de uso de la figura 15c. El resultado es un patrón de movimientos cruzados que indica regiones hiperdinámicas en función del campo de fuerza, incluyendo atracción, vórtice y repulsión, que afectan los atributos geométricos de cada recinto. Este enfoque proporciona una mejor comprensión de cómo los diferentes elementos del espacio interactúan entre

sí y cómo influyen en la percepción general del espacio arquitectónico. Los colores utilizados en el diagrama de interacciones espaciales también tienen un significado específico. El rojo indica una fuerte tensión en el espacio geométrico, mientras que el azul representa una tensión baja de fuerzas que operan dentro del rango de sus propios campos. El color naranja, por su parte, indica una circunvalación cercana a los campos medios, donde las regiones se combinan. Estas convenciones de color resultan útiles para ilustrar de manera más clara la complejidad de las interacciones espaciales y las tensiones presentes en el espacio arquitectónico.

El sistema de organización por proximidad desempeña un papel fundamental en la identificación de los movimientos cruzados y las interacciones entre espacios. Mediante el análisis de las viviendas con este dC se ha descubierto que la distancia y el tiempo son factores determinantes en la experiencia de los usos interiores, exteriores y fronterizos, dependiendo de la ubicación de cada espacio tipo del clúster. Esto da lugar a la formación de un diagrama de tensiones y regiones, que aunque definidas, están interrelacionadas. Los campos de uso interiores y exteriores, detrás de esas deformaciones topológicas de los diagramas, reclaman estar presentes en todas partes, ser uno, como ya hemos mencionado anteriormente. Sin embargo, esta unidad implica reglas de conformación que garantizan la continuidad del espacio. En otras palabras, para que la diversidad y la singularidad coexistan como una entidad única, se necesitan tensiones que actúen como regiones de negociación. De lo contrario, todo se desintegrará o se expandirá hacia el infinito, perdiendo todo su diseño de sistema. Por esta razón, se realizó un estudio más detallado de estas regiones (ver sección 3.3.4) para ofrecer una explicación de las fronteras, a través de las relaciones entre la casa y su entorno (las cosas). Esto permitirá lograr un mayor entendimiento del espacio continuo.

El acto de habitar implica estar, ser y existir, y conlleva una compleja red de fuerzas y movimientos intensos y tensionados, que son invisibles a simple vista. Sin embargo, a través de la deconstrucción de las microacciones en los espacios habitados, es posible hacer visible esta tensión, lo cual resulta útil para comprender las fuerzas que influyen en los hábitos de los habitantes y cómo estas fuerzas contribuyen a la creación de una atmósfera habitable que puede acercarlos o alejarlos según sus necesidades. Cuando se habita una casa, se experimenta la sensación de estar en todas partes al mismo tiempo, incluso si nos encontramos en una ubicación específica dentro de ella. Esta sensación se logra gracias a la memoria, que activa los recuerdos y nutre la sensación de familiaridad y confort en la casa. En este sentido, la organización espacial continua del programa a través del diseño arquitectónico se vuelve un factor crucial, ya que permite comprender e integrar los alrededores de la casa, convirtiéndolos en parte de una composición unificada y correlacionada (Serial de la Torre, 2016, p. 99).

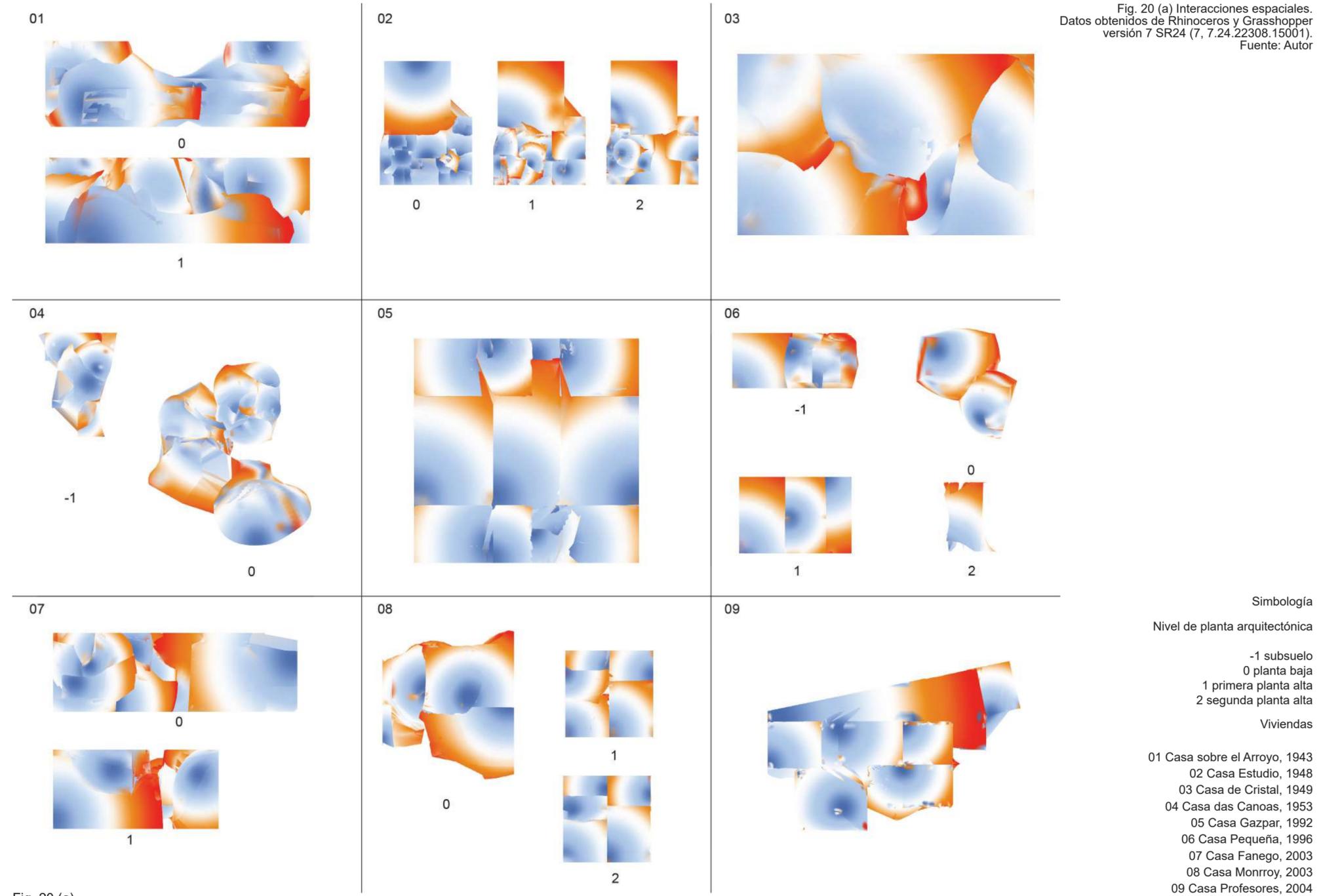
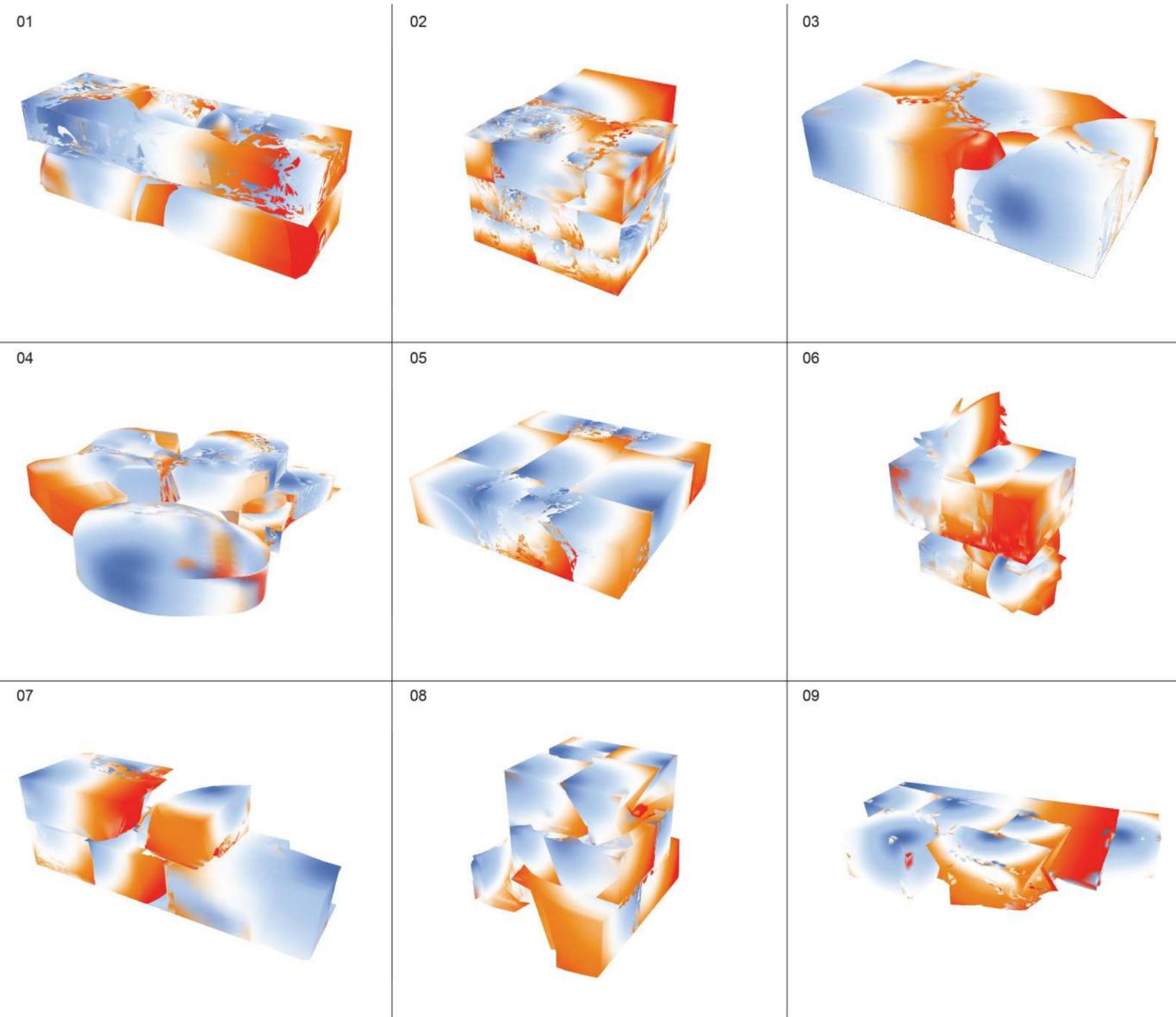


Fig. 20 (a)

Fig. 20 (b) Interacciones espaciales.
 Datos obtenidos de Rhinoceros y Grasshopper
 versión 7 SR24 (7, 7.24.22308.15001).
 Fuente: Autor

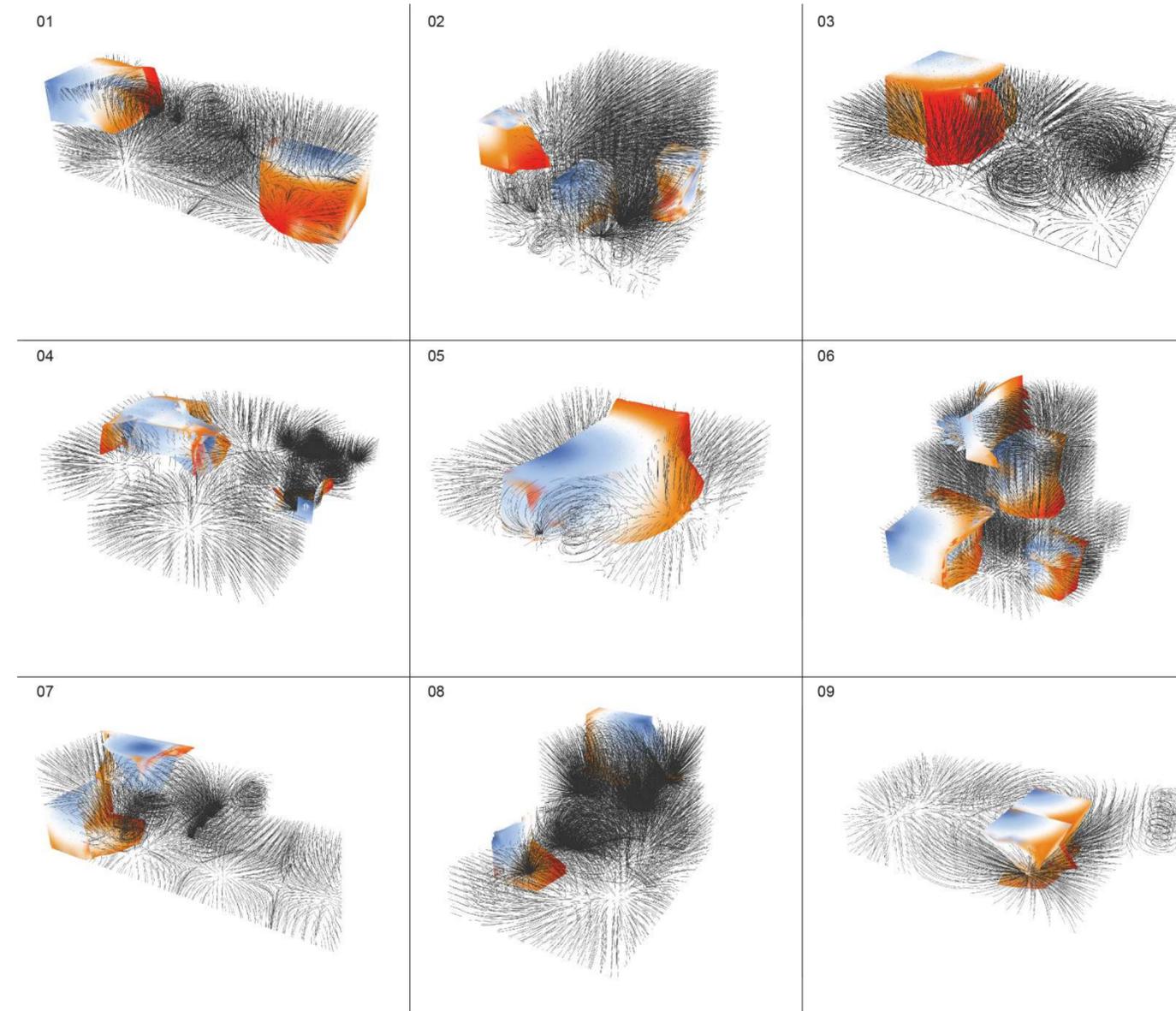


Simbología
 Viviendas

- 01 Casa sobre el Arroyo, 1943
- 02 Casa Estudio, 1948
- 03 Casa de Cristal, 1949
- 04 Casa das Canoas, 1953
- 05 Casa Gazpar, 1992
- 06 Casa Pequeña, 1996
- 07 Casa Fanego, 2003
- 08 Casa Monrroy, 2003
- 09 Casa Profesores, 2004

Fig. 20 (b)

Fig. 20 (c) Interacciones espaciales.
 Datos obtenidos de Rhinoceros y Grasshopper
 versión 7 SR24 (7, 7.24.22308.15001).
 Fuente: Autor



Simbología
 Viviendas

- 01 Casa sobre el Arroyo, 1943
- 02 Casa Estudio, 1948
- 03 Casa de Cristal, 1949
- 04 Casa das Canoas, 1953
- 05 Casa Gazpar, 1992
- 06 Casa Pequeña, 1996
- 07 Casa Fanego, 2003
- 08 Casa Monrroy, 2003
- 09 Casa Profesores, 2004

Fig. 20 (c)

3.3.4 Espacio intermedio (*space in – between*).

“El encuentro del hombre con su entorno establece una relación íntima”
(Doberti, 2021)

Esta sección de diagramas, presenta al espacio intermedio como una propuesta conceptual basada en la idea de trozos de espacios del sociólogo y escritor Georges Perec. Este concepto se refiere a la conformación de un lugar, incluyendo tanto su interior como su exterior, sus fronteras y las transiciones entre ellos. De esta manera, el espacio intermedio¹⁹ se puede entender como espacios intersticiales, caracterizados por los vislumbres de luz que se perciben a través de las estancias contiguas, tal como lo describe Domínguez (2022). Siguiendo a Vidal (2004) hace notar que lo intermedio es “al mismo tiempo, mediar entre la vulnerabilidad del individuo y la agresividad del medio; permitir la transición temporal entre recintos diversos; interponerse entre ambientes distintos cuyas cualidades pueden ser perjudiciales al ser humano; crear un borde, una frontera donde los opuestos se funden; generar límites, confines de dominación y apropiación; construir pieles, envolventes en torno al ser humano; construir el vacío como experiencia inquietante de ser y de no ser, de estar y de no estar, de presencia y de ausencia; construir la continuidad a partir de discontinuidades” (p. 7).

Para obtener esta representación del espacio intermedio, se tomó una sección horizontal aplicada al diagrama de interacciones espaciales de la figura 20b y se adaptó sobre la planta arquitectónica correspondiente de la figura 11b. Gracias a este método, se pudo visualizar de forma detallada cómo se conforman las fronteras entre los distintos programas en el espacio arquitectónico. En ese sentido, se llevó a cabo un análisis, de esas regiones de trozos de espacio, a partir del modelo teórico existencial de Norberg Schulz el hogar como lugar. Paraphraseado a Norberg Schulz (1975), el hogar como lugar es el resultado de la interacción entre dos espacios; los caminos entre esos espacios como la tensión entre un origen y una meta; y la región como medio de unificación de los dos anteriores. El espacio existencial es un esquema del ambiente que rodea al hombre intentando recibir el entorno mediante unos esquemas topológicos para convertirlo en atención visual (Norberg-Schulz, 1975). Esos esquemas topológicos pertenecen a una dimensión de organización: proximidad (centro y lugar), continuidad (dirección y camino) y cerramiento o cercanía (área y región). Y, dentro de esos esquemas topológicos del espacio existencial existen cuatro niveles: geografía, paisaje rural, urbano y casa y cosa.

En la figura 21 se presenta un esquema topológico del espacio existencial de Norberg-Schulz, el cual se obtuvo para realizar el análisis del espacio intermedio. Este esquema se basa en la cercanía entre centro y lugar, y se enfoca en el nivel de casa y cosa. Según Norberg-Schulz (1975), el ser humano

¹⁹ “La protección que requiere el habitar humano debe ser entendida como la necesidad de atenuar, mitigar o graduar ambientes atmosférica, social y espacialmente distintos. Transitar de un ambiente a otro ambiente es una experiencia que puede provocar un impacto sobre el individuo” (Vidal, 2004)

siempre lleva consigo este nivel de casa y cosa, utilizando como referencia el hogar (centro-origen), sin importar a dónde vaya. La figura muestra una parte derivada del diagrama el ser del habitar (Fig. 2); que incluye categorías de espacio, tiempo y acción, a modo de un sistema de movimiento del habitante. Mientras que, hacia los bordes, de la misma figura, se ha incluido un texto que se centra en el componente arquitectónico cosas: mesa, puerta, ventana y camino; estas cinco cosas se organizaron en cuatro ejes espacio-tiempo: arriba, abajo, izquierda y derecha. En ese sentido, se utilizó el método de lenguaje de patrones, como un método de observación, para extraer las cualidades espaciales y sensibles del espacio intermedio representado en los diagramas generados. Así, se fijaron cuatro ejes, los cuales se derivan del esquema topológico existencial presentado en la figura 21. Estos ejes fueron: componente espacio tiempo, cosa arquitectónica, percepción espacial y código existencial. Según Lidón de Miguel (2015), la mejor manera de lograr la articulación de lugares o grupos de lugares es diseñar una lectura adecuada entre ellos. Por lo tanto, el uso de estos cuatro ejes, intenta proporcionar una lectura analítica de este tipo de diagramas, para comprender la complejidad espacial de la vivienda mediante el espacio intermedio. El análisis de datos entregados por el lenguaje de patrones en cada uno de los diagramas que se presentan a continuación es una interpretación propia de la observación de cada diagrama. Es importante destacar que la riqueza gráfica que evocan estos diagramas se presta para diversas interpretaciones, por tanto, dejamos en cierta medida el análisis propio de cada lector e investigador, como una exploración más rica y diversa de los datos y resultados obtenidos en estos diagramas.

En atención a lo anterior, se presenta en la figura 22 el dC de espacio intermedio, el cual incluye los diferentes diagramas de las viviendas numeradas del 01 al 09. La nomenclatura utilizada de cada figura se corresponde con la matriz de viviendas de estudio (Fig. 11a). En la parte superior de la figura se encuentra el diagrama de espacio intermedio, mientras que en la parte media se encuentra, por un lado, la referencia del diagrama utilizado en la aplicación de la sección horizontal para la producción del diagrama intermedio y, por otro lado, la respectiva simbología. Finalmente, en la parte inferior, de la misma figura, se muestra una tabla de lenguaje de patrones; esta tabla se enfoca en el análisis de tres regiones de trozos de espacios seleccionados. Estas regiones se encuentran identificadas por un círculo de color rojo, con la nomenclatura r1, r2 y r3. La conformación global de trozos de espacios que se muestra en los diagramas es el resultado de someter el espacio geométrico de los recintos a campos de fuerza. Al examinar todas las regiones de manera detallada, se puede apreciar que el programa arquitectónico se ha desintegrado para formar intersecciones programáticas complejas. Estas intersecciones incluyen áreas destinadas para dormir, aseo y tránsito, lo que indica una integración compleja de funciones en los espacios resultantes en relación a un programa de vivienda. Esta complejidad varía según el tipo de espacio que se encuentra en la proximidad.

Así, por ejemplo, el contacto entre dos espacios diferentes (dormitorio y cocina) siempre da lugar a un mapa de líneas complejo, donde el espacio se expande y contrae, como se puede observar en el caso de la figura 22 (02). En cambio, cuando se localizan espacios de características similares, como por ejemplo espacios del transitar (cocinas, patios, etc.), se conforma una tenue combinación programática que sugiere una integración eficaz de funciones en esos espacios (Fig. 22 -09). No obstante, los espacios de aseo suelen expandirse hacia los espacios contiguos, creando intersecciones de trozos de espacios que pueden ser más o menos complejos, dependiendo del espacio intermedio que los rodea.

Este tipo de análisis permitió asignar un código existencial a regiones específicas de trozos de espacios seleccionados en los diagramas, lo que resultó en una evaluación más detallada del espacio intermedio. El arquitecto neerlandés Aldo Van Eyck define lo intermedio como aquello que se encuentra entre dos o más cosas articuladas entre sí. En ese sentido, podemos notar cómo las cosas arquitectónicas, que configuran lo intermedio, en relación a un eje temporal, pueden determinar las sensaciones existenciales de un lugar. Esto se puede observar en el diagrama de espacio intermedio presentado en la figura 22 (03) donde las regiones complejas de sus espacios evocan sensaciones de apertura y encierro; sugiriendo un espacio destinado para quedarse (como una mesa) o para transitar (como un camino). Sin embargo, la percepción que se tenga de esas regiones dependerá en gran medida de subjetividad de cada habitante, pero también de las cosas que se configuren en el centro y bordes de esas regiones. Así, se revela que el espacio arquitectónico doméstico está en constante tensión programática e incertidumbre, lo que lo convierte en un desafío interesante para los arquitectos. Estos diagramas resultan una herramienta valiosa para entender cómo los diferentes espacios en una vivienda interactúan entre sí y cómo su interacción afecta la experiencia espacial de los habitantes. El entramado complejo de líneas que muestran estos diagramas, puede ayudar al arquitecto a identificar regiones de negociación del espacio programático, lo que le permite decidir qué lugares de la espacialización de su programa arquitectónico requieren más atención. Las regiones complejas que se observan en estos diagramas evocan asimismo una deformación de la topología del recinto, lo que puede ayudar al arquitecto a estimar el alcance de uso entre programas para organizar lo espacial en la vivienda de mejor manera. En resumen, el uso de estos dC permite al arquitecto tener una mejor comprensión de la complejidad espacial de la vivienda y tomar decisiones de diseño informadas en función de modos de habitar domésticos.

“Sin duda, el espacio intermedio es aquel capaz de combinar en un mismo soporte, continuo, mutable y flexible, acciones indeterminadas y rituales propios de la cotidianidad humana. Actúa como estructurante y permite el desarrollo del programa, acciones, acuerdos e interacciones que engrandecen la arquitectura” (Domínguez, 2022).

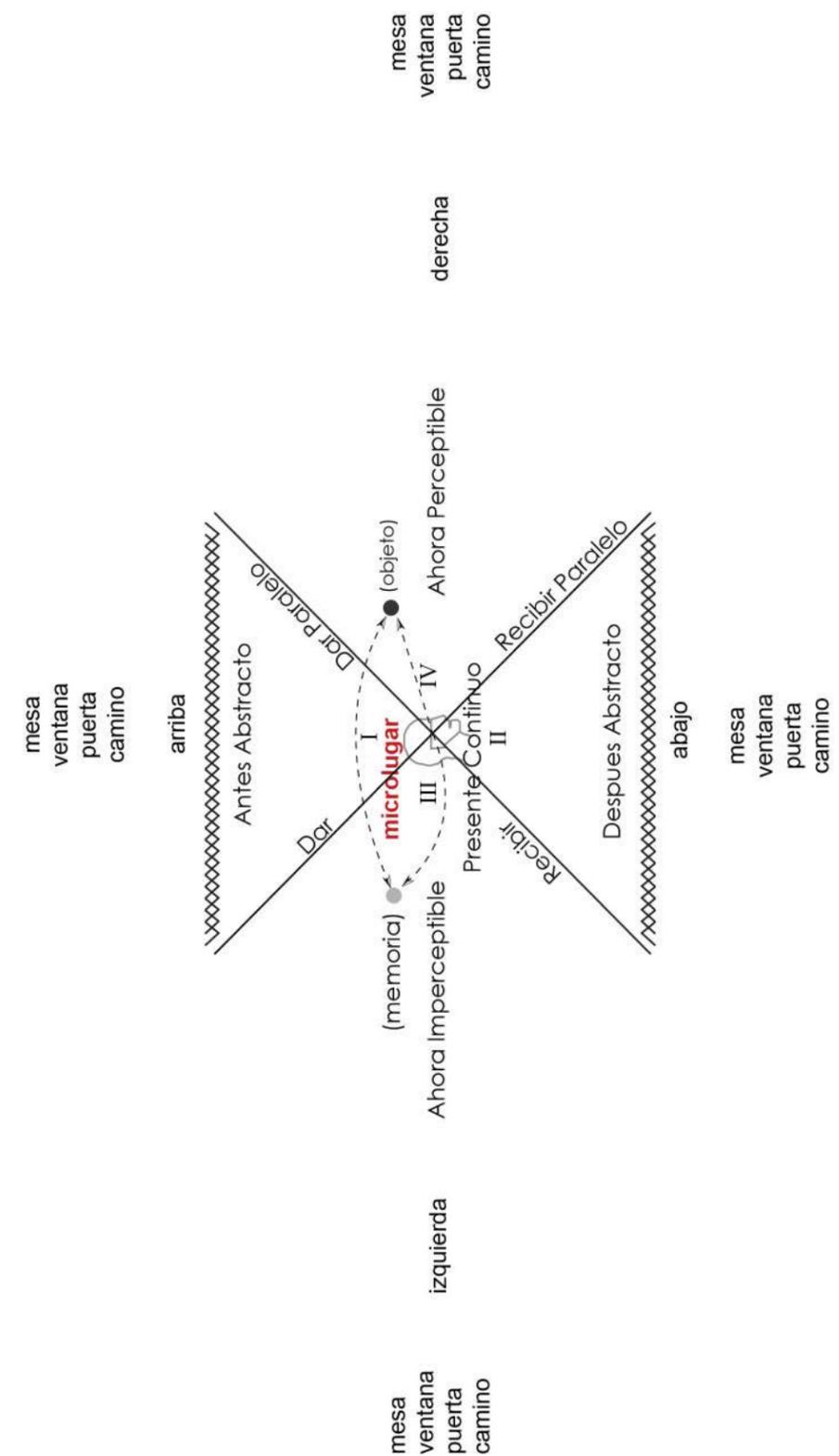
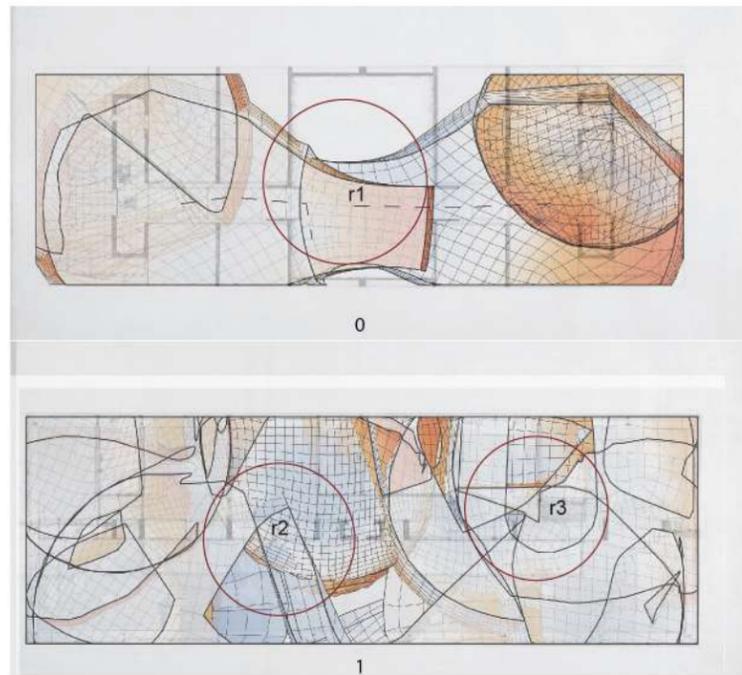
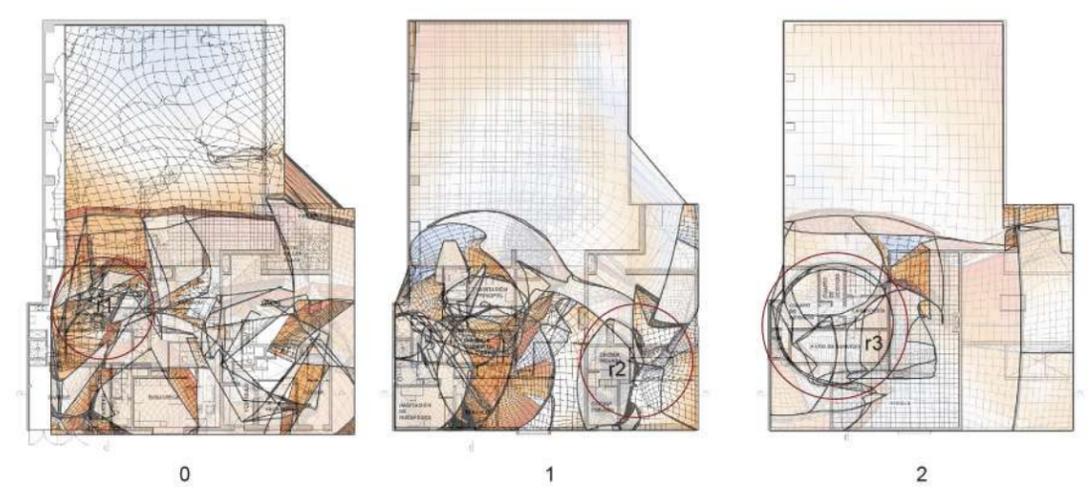


Fig. 21 Esquema topológico del espacio existencial de Norberg-Schulz. Fuente: Autor

Fig. 21



(Fig. 20a, 01)



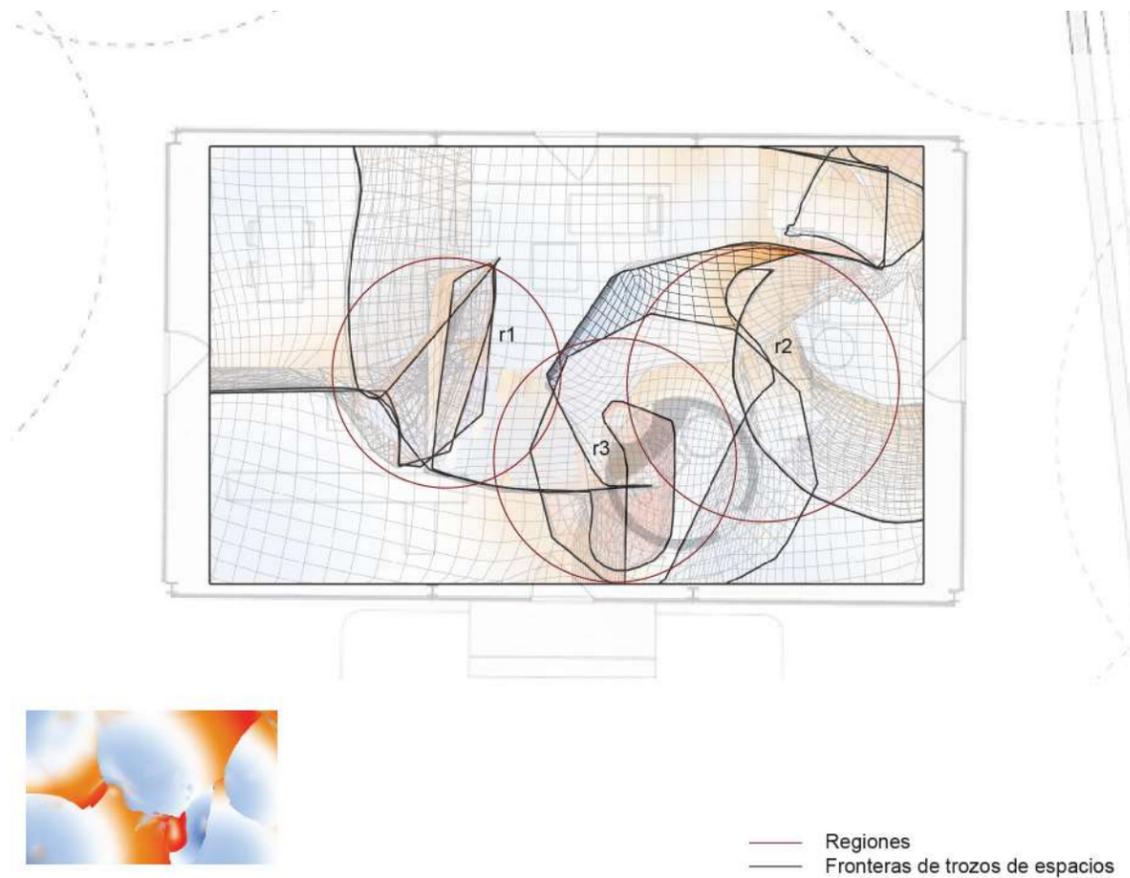
(Fig. 20a, 02)

	Región 1 (r1)	Región 1 (r2)	Región 3 (r3)
Componente espacio temporal	arriba: espacio abierto abajo: espacio abierto izquierda: pasillo de circulación derecha: pasillo de circulación	arriba: dormitorio abajo: sala de estar izquierda: sala derecha: comedor	arriba: cocina abajo: comedor izquierda: baño derecha: estudio
Cosa arquitectónica	- 0 objetos. - espacio abierto de geometría regular (rectángulo).	- objetos próximos a los alrededores. - espacio estrecho de geometría regular. - espacio de transición por existencia de gradas.	- utensilios de cocina cercanos - objetos mobiliario. - espacio de geometría cuadrangular.
Percepción espacial	apertura	apertura y encerrés	encerrés
Código existencial	espacio camino	espacio ventana y mesa	espacio mesa

Fig. 22 (01) Espacio intermedio de la Casa sobre el Arroyo de Amancio Williams, 1943.
Fuente: Autor

	Región 1 (r1)	Región 1 (r2)	Región 3 (r3)
Componente espacio temporal	arriba: comedor y lavado abajo: hall izquierda: cocina derecha: estancia	arriba: terraza abajo: terraza izquierda: oficina derecha: límite de terreno	arriba: cuartos de servicio abajo: terrazas izquierda: límite del terreno derecha: pasillo de circulación
Cosa arquitectónica	- muros sólidos y objetos configuran este espacio. - espacio cerrado con elementos muro.	- muros sólidos y objetos configuran este espacio. - espacio semicerrado con elementos muro.	- muros sólidos y objetos configuran este espacio. - espacio cerrado con elementos muro.
Percepción espacial	encerrés	encerrés y apertura	encerrés
Código existencial	espacio mesa	espacio mesa y ventana	espacio mesa

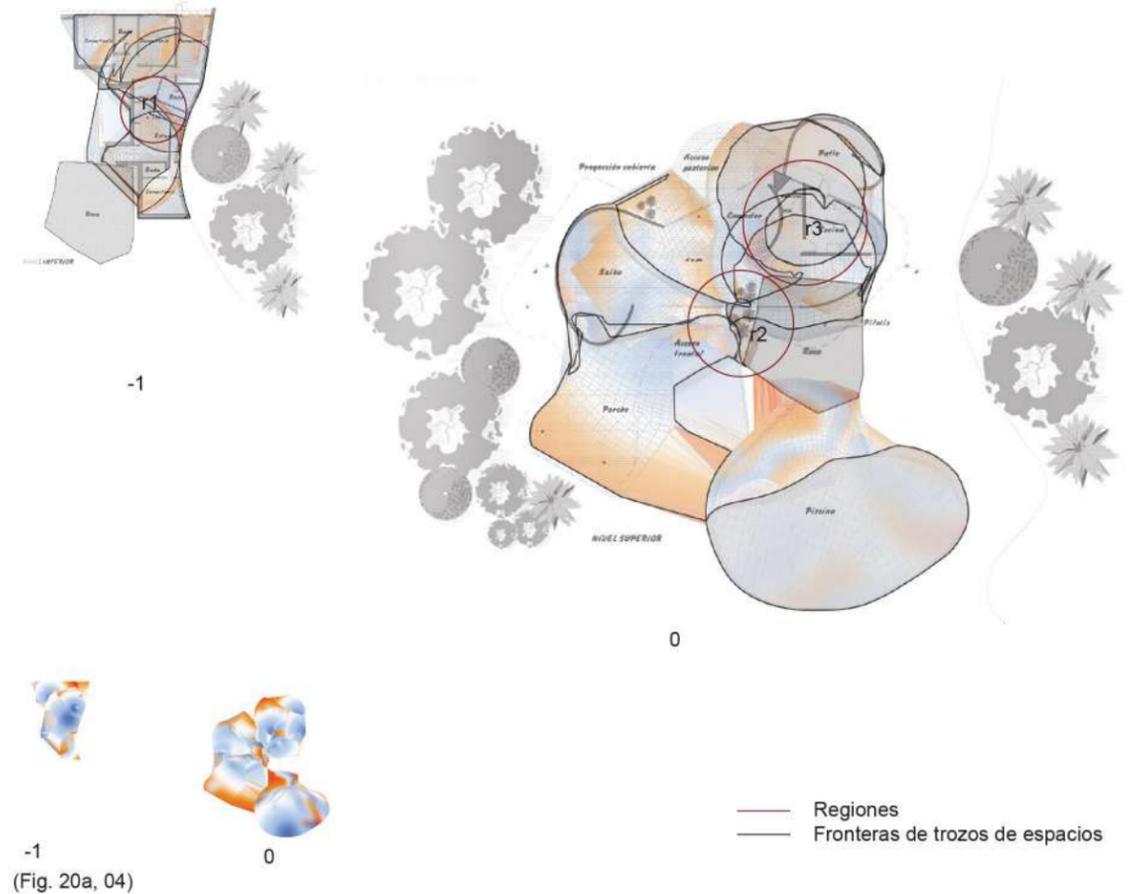
Fig. 22 (02) Espacio intermedio de la Casa Estudio de Luis Barragan, 1948.
Fuente: Autor



(Fig. 20a, 03)

	Región 1 (r1)	Región 1 (r2)	Región 3 (r3)
Componente espacio temporal	arriba: sala abajo: cocina izquierda: pasillo de circulación derecha: baño	arriba: pasillo de circulación abajo: baño y estudio izquierda: baño, pasillo y sala derecha: dormitorio	arriba: sala abajo: pasillo de circulación izquierda: baño, pasillo y sala derecha: baño
Cosa arquitectónica	- 1 objeto directo (sofa). - 2 objetos indirectos -1m (silla y mesón de cocina). - espacio abierto de geometría rectangular.	- 1 objeto directo (mueble cama). - 1 objeto indirectos -1m (muro y mesa). - espacio estrecho de geometría irregular.	- 1 objeto que intersecta (muro) espacio intersectado de topología irregular.
Percepción espacial	apertura	encerrés	encerrés y apertura
Código existencial	espacio mesa	espacio camino	espacio camino

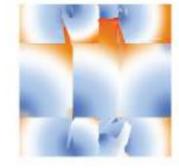
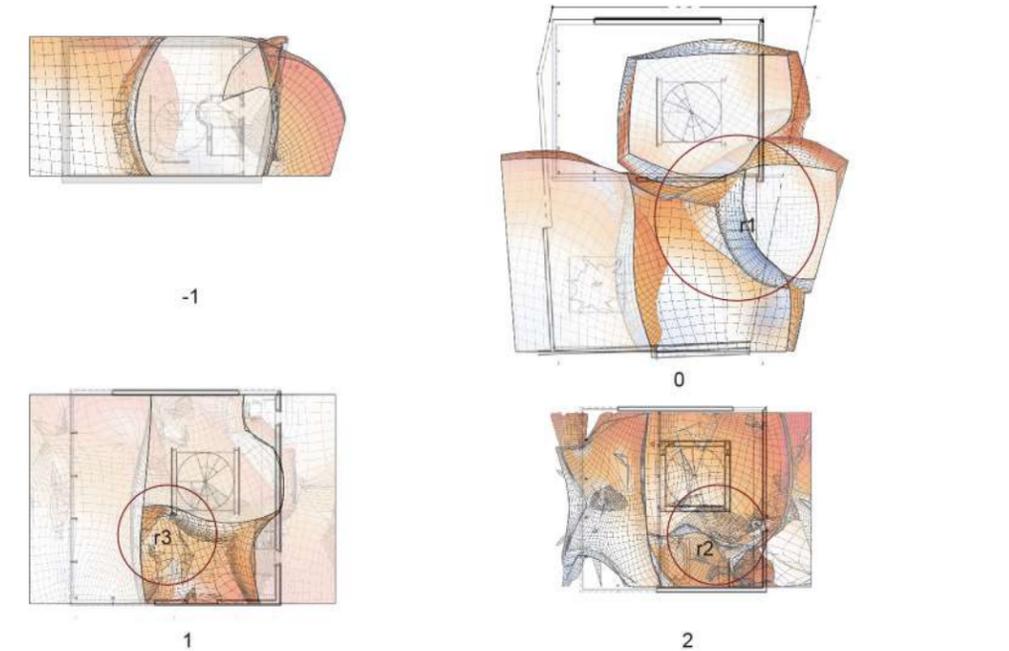
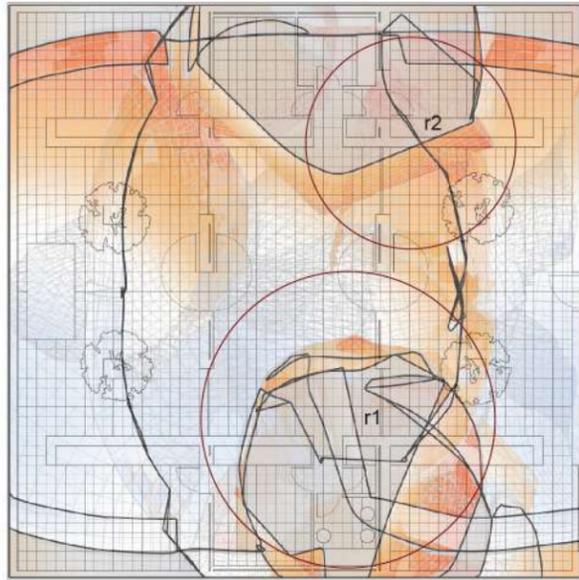
Fig. 22 (03) Espacio intermedio de la Casa de Cristal de Philip Johnson, 1949. Fuente: Autor



(Fig. 20a, 04)

	Región 1 (r1)	Región 1 (r2)	Región 3 (r3)
Componente espacio temporal	arriba: pasillo abajo: pasillo izquierda: muro perimetral derecha: baño	arriba: pasillo abajo: piscina izquierda: roca natural derecha: acceso frontal	arriba: patio abajo: roca natural izquierda: comedor derecha: cocina
Cosa arquitectónica	- muros sólidos configuran este espacio. - espacio semicerrado con elementos muro.	- espacio abierto con elementos naturales (agua, roca, etc.) - espacio abierto con tabiquerías translúcidas.	- muros sólidos y varios sujetos configuran este espacio. - espacio semicerrado con elementos muro.
Percepción espacial	encerrés	apertura	encerrés
Código existencial	espacio mesa	espacio ventana y camino	espacio mesa

Fig. 22 (04) Espacio intermedio de la Casa das Canoas de Oscar Niemeyer, 1953. Fuente: Autor



— Regiones
— Fronteras de trozos de espacios

— Regiones
— Fronteras de trozos de espacios

(Fig. 20a, 05)

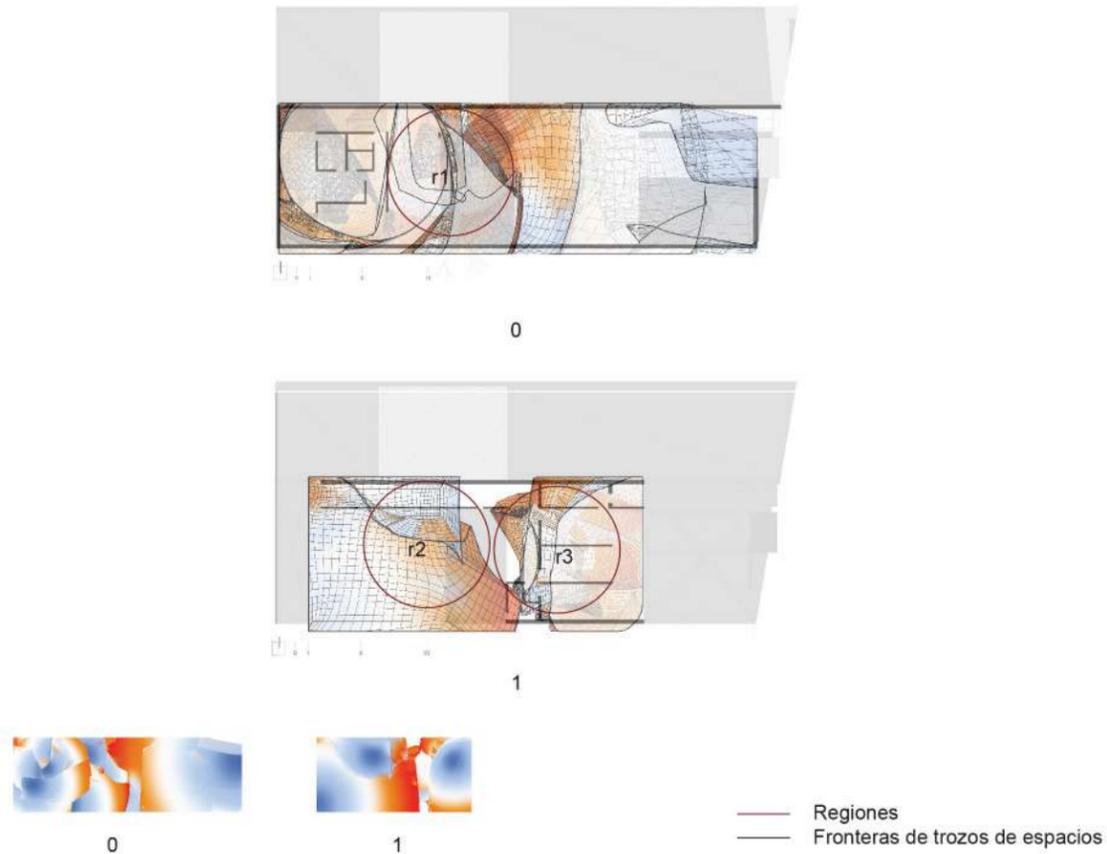
(Fig. 20a, 06)

	Región 1 (r1)	Región 1 (r2)	Región 3 (r3)
Componente espacio temporal	arriba: espacio social abajo: dormitorio izquierda: patio derecha: patio	arriba: cocina y patio abajo: jardín y espacio social izquierda: cocina derecha: jardín y patio	
Cosa arquitectónica	objetos y muros -espacio semicerrado de geometría regular.	- objetos, elementos muro y elementos naturales. - espacio semiabierto de geometría regular.	
Percepción espacial	apertura y encerrés	apertura y encerrés	
Código existencial	espacio puerta	espacio camino	

Fig. 22 (05) Espacio intermedio de la Casa Gazpar de Alberto Campo Baeza, 1992. Fuente: Autor

	Región 1 (r1)	Región 1 (r2)	Región 3 (r3)
Componente espacio temporal	arriba: caja de gradas abajo: pasillo izquierda: jardín derecha: límite del terreno	arriba: caja de gradas abajo: baño izquierda: terraza cubierta derecha: muro	arriba: caja de gradas abajo: muro límite del terreno izquierda: terraza-cubierta derecha: cocina
Cosa arquitectónica	- escasos muros - espacio semiabierto con pocos elementos muro.	- muros y mobiliario moderado. - espacio cerrado con elementos muro sólido.	- cantidad de muros moderado y objetos - espacio semicerrado con leves elementos muro.
Percepción espacial	apertura	encerrés	apertura y encerrés
Código existencial	espacio ventana y camino	espacio mesa	espacio mesa y puerta

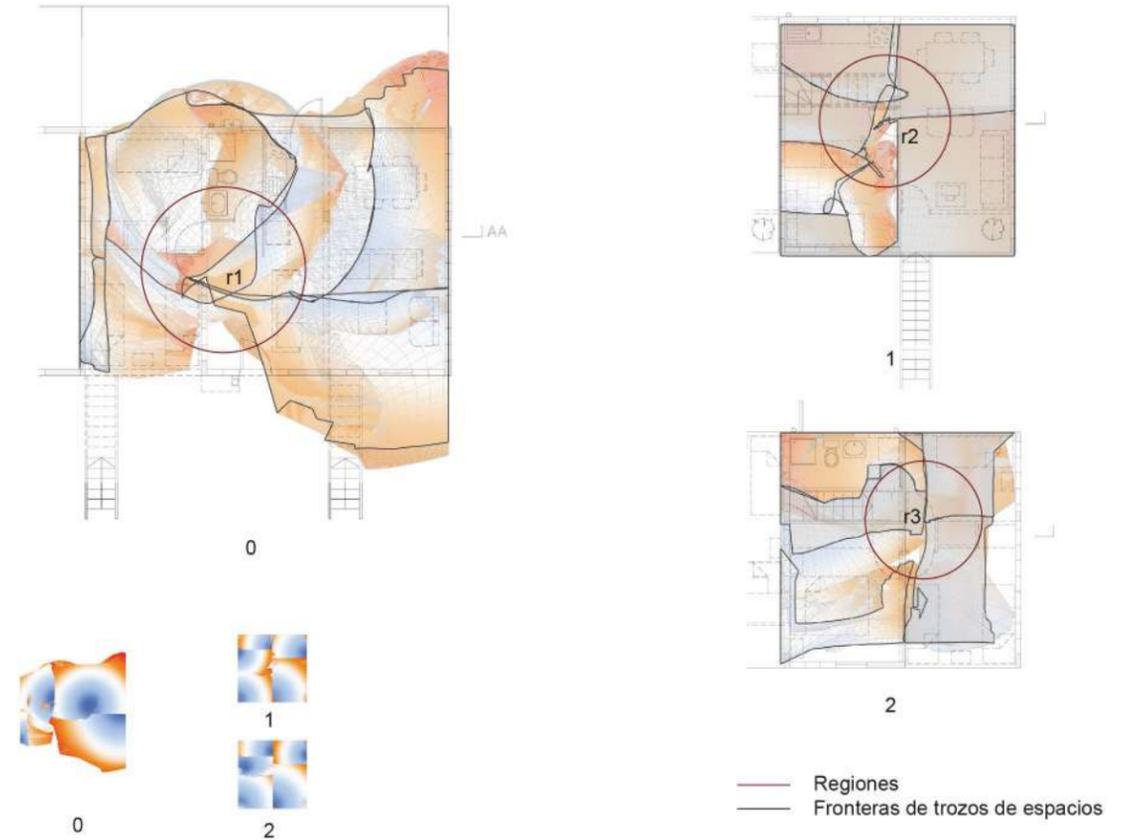
Fig. 22 (06) Espacio intermedio de la Casa Pequeña de Kazuyo Sejima, 1996. Fuente: Autor



(Fig. 20a, 07)

	Región 1 (r1)	Región 1 (r2)	Región 3 (r3)
Componente espacio temporal	arriba: hall de circulación. abajo: estacionamiento izquierda: área social derecha: jardín	arriba: patio terraza abajo: patio terraa izquierda: muro borde derecha: área privada	arriba: dormitorios abajo: dormitorios izquierda: hall de circulación derecha: balcón
Cosa arquitectónica	- patios - espacio semicerrado con elementos muro en los bordes	- muros y mobiliario. - espacio semicerrado con elementos muro sólido en bordes	- muros sólidos y mobiliario. - espacio cerrado con elementos muro.
Percepción espacial	encerrés y apertura	apertura	encerrés
Código existencial	espacio mesa	espacio mesa y ventana	espacio puerta

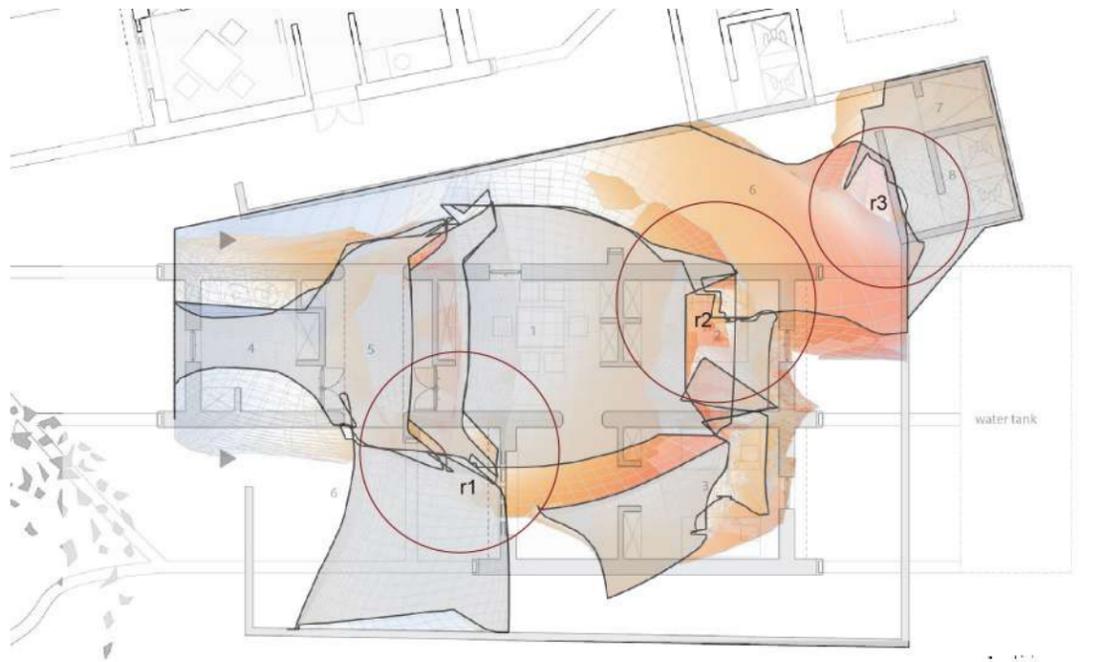
Fig. 22 (07) Espacio intermedio de la Casa Fanego de Solano Benítez, 2003.
Fuente: Autor



(Fig. 20a, 08)

	Región 1 (r1)	Región 1 (r2)	Región 3 (r3)
Componente espacio temporal	arriba: hall de circulación. abajo: hall de circulación izquierda: dormitorio derecha: sala	arriba: cocina abajo: dormitorio izquierda: pasillo de circulación derecha: sala-comedor	arriba: dormitorio abajo: dormitorio izquierda: gradas y circulación derecha: dormitorio
Cosa arquitectónica	- muros - espacio cerrado con elementos muro en los bordes	- muros y mobiliario. - espacio cerrado con elementos muro sólido.	- muros y mobiliario. - espacio cerrado con elementos muro.
Percepción espacial	encerrés	encerrés	encerrés
Código existencial	espacio puerta	espacio puerta	espacio puerta

Fig. 22 (08) Espacio intermedio de la Casa Monroy de Alejandro Aravena, 2003.
Fuente: Autor



(Fig. 20a, 09)

— Regiones
— Fronteras de trozos de espacios

CAPÍTULO IV

REPRESENTACIÓN GENERATIVA: UN MODO DE INTERPRETACIÓN PARA EL ESPACIO ARQUITECTÓNICO

	Región 1 (r1)	Región 1 (r2)	Región 3 (r3)
Componente espacio temporal	arriba: patio y comedor abajo: patio izquierda: estar derecha: patio	arriba: patio abajo: dormitorio izquierda: patio derecha: comedor	arriba: límite del terreno abajo: patio izquierda: patio derecha: baño
Cosa arquitectónica	- muros sólidos - espacio semiabierto con elementos muro moderado.	- muros sólidos en todos el borde. - espacio cerrado con elementos muro sólido.	- muros y patios - espacio semicerrado con elementos muro y patios
Percepción espacial	encerrés y apertura	encerrés	encerrés y apertura
Código existencial	espacio puerta y ventana	espacio puerta	espacio camino

Fig. 22 (09) Espacio intermedio de la Casa Profesores de Francis Kéré, 2004.
Fuente: Autor

4.1 Discusión de resultados

Implementamos una estrategia de representación del espacio arquitectónico de la vivienda basada en la noción de espacio continuo, obteniendo como resultado cuatro tipos de diagramas por código (dC) que funcionan como herramientas para analizar la organización espacial de una vivienda. Esta representación de lo espacial interpreta, a través del diagrama, al programa de vivienda a partir de un clúster compuesto por tres espacios principales: la cama, el baño y las áreas complementarias, lo cual permite comprender de manera clara e intuitiva la estructura programática de una vivienda debido a la gráfica que revelan los diagramas. En este sentido, la temática abordada en esta investigación plantea la necesidad de replantear el diseño arquitectónico desde su práctica, lo cual abre la puerta a una discusión en este ámbito. En primer lugar, es importante reflexionar sobre el papel del arquitecto en la representación del diagrama como un agente generador de conocimiento arquitectónico. Así, Bos & Van Berkle (1998) muestran en Shin, Lemon & Mumma, (2001) que:

“El diagrama se ha convertido en la materia de la arquitectura en su representación. (...) ha surgido aparentemente como la herramienta definitiva, tanto en su versión milenaria como en la moderna. De este modo, es una herramienta de lo virtual más que de lo real, y un medio para construir (en ambos sentidos del término) una arquitectura virtual” (Shin, Lemon & Mumma, 2001, p. 5).

Los dC generados en este estudio ofrecen una perspectiva del espacio arquitectónico contemporáneo, revelado por las *manchas*²⁰ que conforman y su capacidad para ilustrar la interactividad humana en el habitar. Esto último, ha sido objeto de estudio por la arquitecta española Eider Holgado, donde mediante una investigación del espacio de interacción, en la concepción de la arquitecta japonesa Kazuyo Sejima y el arquitecto japonés Ryue Nishizawa, ofrece una definición de la interactividad humana, de la siguiente manera: “el espacio de interacción corresponde a límites ambiguos, donde el individuo puede actuar de la manera más libre posible y decidir cómo circular por ellos, como relacionarse, con interaccionar con lo demás” (Holgado, 2016, p. 10). Esta estructura flexible que ofrece múltiples posibilidades de acción a través del espacio de interacción, afirma García (2010), pertenece a la virtualidad del espacio, por tanto:

“Podríamos en ciertos casos hablar de un espacio virtual puro como una arquitectura líquida o maleable de todos los mundos posibles, la virtualidad tecnológica es el subconjunto de espacio virtual puro que podemos alcanzar por los medios posibles. En el futuro no muy lejano el espacio puede ser transeuclidiano y relativista, o totalmente no euclidiano. Existirá un concepto multidimensional en el cual el espacio puede estar compuesto por módulos ubicados en diferentes lugares y el

espectador se puede mover a través de ellos por hipersaltos. Estamos hablando del ciberespacio. Esta etapa de la conceptualización espacial está en evolución y depende como siempre ha dependido de los avances tecnológicos” (García, 2010, p.102).

La virtualidad del espacio²¹, que permite reemplazar una representación por otra, genera nuevos significados en la configuración del espacio. Las manchas presentes en los diagramas resultantes constituyen una cualidad natural inherente del ser de las cosas, trascendiendo su mera estética al encarnar la esencia misma de la arquitectura y su relación con el entorno. Estas manchas son manifestaciones de la complejidad del proceso de diseño y planificación, demostrando la riqueza y variedad del espacio arquitectónico, y también pueden traducirse como atmósferas, en términos de Easterling. El arquitecto Juan Manuel Báez, profesor titular del departamento de representación arquitectónica en la Universidad de Valladolid, afirma que las manchas en la representación de la arquitectura son elementos fundamentales que permiten la creación de masas y atmósferas, que tienen su origen en la naturaleza y en la vida misma (Báez, 2010). Según Báez (2010), debemos aprender a dar forma a las masas mediante manchas, desarrollando la habilidad de dotarlas de una determinada forma y color para evocar la realidad. El dibujo de mancha ofrece una perspectiva de la realidad en la que las fuerzas del habitar y los tejidos espacio/temporales se combinan para generar espacios de alta complejidad, tal como se ilustra en la Fig. 23, donde se representan las realidades de la naturaleza. Esto último, lo supo intuir el arquitecto suizo-francés Bernard Tschumi al formular su visión de la relación espacio y evento sobre el programa arquitectónico. Este arquitecto fue un pionero en utilizar al diagrama como un método de estudio en la representación arquitectónica y en la exploración del espacio arquitectónico. No obstante:

“El dibujo a línea, por su propia naturaleza y su modo de representar abstracto, deja fuera aspectos como los efectos atmosféricos del cielo y el color local de los objetos. Normalmente son elementos de los que prescindimos, que no interesan, e incluso su ausencia confiere al dibujo lineal parte de su atractivo, por la especial belleza del trazo limpio y puro sobre el blanco inmaculado del papel. Si bien esto es cierto en la mayoría de las ocasiones, puede ocurrir que nos interese incidir también en los aspectos que la línea excluye, sin renunciar a la calidad y a la expresión del puro trazo. Entonces podemos recurrir a los dos conceptos antagónicos de la línea y la masa, que sorprendentemente se conjugan bien; su unión hace convivir en una misma expresión la atemporalidad de la arquitectura y el instante detenido de un cielo tormentoso. Las diversas manchas que podemos incluir en el dibujo a línea añaden intensidad a las profundidades de los diversos planos, a la vez que aumentan la sensación de contraluz o sombra de alguna de las partes y recrean con mayor certeza determinados elementos como el agua y



Fig. 23 Manchas para conformar un entorno natural. Fuente: Reproducido de Báez Mezquita, J. M. (2010). El dibujo a línea y la arquitectura. Un idilio interminable. EGA. Revista de expresión gráfica arquitectónica, 15(15), 36-45.

²¹ “En la actualidad la concepción del espacio arquitectónico se apoya en gran medida en los adelantos tecnológicos de la informática. La virtualidad del espacio es un espacio concebido para ser admirado y rico en estímulos para generar gran cantidad de sensaciones. Es un espacio de alto grado de transformación o transmutación, con articulación continua entre físico y virtual. Se logran relaciones y exploraciones de diversas modalidades espaciales que habían sido imposibles de alcanzar anteriormente. Este espacio tiene tres conceptos: el espacio platónico ideal, el espacio del sentido y el espacio tecnológicamente construido y cada uno de estos conceptos quiere capturar una clase de virtualidad” (García, 2010, p 102)

²⁰ “El dibujo de mancha aporta un modo de ver la realidad absolutamente imprescindible para el arquitecto, en el que se privilegia la luz y el espacio, entidades eminentemente arquitectónicas. En nuestros dibujos los arquitectos debemos evitar basarnos únicamente en los contornos, ya que el dibujo a línea no es únicamente un trazado de perfiles, sino algo mucho más intenso y complejo que necesita grandes dosis de análisis de la realidad, de comprensión del motivo y, finalmente, de reflexión para su traducción en un grafismo de fácil lectura a fin de alcanzar una representación absolutamente sintética” (Báez, 2010, p.37)

sus reflejos” (Báez, 2010, p. 37)

En este contexto, la utilización del diagrama como herramienta de investigación implica la necesidad de cuestionar la supuesta autonomía de su modo específico de representación y explorar nuevas posibilidades a través del dC. Esto permite la creación de nuevas dimensiones en el espacio y el tiempo, en relación al uso doméstico dentro de una vivienda. Un uso específico puede ser más o menos frecuente, pero siempre es indispensable que se integre en un diálogo que se establece a partir del espacio intermedio, el cual actúa como punto de referencia. En cambio, si un uso se ubica de forma aislada en un punto específico del soporte espacial, se libera y experimenta un aumento en su intensidad. Este uso deja de ser ambiguo, se transforma en una mancha que puede adoptar cualquier forma y estilo, sin embargo, nunca perderá su estructura. De esta manera, la implementación del dC permitió la exploración de diversas alternativas sobre el espacio arquitectónico.

En relación a esa misma línea de discusión, conviene destacar que el impacto digital de estos dC se ve potenciado por la aplicación de las ciencias exactas. De hecho, según las afirmaciones de Picquart (1990), los seres vivos exhiben propiedades análogas a las de la materia inanimada, así como a las leyes que rigen dicha materia. En el contexto de la actividad proyectual, la utilización de diagramas elaborados mediante código permite evitar la intermediación de una praxis que, según Shin, Lemon y Mumma (2001), representa una desventaja para los arquitectos, ya que les impide trabajar directamente con el objeto de su pensamiento. En esta investigación, se ha utilizado un método de exploración que no es nuevo en la disciplina, ya que el arquitecto viene trabajando con códigos desde los orígenes de la disciplina. Estos códigos son similares a la línea que se utiliza para representar un dibujo, y son fácilmente entendidos por otros profesionales, al igual que una partitura musical o una fórmula matemática. A pesar de lo anterior, la nueva fórmula gráfica utilizada en los diagramas no tiene como objetivo representar una geometría de condiciones similares, sino más bien ser una geometría abstracta pero consistente de exploración. Así, y según Shin, Lemon & Mumma (2001) “(...) la representación, o más concretamente, la traducción demasiado fácil de las nuevas técnicas gráficas utilizadas por el arquitecto moderno en la forma construida, se parecía demasiado a la geometría con la que se diseñaba y representaba” (p. 8).

En ese mismo orden de ideas, y en la crítica al modernismo que hace Lefebvre sobre el espacio abstracto, podemos ver que las abstracciones de la época moderna llegaron a catalogarse como una fetichización de lo real, esterilizando la arquitectura. El discurso de la imagen gráfica, afirma Lefebvre se convierte en un discurso moral sobre las líneas rectas, los ángulos rectos y la rectitud en general a la naturaleza (agua, aire, sol) con la peor abstracción (geometría plana, módulos, etc.). En la investigación, se comprobó el uso de

esa característica de representación mediante el estudio de nueve viviendas. Los resultados demostraron que no es suficiente solamente los contornos de los recintos sino también las fuerzas que impulsan el habitar en esos recintos espaciales. La lógica algorítmica asemeja a la actividad cotidiana del ser humano en los espacios de la vivienda. En este sentido, la identidad de nuestros dC revela una apariencia acorde con la naturaleza de las cosas en la vida diaria. Los diagramas presentados en tres maneras diferentes, son entonces, constitutivos, proyectivos y performativos. Donde las manchas como base de la representación abren una profunda exploración digital del campo, pero de una manera que supera los modelos simplistas y a menudo rígidos basados en el análisis funcional. Sin embargo, no debemos abolir el trazo de la línea como representación, sino más bien buscar una manera inteligente de equilibrar ambas representaciones, así Báez (2010) afirma:

“La aparente contradicción entre la práctica de la mancha, y la defensa de la línea se ha mantenido en nuestras Escuelas, pero con el desequilibrio que ha provocado el paulatino abandono de la primera. Tal desequilibrio descompensa la formación de los futuros arquitectos, pues la mancha y la línea pueden entenderse como extremos de una misma balanza, como las coordenadas en las que debe moverse toda representación, pues en nuestros dibujos nos acercamos a una u otra o nos mantenemos en la pureza de cada una de ellas, pero siempre debemos ser conscientes del otro extremo posible. Son los dos modos puros en los que debemos mirarnos, imprescindibles y complementarios; cada uno necesita de la presencia del otro, como espejo que refleje la radicalidad de nuestro planteamiento, pues al trabajar la mancha la línea es invisible, mientras que con la línea la mancha no existe” (Báez, 2010, p. 37).

Afortunadamente, esta época de digitalización, abre, según Shin, Lemon & Mumma, (2001), el potencial de cartografiar, por fin, el espacio, el tiempo y el movimiento en términos formales y espaciales. Este método de investigación es por tanto una forma de suavizar la transición de la clásica manera de proyección de la modernidad. Posible mediante los rastros que dejan los hábitos, cuyas intensidades de uso conforman matices de microfuerzas que sin separarse de su cualidad contornial se desdoblaron en muchas otras dimensiones morfológicas. Soltando así las ataduras figurativas, para extraer conformaciones vivas, fuerzas circulantes, formas de apego y desapego producidas en los hábitos (Stewart, 2011). De acuerdo con Arízaga (2016), los hábitos y, por lo tanto, los usos pueden clasificarse en formalizados y regulados (usos normativos), así como en informales y funcionales, tales como sentarse, dormir, pasar, subir y bajar (usanzas); además, los usos pueden variar en su alcance y tener diferentes condiciones jurídicas, como los usos privados, públicos y de acceso libre. No obstante, la investigadora sostiene que son las prácticas las que definen los usos del espacio. Estas prácticas pueden ser analizadas en términos de corporeidad,

tales como la posición, la distancia y la relación con los elementos del espacio, en lugar de consideraciones simbólicas. Las prácticas, por lo tanto, son el elemento observable que permite comprender la relación entre los usos, los habitantes y el espacio (Arízaga, 2016). En consecuencia, es factible asegurar que los diagramas producidos fueron construidos con base en la observación del espacio y su práctica, específicamente mediante el uso. A través de la identificación de los puntos programáticos de concentración del cuerpo humano y la caracterización del mobiliario, se determinó una biogeografía del uso para brindar información acerca del espacio continuo de la vivienda. Así, los hábitos de dormir, asearse y transitar, actúan como prácticas del espacio, que de alguna manera se encuentran contenidas en un programa arquitectónico.

Por otra parte, al mirar los resultados obtenidos mediante el enfoque de la complejidad, en Edgar Morín, es, efectivamente, el tejido de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones y azares, lo que constituye el mundo fenoménico del que se conforma el espacio de una vivienda. Esto abre un debate sobre la arquitectura líquida, de lo que evocan, de algún modo, los diagramas generados. El arquitecto español Solà-Morales (2001), afirma que: “la arquitectura líquida no está dirigida a la representación ni al espectáculo, sino que es el resultado de un pliegue sobre sí misma, una suerte de interior de una cinta de Moebius en la que no es posible escapar de la forma que crea su misma fluctuación permanente” (p. 32). Este espacio/tiempo/evento, por utilizar los propios términos de Solà-Morales, es el lugar del flujo, de la arquitectura líquida. Frente a esto, hemos intentando en esta investigación, producir formas de la experiencia de lo fluido para el análisis, la experimentación y el proyecto, que en aquella época según afirmaba el propio Solà-Morales era un deseo más que una realidad asequible. Sin embargo, aunque nuestra representación se expresa mediante un método algorítmico, que devuelve una imagen de la realidad dinámica, a lo cual Solà-Morales fue muy crítico, no deja de ser una plataforma válida para alcanzar nuevas exploraciones hacia una arquitectura que se aleja de la programación y regulación preestablecida para experimentar otros eventos otras performances. Así, el dC de campos de uso e intensidades de uso informaron un tipo de interrelación y maleabilidad. Frente a esto, este nuevo papel del arquitecto investigador es pertinente sobre todo para los docentes arquitectos en un mundo dinámico como el de hoy, donde las disciplinas evolucionan a una velocidad vertiginosa y es necesario, a nivel de la investigación, que esté permanentemente actualizado, más aún las instituciones educativas y los mismos educandos quienes enfrentan un reto enorme en este nuevo panorama. Galeano (2009) nos dice al respecto que:

“Los nuevos profesores universitarios deberán ser muy conscientes de los fundamentos propios de sus disciplinas, de la aplicación de métodos como vehículo y mapa justo del territorio que quieren explorar. (...) profesionales investigadores de su propia práctica, de su campo de

trabajo, siempre listos para atender los nuevos problemas y explorar las nuevas posibilidades (p. 75).

Estos diagramas incluyen ahora un modelado por datos, que antes normalmente se hacía por separado, dando lugar a las tradicionales síntesis proyectuales espaciales de la vivienda (Fig. 11b). Antes, el diseñador los consideraba recintos poligonales que debía tener en cuenta al preparar una solución proyectual. Ahora, en cambio, pueden cartografiarse sintéticamente como información espacial directa, ponderada según tres clústeres de espacios domésticos, transformando totalmente la idea de un programa arquitectónico de vivienda. El mapa resultante, aunque híbrido en su concepción, no es tanto una imagen de un espacio real sino un plan para la reconstitución de su forma programática, es decir de lo actual (lo virtual). Así, las manchas, por mucho que se no (o si) se parezcan a formas arquitectónicas, pierden su estatus icónico en beneficio de una nueva espacialización que representan. Su lenguaje es indeterminado, en el estricto sentido del diagrama, dado que encierran un potencial para realizarse como relaciones espaciales abstractas. De modo que este vocabulario formal generado por ordenador representa la estructura que se habita en el espacio arquitectónico. Este nuevo enfoque (estética de los datos), tendría en cuenta las definiciones cambiantes de lo real, la imagen y el objeto sometidos a las infinitas transformaciones y distorsiones (Shin, Lemon & Mumma, 2001). Por tanto, hemos pasado del diagrama de una abstracción al diagrama de un diagrama, un post-diagrama en términos de Wintour.

“La técnica diagramática ofrece un punto de apoyo en los rápidos flujos de información mediada. El sinsentido que crea la repetición y la mediación es superado por los diagramas, que generan nuevos significados instrumentales y alejan a la arquitectura de la fijación tipológica” (Van Berkle & Bos, 1998).

En relación a la pregunta de investigación que se planteó al inicio de este estudio, podemos confirmar que el diseño algorítmico logró brindar una visualización clara del espacio continuo en el programa arquitectónico de vivienda. La interrogante que nos planteamos fue la siguiente: ¿de qué manera se puede representar el espacio arquitectónico doméstico de una vivienda para lograr una visibilización del espacio continuo? Así pues, la conexión entre la experiencia de habitar en una vivienda y las características de un agujero negro (una biocosa) fue un enfoque estratégico. Por lo tanto, los múltiples dC generados se pueden utilizar en primer lugar como herramientas de exploración del espacio arquitectónico, y en segundo lugar como una crítica del proyecto arquitectónico en sí mismo. Además, podemos afirmar que el algoritmo generado tiene la capacidad de ser utilizado para el análisis de otras viviendas. La fortaleza del algoritmo radica en su adaptabilidad a cualquier tipo de programa arquitectónico, ya que se basa en la modelación de datos, lo que implica la necesidad de categorizar los datos para

la generación de los diagramas. Para llevar a cabo esta tarea, es fundamental seguir la lógica algorítmica que hemos presentado en este estudio. Este análisis se transforma en una herramienta esencial que ejemplifica la capacidad de un proyecto respaldado por un concepto sólido, coherente y profundo para generar un impacto significativo y ofrecer un valor educativo. Se resalta la relevancia y las implicaciones de la creatividad cuando se emplea de forma consciente para contribuir al modelo habitacional, al exponer deficiencias y proponer soluciones innovadoras (Salazar, 2023). De esto último, Gallarato (2021) en Reverón (2016) sostiene:

“La arquitectura como un dispositivo de sustento que garantiza la repartición de los individuos en un espacio y determina las conexiones que se generan entre ellas, es decir la arquitectura no solo involucra un elemento del espacio, como la distribución, sino que de forma deliberada establece las relaciones sociales que en ella se definen, es por esta característica que se relaciona con el poder. (...) Más allá de su intención de dar albergue o protección, la construcción también es una herramienta de expresión que se encuentra ligada con un marco más personal que revela la psicología humana” (p. 45).

4.2 Conclusiones (acción generativa)

“Desde las primeras líneas trazadas por la mano del hombre, pasando por los estudios de las leyes de la perspectiva desarrolladas por Brunelleschi y Alberti en el Renacimiento, o el sistema diédrico elaborado por Gaspard Monge durante el siglo XIX, a lo largo de la historia, el hombre ha ido perfeccionando los sistemas para crear y representar el espacio de un modo cada vez más fidedigno” (Fraile, 2022, p.22).

En esta investigación, se ha realizado una búsqueda constante de aspectos rigurosos en la práctica arquitectónica. Esto ha sido motivado por los avances tecnológicos y los cambios significativos en disciplinas como la física y las matemáticas en el siglo XXI. Estos cambios radicales han llevado a la introducción de nuevas herramientas de diseño computacional, que han modificado el enfoque convencional de la disciplina y han abierto nuevas posibilidades para la generación y experimentación de ideas de diseño. Al mismo tiempo, ha habido avances importantes en la representación de lo espacial gracias al uso de tecnologías avanzadas, lo cual ha abierto un abanico de interpretaciones de lo espacial. A lo largo de este estudio, se han obtenido resultados interesantes que han llevado a valiosas conclusiones. En primer lugar, se utilizó una especie de laboratorio virtual para explorar el espacio arquitectónico en el contexto de la vivienda, identificando elementos clave que proporcionan a los arquitectos herramientas analíticas para sus proyectos. El método de investigación utilizado resultó ser flexible pero especulativo debido a la naturaleza virtual implementada y los resultados obtenidos. A pesar de ello, se han logrado avances significativos en la comprensión del espacio arquitectónico y su relación con los eventos experimentados por los usuarios.

En este sentido, se puede argumentar que el tejido espacial programático de una vivienda está intrínsecamente interconectado, como se evidencia en dos de los diagramas generados durante esta investigación, específicamente en los dC presentes en las figuras 15c y 16a. El uso de estos diagramas resulta especialmente pertinente para mapear la organización espacial arquitectónica y definir organizaciones espaciales preliminares. Por otro lado, los diagramas de las figuras 20 (a, b y c) y 22 (de 01 a 09) funcionan como herramientas útiles para visualizar los campos de afectación por proximidad que existen entre diferentes espacios. De esta manera, se puede comprender de manera más detallada la interrelación espacial y su impacto en la experiencia del usuario. Sin embargo, la creación de un espacio habitable dentro de una vivienda plantea una situación compleja para el diseñador, ya que debe considerar múltiples factores al espacializar un programa arquitectónico. Por lo tanto, la contribución de estos diagramas consiste en proporcionar una lectura clara e intuitiva del tejido espacial programático para la toma de decisiones en tareas de organización espacial, ofreciendo una interpretación de los procesos de habitar como una

estructura algorítmica que va más allá de las simples adyacencias, jerarquías o tipologías, sino que se basa en una topología en constante evolución. Frente a esto, es importante indicar que los dC generados no son en sí una representación arquitectónica, sino una interpretación de lo espacial que se vale de la representación esquemática evocada por un diagrama²²

Como estructuras abstractas de relaciones y fuerzas asociadas a una circunstancia espacial dentro de un programa vivienda los dC generan diversas interpretaciones de ese sistema y diversas situaciones espaciales para definir las relaciones existentes o posibles entre ellas. Esto permite al diseñador experimentar con las circunstancias mediante la modificación de las relaciones y los datos en los parámetros del algoritmo implementado. Al retrasar conscientemente la expresión formal, se otorga la oportunidad de explorar diferentes posibilidades y escenarios, lo que resulta fundamental en la toma de decisiones estratégicas en el diseño arquitectónico. También, es posible representar de manera clara la complejidad de los sistemas a los que se enfrenta la arquitectura, dado las múltiples capas que lo conforman. Los dC generados en esta investigación se convierten, entonces, en una herramienta ideal para la espacialización localizada de un programa arquitectónico y la toma de decisiones estratégicas en el análisis de un programa de vivienda.

Así mismo, los dC ofrecen una base generativa para crear y mantener modelos sofisticados de capas diagramáticas en la investigación del espacio arquitectónico. Brindando al diseñador la posibilidad de explorar diversas situaciones espaciales, gracias al flujo continuo de información que ofrecen estas máquinas abstractas para representar múltiples niveles de información de manera condensada. Si bien esta propuesta ha sido crítica con respecto a la utilización del contorno como la única consolidada para la representación del espacio arquitectónico, la intención no es excluirlo por completo, sino más bien, integrarlo a un paradigma del diseño computacional. En ese sentido, se entiende que, en su condición ciberespacial, el contorno puede transformar radicalmente el ámbito del hacer en arquitectura, permitiendo nuevas formas de concebir, diseñar y construir espacios habitables. Por tanto, su inclusión en el diseño computacional ya no se limita a su uso como lógica proyectual figurativa, sino que se extiende a un enfoque más holístico y vanguardista del proceso de diseño arquitectónico. Como se ha intentado demostrar de manera general, el uso del dC para la interpretación de lo espacial en la vivienda resulta intuitivo y sugerente como herramienta de análisis. Sin embargo, requiere del uso de estrategias de diseño para la conformación de espacialidades, lo cual implica una perspectiva crítica y creativa del proceso de diseño. Por lo tanto, el dC es considerado un diagrama del diagrama en sí mismo, es decir, un metadiagrama. Se puede afirmar entonces que el dC posee un valor intrínseco como herramienta metodológica que combina la intuición y la creatividad con la crítica y el análisis riguroso.

En consecuencia, el algoritmo que hemos implementado puede ser aplicado en el análisis de otras viviendas, incluyendo aquellas que son concebidas en la actualidad. Es importante destacar que estas viviendas no necesariamente deben tener un carácter icónico como las que han sido estudiadas en esta investigación, sino que pueden ser las mismas que un arquitecto contemporáneo concibe en su lugar de trabajo. Además, este análisis también puede replicarse al contexto de viviendas en Sudamérica, donde los patrones culturales de habitación se ajustan a las mismas lógicas establecidas por Peres en su afirmación sobre el imaginario colectivo de las viviendas (véase sección 2.3.3). Así mismo, este estudio posee la capacidad de ser extrapolado hacia otros casos tanto de viviendas unifamiliares como colectivas, tal como el ejemplo de la vivienda Quinta Monroy que ha sido incluido dentro de los casos estudiados (Fig. 11a, 08). Es así como la presente investigación ha permitido una exploración exhaustiva del espacio programático del hogar, lo que ha generado una pluralidad de evocaciones y conocimientos relevantes.

En el futuro, las investigaciones en torno a la temática abordada podrían centrarse en la creación de un soporte arquitectónico residencial óptimo que pueda alojar la complejidad de la acción de habitar. Esto permitiría un acercamiento más completo a la realidad compleja y en constante evolución en términos de tiempo, sociología, apropiación y desapropiación del espacio. Para ello, se propone la realización de un mapeo de movimiento y actividades de los habitantes en un espacio vacío virtual y construido (pero arquitecturizado), con el objetivo de determinar patrones espaciales de uso, apropiación y significado. Estas investigaciones podrían ofrecer nuevos y valiosos aportes en el análisis del espacio arquitectónico. De igual manera, resultaría sumamente interesante llevar a cabo un estudio que establezca una relación entre la física y matemática de los agujeros negros y la habitabilidad humana en el espacio. Esta segunda línea investigativa surge a partir de algunas similitudes descubiertas en nuestra propia investigación entre las propiedades de los agujeros negros y la vida humana. La creación de herramientas analíticas más rigurosas para la práctica profesional podría ser una de las posibles aplicaciones derivadas de este tipo de estudio. Por último, consideramos pertinente profundizar en un estudio sobre la migración de programas arquitectónicos con el objetivo de detectar huellas en el tejido espacio/tiempo/evento de Solà-Morales y Bernard Tschumi. Esto permitiría entender las negociaciones de los habitantes de lo doméstico interpretando y reconociendo los frentes de conflicto y vectores de tendencia entre los límites de las esferas de la relación entre los habitantes. Así mismo permitiría establecer la física de ese tejido espacio/tiempo/evento, para construir herramientas de diseño más versátiles y, por lo tanto, proyectar espacios apropiados para el habitar humano. Consideramos que, a través de estas líneas de investigación, la práctica arquitectónica puede lograr un alto nivel de rigor sin caer en la automatización, manteniendo su cualidad de proyecto y explorando las posibilidades inciertas del mundo de las ideas.

22 "Una vez dibujado, el diagrama se puede convertir en un instrumento generador. La imagen puede evocar pensamientos nuevos. Tiene la capacidad de enfocar la atención del diseñador y convertirse en un vehículo para sus ideas." (Van der Maas, 2011, p.35)

Índice de figuras

CAPÍTULO II

Fig. 1 Diagrama conceptual de la energía aristotélica.	25
Fig. 2 Diagrama conceptual del ser del habitar.	25
Fig. 3 La sustancia del vacío.	26
Fig. 4 Campos de migración celular colectiva.	29
Fig. 5 Patrones de migración celular colectiva confinada en un dominio circular.	30
Fig. 6 Diagrama digital.	33
Fig. 7 Intensivo y extenso.	34
Fig. 8 Organización espacial por sectores de un programa arquitectónico según Habraken.	38
Fig. 9 Malla tartan en el diseño de soportes según Habraken.	38
Fig. 10 Espacio arquitectónico discontinuo.	40

CAPÍTULO III

Fig. 11 (a) Viviendas seleccionadas como caso de estudio.	44
Fig. 11 (b) Planta arquitectónicas de las viviendas seleccionadas como caso de estudio.	45
Fig. 13 Imagen de un agujero negro.	46
Fig. 14 Algoritmo	49
Fig. 15 (a) Campos de uso.	53
Fig. 15 (b) Campos de uso.	54
Fig. 15 (c) Campos de uso.	55
Fig. 16 (a) Intensidades de uso.	58
Fig. 16 (b) Intensidades de uso.	59
Fig. 20 (a) Interacciones espaciales.	63

Fig. 20 (b) Interacciones espaciales.	64
Fig. 20 (c) Interacciones espaciales.	65
Fig. 21 Esquema topológico del espacio existencial de Norberg-Schulz.	69
Fig. 22 (01) Espacio intermedio de la Casa sobre el Arroyo de Amancio Williams, 1943.	70
Fig. 22 (02) Espacio intermedio de la Casa Estudio de Luis Barragan, 1948.	71
Fig. 22 (03) Espacio intermedio de la Casa de Cristal de Philip Johnson, 1949.	72
Fig. 22 (04) Espacio intermedio de la Casa das Canoas de Oscar Niemeyer, 1953.	73
Fig. 22 (05) Espacio intermedio de la Casa Gazpar de Alberto Campo Baeza, 1992.	74
Fig. 22 (06) Espacio intermedio de la Casa Pequeña de Kazuyo Sejima, 1996.	75
Fig. 22 (07) Espacio intermedio de la Casa Fanego de Solano Benítez, 2003.	76
Fig. 22 (08) Espacio intermedio de la Casa Monrroy de Alejandro Aravena, 2003.	77
Fig. 22 (09) Espacio intermedio de la Casa Profesores de Francis Kéré, 2004.	78

CAPÍTULO IV

Fig. 23 Manchas para conformar un entorno natural.	81
--	----

Bibliografía

Amann Vargas, B. critic| all.

Angelini, T. E., Hannezo, E., Trepas, X., Fredberg, J. J., & Weitz, D. A. (2010). Cell migration driven by cooperative substrate deformation patterns. *Physical review letters*, 104(16), 168104.

Ayoğlu, H. (2005). Digital architecture as the extension of physical spaces: asytmote's New York Stock Exchange virtual reality environment (Master's thesis, Middle East Technical University).

Báez Mezquita, J. M. (2010). El dibujo a línea y la arquitectura. Un idilio interminable. *EGA. Revista de expresión gráfica arquitectónica*, 15(15), 36-45.

Castillo, A. S., Berenguer, I. A., Sánchez, A. G., & Fernández, Y. T. (2013). Lógica, algorítmica para la resolución de problemas de programación computacional: una propuesta didáctica. *Didasc@ lia: Didáctica y Educación*, 4(1), 57-76.

Cano Ciborro, V. M. (2021). Narraciones cartográficas: Arquitecturas desde el régimen sensible de la resistencia= Narrative cartographies: Architectures from the sensitive regime of resistance (Doctoral dissertation, Arquitectura).

Cohen, E., & Barrett, J. (2008). When minds migrate: Conceptualizing spirit possession. *Journal of Cognition and Culture*, 8(1-2), 23-48.

Collin, F. (1994). Espacio doméstico. Espacio público. Vida privada. *Ciudad y mujer*, 231-237.

Dall'Asta, J. C., & Nácher, T. H. (2021). La dinámica de los espacios intermedios Forma, traducción e interpretación del recinto como límite, entre Occidente y Oriente. *Eídos*, (17), 29-40.

Doberti, R. (2021). *Habitar*. Nobuko/Diseño editorial.

Domínguez Caballos, M. D. L. S. (2022). *Habitando un paisaje proyectado: complejo edificatorio de espacios colaborativos y alojamientos temporales para investigadores*.

Ekambi-Schmidt, J. (1974). *La percepción del hábitat*. Gustavo Gili.

Fraile Narváez, Marcelo. (2022). El diseño computacional. Un estudio de casos. *Anales de Investigación en Arquitectura*, 12(1), e303. Epub 01 de junio de 2022. <https://doi.org/10.18861/ania.2022.12.1.3216>

García, M. R. C. (2010). Conceptualización del espacio arquitectónico a través de la historia. *Modulo Arquitectura CUC*, 9, 87-104.

Giraldo, J. D. C. (2010). El espacio doméstico tras el soporte arquitectónico: claves para comprender el sentido multidimensional de lo íntimo en el dominio del hogar. *Dearq*, (7), 6-17.

Holgado García, E. (2016). *La casa del vacío: espacios de interacción en la arquitectura domestica de Sejima y Nishizawa* (Doctoral dissertation, Arquitectura).

Klimenko, O. (2011). La física cuántica, el observador y la creatividad. *Pensando Psicología*, 7(12), 166-181.

La Marche, J. (1995). [Review of Architecture and Disjunction; Event-Cities, by B. Tschumi]. *Journal of Architectural Education* (1984-), 49(2), 132-134. <https://doi.org/10.2307/1425404>

Lidón de Miguel, M. (2015). Aldo van Eyck y el concepto In-between: aplicación en el Orfanato de Ámsterdam (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de Valencia).

Lin, S. Z., Ye, S., Xu, G. K., Li, B., & Feng, X. Q. (2018). Dynamic migration modes of collective cells. *Biophysical journal*, 115(9), 1826-1835.

Meyboom, A., & Reeves, D. (2013). *Stigmergic Space*.

Mittal, S. (2013). Emergence in stigmergic and complex adaptive systems: A formal discrete event systems perspective. *Cognitive Systems Research*, 21, 22-39.

Muñoz Serra, V. A. (2012). *El espacio arquitectónico*.

Perec, G. (2003). *Especies de espacios*. Editorial Montesinos.

Philosophical Research Bulletin, 4(5), 29-49.

Pina Lupiáñez, R. (2004). *El proyecto de arquitectura: el rigor científico como instrumento poético* (Doctoral dissertation, Arquitectura).

Ramírez Herrera, J. P. (2019). *Propuesta metodológica para el análisis del espacio público urbano, caso de estudio: Plaza de san sebastian* (Doctoral dissertation, LOJA/UIDE/2019).

Ramos, V., & Merelo, J. J. (2004). Self-organized stigmergic document maps: Environment as a mechanism for context learning. *arXiv preprint cs/0412075*.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española, 23.^a ed., [versión 23.6 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [Fecha de la consulta].

Rojas, R. V. (2004). *Arquitectura y Homeostasis: elementos para un diseño más humano*. *Revista ArteOficio*, 3(3).

Rybczynski, W. (2006). *La casa. Historia de una idea* (Vol. 3). Editorial Nerea.

Salazar, L. F. G. (2023). Estrategias narrativas que construyen realidades y potencian la creatividad. *Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación*, (193).

Shin, S. J., Lemon, O., & Mumma, J. (2001). *Diagrams*.

Spinadel, V. (2002). Geometría fractal y geometría euclidiana. *Revista Educación y Pedagogía*, 15(35), 84-91.

Solà-Morales Rubió, I. D. (2001). *Arquitectura líquida*. DC: revista de crítica arquitectónica, núm. 5-6, 2001.

Thorne, K. S. (1995). *Agujeros negros y tiempo curvo*. Crítica.

Urriza, J. M., Santos, J., & Orozco, J. D. (2003). Un Algoritmo para la Diagramación de Tareas No-Duras mediante el Cálculo del Slack Time Disponible en cada Instante. In *XXIX Conferencia Latinoamericana de Informática*. CLEI.

Van Berkel, B., & Bos, C. (1998). *Diagram Work*. ANY: Architecture New York, (23), 14-15.

Van Berkel, B., & Bos, C. (2005). *Diagrams: Interactive Instruments in Operation 1*. In *This is not architecture* (pp. 99-109). Routledge.

Van der Maas, S. (2011). El diagrama en la arquitectura. *Dearq*, (8), 32-43.

Varela, N., & Contemporáneas, P. C. *EXPERIMENTAL ARCHITECTURES*.

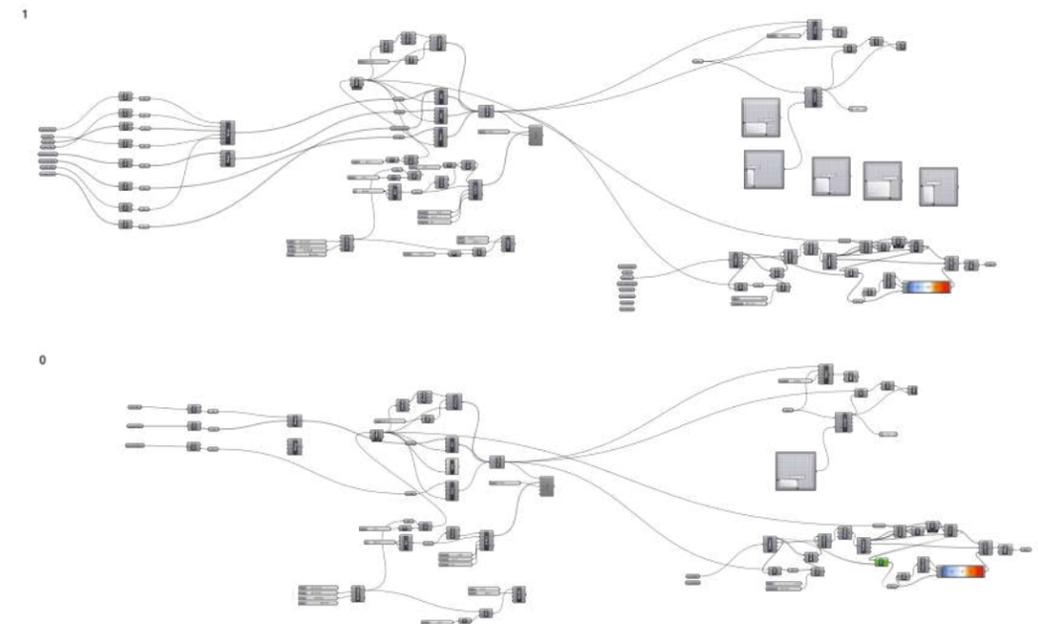
Varzi, A. C., & Consiglio, F. (2015). Niveles de realidad y descripciones del mundo. *Disputatio*.

Wei, C., Wang, X., Zheng, M., & Cheng, H. (2012). Calcium gradients underlying cell migration. *Current opinion in cell biology*, 24(2), 254-261.

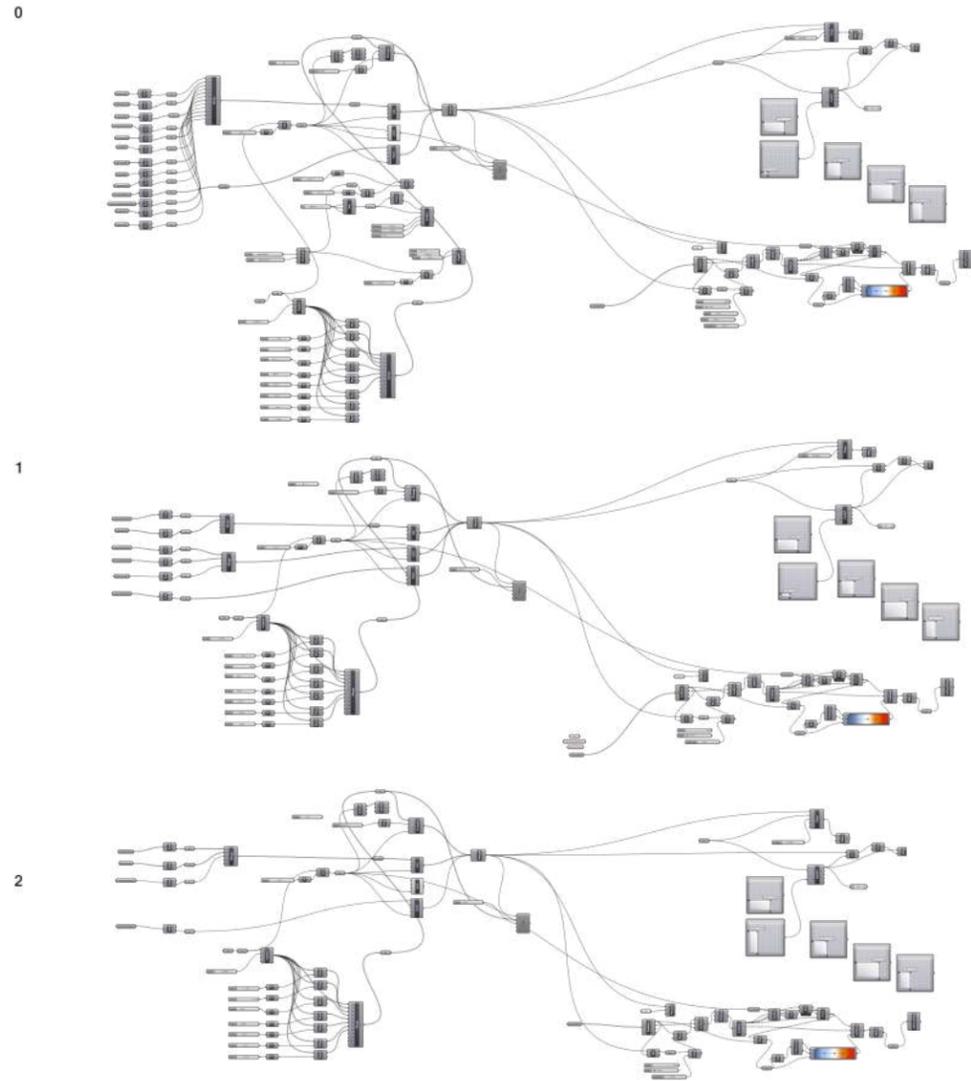
Xie, J., & Liu, C. C. (2017). Multi-agent systems and their applications. *Journal of International Council on Electrical Engineering*, 7(1), 188-197.

Anexos

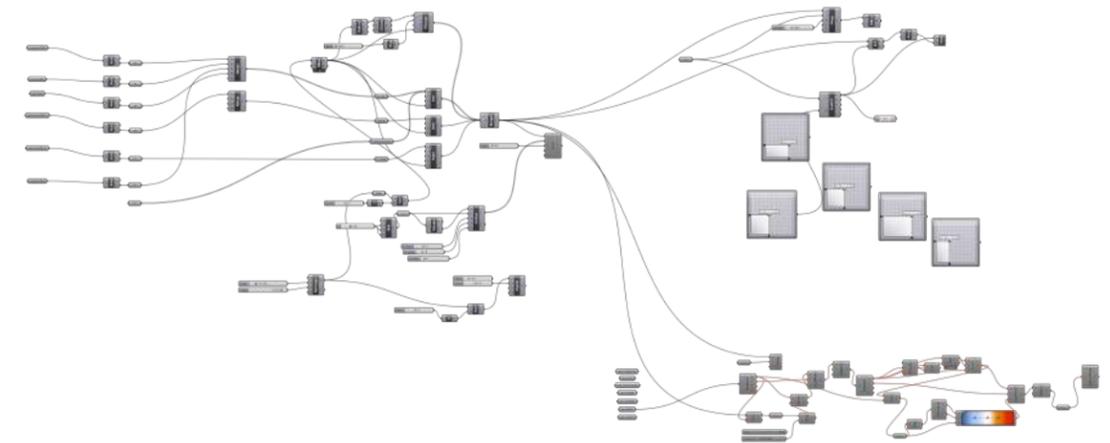
Anexo A. Algoritmo implementado para la representación de la Casa sobre el Arroyo.



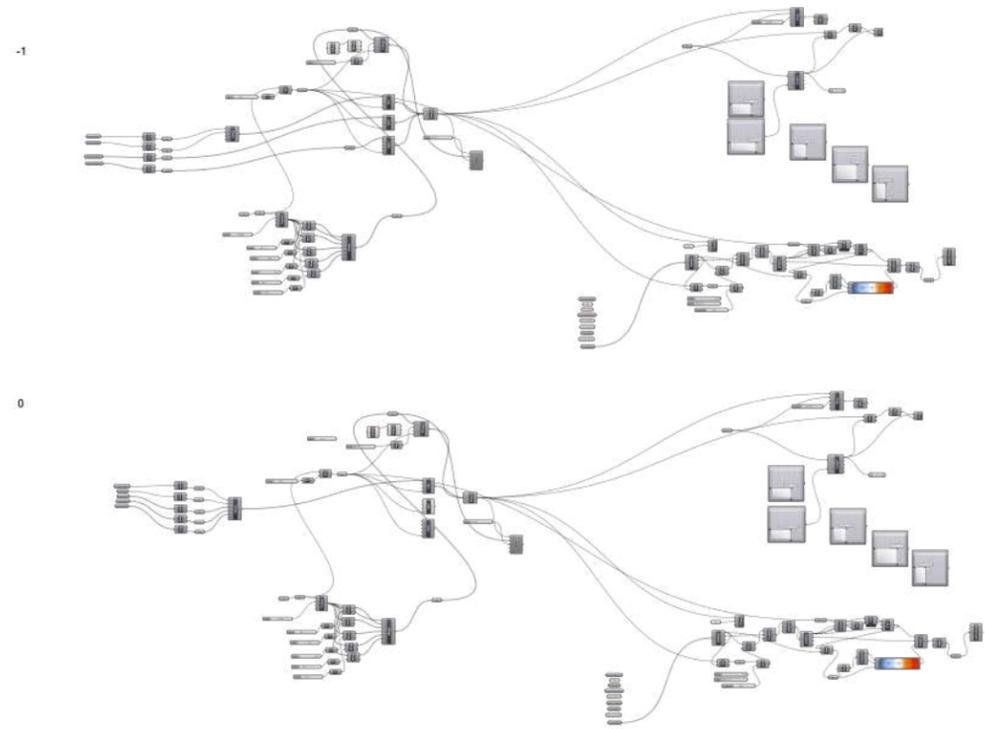
Anexo B. Algoritmo implementado para la representación de la Casa Estudio.



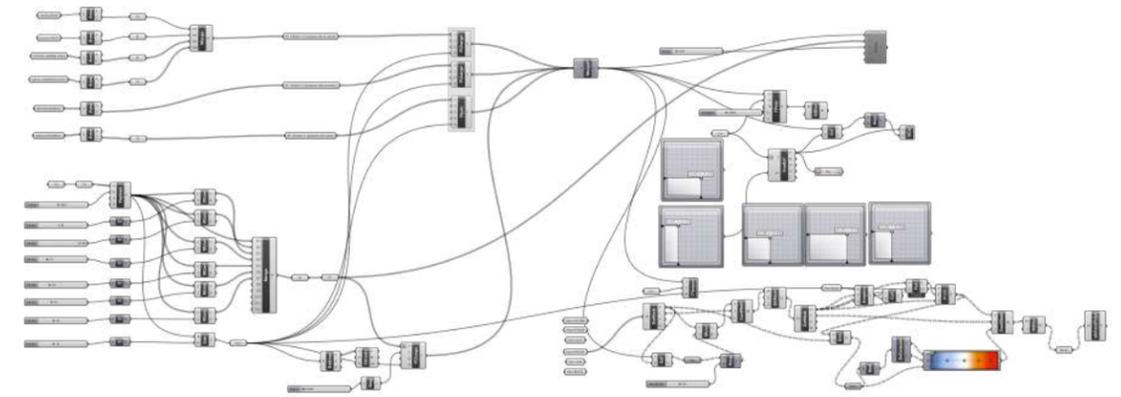
Anexo C. Algoritmo implementado para la representación de la Casa de Cristal



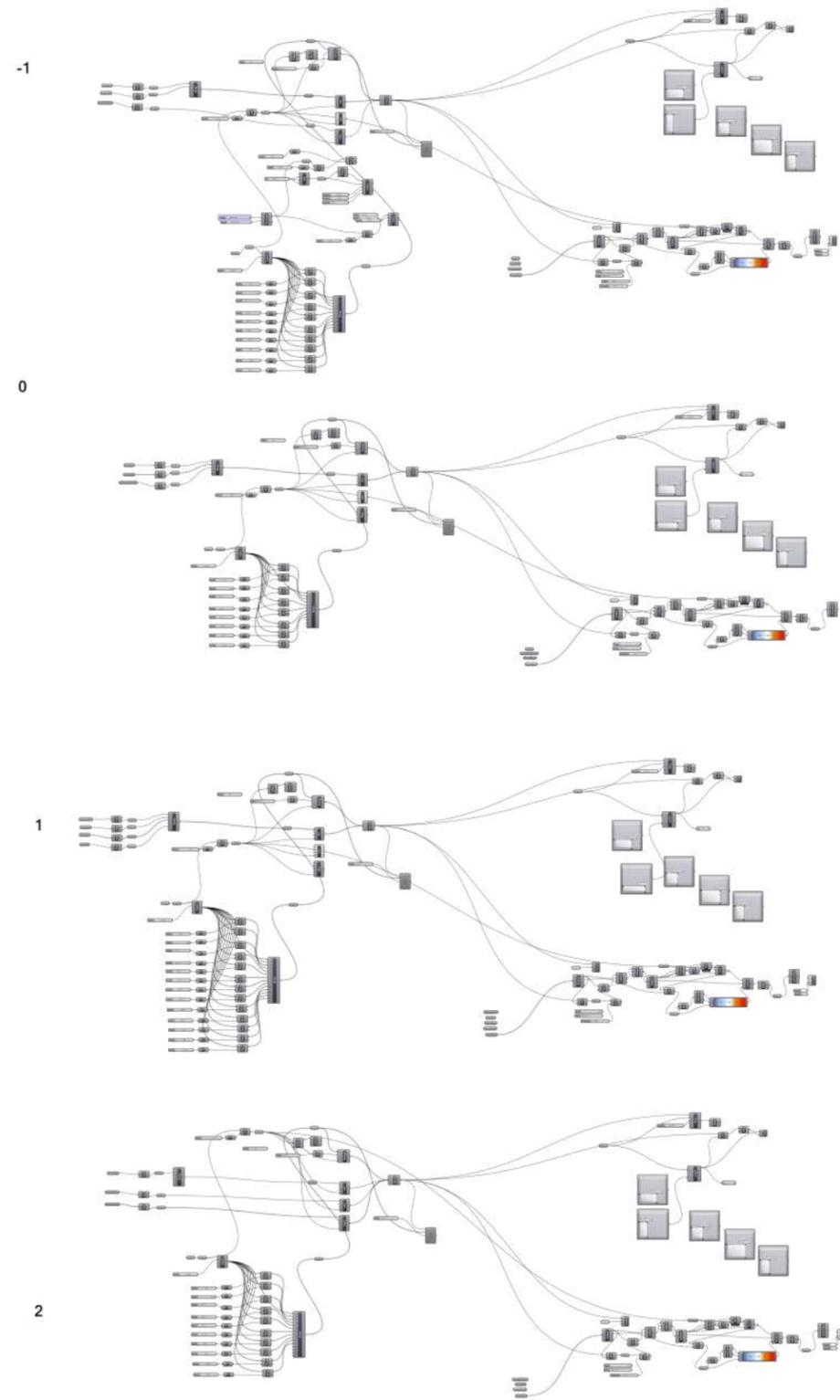
Anexo D. Algoritmo implementado para la representación de la Casa das Canoas



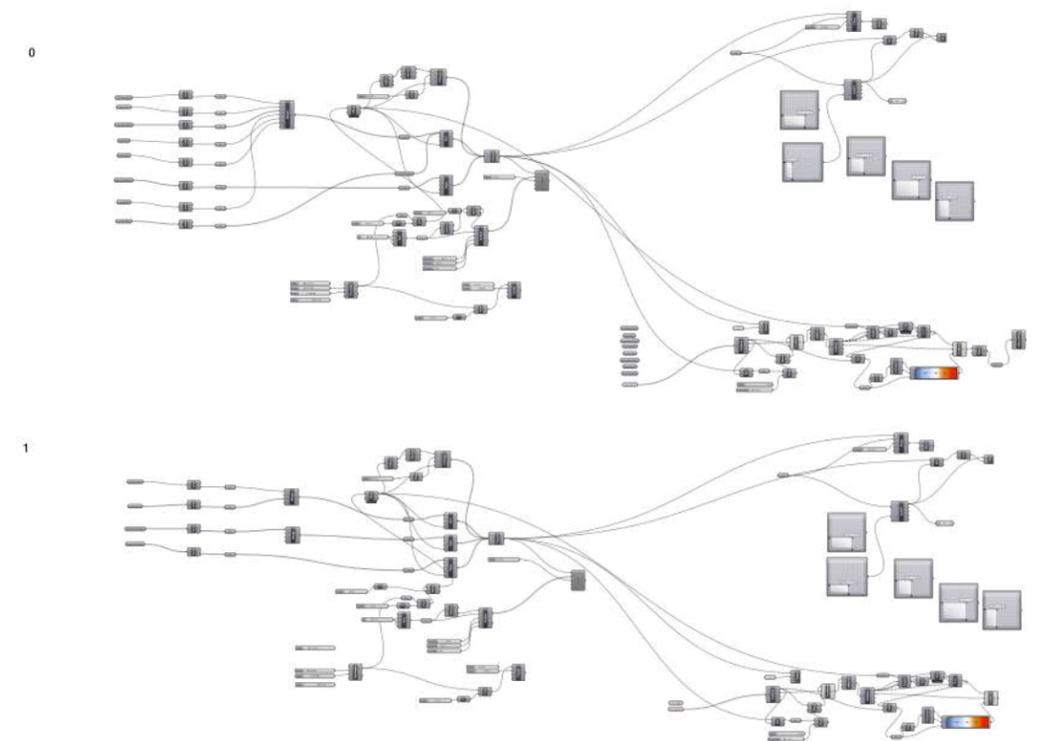
Anexo E. Algoritmo implementado para la representación de la Casa Gazpar



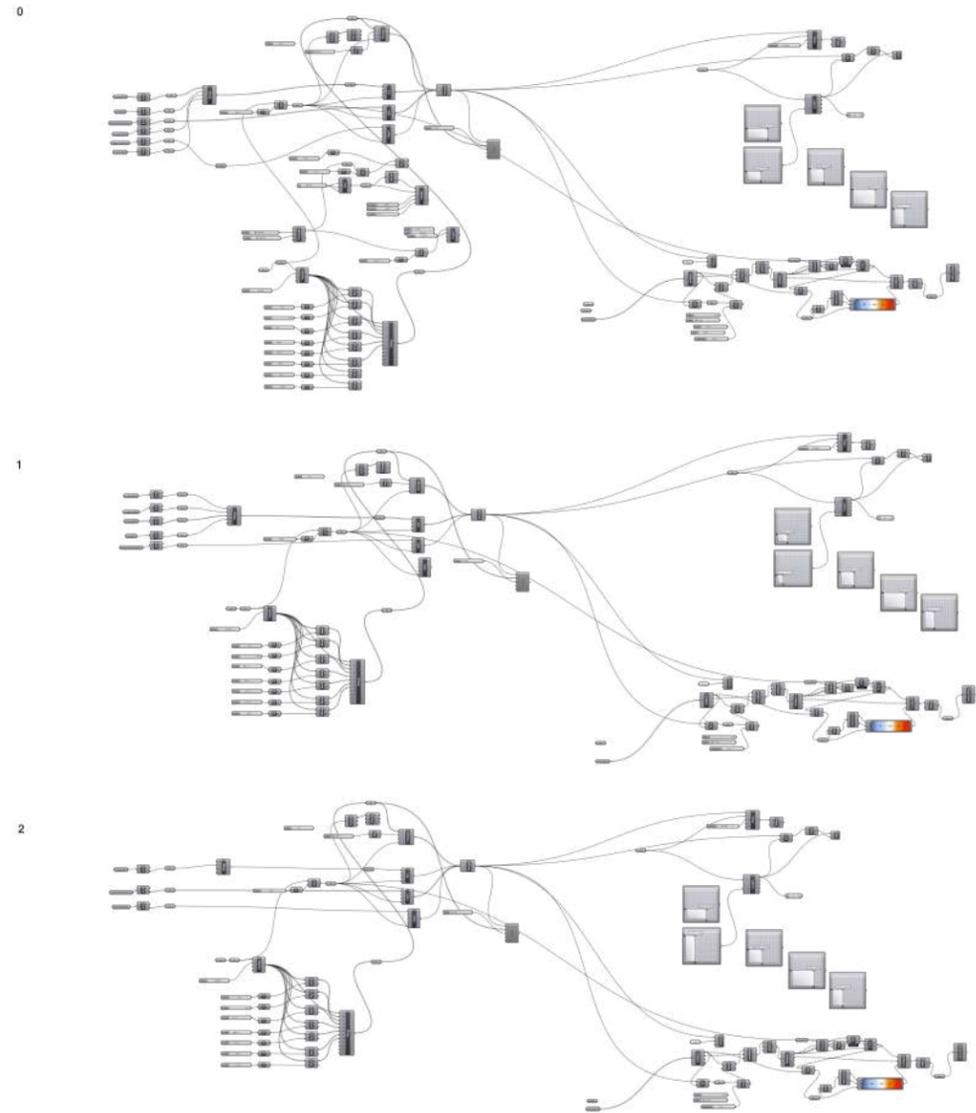
Anexo F. Algoritmo implementado para la representación de la Casa Pequeña



Anexo G. Algoritmo implementado para la representación de la Casa Fanego



Anexo H. Algoritmo implementado para la representación continua de la Casa Monrroy



Anexo I. Algoritmo implementado para la representación continua de la Casa Profesores

