

# El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid. Un espacio de experimentación colectiva y libertad creadora

## The Computer Centre of the University of Madrid. A space of collective experimentation and creative freedom

MÓNICA GARCÍA MARTÍNEZ

Mónica García Martínez, "El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid. Un espacio de experimentación colectiva y libertad creadora", *ZARCH* 24 (junio 2025): 108-121. ISSN versión impresa: 2341-0531 / ISSN versión digital: 2387-0346. Doi: [https://doi.org/10.26754/ojs\\_zarch/zarch.20252411148](https://doi.org/10.26754/ojs_zarch/zarch.20252411148)

**Recibido:** 24-10-2024 / **Aceptado:** 13-03-2025

### Resumen

Con la llegada del primer ordenador a la Universidad de Madrid se inicia la actividad del Centro de Cálculo, uno de los espacios de libertad creadora más significativos de la España pre-democrática. La incorporación de la máquina a los diferentes campos creativos se teje en torno a una serie de estructuras de seminarios que favorecen una fórmula de creatividad basada en la experiencia colectiva y en el cruce de las disciplinas. El Seminario de Composición de Espacios Arquitectónicos, coordinado por Javier Seguí de la Riva, abre una reflexión en torno a las bases lógicas y los fundamentos operativos del diseño en arquitectura para su posible automatización. Una segunda línea de investigación es la denominada arquitectura de la regulación, en la que la computadora se integra en la arquitectura misma. Juan Navarro Baldeweg y José Miguel de Prada Poole, exploran vertientes complementarias de la arquitectura de la regulación. Las teorías enunciadas por Navarro Baldeweg en *Autómata residencial*, son experimentadas por Prada Poole en sus prototipos de Estructuras de morfología variable. Este estudio tiende puentes entre los campos de experimentación en arquitectura abiertos por los pioneros de la computación en España y los nuevos modelos de diseño y producción digital contemporánea.

**Palabras clave:** Centro de Cálculo; Universidad de Madrid; estructura colectiva e interdisciplinar; origen de la computación: experimentación en arquitectura

### Abstract

With the arrival of the first computer at the University of Madrid, the Computer Centre, one of the most significant spaces of creative freedom in pre-democratic Spain, began its activity. The incorporation of the machine into the different creative fields was woven around a series of seminar structures. They favored a formula for creativity based on collective experience, at the crossroads of disciplines. The Seminar on Composition of Architectural Spaces, coordinated by Javier Seguí de la Riva, initiates a reflection on the logical bases and operational foundations of design in architecture for its possible automation. A second line of research is the so-called architecture of regulation, in which the computer is integrated into the architecture itself. Juan Navarro Baldeweg and José Miguel de Prada Poole explore complementary aspects of the architecture of regulation. The theories enunciated by Navarro Baldeweg in *Residential Automat*, are experimented by Prada Poole in his prototypes of Structures of variable morphology. This study builds bridges between the fields of experimentation in architecture opened up by the pioneers of computation in architecture and the new models of contemporary digital design and production.

**Keywords:** Centro de Cálculo; University of Madrid; collective and interdisciplinary structure; beginnings of computation: experimentation in architecture

**Mónica García Martínez** (Don Benito, 1971) es arquitecta por la Universitat Politècnica de València (1998), *Master in Architecture*, MArch II, por la Graduate School of Design de Harvard University (2001) y doctora en arquitectura por la Universidad Politécnica de Madrid (2016). Profesora del Departamento de Proyectos Arquitectónicos de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia desde 2002. Ha sido profesora asociada en Boston Architectural Center BAC, profesora asistente en la Graduate School of Design de Harvard University, y crítica invitada en la IE University y l'École d'Architecture de Paris-La Villette.

Su actividad investigadora se focaliza en las prácticas experimentales en la arquitectura española desde los años 60 hasta nuestros días. Ha comisariado la exposición "Madrid, Octubre 68" (2018-19) en el FRAC Centre-Val de Loire, Orleans (Francia). Ha sido comisaria asociada, responsable de la escena española, en la primera *Biennale d'Architecture d'Orléans*, intitulada *Marcher dans le rêve d'un autre* (2017-18).  
ORCID 0000-0002-2181-6450

## El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid

En 1968, con la llegada del primer ordenador a la Universidad de Madrid, se inicia la actividad del Centro de Cálculo. Músicos, arquitectos y artistas emprenden entonces una reflexión en torno a la incorporación de la informática a sus procesos creativos. El Centro de Cálculo deviene un punto de encuentro indispensable desde donde se logra dar visibilidad a la innovación que se estaba gestando en la escena cultural y artística de la España pre-democrática. “El Centro de Cálculo fue un río emergente entre el erial de la dictadura franquista, un lugar de creación científica, artística, musical, lingüística o arquitectónica, donde el empeño de sus investigadores tuvo el premio de la creación en libertad, incluida la libertad para reunirse”.<sup>1</sup>

A partir de los años sesenta, tras décadas de aislamiento España comienza a abrirse al mundo. La creación del Centro de Cálculo, junto a serie de eventos que acontecen en el panorama español como el ICSID<sup>2</sup> en Ibiza (1971), o los Encuentros de Pamplona (1972), anuncia la emergencia de una nueva generación que *se pone en ritmo*<sup>3</sup> con el mundo exterior, con los movimientos estudiantiles, o *Mayo del 68*. Por su parte, las instituciones franquistas muestran interés en dar una imagen de modernidad y desarrollo que contrarreste las críticas internas y externas por el atraso social y político del país. Aparentemente descargadas de toda ideología, las nuevas tecnologías devienen un instrumento eficaz en este propósito. La inmunidad proporcionada por el aura de la computadora libera al Centro de Cálculo de toda sospecha ante la censura del régimen. En un contexto donde los patrones de sociabilidad estaban controlados y “la pulsión por el agrupamiento, la sociabilidad y el trabajo colectivo cobraban un significado particular, casi subversivo”,<sup>4</sup> el Centro de Cálculo se afirma como un espacio de experimentación colectiva y libertad creadora que permite vislumbrar posibilidades impensables hasta el momento en el panorama cultural español.

En el marco de un convenio entre la Universidad de Madrid y la compañía norteamericana International Business Machines (IBM), se funda el Centro de Cálculo en 1966. La empresa cede a la Universidad por un periodo de cinco años una computadora IBM 7090. El mismo modelo que unos años antes se había utilizado para calcular el lanzamiento del cohete Saturno a la Luna, llega a Madrid en 1967. A su vez, la Universidad encarga la construcción de un edificio para alojar la computadora al arquitecto Miguel Fisac. Tras la finalización de las obras en 1968, se ponen en marcha las actividades del Centro de Cálculo.

El acuerdo entre IBM y la Universidad de Madrid forma parte de un plan de expansión comercial en Europa de la corporación norteamericana, que decide ceder cuatro computadoras a entidades universitarias, entre las que también se encuentran la Universidad de Pisa (Italia), el Imperial College de Manchester (Inglaterra) y la Universidad Técnica de Dinamarca. Los términos del contrato entre IBM y las diferentes universidades imponen condiciones similares. La máquina debía destinarse únicamente a la investigación y a la docencia, excluyendo cualquier labor administrativa. El objetivo de la empresa era garantizar que el uso de las computadoras en el ámbito universitario estuviese focalizado en el desarrollo de nuevos lenguajes que impulsasen el uso de la informática en diferentes campos disciplinares.

La experiencia en el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid se distancia sin embargo de la de otros centros internacionales. En países como Gran Bretaña o Italia, que contaban con una trayectoria previa en computación e informática, la instalación del IBM 7090 permite a ingenieros y programadores consolidar líneas de investigación ya abiertas sobre las posibilidades expresivas de la producción con la máquina. En España, en cambio, el Centro de Cálculo canaliza una corriente inversa impulsada por el deseo de jóvenes creadores que se aproximan a la tecnología para explorar las posibilidades que esta les ofrece en el desarrollo de su pro-

1 Aramis López Juan, *Del cálculo numérico a la creatividad abierta. El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (1965-1982)* (Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2012), 17.

2 *International Council of Societies of Industrial Design. VII Congreso de Diseño Industrial*, organizado por la Agrupación de Disseny Industrial del Foment de les Arts Decoratives (ADI/FAD).

3 George Didi-Huberman, *Desear. Desobedecer* (Madrid: Ed. Abada, 2020), 23.

4 Jesús Carrillo, “Recuerdos y desacuerdos. A propósito de las narraciones del arte español de los 60 y 70”, en *De la revuelta a la posmodernidad (1962-82)* (Madrid: Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía, 2011), 58.

**Interferencias:  
nuevos escenarios para  
el proyecto de arquitectura**

**Interferences:  
New Scenarios for  
the Architectural Project**

### **MÓNICA GARCÍA MARTÍNEZ**

**El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid.  
Un espacio de experimentación colectiva  
y libertad creadora**

**The Computer Centre of the University of Madrid.  
A space of collective experimentation  
and creative freedom**

- 5 Ana Buenaventura, "El tejer estructuras espaciales para la vida", en *La comunidad inconfesable: Madrid octubre 68*, Mónica García y Abdelkader Damani, dir. (Orleans-París: FRAC Centre-Val de Loire-Lienart, 2021), 66.
- 6 Javier Seguí de la Riva, "¿Qué perseguíamos?, ¿cómo recordamos el futuro de aquel pasado?, ¿y el futuro de nuestro presente?" (conferencia presentada en la Facultad de Informática, Universidad Complutense de Madrid, 24 de marzo, 2019).
- 7 Camille Lenglois, "Algoristes", en *Coder le Monde*, Frédéric Migayrou, dir. (París: Éditions HX), 82.
- 8 Aramis López y Jaime Munarriz, *El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (1968-1973): ciencia, arte y creación computacional* (Madrid: Ediciones Complutense, 2021), 59.
- 9 Enrique Castaños Alés, "Origen del seminario de Generación Automática de Formas Plásticas del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid", en *Del cálculo numérico a la creatividad abierta. El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (1965-1982)*, Aramis López Juan, coord. (Madrid: Universidad Complutense, 2012), 106.
- 10 Lenguaje de programación nativo para las máquinas IBM creado en 1957.
- 11 López y Munarriz, *El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (1968-1973)*, 38.
- 12 Manuel Barbadillo "Módulos orgánicos", en *Madrid, October 68*, Abdelkader Damani y Mónica García, coord. (Orleans: FRAC Centre-Val de Loire, 2018), 38.
- 13 Juan Navarro Baldeweg, "Conversación con Juan Navarro Baldeweg", *El Croquis* 73 (1995): 2
- 14 Ignacio Gómez de Liaño, "Máquinas poéticas", *El Urogallo* 19 (enero-febrero, 1973): 67.
- 15 Los seminarios que concentraron una mayor actividad fueron los de *Composición de espacios arquitectónicos* (1968-72), *Lingüística matemática* (1968-71), *Generación de Formas Plásticas* (1968-74), y *Música* (1970-81). Aunque el listado de seminarios desarrollados entre 1968 y 1973 es mucho más amplio, entre ellos se encuentra el patrocinado por la UNESCO sobre modelos de simulación de sistemas educativos, o el promovido por estudiantes de matemáticas sobre el fenómeno OVNI. Los resúmenes de los debates de todos estos seminarios se recogieron en los Boletines del Centro de Cálculo, cuyo primer número se publicó en diciembre de 1968.

pio trabajo y "poder llevar a cabo todo lo que les interesaba".<sup>5</sup> El pensar numérico y los procesos de automatización se doblegan así a lo artístico, a lo arquitectónico, a fin de "arrinconar a lo algorítmico para encontrar en él el límite de lo inalcanzable, de lo asombroso, que siempre escapa a la reflexión".<sup>6</sup>

Lo acontecido en torno al Centro de Cálculo inscribe a la escena española en un movimiento internacional en el que se exploran las sinergias entre las nuevas tecnologías y la creación en todas las disciplinas. En 1968 se inaugura la exposición *Cybernetic Serendipity* en el *Institute of Contemporary Arts* en Londres, que marca un punto de inflexión en el reconocimiento de la producción artística a través de la computadora.<sup>7</sup> Tan solo un año después, el Centro de Cálculo inicia su actividad expositiva con la muestra *Formas Computables* (1969), seguida de *Formas Computadas* (1970), que recoge los primeros trabajos realizados con la computadora. En 1972, con motivo de los *Encuentros de Pamplona*, hito cultural en el panorama español en el que dan cita unos 350 artistas representantes de las últimas vanguardias, la producción del Centro de Cálculo se presenta junto a la de artistas internacionales como John Cage o Iannis Xenakis.<sup>8</sup>

### **Los Seminarios del Centro de Cálculo**

La actividad en el Centro de Cálculo arranca con la impartición de cursos sobre lenguajes de programación. La cuestión central para los jóvenes creadores no era, sin embargo, dominar complejos lenguajes para dialogar con la máquina, si no "explorar caminos hasta entonces desconocidos de la creatividad".<sup>9</sup> A pesar del empeño de los organizadores en el aprendizaje del manejo de Fortran IV,<sup>10</sup> a excepción de José Luis Alexanco, los artistas y arquitectos del Centro no llegaron a ser autónomos en la programación de sus propias obras. El interés que despertaba en ellos el uso de la máquina, afirma Aramis López, "no tenía tanto que ver con el acceso a los procesos de computación (...), y sí con las posibilidades conceptuales, y sobre todo con la percepción de que se había llegado a un cambio de paradigma en la producción y en la creatividad. La máquina, la computadora IBM 7090 era un referente que propiciaba a los creadores la reflexión sobre su propio trabajo".<sup>11</sup>

Trabajar con la máquina implica volver al origen de las cosas, iniciar una reflexión sobre el modo de proceder en los diferentes dominios creativos, disociar las unidades mínimas y las leyes que anticipan la coherencia en cada disciplina, "ya que lo que consideramos arbitrario o caprichoso (...), en realidad obedece a leyes".<sup>12</sup> El lenguaje como modelo deviene campo de estudio recurrente en el ámbito de la computación. En una época manierista de la cultura, donde se suceden los pastiches e hibridaciones estilísticas que ponen en crisis los modelos dogmáticos modernos, la aproximación de carácter científico al lenguaje desde el Centro de Cálculo se ve motivada por la objetividad que aportan los mecanismos y la estructura internos del mismo. Sustentadas en las gramáticas generativas de Noam Chomsky y en las nuevas teorías de la información de Max Bense, las investigaciones del Centro encuentran también una apoyatura fundamental y genuina en la poesía experimental española que permite "tender puentes entre un mundo que es absolutamente imaginario y un mundo real".<sup>13</sup> El poeta Ignacio Gómez de Liaño aporta una nueva visión del trabajo con la computadora, "el de una nítida operación poética que transporta las fuerzas de la naturaleza y las medidas de la tierra a nuevas dimensiones de vida desde el lenguaje",<sup>14</sup> donde este no sea más que una cartografía donde poder re-escribir el mundo.

La incorporación de la informática en el Centro de Cálculo a los diferentes dominios de creación, arte, arquitectura, lingüística, música, se teje en torno a una serie de estructuras poco convencionales de *Seminarios*<sup>15</sup> (figura 1), que favorecieron una fórmula de creatividad basada en la experiencia colectiva y el cruce de las

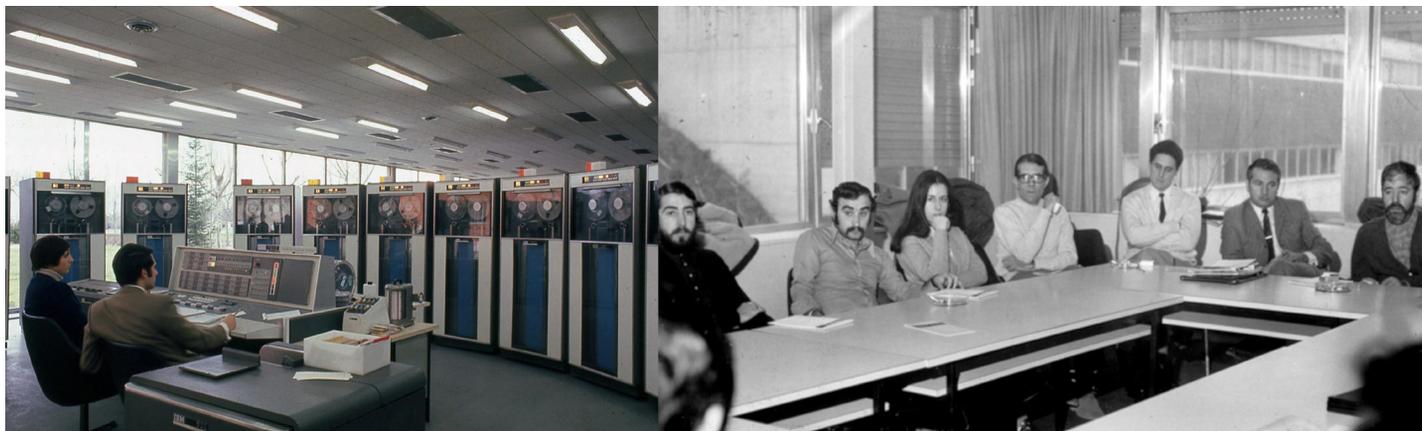


Figura1. Sala de máquinas del Centro de Cálculo. Reunión seminario en el Centro de Cálculo (1969).

disciplinas. La pluralidad lingüística, dada la multiplicidad de disciplinas invitadas al diálogo, junto al interés de los participantes de cada seminario por las actividades que se desarrollaban en los otros, permitió el trasvase de conocimientos, métodos e ideas, y amplió la investigación a nuevos territorios.

Los contenidos desarrollados en los seminarios del Centro de Cálculo superaron las expectativas con las que se crearon y se alejaron de los objetivos de otros centros universitarios europeos, en los que se trabajó fundamentalmente sobre lenguajes de programación y funcionamiento de sistemas operativos. La singularidad del caso de Madrid se vio propiciada por la conjunción de personalidades con apertura de miras como Florentino Briones, director del Centro, y Mario Fernández Barberá, matemático representante de IBM, vinculado al mundo arte. La temprana incorporación a los seminarios de artistas reconocidos como Eugenio Sempere, referente para una generación de artistas que trabajan en la línea de aproximación del arte a la ciencia, o Manuel Barbadillo, invitado por el carácter modular y seriado implícito en su obra, considerada fácilmente sistematizable, pusieron al Centro de Cálculo en el foco del panorama cultural del momento.

Al Centro de Cálculo se vincularían jóvenes arquitectos como José Miguel de Prada Poole, Juan Navarro Baldeweg, Manuel de las Casas Gómez, Margarita de Luxán, o Javier Seguí de la Riva. Por iniciativa de este último se crea el *Seminario de Composición de Espacios Arquitectónicos* que comenzó a funcionar a finales de 1968. En este seminario el debate se centra en torno a las bases lógicas y los fundamentos operativos del diseño en arquitectura para su posible automatización. En 1969 surge una segunda línea de investigación, denominada *arquitectura de la regulación*, que estudia la integración de la computadora en la arquitectura misma. Juan Navarro Baldeweg y José Miguel de Prada Poole, exploran vertientes complementarias de la *arquitectura de la regulación*. Las teorías enunciadas por Navarro Baldeweg en *Autómata residencial*, serán experimentadas por Prada Poole en sus prototipos de *Estructuras de morfología variable*.

### **Composición Automática de Espacios Arquitectónicos. Javier Seguí de la Riva y Ana Buenaventura**

El *Seminario de Composición de Espacios Arquitectónicos*<sup>16</sup> abre una reflexión sobre el proceso que se sigue al diseñar arquitectura y la posibilidad de establecer una metodología en la acción de proyectar, “que lejos de toda especulación, está basada en una teoría generalizable”.<sup>17</sup> Esta reflexión se inscribe en una corriente de inquietud en la que se encuentran inmersos arquitectos de la época, “desencadenada por *Ensayo sobre la síntesis de la forma* de Christopher Alexandre que preconizaba un análisis metódico y metodológico sobre el diseño edificatorio (arquitectónico)”.<sup>18</sup> Javier Seguí de la Riva destaca la influencia que en los debates del seminario tuvo Christopher Alexandre, así como toda una serie de arquitectos que

16 Más tarde paso a llamarse *Análisis y generación automática de formas arquitectónicas*.

17 Anna Bofill Levi, “Contribución al estudio de la generación geométrica de formas arquitectónicas y urbanas” (Tesis doctoral, UPC, Barcelona, 1975), 3.

18 Javier Seguí de la Riva, *Sobre técnica operativo-imaginarias en el dibujar y en el proyectar edificios* (Madrid: s.e., 2015), 3.

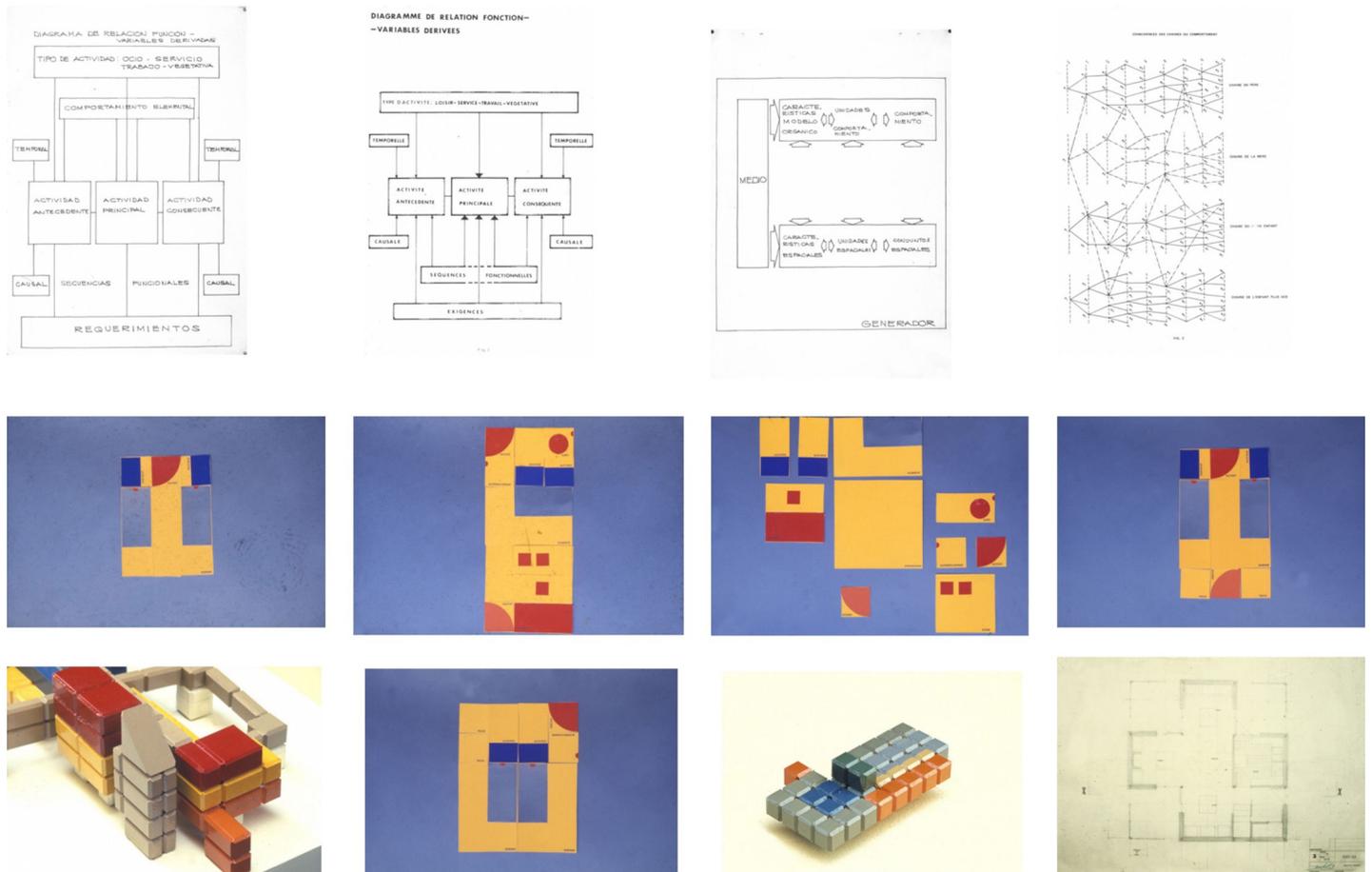


Figura 2. Javier Seguí de la Riva. Panel de presentación, proyecto AAGRAFA (1968).

intentaban racionalizar los modos de proceder en arte y arquitectura, entre ellos Serge Chermayeff autor de *Comunidad y privacidad: hacia una nueva arquitectura humanista* (1963), o Geoffrey Broadbent, autor de *Design in Architecture. Architecture and the Human Sciences*, (1973), publicación que recoge y clasifica diferentes metodologías de diseño registradas hasta la fecha.

La incorporación de la computadora al diseño en arquitectura implica antes que nada un esfuerzo por analizar su sistema operativo. Seguí de la Riva, tomando como referencia el trabajo de Morris Asimow,<sup>19</sup> inicia su investigación en el Centro de Cálculo en torno a la identificación de las estrategias que permiten procesar informáticamente la acción de proyectar, resultando estas: la *modularidad*, o determinación de unidades básicas con las que actuar, y la *sinaxis*, o formación de reglas equivalentes a las del lenguaje “*que anticipan la coherencia*”.<sup>20</sup>

En el proyecto AAGRAFA (1968), Seguí de la Riva trabaja en la definición de módulos capaces de generar cualquier configuración espacial y albergar las diferentes acciones del hombre (figura 2). Estos estudios se apoyan en las teorías conductistas de los años sesenta y las primeras investigaciones de unidades espaciales con aplicación informática de Ian Moore y Neville Longbone.<sup>21</sup> Un segundo supuesto operatorio, sería la sistematización y la descripción de diferentes actividades y comportamientos sociales a fin de automatizar la generación de un sistema del que pudiesen derivar múltiples organizaciones espaciales, que Seguí de la Riva denominaría *orden social*.

Estos estudios vienen a dar continuidad a una serie de realizaciones y proyectos significativos que se están realizando en los años sesenta en España en torno al hábitat. Las investigaciones sobre el *Módulo Hele* de Rafael Leoz, o los proyectos de Taller de Arquitectura<sup>22</sup>, en los que la sistematización de agrupaciones de viviendas se lleva a cabo de forma intuitiva, recibirían un gran impulso con la incorporación del ordenador, “ya que las posibilidades combinatorias de composición crecen de forma vertiginosa”.<sup>23</sup> Si bien desde Taller de Arquitectura, o el estudio de

19 Morris Asimow promovía el análisis morfológico del proceso completo de diseño-producción-uso-y-consumición de artefactos, en *Introduction to design* (UEnglewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1962).

20 Guillermo Searle Hernández, “Entrevista a Guillermo Searle”, en *Del cálculo numérico a la creatividad abierta. El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (1965-1982)*, Aramis López Juan, coord. (Madrid: Universidad Complutense, 2012), 157-58.

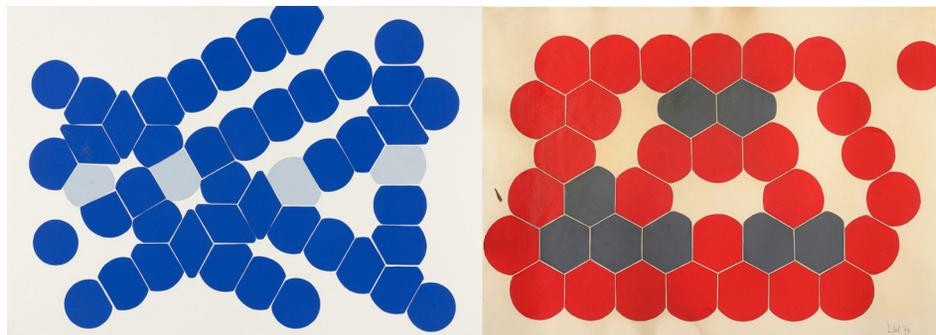
21 Ian Moore y Neville Longbone, “*Activity Data Method*”, Symposium Portsmouth School of Architecture, 1967, publicado en *Design Methods in Architecture* (G. Wittenborn, Nueva York, 1969).

22 Taller de Arquitectura, grupo multidisciplinar formado por arquitectos, matemáticos, ingenieros, escritores, sociólogos. Fundado en 1964, en torno a Ricardo Bofill, se congregan, Anna Bofill, Emilio Bofill, Salvador Clotas, Ramón Collado, Francisco Guardia, José Agustín Goytisolo, Peter Hodgkinson, Javier Listosella, Javier Malagarrida, Manuel N. Yanowsky, Julio Romera y Serena Bergano.

23 Rafael Leoz, *Redes y ritmos espaciales* (Madrid: Blume, 1969), 325.

Figura 3. Javier Seguí de la Riva y Ana Buenaventura. Dibujos, orden biológico (1971).

Figura 4 (abajo). Javier Seguí de la Riva y Ana Buenaventura. Salidas de ordenador, orden biológico (1971).



Rafael Leoz, no llegaron a trabajar con la computadora, intuyeron el potencial de la misma en la generación automática de sistemas espaciales. Así lo afirma Anna Bofill, miembro de Taller de Arquitectura, en su tesis doctoral: “Se ha intentado mostrar la riqueza potencial del sistema que, si pudiese automatizarse en un futuro próximo por el uso del ordenador, ahorraría a los arquitectos y urbanistas una gran energía mental en inventar cada vez tipologías y formas de agrupación”.<sup>24</sup>

Más allá del *orden social*, Seguí de la Riva en colaboración con Ana Buenaventura, socióloga y artista procedente del mundo de la moda, concibe diferentes organizaciones espaciales de modo que toda configuración arquitectónica pueda derivar de dichos sistemas, capaces de estructurar la convivencia e incluir procesos vitales. Inspirado en la naturaleza y sus modos de proceder, el nicho fundamental del trabajo de Seguí de la Riva y Buenaventura es el denominado *orden biológico* (figura 3). Se trata de una formación cambiante y viva, en la que una serie de unidades circulares menores crecen y se multiplican según parámetros predefinidos por una red general rectangular, o hexagonal, e invisible que organiza el espacio. La formación cambiante se ve afectada en su desarrollo no solo por el encuentro y la colisión de las unidades entre sí, sino por las tensiones entre éstas y la red estructural en la que se encuentran.

Las estructuras espaciales propuestas por Seguí de la Riva y Buenaventura operan según leyes de generación formal y crecimiento existentes en la propia naturaleza. A modo de tejidos orgánicos, sus propuestas se alejan de las imágenes fijas, para devenir sistemas abiertos capaces de ajustarse a diferentes condiciones. Lo que interesa a los autores no son estructuras que se adapten a los cambios, sino inventar sistemas que anticipen dichos cambios y “reflejen la evolución de una sociedad cambiante”.<sup>25</sup>

Estas estructuras espaciales, encuentran similitudes con una serie de aportaciones que surgen en la escena española a partir de finales de los años cincuenta



24 Bofill Levi, “Contribución al estudio de la generación geométrica de formas arquitectónicas y urbanas”, 239.

25 Dominique Rouillard, *Superarchitecture. Le futur de l'architecture 1950-1970* (Paris: Editions de la Villette, 2004), 23.

Interferencias:  
nuevos escenarios para  
el proyecto de arquitectura

Interferences:  
New Scenarios for  
the Architectural Project

#### MÓNICA GARCÍA MARTÍNEZ

El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid.  
Un espacio de experimentación colectiva  
y libertad creadora

The Computer Centre of the University of Madrid.  
A space of collective experimentation  
and creative freedom

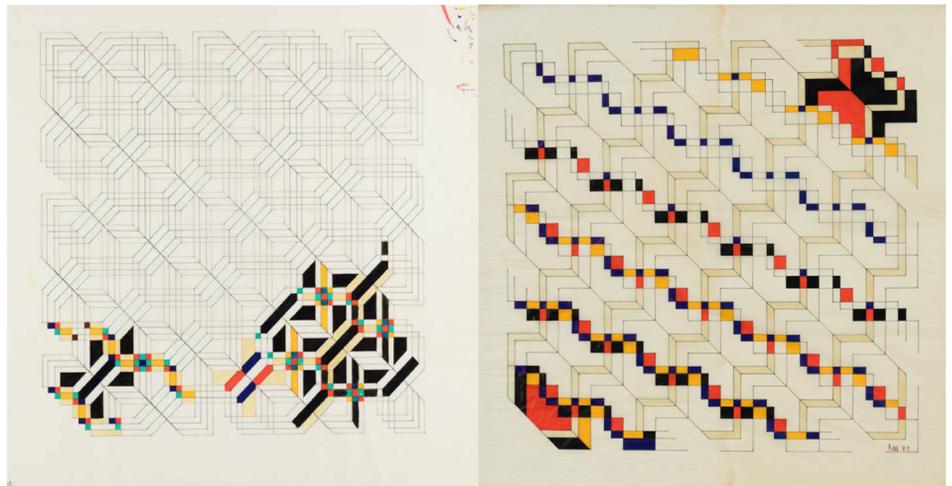


Figura 5. Ana Buenaventura.  
Dibujos, orden cósmico (1972).

relacionadas con la exploración del módulo como base proyectual y sus posibilidades de crecimiento indefinido, como son el *Pabellón de España en la Exposición de Bruselas* (1958), de José Antonio Corrales y Ramón Vázquez Molezún, o el proyecto *Cristalización Indeterminadas* (1962), de Juan Daniel Fullaondo. Estas propuestas incorporan parámetros de aleatoriedad, capacidad de transformación e indeterminación que se están experimentando en la escena internacional por arquitectos como Fumihiko Maki en Shinjuku Redevelopment Project (Tokio, 1960), o Moshe Safdie en Habitat'67 (Montreal, 1967), quienes a través del análisis de una "unidad tridimensional", a escala del hombre, y sus leyes combinatorias exploran la generación de un tejido más orgánico para una ciudad en continuo movimiento. Frente a un urbanismo funcionalista, e inerte, se pretende recentrar de nuevo el pensamiento en torno al individuo, a fin de que este "pueda proyectarse directamente en la forma de la ciudad".<sup>26</sup>

La infinidad de posibilidades de organización espacial que aportan las metodologías empleadas por Seguí de la Riva y Buenaventura ilustran el carácter procesual de su trabajo y evidencian la importancia del mismo en su proceder (figura 4). La operación de *descomposición de las formas de la cultura* se halla en el punto de arranque de su obra, cuya expresión múltiple deriva de sistemas en continua transformación. Seguí de la Riva y Buenaventura trabajan con la idea de "obra abierta, en el sentido de que los elementos que la componen son susceptibles de diversas ordenaciones, (...) sin que cambie por ello la estructura global".<sup>27</sup> Impresiones de ordenador, resultado de la operatividad del *orden biológico*, son seleccionadas y transferidas a obras pictóricas, estableciéndose así una circularidad entre lo digital y analógico que se informan mutuamente.

La más radical de las organizaciones espaciales propuesta por Seguí de la Riva y Buenaventura es el *orden cósmico* (figura 5). En ella confluyen estudios teóricos llevados a cabo por Florentino Briones, director del Centro de Cálculo, y Seguí de la Riva sobre *redes modulares* (1971-1972) que estructuran el espacio con el imaginario visual que Buenaventura aporta desde el mundo de la moda. Las unidades mínimas desaparecen ahora para revelar la geometría del universo. Mallas infinitas obtenidas por entrecruzamientos de líneas son a la vez soporte de la forma y origen de la misma: "Se trata de redes espaciales en las que todo puede ocurrir".<sup>28</sup>

En torno a la experimentación de las redes modulares del *orden cósmico* converge el trabajo de una serie de artistas vinculados al *Seminario de Análisis y Generación Automática de Formas Plástica* como Abel Martín, Soledad Sevilla, Lily Greenham o Elena Asins. Tras el cese de la actividad del Centro de Cálculo, el *orden cósmico* tiene continuidad en la producción de tapices de Buenaventura (1º premio *I Concurso Internacional de Diseño Textil*, 1973, Madrid). El tapiz precisa igualmente una urdimbre, o estructura previa donde operar, a la espera de que las figuras se po-

26 N. John Habraken, *Soportes: una alternativa al alojamiento de masas* (Madrid: Ed. Alberto Corazón, 1975).

27 José Luis Alexanco, "Works 1965-1968", en *Madrid, Octubre 68*, Abdelkader Damani y Mónica García (Orleans: FRAC Centre-Val de Loire, 2018), 32.

28 Ana Buenaventura, "El tejer estructuras espaciales para la vida", en *La comunidad inconfesable: Madrid octubre 68*, Mónica García y Abdelkader Damani, dir. (Orleans-París: FRAC Centre-Val de Loire-Lienart, 2021), 70.

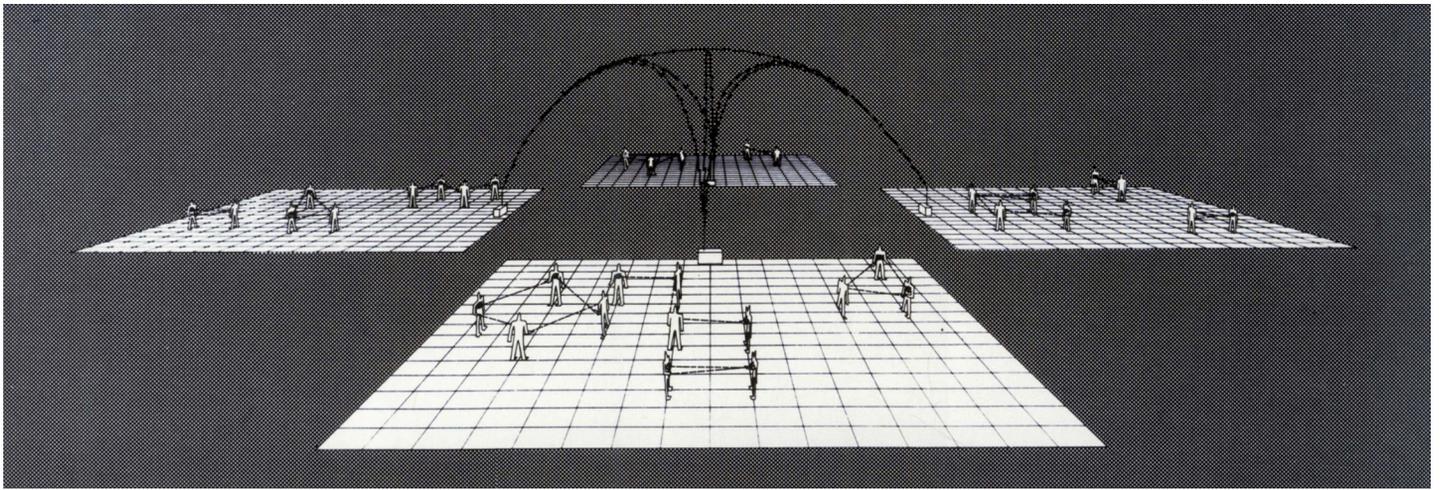


Figura 6. Juan Navarro Baldeweg. Espejo sonoro (1970).

Figura 7 (abajo). Juan Navarro Baldeweg. El autómatas residencial (1970).

sen. Entre lo digital y lo artesanal, la obra de Buenaventura supone una reconquista del acto de tejer, del trabajo silencioso realizado tradicionalmente por la mujer en la intimidad del hogar, que incita ahora otra mirada, otro modo de escribir el mundo.

### Arquitectura de la regulación. Juan Navarro Baldeweg

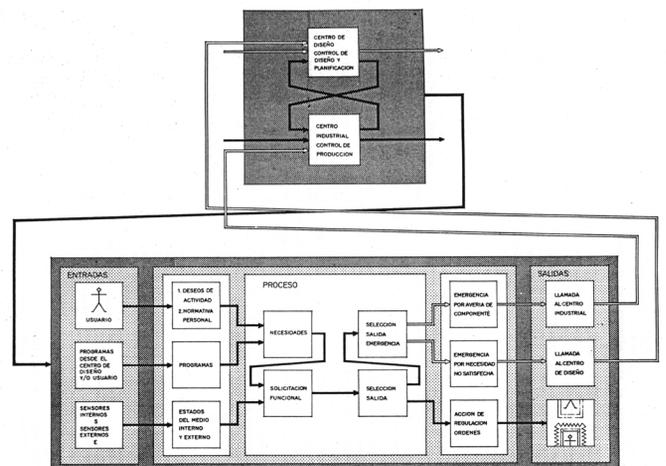
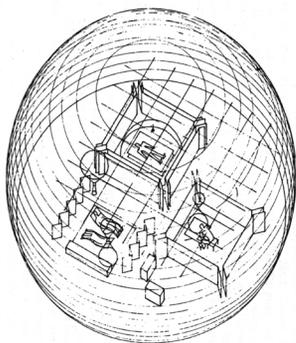
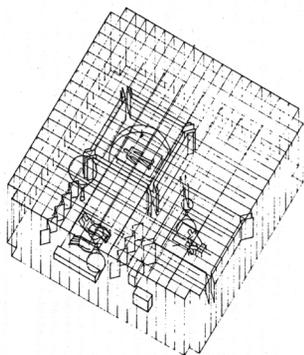
Una segunda línea de investigación, desarrollada en el *Seminario de Composición de Espacios Arquitectónicos* y encabezada por Juan Navarro Baldeweg, es la denominada *arquitectura de la regulación*. Se trata de una arquitectura en continua adaptación al medio gracias al apoyo de una computadora que se integra a la arquitectura misma. “El planteamiento informático (de la arquitectura) hará posible un medio artificial en continua evolución donde los fenómenos de construcción y destrucción serán efectos de una unitaria causa: el cambio necesario por la adaptación de lo artificial a la variable esencial individual humana”.<sup>29</sup>

Descrito por el crítico Juan Daniel Fullaondo como “una de las personalidades más fuertes, de mayor interés y cultura, de estar al día, cosa difícil por aquí(...), que encarna cumplidamente esa situación de transición”,<sup>30</sup> Navarro Baldeweg realiza una estancia en el *Center for Urban Studies* de Londres (1967-68), donde inicia un trabajo sobre sistemas complejos a escala urbana, sus mecanismos auto-reguladores y de adaptación a lo largo de la historia, que da lugar a la tesis intitulada “Sistemas Urbanos, exploraciones para la elaboración de modelos urbanos desde el punto de vista cibernético”.<sup>31</sup> Esta investigación permite a Navarro Baldeweg desarrollar proyectos como *Espejo Sonoro* (1970), donde con el apoyo de un aparato informático directo, un transductor, transforma señales ópticas en efectos fónicos. *Espejo Sonoro* pone el foco en el hombre como productor de la información y creador de un ámbito de información colectivamente consolidada. Expresado gráficamente como una nube, *Espejo Sonoro* insinúa la nube informática bajo la que vivimos hoy (figura 6).

29 Juan Navarro Baldeweg, “El autómatas residencial”, *Nueva Forma* 78-79 (julio-agosto 1972): 32.

30 Juan Daniel Fullaondo y María Teresa Muñoz, “Y Orfeo desciende”, en *Historia de la Arquitectura Contemporánea Española*, vol. 3 (Madrid: Molly Editorial, 1996), 444.

31 Juan Navarro Baldeweg, “Sistemas Urbanos, exploraciones para la elaboración de modelos urbanos desde el punto de vista cibernético” (Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, 1969).



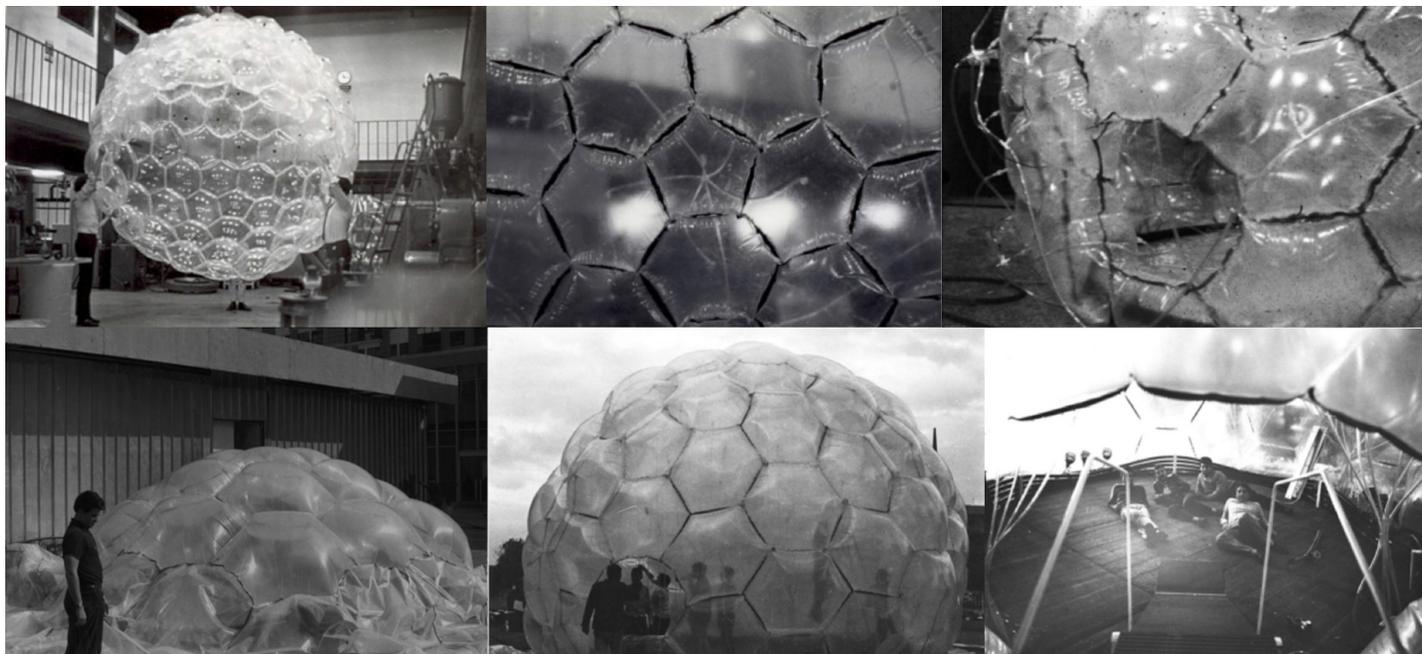


Figura 8. José Miguel de Prada Poole. Estructura de morfología variable (1968).

En el *Seminario de Composición de Espacios Arquitectónicos*, Navarro Baldeweg dirige el grupo de *Sistemas Artificiales*, cuya investigación se centra en “el análisis y la síntesis de sistemas, entre los cuales, y en virtud de cuales se desarrolla la vida humana”.<sup>32</sup> En este contexto, y con el objetivo de ilustrar la inserción potencial del ordenador en diversos niveles que facilitan la existencia, desarrolla un modelo denominado *autómata residencial* (1970). Se trata de una serie de habitáculos contruidos por componentes móviles, flexibles y controlables que se auto-proyectan en tiempo real según los estados aleatorios del medio y de los deseos del usuario. En un segundo nivel, diseña un centro matriz de habitáculos, que incorpora la facultad de aprendizaje y adaptación del sistema al medio externo, es decir, que coordina las presiones culturales, económicas e industriales del resto del mundo con el medio interno de los habitáculos<sup>33</sup>.

Los proyectos de Navarro Baldeweg sobre sistemas artificiales anticipan elementos y sistemas de comunicación que invaden nuestro cotidiano: los emoticonos, la nube de internet o el GPS. El *autómata residencial* es parte de nuestras vidas hoy en día, afirma Navarro Baldeweg en una entrevista reciente: “Es un sistema que aplica los servomecanismos a la convivencia. La teoría de sistemas dice que, en determinadas acciones del hombre, ciertas características se deben cumplir. (...) hay miles de cosas que pueden ser totalmente programadas. Eso es autómata residencial, un ordenador que controla, que recibe inputs y produce respuestas. Es algo que ya está generalizado, ahora casi todo es un autómata”.<sup>34</sup>

## Estructuras neumáticas de morfología variable.

### José Miguel de Prada Poole

En 1968 José Miguel de Prada Poole se vincula al Centro de Cálculo donde inicia sus primeros trabajos sobre *Estructuras neumáticas de morfología variable* (figura 8). Bajo las bases teóricas de la *arquitectura de la regulación* enunciadas por Navarro Baldeweg,<sup>35</sup> Prada Poole diseña y construye una serie de prototipos en los que el ordenador pasa a formar parte de una estructura capaz de aprender y responder frente a cualquier acción exterior. La arquitectura deviene ahora computadora en sí misma, afirma el arquitecto: “La computadora no solo sirve para hacer determinados proyectos, sino que los proyectos pueden utilizar toda la tecnología informática para funcionar. Las propias estructuras podrían ser pensantes, aprender a través de un ordenador a resolver los esfuerzos y responder ante cualquier acción exterior”.<sup>36</sup>

32 Juan Navarro Baldeweg, “Introducción”, en *SA1* (Madrid: Ed. Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid, 1970), 3.

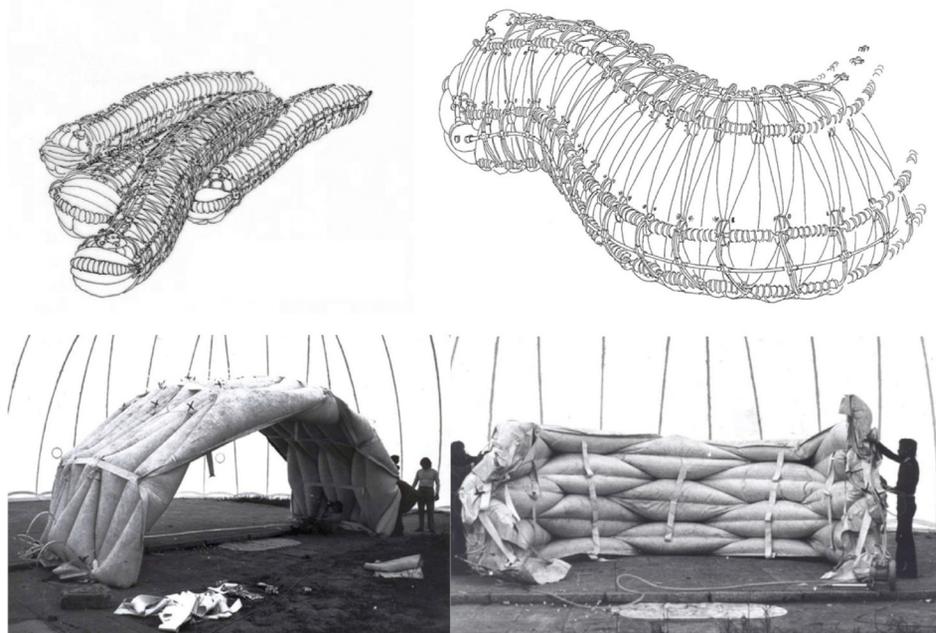
33 Juan Navarro Baldeweg, “El autómata residencial”. En *SA1* (Madrid: Ed. Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid, 1970), 143.

34 Juan Navarro Baldeweg, “Arte y arquitectura a la medida del hombre”, en *La comunidad inconfesable. Madrid octubre 68*, Abdelkader Damani y Mónica García, coord. (Orleans-París: FRAC Centre Val de Loire-Lienart, 2021), 91.

35 José Miguel de Prada Poole, “La arquitectura viviente”, *Nueva Forma* 63 (abril 1971): 8.

36 José Miguel de Prada Poole, “Arquitectura nómada, un cobijo para la libertad”, en *La comunidad inconfesable. Madrid octubre 68*, Abdelkader Damani y Mónica García, coord. (Orleans-París: FRAC Centre Val de Loire-Lienart, 2021), 111.

Figura 9. José Miguel de Prada Poole.  
Arquitectura Jonás (1970-71).



El arquitecto, que afronta el compromiso de la realidad constructiva a través de la tecnología del aire, propone una estructura neumática de sección y resistencia variable según las diferentes acciones a las que es sometida. La computadora conecta a la estructura con el medio mediante un sistema de distribución de flujo de aire comprimido, equiparable al sistema nervioso de un organismo. Por una parte, este informa de presiones externas en cada momento, y por otra, articula los cambios de forma y movimiento según esquemas variables de distribución de presiones a fin de conseguir el equilibrio estructural en cada momento.

La hibridación entre arquitectura y computadora anuncia una alternativa a las estructuras durables e inmóviles con las que se ha construido nuestra cultura arquitectónica. Frente a estructuras sobredimensionadas, diseñadas únicamente para resistir solicitaciones máximas, las estructuras de morfología variable proponen una arquitectura en continua adaptación a las solicitaciones del medio, en la que la capacidad de transformación reside precisamente en el elemento tradicionalmente más inmóvil de la arquitectura: la estructura.

Los prototipos realizados –un total de tres, los dos primeros en la Escuela de Arquitectura de Madrid y el tercero en la exposición *Expoplástica 69*– permitieron ensayar la variación entre las diferentes unidades según las acciones a las que estaban sometidas. Dotadas de capacidad adaptativa al medio, estas estructuras modificarían su comportamiento a lo largo del tiempo según la repetición de ciertas respuestas y la memoria almacenada. Si bien la lentitud del ordenador de fluidos en procesar datos no permitió observar el proceso de aprendizaje de las estructuras, Prada Poole ha inyectado el germen evolutivo en las mismas.

En 1970 Prada Poole desarrolló otro tipo de estructura de morfología variable más sofisticada apoyándose en las estructuras plegadas neumáticas desarrolladas por Winfried Wurm<sup>37</sup>, a la que denominó *Arquitectura Jonás* (figura 10). En la genética de la misma está implícita no solo la capacidad de movilidad e interactividad con el medio, sino también de intercambio de información útil para sus habitantes entre estructuras similares: “*El propio organismo, un organismo inteligente producido por un programa, se convierte en un consejero virtual. Como ha ido observando el comportamiento de los habitantes puede proponerles comunicar unas viviendas con otras, o desplazarse a determinados lugares, no solo considerando las condiciones de temperatura, o afluencia, sino los gustos y deseos de sus habitantes*”.<sup>38</sup>

37 Thomas Herzog, *Construcciones neumáticas. Manual de arquitectura hinchable* (Barcelona: Gustavo Gili, 1977), 74-75.

38 José Miguel de Prada Poole, “Arquitectura nómada, un cobijo para la libertad”, en *La comunidad inconfesable. Madrid octubre 68*, Abdelkader Damani y Mónica García, coord. (Orleans-París: Ed. FRAC Centre Val de Loire-Lienart, 2021), 115.

Interferencias:  
nuevos escenarios para  
el proyecto de arquitectura

Interferences:  
New Scenarios for  
the Architectural Project

### MÓNICA GARCÍA MARTÍNEZ

El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid.  
Un espacio de experimentación colectiva  
y libertad creadora

The Computer Centre of the University of Madrid.  
A space of collective experimentation  
and creative freedom

Las estructuras de Prada Poole inciden de forma activa en las relaciones entre los usuarios y de estos con el medio. Son una invitación a un nuevo modo de vida fundada en “lo provisional, la flexibilidad, la transparencia, la emancipación”.<sup>39</sup> *Arquitectura Jonás* propone un cobijo nómada, que ofrece al habitante, al viajero, un interior lleno de posibilidades en el que desplazarse, “un lugar para la libertad”: “La vivienda olfateó el agua, e identificada con los deseos de su habitante se erigió ondulando hacia la playa. Al caer el sol, su cuerpo se fue volviendo más y más transparente para permitir observar el mar a la luz del crepúsculo”.<sup>40</sup>

### El futuro del pasado

Si a finales de los años sesenta se comenzaba a debatir sobre la incorporación de la computadora a los procesos de creación en arquitectura, hoy la informática ha invadido la realidad de la profesión. Más allá de su uso en el proceso de diseño, ampliamente generalizado, su dominio se ha extendido hasta el proceso de fabricación, abriendo así un nuevo debate sobre el alcance social y económico de los nuevos modos de producción en arquitectura.

En 1973 cesa la actividad del Centro de Cálculo, al igual que ocurriría poco a poco en casi todos los centros universitarios que desempeñaron un papel activo en los orígenes del arte y arquitectura digital. La dificultad de acceso a las máquinas, junto a la impresión general de haber agotado las posibilidades ofrecidas por la tecnología del momento, lleva a los artistas y arquitectos al abandono del trabajo asistido por computadora. Como afirma Navarro Baldeweg, “se van desprendiendo de la tecnología para adoptar un lenguaje inherente a nuestro estar en el mundo sin más medios técnicos”.<sup>41</sup>

La mayoría de participantes del Centro de Cálculo transfieren sus investigaciones a ámbitos de creación tradicionales, en los que inyectan el germen de lo procesual, lo aleatorio y el azar. Seguí de la Riva deja de dibujar con ordenador para “dibujar con las manos como un procedimiento de búsqueda activa”.<sup>42</sup> Desde su cátedra en el Departamento de Ideación Gráfica de la Escuela de Arquitectura de Madrid revoluciona la pedagogía del dibujar, del proyectar desde el dibujo como proceso creativo. Esta aproximación proyectual sería el distintivo de una generación de arquitectos de la Escuela de Arquitectura de Madrid, cuya producción se aleja de las certezas para convertirse en un instrumento de tanteos infinitos que interacciona con la realidad, sin renunciar a la materialidad de la obra.

No será hasta principios de los años ochenta, con la generalización del acceso a los ordenadores personales y la aparición de nuevos programas concebidos para la modelización geométrica, cuando la computadora se introduzca en la práctica de la profesión y surja la idea de una arquitectura digital. Su imposición a lo largo de los años noventa, marcada por la influencia teórica de Jacques Derrida y Gilles Deleuze,<sup>43</sup> se asocia a la exploración de geometrías complejas “redondas, fluidas, blandas o flexibles”<sup>44</sup> mediante software paramétricos, que permiten a los arquitectos diseñar cientos de posibles soluciones para un solo proyecto. Esta multiplicidad virtual –correspondiente a una realidad singular– ha sido vista por críticos como Kenneth Frampton como una amenaza a una de las dimensiones esenciales de la arquitectura: su materialidad.<sup>45</sup>

Desde principios del siglo XXI, el nuevo horizonte de la fabricación digital hacia el que avanza la disciplina ofrece, en continuidad a multiplicidad del diseño digital, una producción material de arquitecturas siempre variables, sin incrementar por ello costes respecto a la fabricación en serie.<sup>46</sup> La tecnología CNC (control numérico computerizado) altera profundamente la noción de seriación y personalización en arquitectura produciendo elementos únicos, como si de un producto artesanal se tratase. Este concepto de artesanía digital es el compromiso que una nueva

39 Caroline Maniaque, “Construire l'éphémère: Deux ou trois choses à propos d'Ant Farm”, en *Ant Farm*, Marie Ange Brayer, ed. (Orleans: Editions HXX, 2007), 35.

40 José Miguel de Poole Prada, *Las Fuentes del Espacio* (Madrid: Ed. COAM, 1977), 73.

41 Juan Navarro Baldeweg, “Arte y arquitectura a la medida del hombre”, en *La comunidad inconfesable. Madrid octubre 68*, Abdelkader Damani y Mónica García, coord. (Orleans-París: Ed. FRAC Centre Val de Loire-Lienart, 2021), 93.

42 Javier Seguí de la Riva, “Proyectar, proyecto; dibujar, dibujo”, *R 15 Revista de la Facultad De Arquitectura, Diseño y Urbanismo de La República de Montevideo* 15 (octubre 2017): 56-73.

43 Frédéric Migayrou, *Coder le Monde* (París: Éditions HXX), 119.

44 Mario Carpo, “La desaparición de los idénticos. La estandarización arquitectónica en la era de la reproductividad digital”, en *La digitalización toma el mando*, Lluís Ortega, ed. (Barcelona: Gustavo Gili, 2009), 59.

45 Antoine Picon, “La arquitectura y lo virtual. Hacia una nueva materialidad”, en *La digitalización toma el mando*, Lluís Ortega, ed. (Barcelona: Gustavo Gili, 2009), p. 67

46 José Sánchez, *Architecture for the Commons. Participatory Systems in the Age of Platforms* (New York: Routledge, 2020), 1.



Figura 10. María Mallo Zurdo. Supercluster (2014-17) / Reactive Architectures Galaxy (2017).

generación de arquitectos ha adquirido en su práctica. Estudios como blink!LAB, creado en Oakland en 2014, exploran la fabricación digital a bajo coste evitando pasos intermedios y asegurando una precisión que suele ser incierta en los proyectos de construcción tradicional.

En la escena española, espacios como el *Instituto de Arquitectura Avanzada de Catalunya*, IAAC, que desde su creación en 2003 abanderó la revolución digital en arquitectura, es pionero en la investigación sobre impresión digital, trabajando con materiales naturales y biomateriales, a todas escalas. En 2016, el IAAC diseña y construye en Alcobendas el primer puente impreso en 3D con hormigón micro-reforzado. El diseño paramétrico permite minimizar la cantidad de material, de residuos y maximizar el rendimiento estructural del mismo.

El panorama de la arquitectura se ha enriquecido al ganar acceso a los modos de producción digital, como defiende Gilles Retsinen en *Digital material*<sup>47</sup>, o José Sánchez en *Architecture for the Commons*. Tras la crisis del 2008, frente a los modelos de producción liberales, totalizadores y homogeneizadores, han aflorado nuevos espacios de producción alternativos en busca de la prosperidad colectiva: prácticas colaborativas, auto-encargos, o incluso arquitecturas de código abierto que pueden capacitar a los usuarios para auto-proveerse de soluciones de construcción dignas a costes asequibles como demuestra el trabajo de Alastair Parvin en *WikiHouse*.

En la última década en España se ha dibujado un amplio ecosistema de estudios de jóvenes arquitectos que sitúan lo digital y lo material en un mismo plano. Investigaciones contemporáneas que toman como modelo geométrico y organizativo los procesos de crecimiento de la propia naturaleza –línea de investigación que Seguí de la Riva y Buenaventura anticipan desde el Centro de Cálculo con el *orden biológico*–, encuentran ahora posibilidad de materialización a través de la fabricación digital. El trabajo de María Mallo (figura 10), que parte precisamente del análisis de “estrategias complejas y altamente eficientes que encontramos en la naturaleza, para trasladarlas a la disciplina arquitectónica”,<sup>48</sup> aprovecha la tecnología actual para interpretar el proceso de génesis de las formas de los *sistemas de radiolarios*, y reproducir patrones de la naturaleza adaptables y reconfigurables. El desarrollo de su obra cruza el diseño y fabricación digital de piezas únicas con el ensamblaje manual de un conjunto que permite múltiples configuraciones, y que la autora propone como una experiencia real en relación al cuerpo.

47 Gilles Retsin, “Digital material”, *MAJA Estonian Architectural Review* 60, 2018, 60-7.

48 María Mallo, “Sistemas radiolarios. Geometría y arquitecturas derivadas” (Tesis doctoral, María Jesús Muñoz Pardo, Universidad Politécnica de Madrid, 2015).

Interferencias:  
nuevos escenarios para  
el proyecto de arquitectura

Interferences:  
New Scenarios for  
the Architectural Project

#### MÓNICA GARCÍA MARTÍNEZ

El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid.  
Un espacio de experimentación colectiva  
y libertad creadora

The Computer Centre of the University of Madrid.  
A space of collective experimentation  
and creative freedom

En la frontera entre naturaleza y artefacto, digital y artesanal, se sitúa también el trabajo de Takk Arquitectos, o Ana Peñalba, cuyas geometrías complejas no renuncian a la materialización. El pensar como artesanos forja un compromiso con la realidad y genera modelos de acción vinculados a la libertad y la habilidad para crear atajos entre lo virtual y lo real. La materia y las trazas artesanales de lo digital recuperan en la obra de Takk Arquitectos su valor decorativo, el adorno: flores y verduras que invaden el mundo artificial de la arquitectura en un sentido metafórico.

Las reglas del juego han cambiado. La incorporación de la computadora a la arquitectura a finales de los años sesenta, que arrastraban una componente utópica, toma ahora un nuevo sentido. Frente a las cuestiones medioambientales y de preservación de equilibrios frágiles como el clima o los recursos de la biodiversidad, se responde hoy con soluciones enraizadas en la cultura material. Es precisamente en el cruce entre lo digital y lo material, donde la escena contemporánea española encuentra la expresión más directa e inmediata de su propia tradición constructiva y “atiende a necesidades muy profundas de la naturaleza humana, incluso del propio cuerpo”.<sup>49</sup>

### Procedencia de las imágenes

Figura 1. Sala de máquinas del Centro de Cálculo. Reunión seminario en el Centro de Cálculo (1969). Fotografías cortesía de Florentino Briones Martínez.

Figura 2. Javier Seguí de la Riva. Proyecto AAGRAFA (1968). Fuente: Archivo Javier Seguí de la Riva.

Figura 3. Javier Seguí de la Riva y Ana Buenaventura. Orden biológico 1 (1970). Orden biológico 2 (1970). Fuente: Colección FRAC Centre-Val de Loire: inv. 017 006 008 / inv. 017 006 009

Figura 4. Javier Seguí de la Riva y Ana Buenaventura. Salidas de ordenador (1971). Fuente: Colección: Frac Centre-Val de Loire: inv. 019 003 019 / inv. 019 003 020.

Figura 5. Ana Buenaventura. Orden cósmico 1 (1972). Orden cósmico 1 (1972). Fuente: Colección Frac Centre-Val de Loire: inv. 019 003 002 / inv. 019 003 003.

Figura 6. Juan Navarro Baldeweg. Espejo sonoro (1970). Fuente: Navarro Baldeweg, Juan y Museo Colecciones I.C.O. En *Juan Navarro Baldeweg. Un Zodíaco*. Madrid: Fundación ICO-Arquitectura Viva, 2014.

Figura 7. Juan Navarro Baldeweg. El autómata residencial (1970). Navarro Baldeweg, Juan. “El autómata residencial”. *Nueva Forma* 78-79 (julio-agosto 1972): 32-35.

Figura 8. José Miguel de Prada Poole. Estructura de morfología variable (1968). Fuente: Archivo José Miguel de Prada Poole.

Figura 9. José Miguel de Prada Poole. Arquitectura Jonás (1970-71). Fuente: Archivo José Miguel de Prada Poole

Figura 10. María Mallo Zurdo. Supercluster (2014-17) / Reactive Architectures Galaxy (2017). Fuentes: Fotografía cortesía de María Mallo Zurdo / Colección FRAC Centre-Val de Loire: H.D. 017 031 002.

### Bibliografía

Alexanco, José Luis. Works 1965-1968. En *Madrid, Octubre 68*, coord. Abdelkader Damani y Mónica García, 26-35. Orleans: FRAC Centre-Val de Loire, 2018.

Barbadillo, Manuel. Módulos orgánicos En *Madrid, October 68*, coord. Abdelkader Damani y Mónica García, 36-40. Orleans: FRAC Centre-Val de Loire, 2018.

Bofill Levi, Anna. *Contribución al estudio de la generación geométrica de formas arquitectónicas y urbanas*. Tesis doctoral, UPC, Barcelona, 1975.

Buenaventura, Ana. El tejer estructuras espaciales para la vida. En *La comunidad inconfesable: Madrid octubre 68*, dir. Mónica García y Abdelkader Damani, 66-73. Orleans-París: FRAC Centre-Val de Loire-Lienart, 2021.

49 Juan Navarro Baldeweg, “Arte y arquitectura a la medida del hombre”, en *La comunidad inconfesable. Madrid octubre 68*, Abdelkader Damani y Mónica García, coord. (Orleans-París: FRAC Centre Val de Loire-Lienart, 2021), 96.

- Carpo, Mario. La desaparición de los idénticos. La estandarización arquitectónica en la era de la reproductividad digital. En *La digitalización toma el mando*, ed. Lluís Ortega, 59-66. Barcelona: Gustavo Gili, 2009.
- Carrillo, Jesús. Recuerdos y desacuerdos. A propósito de las narraciones del arte español de los 60 y 70. En *De la revuelta a la posmodernidad (1962-82)*, coord. Sonsoles Espinos, Ruth Gallego y Ángel Serrano, 51-75 (Madrid: Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía, 2011).
- Castaños Alés, Enrique. Origen del seminario de Generación Automática de Formas Plásticas del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid. En *Del cálculo numérico a la creatividad abierta. El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (1965-1982)*, coord. Aramis López Juan, 97-122. Madrid: Universidad Complutense, 2012.
- Fullaondo, Juan Daniel y María Teresa Muñoz. Y Orfeo desciende. En *Historia de la Arquitectura Contemporánea Española. Tomo III*. Madrid: Molly Editorial, 1996.
- Habraken, N. John, *Soportes: una alternativa al alojamiento de masas*. Madrid: Ed. Alberto Corazón, 1975.
- Herzog, Thomas. *Construcciones neumáticas. Manual de arquitectura hinchable*. Barcelona: Gustavo Gili, 1977.
- Leoz, Rafael. *Redes y ritmos espaciales*. Madrid: Blume, 1969.
- López Juan, Aramis, coord. *Del cálculo numérico a la creatividad abierta. El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (1965-1982)*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2012.
- López Juan, Aramis y Munarriz, Jaime. *El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (1968-1973): ciencia, arte y creación computacional*. Madrid: Ediciones Complutense, 2021.
- Mallo, María. *Sistemas radiolarios. Geometría y arquitecturas derivadas*. Tesis doctoral, María Jesús Muñoz Pardo, Universidad Politécnica, Madrid, 2015.
- Maniaque, Caroline. Construire l'éphémère: Deux ou trois choses à propos d'Ant Farm. En *Ant Farm*, ed. Marie-Ange Brayer. Orleans: Editions HYX, 2007.
- Migayrou, Frédéric. *Coder le Monde*. París: Éditions HYX, 2018.
- Navarro Baldeweg, Juan. "El autómatas residencial". *Nueva Forma* 78-79 (julio-agosto 1972): 32-35.
- \_\_\_\_\_. *Sistemas Urbanos, exploraciones para la elaboración de modelos urbanos desde el punto de vista cibernético*. Tesis doctoral, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Politécnica, Madrid, 1969.
- \_\_\_\_\_. Arte y arquitectura a la medida del hombre. En *La comunidad inconfesable. Madrid octubre 68*, coords. Abdelkader Damani y Mónica García, 88-97. Orleans-París: FRAC Centre Val de Loire-Lienart, 2021.
- Picon, Antoine. La arquitectura y lo virtual. Hacia una nueva materialidad. En *La digitalización toma el mando*, ed. Lluís Ortega, 67-84. Barcelona: Gustavo Gili, 2009.
- Prada Poole (de), José Miguel. Arquitectura nómada, un cobijo para la libertad. En *La comunidad inconfesable. Madrid octubre 68*, coords. Abdelkader Damani y Mónica García, 110-121. Orleans-París: FRAC Centre Val de Loire-Lienart, 2021.
- \_\_\_\_\_. "La arquitectura viviente". *Nueva Forma* 63 (abril 1971): 7.
- \_\_\_\_\_. *Las Fuentes del Espacio*. Madrid: Ed. COAM, 1977
- Retsin, Gilles. "Digital material", *MAJA Estonian Architectural Review* 60 (2018): 60-7.
- Rouillard, Dominique. *Superarchitecture. Le futur de l'architecture 1950-1970*. París: Editions de la Villette, 2004.
- Sánchez, José. *Architecture for the Commons Participatory Systems in the Age of Platforms*. New York: Routledge, 2020.
- Searle Hernández, Guillermo. Entrevista a Guillermo Searle. En *Del cálculo numérico a la creatividad abierta. El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (1965-1982)*, coord. Aramis López Juan, 153-163. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2012.
- Seguí de la Riva, Javier. "¿Qué perseguíamos?, ¿cómo recordamos el futuro de aquel pasado?, ¿y el futuro de nuestro presente?". Conferencia presentada en la Facultad de Informática, Universidad Complutense de Madrid, 24 de marzo, 2019.
- \_\_\_\_\_. *Sobre técnica operativo-imaginarias en el dibujar y en el proyectar edificios*. Madrid: s.e., 2015.
- \_\_\_\_\_. Arquitectura e informática. En *Del cálculo numérico a la creatividad abierta. El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (1965-1982)*, coord. Aramis López Juan, 189-208. Madrid: Universidad Complutense, 2012.
- \_\_\_\_\_. "Proyectar, proyecto; dibujar, dibujo". *R 15 Revista de la Facultad De Arquitectura, Diseño y Urbanismo de La República de Montevideo*, nº 15 (octubre 2017): 56-73.