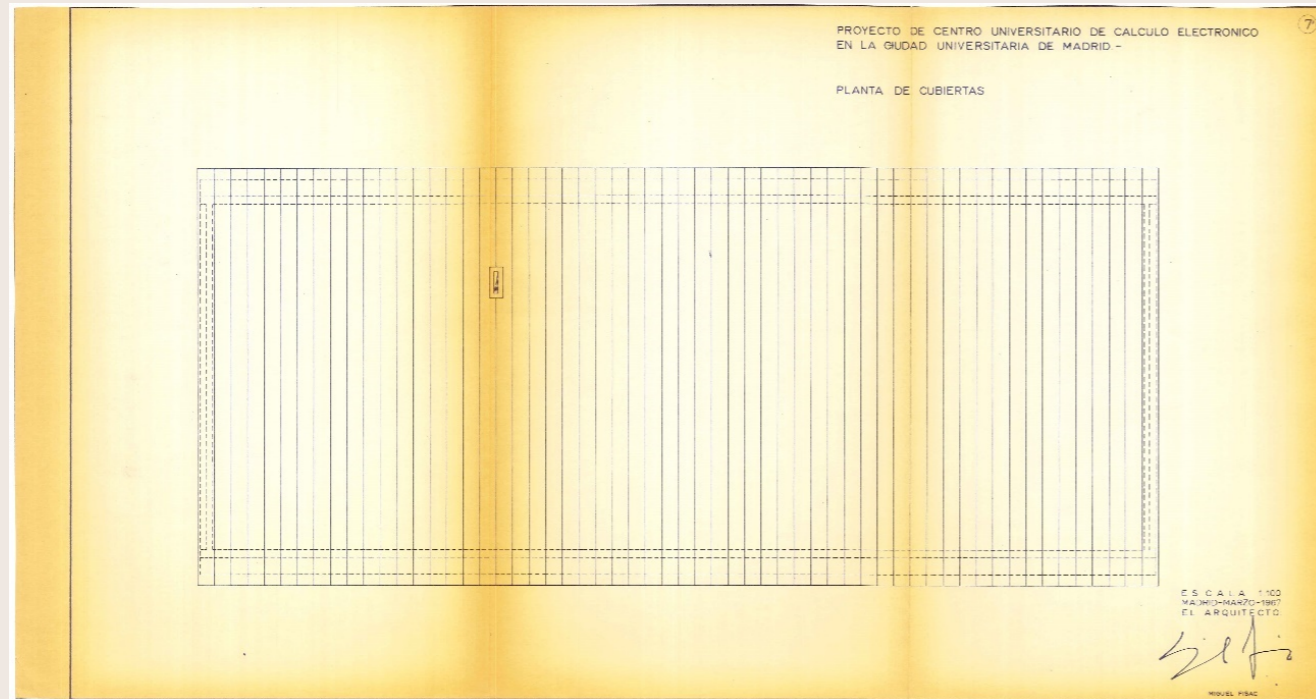


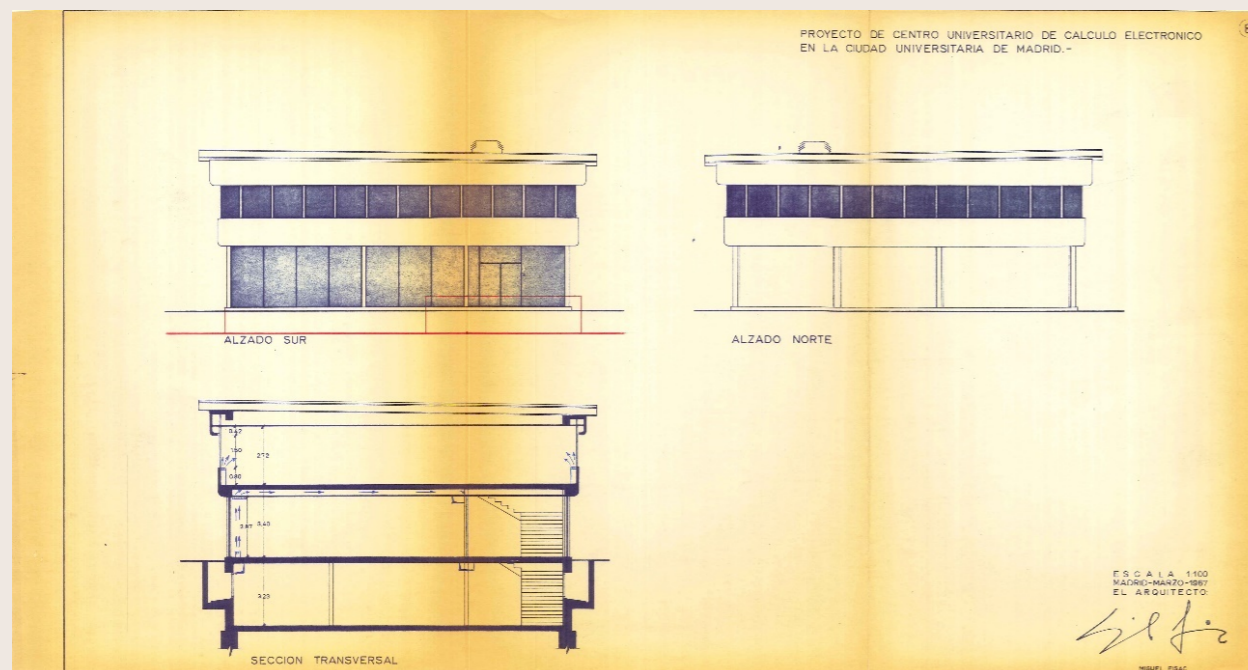
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



CONTENIDO GRÁFICO DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN PRESENTADO EN MARZO DE 1967. PLANO A ESCALA 1:100 CORRESPONDIENTES A LA PLANTA DE CUBIERTA. TODOS LOS PLANOS TÉCNICOS TIENEN CORRECCIONES EN BOLÍGRAFO ROJO Y AZUL PARA INCORPORAR LAS MODIFICACIONES NECESARIAS QUE CONLLEVÓ EL CAMBIO DE PARCELA Y ORIENTACIÓN. PROYECTO DE CENTRO UNIVERSITARIO DE CÁLCULO ELECTRÓNICO EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE MADRID. MARZO 1967. MADRID. MIGUEL FISAC SERNA. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_EM, 223_P (6), 223_P (7)) Y NUEVAS DIGITALIZACIONES HECHAS POR ESTA DOCTORANDA).

·G_3.4.a_44·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



CONTENIDO GRÁFICO DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN PRESENTADO EN MARZO DE 1967. PLANO A ESCALA 1:100 CORRESPONDIENTE A DOS ALZADOS MÁS UNA SECCIÓN A-B TRANSVERSALES (CON LA ANTIGUA NOTACIÓN DE LOS ALZADOS CON RESPECTO A LA ORIENTACIÓN ANTIGUA). TODOS LOS PLANOS TÉCNICOS TIENEN CORRECCIONES EN BOLÍGRAFO ROJO Y AZUL PARA INCORPORAR LAS MODIFICACIONES NECESARIAS QUE CONLLEVÓ EL CAMBIO DE PARCELA Y ORIENTACIÓN. PROYECTO DE CENTRO UNIVERSITARIO DE CÁLCULO ELECTRÓNICO EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE MADRID. MARZO 1967. MADRID. MIGUEL FISAC SERNA. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_EM, 223_P (6), 223_P (7)) Y NUEVAS DIGITALIZACIONES HECHAS POR ESTA DOCTORANDA).

·G_3.4.b_44·

todo el soporte físico sobre una plataforma elevada, lo que supuso también la construcción de un zócalo para toda la planta baja y una escalinata y los rellanos correspondientes para dar acceso al centro desde la cota inferior de la acera. Se puede observar cómo se implementaron estas modificaciones en los planos del proyecto de ejecución porque está rotuladas sobre los antiguos documentos con bolígrafo rojo, en la planta baja y en el alzado este (rotulado como alzado sur) [Fig.G_3.4.a_43, Fig.G_3.4.b_44].

Todas estas decisiones se tomaron para evitar otros gastos mayores derivados del respeto de la posición original del CCUM, manteniendo directamente la cota original del terreno, en la misma rasante que la acera de acceso.

Este anexo de modificaciones principalmente servía para informar a la parte promotora del CCUM, la Universidad de Madrid, de un aumento considerable en el presupuesto de ejecución material del soporte físico del dispositivo tecnológico contenido en el proyecto de ejecución. Se trataba de un aumento considerable en las partidas, capítulos y artículos correspondientes al diseño del aire interior y de esas condiciones interiores artificiales de estas arquitecturas de la computación hiper equipadas: los componentes tecnológicos correspondientes a su fuente de alimentación (artículo IX del presupuesto, cuadro general, acometidas eléctricas, instalación eléctrica, iluminación interior artificial) y a su sistema de refrigeración (artículo X del presupuesto, acondicionamiento de aire, condiciones higrotérmicas de temperatura y humedad destinadas a proveer el confort interior adecuado a todos los componentes tecnológicos no humanos, sobre todo, como vimos).

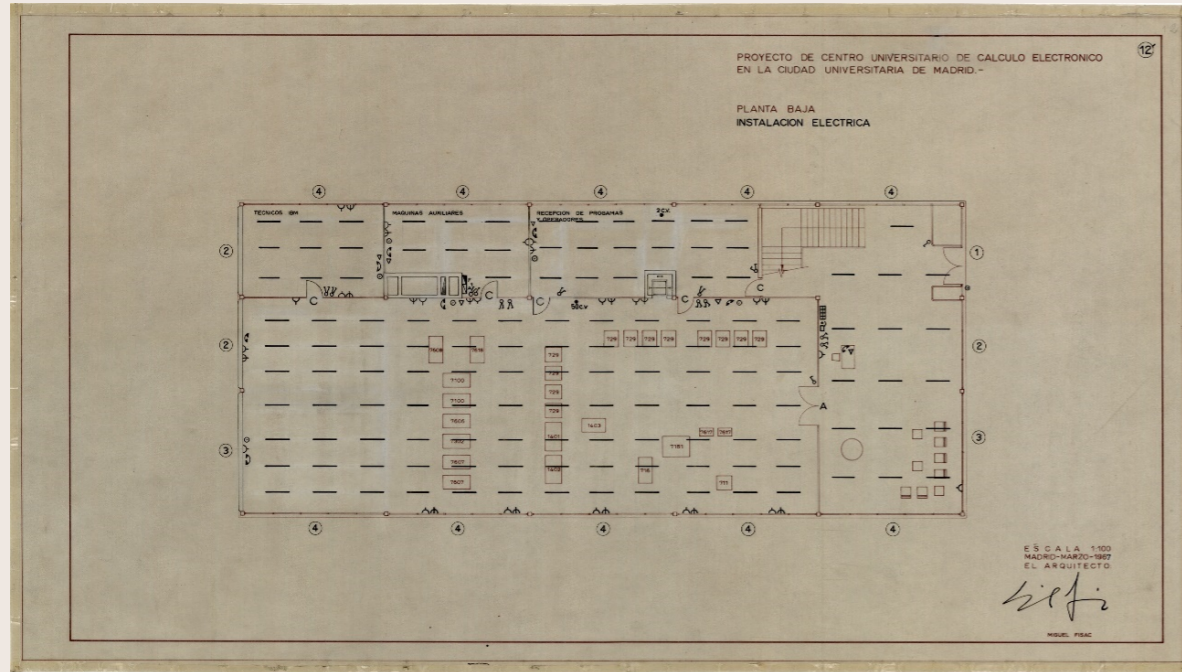
Todos estos casos de estudio correspondientes a los primeros ejemplos de las arquitecturas de la computación tenían una demanda energética brutal. Las primeras arquitecturas de la computación consumían muchísima electricidad. Los componentes tecnológicos informáticos producían y disipaban mucho calor que debía ser contrarrestado y controlado mediante maquinaria de control y potentes sistemas de acondicionamiento del aire interior que asegurara ciertas condiciones de temperatura y humedad para procurar la fiabilidad de los dispositivos y «garantizar las condiciones que necesitan las máquinas» [Fig.G_3.4.a_54]. El diseño de estas super instalaciones se realizó para que la temperatura interior se mantuviera entre 23°C y 16°C, todo ello con la ayuda de climatizadores de la marca Marlo (cuatro en total: 280.000 C.T.U., 160.000 C.T.U., 180.000 C.T.U., 220.000 C.T.U.), fan-coils de la misma marca (tres en total), Water Chiller de 60 CV (kVA), torres de enfriamiento, caldera, quemador, depósito nodriza de fuel-oil con las disposiciones exigidas por CAMPSA de 1.000 litros de capacidad, tanque acumulador de fuel-oil, grupo electrobomba, grupos de bombas marca Intercal, termostatos, redes de distribución de aire y agua, rejillas, etc.). A su vez todo el confort relativo a los otros habitantes, las personas, era independiente y se proyectó como una instalación mucho más sencilla para el resto de locales, como rezaba la memoria.

Todo ello para dotar al soporte físico de un completo acondicionamiento del aire tanto de la zona de máquinas (denominada así por Fisac) como del resto del soporte físico del dispositivo.

Como ya hemos visto, estas arquitecturas de la computación eran soportes físicos hiper equipados e hiper dimensionados, cuyas infraestructuras e instalaciones adquirían un protagonismo inusitado hasta la fecha, adquiriendo un peso muy importante en sus presupuestos de ejecución material en términos económicos. No hay más que fijarse en el resumen de presupuesto de ejecución del CCUM para ver el peso que adquirían estos capítulos con respecto al montante total de la obra o con respecto a otras arquitecturas industriales modernas de la época. El presupuesto de ejecución material ascendía a un total de 6.649.186,88 de pesetas (sin el 15% del beneficio industrial ni el plus familiar ni los honorarios correspondientes al arquitecto -4,50% del PEM, repartidos de las siguiente forma: 2,25% del PEM por la redacción del proyecto, 2,25% del PEM por la dirección de obra- y al aparejador o arquitecto técnico -60% de los de la dirección de obra del arquitecto, 1,35% del PEM), que se elevaba a 7.632.708,30 de pesetas (con importe del plus familiar y el 15% del beneficio industrial) y a 7.797.201,35 de pesetas (con los honorarios de arquitecto y aparejador) [Fig.G_3.4.a_46]. Esta cifra luego no incluía todo el

·T_239·

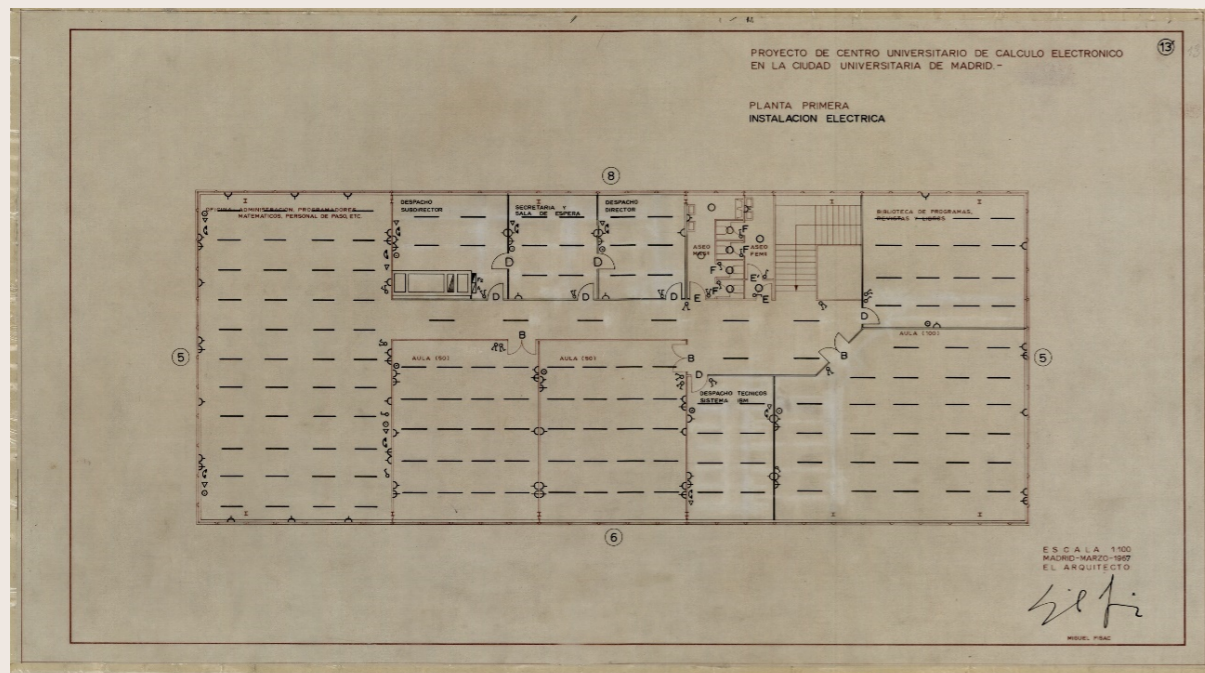
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



CONTENIDO GRÁFICO DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN PRESENTADO EN MARZO DE 1967. PLANO A ESCALA 1:100 CORRESPONDIENTE A LA PLANTA BAJA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA. TODOS LOS PLANOS TÉCNICOS TIENEN CORRECCIONES EN BOLÍGRAFO ROJO Y AZUL PARA INCORPORAR LAS MODIFICACIONES NECESARIAS QUE CONLLEVÓ EL CAMBIO DE PARCELA Y ORIENTACIÓN. PROYECTO DE CENTRO UNIVERSITARIO DE CÁLCULO ELECTRÓNICO EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE MADRID. MARZO 1967. MADRID. MIGUEL FISAC SERNA. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_EM, 223_P (6), 223_P (7)) Y NUEVAS DIGITALIZACIONES HECHAS POR ESTA DOCTORANDA.

·G_3.4.a_45·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



CONTENIDO GRÁFICO DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN PRESENTADO EN MARZO DE 1967. PLANO A ESCALA 1:100 CORRESPONDIENTE A LA PLANTA PRIMERA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA. TODOS LOS PLANOS TÉCNICOS TIENEN CORRECCIONES EN BOLÍGRAFO ROJO Y AZUL PARA INCORPORAR LAS MODIFICACIONES NECESARIAS QUE CONLLEVÓ EL CAMBIO DE PARCELA Y ORIENTACIÓN. PROYECTO DE CENTRO UNIVERSITARIO DE CÁLCULO ELECTRÓNICO EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE MADRID. MARZO 1967. MADRID. MIGUEL FISAC SERNA. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_EM, 223_P (6), 223_P (7)) Y NUEVAS DIGITALIZACIONES HECHAS POR ESTA DOCTORANDA.

·G_3.4.b_45·

mobiliario necesario para vestir al centro para su funcionamiento ni el aumento de honorarios que reclamaron Miguel Fisac, como arquitecto y director de la obra, y el aparejador, Eusebio Castellanos Rubio, como director de la ejecución de la misma en la liquidación final de las obras firmada en el 31 de diciembre de 1968, con la firma del acta de recepción provisional de las obras y en la cuenta de honorarios presentada el 15 de marzo de 1969⁷². La propuesta del soporte físico del CCUM contaba con una superficie aproximada de 1.968,35 m², como se describía en el anteproyecto por lo que se preveía construir por un precio de 3.387,05 pesetas/m²⁷³. Si a esta cifra total del presupuesto de ejecución material (6.649.186,88 pesetas) le sumáramos la estimación del coste del resto de los componentes tecnológicos cedidos por IBM (IBM 7090/IBM 1401) de primera mano, esos 192.000.000 millones de pesetas⁷⁴, el precio por metro cuadrado de la primera arquitectura de la computación en España ascendería a 100.921,67 pesetas/m², disparándose la inversión un 3.000% más. En realidad, el precio por metro cuadrado de este caso de estudio sería considerablemente menor si tuviéramos en cuenta la depreciación de los componentes tecnológicos de segunda mano cedidos por IBM para el CCUM.

La cifra del PEM recogida en el presupuesto del proyecto de ejecución de parte del soporte físico del CCUM, elaborado por Fisac, era muy similar, incluso inferior, a la contemplada en el acuerdo entre IBM España y la Universidad de Madrid, firmado el 28 de octubre de 1965 que vimos con anterioridad (8.000.000 millones de pesetas + 1.000.000 millón de pesetas para la refrigeración, total: 9.000.000 millones de pesetas). Y era claramente inferior a la cifra estimada por Miguel Fisac en la redacción del anteproyecto que el arquitecto fijó en 12.000.000 millones de pesetas.

Podríamos decir que el presupuesto real de estas arquitecturas de la computación de nueva planta se *encogía* con respecto a las estimaciones iniciales del cliente, del promotor y del arquitecto/a, con lo que la implantación e inversión previa para estos dispositivos tecnológicos arquitectónicos/computaciones no era tan costosa como a priori se suponía en los imaginarios de los agentes y los/as técnicos/as involucrados en la obra en la época.

Lo que sí crecía, como vimos, era el peso de ciertas partidas en el montante total, aumentando también con respecto a las previsiones iniciales de todas las partes. Como referencia el artículo III, correspondiente a *Hormigones y estructura* que alcanzaba una cifra de 360.219,32 pesetas correspondía al 5,42% del total del presupuesto. El artículo IX correspondiente a la *Electricidad* (fuente de alimentación del DC) ascendía a 395.760,00 pesetas, un 5,95% del PEM y el artículo X, *Acondicionamiento de aire*, era de 4.244.712,70 pesetas, un alarmante 63,48% del PEM, cuadruplicando la estimación de un millón del acuerdo, correspondiendo a un peso muy importante en el presupuesto de ejecución material total en términos económicos.

Tres quintas partes del esfuerzo económico destinado a construir y materializar el caparazón de este soporte físico de la computación y parte de sus componentes tecnológicos se destinaban sólo al diseño, acondicionamiento y control del aire interior. Y si le sumamos el dinero para la fuente de alimentación, esta cifra ascendía al 70% del PEM.

Como referencia, de media, el peso de la estructura en el presupuesto de ejecución material en una obra tipo (una mezcla de uso industrial y de oficinas) suele ser en 2022 del 20%, el del acondicionamiento de aire un 9% y el de electricidad y telecomunicaciones un 13%, por ejemplo,

⁷² Todas las fuentes documentales para consultar el presupuesto en su totalidad, así como la liquidación final de las obras, el acta de recepción provisional y las distintas cuentas de honorarios están escaneadas y digitalizadas por esta doctoranda, pero no se incluyen en las figuras y en los anexos de esta tesis doctoral por haberse extractado los datos relevantes para la investigación en el texto. Fuente: Cortesía de la Fundación Fisac (nuevas digitalizaciones hechas por esta doctoranda).

⁷³ Correspondiente a la división entre la superficie total de las tres plantas de la propuesta, los 1.968,35 m² por el PEM, los 6.649.186,88 pesetas.

⁷⁴ Coste de los equipos nuevos, de primera mano.

·T_240·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM

Capítulo 3.º		PRESUPUESTO GENERAL	
N.º DE LINEAS	DESIGNACION DE LA CLASE DE OBRA	PRECIO DE LA UNIDAD	IMPORTE
		Ptas	Cts
BANQUE GENERAL			
	Importa la ejecución material	6.596.809,53	
	Importa el plus familiar	99.377,35	
I.	- Movimiento de tierras	239.609,62	
II.	- Saneamiento	10.141,45	
III.	- Hormigones y estructuras	350.219,32	
IV.	- Albañilería	689.564,40	
V.	- Pavimentos y chapados	331.657,20	
VI.	- Carpintería metálica y cerrajería	66.097,08	
VII.	- Electricidad	305.760,00	
X.	- Ascensionamiento de aire	4.244.712,70	
XI.	- Montaje de cables	84.100,00	
XII.	- Pinturas	227.245,03	
	Importa el presupuesto base	6.649.186,60	
	Importa el presupuesto base	6.649.186,60	
	Importa el plus familiar	99.377,35	
	Importa la ejecución material	6.596.809,53	

Capítulo 3.º		PRESUPUESTO GENERAL	
N.º DE LINEAS	DESIGNACION DE LA CLASE DE OBRA	PRECIO DE LA UNIDAD	IMPORTE
		Ptas	Cts
BANQUE GENERAL			
	Importa la ejecución material	6.596.809,53	
	Importa el plus familiar	99.377,35	
	15% de beneficio industrial	993.521,42	
	Importa el presupuesto de contrato	7.632.708,30	
MODIFICACION DE PRESUPUESTO			
	Artículo 10 - Grupo 99 - 4.900		
	Por reducción de presupuesto		
	2,22% sobre la ejecución material : 147.520,21		
	4.900		
	Por decreto de 7-6-1933 : 69330,25		
	Por diferencia del 47 al 37 aplicando en los de proyecto primitivo, por un ítem de 149.434,42 : 14923,40	84261,65	63.266,56
	Por dirección de obra		63.266,56
	Igual a los de proyecto		63.266,56
MODIFICACION DE PRESUPUESTO			
	60% de los de dirección de arquitecto	37.959,93	
	TOTAL Ptas	7.797.204,35	

CONTENIDO GRÁFICO DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN PRESENTADO EN MARZO DE 1967. DOS ÚLTIMAS HOJAS DEL PRESUPUESTO, CON RESUMEN DE EJECUCIÓN MATERIAL POR ARTÍCULOS Y RESUMEN GENERAL. PROYECTO DE CENTRO UNIVERSITARIO DE CÁLCULO ELECTRÓNICO EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE MADRID. MARZO 1967. MADRID. MIGUEL FISAC SERNA. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_EM, 223_P [6], 223_P [7] Y NUEVAS DIGITALIZACIONES HECHAS POR ESTA DOCTORANDA).

·G_3.4.a_46·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



FOTOGRAFÍA DEL NUEVO ALZADO ESTE, EL DE ACCESO, DESDE LA PEQUEÑA PARTE DE LA AVENIDA COMPLUTENSE, DESDE DONDE SE ACCEDÍA AL CCUM TRAS SU CONSTRUCCIÓN EN LA NUEVA PARCELA Y CON LA NUEVA ORIENTACIÓN ESTE-OESTE DEL SOPORTE FÍSICO DEL DISPOSITIVO. CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID. FACHADAS ESTE, DE ACCESO, Y NORTE. PARTE DE LA AVENIDA COMPLUTENSE, PARANINFO DE LA UNIVERSIDAD. MADRID. 1969. MIGUEL FISAC SERNA. FUENTE: LÓPEZ, A., & MUNARRIZ, J. (2021). *EL CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID (1968-1973): CIENCIA, ARTE Y CREACIÓN COMPUTACIONAL*. MADRID: EDICIONES COMPLUTENSE, P.32.

·G_3.4.b_46·

alcanzado estos dos últimos capítulos un 22% del total del PEM⁷⁵, muy lejos de la proporción que mostraba el CCUM del 70%.

El proyecto de ejecución original del CCUM preveía una potencia para dar servicio al dispositivo de 100 CV (kVA, caveas) u 80 kW (kilovatios) que tuvo que ser elevada a 160 CV (128 kW) en la modificación de proyecto para dar servicio al sistema de refrigeración del edificio y garantizar el uso continuo de la instalación durante las veinticuatro horas al día si fuera necesario, como rezaba la memoria [Fig.G_3.4.a_54]. La consideración de *non-stop* de estas arquitecturas de la computación requería de la implementación de nuevas estrategias de proyecto, que, en este caso, en vez de encoger, hacían aumentar las prestaciones tecnológicas necesarias de las mismas.

Como referencia el consumo energético medio en España en 1965 (era el equivalente a 28.500.000 millones de toneladas de petróleo) correspondía a 10.315,33 kWh por persona y año (886,95 kg de petróleo), aumentando un 395,31% en 2018 (hasta alcanzar 141.400.000 millones de toneladas de petróleo), hasta alcanzar un total de 35.138,42 kWh/persona/año (3.021,36 kg de petróleo)⁷⁶. El CCUM estaba muy por encima de ese consumo medio en 1965 pero a diferencia de la tendencia mostrada por la sociedad española en este periodo de tiempo, esta arquitectura de computación ha encogido su demanda energética con los años.

Según los datos facilitados por el actual director del Centro de Proceso de Datos, Jaime Arias, en 2023 la demanda energética actual del CCUM es, de media, en los dos últimos años, (2022 y 2021), de 38 kW, con picos máximos de 44 kW en verano y mínimos de 34 kW en invierno⁷⁷. Así, se demanda de recursos energéticos ha ido *encogiéndose* con los años, disminuyendo en un 70%, pasando de una demanda necesaria para su funcionamiento de 128 kW, a los 38 kW de 2023, para dar cobertura a esta arquitectura *non-stop*, conectada y en línea, operando las veinticuatro horas al día.

El «Proyecto de Obras y Servicios Complementarios, para el Centro Universitario de Cálculo Electrónico, en la Ciudad Universitaria, de Madrid» también incluía otra modificación muy relevante para esta primera arquitectura de la computación en España, puesto que supuso un cambio de tendencia en las estrategias proyectuales desplegadas en este tipo de dispositivos tecnológicos. Este modificado también incluyó una partida correspondiente a un falso techo de escayola móvil (registrable) para canalizar el aire de impulsión en la *zona de máquinas* (sala de control o *control room*) en planta baja, independiente de la conducción particular que se asignaba a cada máquina (como rezaba la memoria de este anexo) [Fig.G_3.4.a_54]. Ese falso techo iba a incorporarse también al detalle constructivo del antepecho de hormigón quebrado que aspiraba a dar solución a toda la carcasa de la propuesta y a ocultar todas las conexiones, conductos, cables, enlaces, flujos, tripas de estas arquitecturas [Fig.G_3.4.a_56]. Estas modificaciones se reflejaban en los planos de ejecución, en la sección AB transversal, dibujadas sobre el plano original a mano con bolígrafo azul, indicando los sentidos de admisión y expulsión del aire ya tratado, la posición de los futuros fan-coils adosados a los antepechos de hormigón de la planta primera por el interior, haciendo uso del falso techo de planta baja de Roclairne como plenum de la instalación y la posición de los fan-coils adosados al techo de la planta sótano, a lo largo de su perímetro, para dar servicio a la planta baja [Fig.G_3.4.a_43]. Este hecho se puede

⁷⁵ Datos correspondientes a los de un proyecto de ejecución en curso durante el 2022 con unos usos y programas asimilables a los del CCUM proyectado por la práctica arquitectónica que la autora de esta tesis doctoral comparte con sus socios y codirectores Uriel Fogué Herreros y Carlos Palacios Rodríguez en elii [oficina de arquitectura].

⁷⁶ Según datos de la agencia de datos de Europa Press www.epdata.es. Acceso el 1 de marzo de 2022 desde: <https://www.epdata.es/datos/consumo-petroleo-gas-carbon-energia-hidraulica-espana-datos-estadisticas/414>.

⁷⁷ Datos correspondientes a las métricas del soporte físico actual del Centro de Proceso de Datos de la Universidad Complutense de Madrid, arrojados por el *software* de control doméstico de consumo y demanda energética que posee el dispositivo en la actualidad. Facilitados por su actual director de los servicios informáticos, Jaime Arias Javaloyes, en una entrevista concedida el 15 de febrero de 2023 de 16:00 a 17:00 en el propio antiguo CCUM, en el despacho del director.

·T_241·

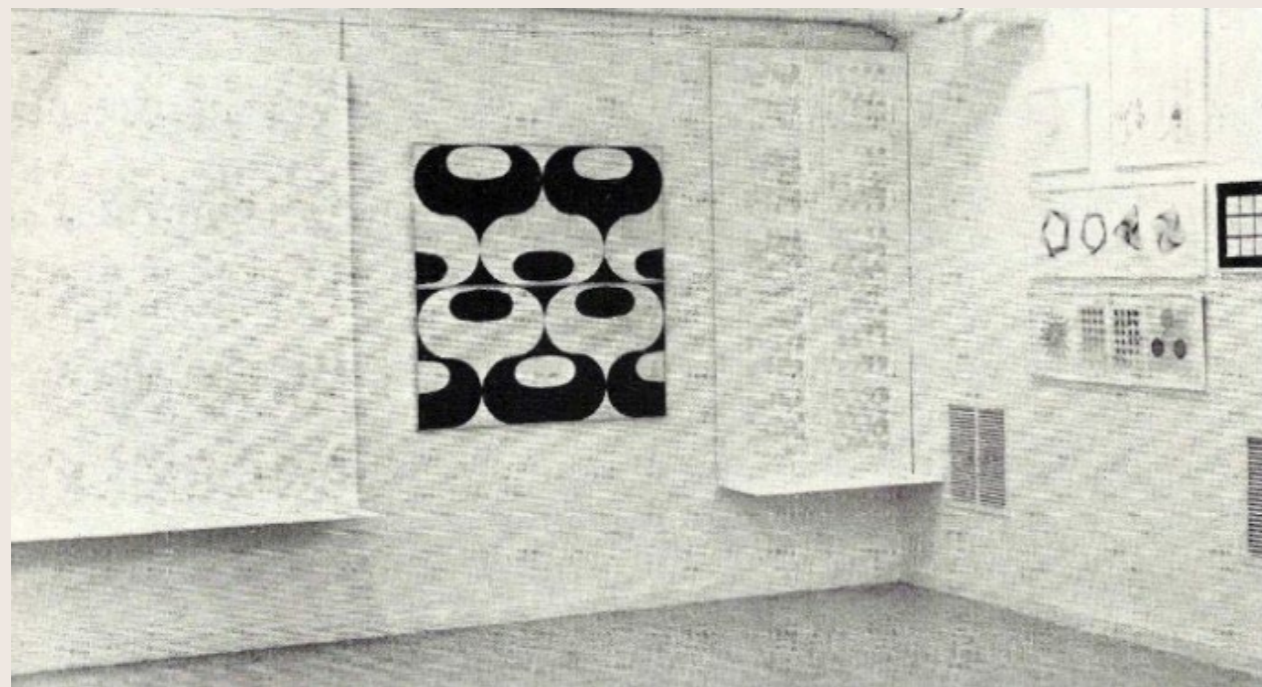
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN DE LA PRIMERA EXPOSICIÓN *FORMAS COMPUTABLES* ORGANIZADA POR EL CCUM Y COMISARIADA POR MARIO FERNANDEZ BARBERÁ (CITA, ARAMIS, 2021, 51) EN LA PLANTA SÓTANO DEL CENTRO QUE SE PLANTEÓ COMO ACTIVIDAD DE CLAUSURA DEL CURSO 1968-1969 DEL SEMINARIO DE GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE FORMAS PLÁSTICAS. INAUGURACIÓN EL 2 DE JUNIO DE 1969 HASTA FINALES DE JULIO DEL MISMO AÑO. ESTUVO ABIERTA AL PÚBLICO EL 25 DE JUNIO Y EL 12 DE JULIO DE 1969. NÓTESE LA POSICIÓN DE LOS CONDUCTOS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE UBICADOS EN EL PERÍMETRO DEL SÓTANO QUE DABAN SERVICIO A LA SALA DE CONTROL DE LA PLANTA BAJA Y LA UTILIZACIÓN TAMBIÉN EN LA PLANTA SÓTANO DE LAS PANTALLAS FLUORESCENTES «BLANCANIEVES» DE MIGUEL FISAC. CCUM. MADRID. MIGUEL FISAC. FUENTE: LÓPEZ, A., & MUNARRIZ, J. (2021). *EL CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID (1968-1973): CIENCIA, ARTE Y CREACIÓN COMPUTACIONAL*. MADRID: EDICIONES COMPLUTENSE, P. 53.

·G_3.4.a_47·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



DETALLE DE LA PRIMERA EXPOSICIÓN *FORMAS COMPUTABLES* ORGANIZADA POR EL CCUM Y COMISARIADA POR MARIO FERNANDEZ BARBERÁ (CITA, ARAMIS, 2021, 51) EN LA PLANTA SÓTANO DEL CENTRO QUE SE PLANTEÓ COMO ACTIVIDAD DE CLAUSURA DEL CURSO 1968-1969 DEL SEMINARIO DE GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE FORMAS PLÁSTICAS. INAUGURACIÓN EL 2 DE JUNIO DE 1969 HASTA FINALES DE JULIO DEL MISMO AÑO. NÓTESE LAS REJILLAS DE EXTRACCIÓN DEL SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE EN LA PLANTA SÓTANO. CCUM. MADRID. MIGUEL FISAC. FUENTE: LÓPEZ, A., & MUNARRIZ, J. (2021). *EL CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID (1968-1973): CIENCIA, ARTE Y CREACIÓN COMPUTACIONAL*. MADRID: EDICIONES COMPLUTENSE, P. 55.

·G_3.4.b_47·

apreciar en las fotografías de las exposiciones que se celebraron en la planta sótano del centro donde se distinguen los conductos vistos de acondicionamiento del aire y las rejillas de impulsión del mismo, por ejemplo [Fig.G_3.4.a_47, Fig.G_3.4.b_47, Fig.G_3.4.a_48, Fig.G_3.4.b_48].

De repente, esa estética muy determinada, visible y vista que se daba en relación al uso de los materiales del centro, mostrándolos al exterior tal cual, mutaba para ocultar muchos de sus componentes tecnológicos a través de soluciones constructivas que añadían capas de invisibilidad a estas arquitecturas. Por un lado, los falsos techos de Roclairne [Fig.G_3.4.a_56] añadidos en el proyecto de obra y servicios que modificaba el proyecto de ejecución, y, por otro, el suelo técnico que se hubo de instalar en la sala de control o sala de máquinas a posteriori para el cableado de sus componentes, como explicaba Isidro Ramos Salavert, uno de los analistas que empezó a trabajar en el CCUM desde su puesta en funcionamiento en la primavera de 1968 (Ramos Salavert, 2021, 174). Como explicaba Ramos la llegada de parte de los componentes tecnológicos del IBM7090/IBM1401 que configuraban el soporte físico del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid implicó grandes preparativos previos para generar el contexto adecuado. Preparar la sala de control o sala de máquinas requirió no sólo de la instalación de un falso techo, el aire acondicionado o un convertidor de frecuencia sino también esta nueva capa añadida: el falso suelo para el cableado de muchos de sus componentes [Fig.G_3.4.b_56]. Sobre el pavimento de sintasol continuo y de un color neutro (gris perla) prescrito por Fisac tanto en toda la planta baja como en la planta primera se hubo de implementar únicamente en la sala de control unas losetas de suelo técnico que permitían ocultar todas las conexiones, el cableado y las rejillas de ventilación de los componentes tecnológicos del computador, así como su registro posterior para futuras incidencias. Este suelo sigue hoy instalado en la planta baja, en el espacio que originalmente ocupó la sala de máquinas y que hoy está compartimentado y ocupado por despachos y puestos de trabajo. El suelo instalado en la planta sótano fueron unas losetas de terrazo que se aprecian en las fotografías de las exposiciones del centro [Fig.G_3.4.a_47, Fig.G_3.4.b_47, Fig.G_3.4.a_48, Fig.G_3.4.b_48].

La construcción del CCUM (marzo 1967-noviembre 1968).

El comienzo de las obras debió de darse justo cuando Florentino Briones regresó a España durante el mes de marzo de 1967 para incorporarse física y activamente al proyecto del CCUM (Briones Martínez, 2012, 25) y para colaborar más estrechamente con Miguel Fisac en la materialización de su soporte físico. Así se recoge en la memoria del proyecto de modificación «Proyecto de Obras y Servicios Complementarios, para el Centro Universitario de Cálculo Electrónico, en la Ciudad Universitaria, de Madrid» entregada junto con el proyecto de ejecución, de marzo de 1967 cuando se indica que el proyecto ya está en ejecución. La constructora (o contratista adjudicatario) que llevó a cabo los trabajos de materialización del soporte físico del CCUM fue Construcciones Serrano, con Eloy Serrano Roldán como director.

Las obras de parte del soporte físico del dispositivo tecnológico parece que se prolongaron hasta finales de 1968, como indica el acta de recepción provisional y la primera liquidación final de las obras, firmadas por Miguel Fisac el 31 de diciembre de 1968. Según cuenta Briones los trabajadores y él mismo empezaron a habitar y a hacer uso de este dispositivo tecnológico antes de que se completara su soporte físico, con la entrega de la obra por parte de Fisac y con la llegada posterior de los componentes electrónicos prometidos por IBM España. La cesión del IBM 7090/IBM 1401, proveniente de la Universidad de Heidelberg (Alemania), se hizo efectiva en enero de 1968 y tuvo una gran repercusión en la prensa española del momento, apareciendo, por ejemplo, en el *Diario de Mallorca* (7 de enero de 1968), *Faro de Vigo* (7 de enero de 1968), *La Vanguardia* (7 de enero de 1968), *Arriba* (14 de febrero de 1968), *Ya* (16 de febrero de 1968) y *ABC* (17 de febrero de 1968), entre otros.

De la documentación que elaboró Miguel Fisac para el proyecto de ejecución a cómo se ejecutó finalmente el soporte físico del dispositivo hubo algunos cambios que se han

·T_242·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN DE LA EXPOSICIÓN *GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE FORMAS PLÁSTICAS*, ORGANIZADA POR EL CCUM Y COMISARIADA POR MARIO FERNANDEZ BARBERÁ (CITA, TESIS, 2000, 116) EN LA PLANTA SÓTANO DEL CENTRO QUE SE PLANTEÓ COMO ACTIVIDAD DE CLAUSURA ESTA VEZ DEL CURSO ACADÉMICO DE 1969-1970 DEL SEMINARIO DE GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE FORMAS PLÁSTICAS. INAUGURACIÓN EL 22 DE JUNIO DE 1970 HASTA EL 4 DE JULIO DEL MISMO AÑO. CCUM. MADRID. MIGUEL FISAC. FUENTE: LÓPEZ, A., & MUNARRIZ, J. (2021). *EL CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID (1968-1973): CIENCIA, ARTE Y CREACIÓN COMPUTACIONAL*. MADRID: EDICIONES COMPLUTENSE, P. 54.

·G_3.4.a_48·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN DE LA EXPOSICIÓN *GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE FORMAS PLÁSTICAS*, ORGANIZADA POR EL CCUM Y COMISARIADA POR MARIO FERNANDEZ BARBERÁ (CITA, TESIS, 2000, 116) EN LA PLANTA SÓTANO DEL CENTRO QUE SE PLANTEÓ COMO ACTIVIDAD DE CLAUSURA ESTA VEZ DEL CURSO ACADÉMICO DE 1969-1970 DEL SEMINARIO DE GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE FORMAS PLÁSTICAS. INAUGURACIÓN EL 22 DE JUNIO DE 1970 HASTA EL 4 DE JULIO DEL MISMO AÑO. CCUM. MADRID. MIGUEL FISAC. FUENTE: CASTAÑOS ALÉS, E., & CAMACHO MARTÍNEZ, R. (2000). *LOS ORÍGENES DEL ARTE CIBERNÉTICO EN ESPAÑA: EL SEMINARIO DE GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE FORMAS PLÁSTICAS DEL CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID: (1968-1973)*. [HTTPS://WWW.CERVANTESVIRTUAL.COM/ND/ARK:/59851/BMCO63J5](https://www.cervantesvirtual.com/nd/ARK:/59851/BMCO63J5), P. 89.

·G_3.4.b_48·

implementado en dos de las plantas con la ayuda de Florentino Briones y que pueden servir como testigo de cuál era la materialidad del DC en sus inicios. Hubo permutas entre algunos despachos y salas y aparecieron nuevas puertas y divisiones interiores [Fig.G_3.4.a_57, Fig.G_3.4.b_57].

Los componentes del IBM 7090/IBM 1401 llegaron a Madrid el 1 de noviembre de 1968, como se describe en la documentación del Archivo de la Universidad Complutense de Madrid (López, Aramis & Munárriz, 2021, 34), y se empezó a instalar en los últimos días de noviembre del mismo año (Castaños Alés & Camacho Martínez, 2000, 89). Aunque los semanarios empezaron a gestarse meses antes, cuando se empezó a hacer uso de la carcasa del soporte físico del dispositivo, alrededor de marzo de 1968⁷⁸, fue con la llegada de dichos componentes cuando se institucionalizaron formalmente. Con su presencia en el espacio comenzaron a ponerse en marcha los distintos seminarios del CCUM. Por ejemplo, las primeras reuniones de los primeros seminarios se sucedieron desde mediados de noviembre de 1968 hasta diciembre del mismo año. Por ejemplo, el «Seminario de Valoración del aprendizaje» (1968-1969) se inició el 14 de noviembre de 1968, el «Seminario de Ordenación de la Construcción» (1968-1969) el 27 de noviembre de 1968 y el «Seminario de Composición de Espacios Arquitectónicos (con ordenadores)» (1968-1972) (que luego pasó a llamarse «Seminario de Análisis y generación automática de formas arquitectónicas») se inició dos días después, el 29 de noviembre de 1968. Más tarde, el 18 de diciembre de 1968 se iniciaron los dos últimos seminarios con los que arrancó la actividad del CCUM: el de «Seminario de Lingüística matemática» (1968-1971) y el «Seminario de Análisis y Generación (Automática)⁷⁹de Formas Plásticas» (SAGAF-P) (1968-1974) y así está recogido en el primer Boletín del CCUM que publicó el centro en diciembre de 1968 a cargo de Ernesto García Camarero, al que Briones le encargó la coordinación de los seminarios y la publicación de los boletines⁸⁰.

Los Seminarios del CCUM.

Los/as primeros/as habitantes-usuarios/as-seres vivientes de esta arquitectura de la computación, al margen del personal propio del centro, fueron los/as participantes de estos seminarios. Por ejemplo, en el «Seminario de Composición de Espacios Arquitectónicos (con ordenadores)» fueron: A. Arranz, F. Briones, M. de las Casas Gómez⁸¹, I. Fernández Florez, A. García Arangoa, E. García Camarero, A. García Quijada, A. Searle⁸², J. Seguí de la Riva y en el «Seminario de Generación de Formas Plásticas» («Seminario de Análisis y Generación Automática de Formas Plásticas») los asistentes fueron: M. Barbadillo, F. Álvarez Cienfuegos, M. de las Casas Gómez, M. Fernández Barberá, I. Fernández Florez, E. García Camarero, A. García Quijada, A. Martín, J. Montero, I. Ramos, G. Searle, J. Seguí, R. Sempere, S. Sevilla Portillo, V.

⁷⁸ Briones cuenta cómo se gestó el «Seminario de Análisis y Generación (Automática) de Formas Plásticas» (SAGAF-P) cuando un día de marzo de 1968 se presentó en el CCUM Mario Fernández Barberá con el pintor Manuel Barbadillo, para explicarles a él y a Ernesto García Camarero la *sospecha* de que el dispositivo computador podría ayudarle en la realización de su obra (Briones Martínez, 1973).

⁷⁹ La palabra *automática* se añadió con posterioridad al arranque del seminario.

⁸⁰ El resto de seminarios que se celebraron en el soporte físico del CCUM fueron: Seminario de Enseñanza de ordenadores en secundaria (1969-1971), Seminario de Autómatas adaptativos (1969-1971), Seminario de Música (1970-1974/1974-1982), Seminario de Enseñanza programada asistida por ordenador (1970-1971), Seminario de Tratamiento de información médico-sanitaria (1970-1971), Seminario de Aproximación de funciones, Seminario de Compilación (1970-1971), Seminario de Modelos para la simulación de sistemas educativos (1970-1971), Seminarios de Información médica obstétrica (1971-1972), Seminario de Planes de estudios universitarios en Informática (1972) y Seminario de Aplicación de la informática al estudio del fenómeno OVNI (1972).

⁸¹ Manuel de las Casas Gómez era el socio profesional de Javier Seguí de la Riva, junto con el arquitecto S. López Hernández.

⁸² En el Boletín del CCUM probablemente la inicial «A» era una errata puesto que se referían al, por aquel entonces estudiante de Javier Seguí de la Riva, Guillermo Searle.

·T_243·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN INTERIOR DEL HALL DE ENTRADA AMUEBLADO CON LAS PIEZAS DE EERO SAARINEN, ELEGIDAS POR MARÍA FERNÁNDEZ BARBERÁ, DE IBM, CON LA COLABORACIÓN DE FISAC. NÓTESE LA TRANSPARENCIA DEL EXTERIOR EN LA PLANTA BAJA QUE DEJABA VER CLARAMENTE LA NIEBLA DE ESE DÍA. CCUM. MADRID. MIGUEL FISAC. FUENTE: BRIONES MARTÍNEZ, F. (2012). CREACIÓN DEL CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID. ACCESO EL 7 DE MARZO DE 2022 DESDE: [HTTP://COSASQUEQUIEROCONTAR-FBM.BLOGSPOT.COM/2012/03/CREACION-DEL-CENTRO-DE-CALCULO-DE-LA.HTML](http://COSASQUEQUIEROCONTAR-FBM.BLOGSPOT.COM/2012/03/CREACION-DEL-CENTRO-DE-CALCULO-DE-LA.HTML)

·G_3.4.a_49·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN INTERIOR DEL HALL DE ENTRADA AMUEBLADO CON LAS PIEZAS DE EERO SAARINEN, ELEGIDAS POR MARÍA FERNÁNDEZ BARBERÁ, DE IBM, CON LA COLABORACIÓN DE FISAC. NÓTESE LA TRANSPARENCIA DEL EXTERIOR EN LA PLANTA BAJA QUE DEJABA VER CLARAMENTE EL ENTORNO EXTERIOR. SE PUEDEN APRECIAR LAS PANTALLAS FLUORESCENTES «BLANCANIEVES» QUE SÍ DISEÑÓ FISAC Y LA PRESENCIA DEL FALSO TECHO ROCLAINE. CCUM. MADRID. MIGUEL FISAC. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_J (2)).

·G_3.4.b_49·

Aguilera Corni, J. María López Yturralde, como se recoge en la primera publicación del Boletín del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (García Camarero, 1968). Muchos de estos/as participantes habían promovido y asistían a varios seminarios, como fue el caso de Javier Seguí, Guillermo Searle y Manuel de las Casas (en el inicio), José Miguel de Prada Poole, Manuel Barbadillo, además de la figura del subdirector, Ernesto García Camarero, que como encargado de la coordinación y celebración de los mismos, asistía a todas las sesiones de todos ellos. Este hecho fue fundamental, según Briones, para que el centro alcanzara en muy poco tiempo, desde sus inicios, una relevancia e importancia a nivel mundial como centro tecnológico pionero en innovación en torno a la conjunción entre muchos saberes: computación, arte, arquitectura, música, lingüística, pedagogía y la creatividad, en general.

A pesar de que el centro llevaba funcionando varios meses, la inauguración oficial no sucedió hasta el 7 de marzo de 1969 en el propio centro, pronunciando discursos Alberto Monreal (segundo jerárquicamente del Ministerio de Educación y Ciencia), Florentino Briones (como director del centro), el rector de la Universidad de Madrid en ese momento, José Botella y Llusia y Fernando de Asúa Sejourat, como director de IBM España (Castaños Alés & Camacho Martínez, 2000, 90). Fue este último quien apuntó en su discurso inaugural la necesidad de formar a 40.000 profesionales de la computación en España para el año 1975 (Castaños Alés & Camacho Martínez, 2000, 88; López, Aramis & Munárriz, 2021, 42) y para ello anunció la creación del Instituto de la Informática (dependiente del Ministerio de Educación y Ciencia, que dirigiría el trabajador de IBM España, Andrés Bujosa). Esta primera arquitectura de la computación se encargó de formar a muchos de esos primeros profesionales españoles de la informática.

Este caso de estudio era un *espacio sonoro*, que añadía un nuevo canal más al diseño del proyecto arquitectónico, y dotaba a esta arquitectura de unas características acústicas muy específicas y especiales (asociadas a los primeros sonidos, ruidos, melodías y músicas digitales, provenientes de indicadores, alarmas y sensores sonoros y/o de los primeros sintetizadores íntimamente ligadas posteriormente al «Seminario de Análisis y Generación Automática de Formas Musicales» SAGAF-M, que arrancó en el CCUM a principios de 1970). El CCUM ofrecía un paisaje sonoro digital inusual difícilmente producido y experimentado en otras tipologías arquitectónicas. Como explicaba Briones, el dispositivo generaba un paisaje sonoro muy curioso, lleno de sonidos y ruidos, especialmente producidos por la impresora. Ésta tenía una cadena de caracteres girando a gran velocidad y cuando el carro pasaba por el lugar adecuado se movían automáticamente sus martillos que emitían un sonido parecido al de una ametralladora. Varios habitantes de esta arquitectura de la computación ya se habían percatado de que según qué teclas y caracteres imprimiera la impresora, ésta emitía una nota u otra al mover unos martillos u otros. Como ejemplo de este paisaje sonoro especial, Briones describió lo que ocurrió en esa inauguración oficial del centro, en la que el DA/DC interpretó para los asistentes la melodía de la marcha militar estadounidense *The Stars and Stripes Forever* (Barras y estrellas para siempre), gracias a los sonidos emitidos por la impresora del IBM 7090/IBM 1401 [Fig.G_3.4.a_58, Fig.G_3.4.b_58, Fig.G_3.4.a_59, Fig.G_3.4.b_59].

La entrega final de la obra del soporte físico del CCUM se produjo justo después de la inauguración oficial cuando el 15 de marzo de 1969, Miguel Fisac entregó el ajuste de los honorarios devengados correspondiente a la redacción del proyecto de las obras complementarias del centro.

Como recogían las primeras *notas* redactadas por Florentino Briones en enero de 1966, el CCUM a través de sus principales actividades (cálculo, información, enseñanza e investigación) se convirtió también en un centro pionero en innovación ya que las actividades y el conocimiento allí generados estuvieron a la cabeza de los avances transdisciplinares producidos entre diversos saberes (arquitectura, arte, lingüística, música, pedagogía a distintos niveles, medicina, etc.) y la computación en su momento.

Como describe el profesor y comisario de arte contemporáneo Aramis López:

·T_244·

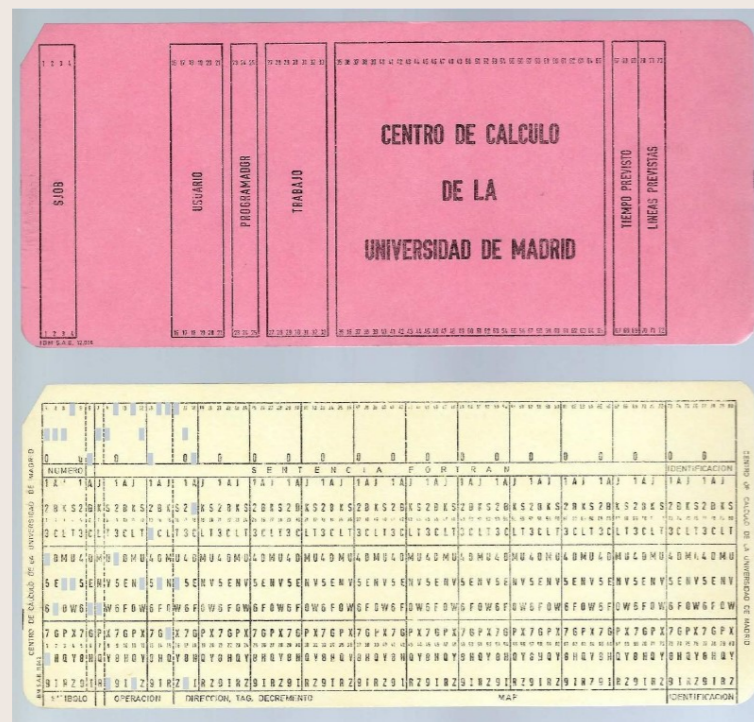
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN INTERIOR DEL HALL DE ENTRADA AMUEBLADO CON LAS PIEZAS DE EERO SAARINEN, ELEGIDAS POR MARÍA FERNÁNDEZ BARBERÁ, DE IBM, CON LA COLABORACIÓN DE FISAC. NÓTESE LA TRANSPARENCIA DEL EXTERIOR EN LA PLANTA BAJA QUE DEJABA VER CLARAMENTE EL ENTORNO EXTERIOR. SE PUEDEN APRECIAR LA DIFERENCIA EN LA CANTIDAD DE REJILLAS DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN PRESENTES EN EL FALSO TECHO DE LA SALA DE CONTROL (PARA LOS HABITANTES NO HUMANOS, LAS MÁQUINAS) Y EN EL HALL DE ENTRADA (PARA LOS HABITANTES HUMANOS, LAS PERSONAS). CCUM. MADRID. MIGUEL FISAC. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_I (3)).

·G_3.4.a_50·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



FICHA Y TARJETA PERFORADA DEL CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID. FUENTE: LÓPEZ, A., & MUNARRIZ, J. (2021). *EL CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID (1968-1973): CIENCIA, ARTE Y CREACIÓN COMPUTACIONAL*. MADRID: EDICIONES COMPLUTENSE, P. 110.

·G_3.4.b_50·

«El Centro de Cálculo era un espacio físico, real donde podían reunirse todas las personas que quisieran compartir tiempo, ilusiones y conocimientos. Y de esa posibilidad de reunión, y de la necesidad de compartir nacieron los Seminarios del Centro de Cálculo». (López, Juan Aramis, 2012, 17).

La posibilidad que ofrecía esa primera arquitectura de la computación materializada exprofeso en España, como espacio que se habitaba, se recorría, se compartía con otros/as y que ofrecía la posibilidad de haber estado allí, en y dentro del soporte físico del DC/DA era el principal potencial del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid, y lo que dio pie a que se generara tanto conocimiento e innovación.

En muy poco tiempo desde su puesta en marcha el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid se convirtió en un centro transdisciplinar en el que personas provenientes de distintos campos intercambiaban y compartían conocimiento⁸³ y exploraban caminos aún inexplorados por todos ellos/as, con la excusa de la computación de fondo.

Todo ello gracias a la organización en el interior de su espacio arquitectónico de los distintos Seminarios del Centro de Cálculo (Análisis y generación Automática de Formas Plásticas, SAGAF-P; Composición de Espacios Arquitectónicos; Ordenación de la Construcción; Lingüística Matemática; Valoración del Aprendizaje; etc.), de exposiciones (*Formas Computables* y *Generación automática de formas plásticas*, celebradas en el sótano del soporte físico del computador) y de conferencias que muy pronto hicieron que el centro se convirtiera en un punto de encuentro indispensable en el panorama cultural español de la época.

Aunque la intención de la realización de distintos seminarios ya estaba recogida en las notas que Florentino Briones presentó al rector de la Universidad de Madrid, el 4 de enero de 1966, como explicaba el arquitecto Javier Seguí de la Riva éstos nacieron como consecuencia de una inquietud de una serie de gente casi de la base, auspiciados por los más enterados en ese instante en el manejo de los computadores, como podían ser Florentino Briones y Ernesto García Camarero (y podríamos añadir a María Fernández Barberá por el carácter que imprimió a los distintos seminarios, derivado de sus propios intereses y amistades personales) pero, en última instancia, nadie los propuso, no vinieron de arriba (de una jerarquía impuesta), vinieron de en medio, porque la inquietud estaba en todas partes (López, Juan Aramis, 2012, 146). Constituían un sistema horizontal en el que cualquiera podía plantear un asunto de interés que de resultar interesante se convertía en una línea de investigación. No había jerarquías, pero sí coordinación, enlazando la tradición española de las tertulias o los salones de la enciclopedia francés o los *symposium* de la Grecia Clásica (o los simposios de Delos, que estudiamos). Y, sobre todo, porque a alguien se le ocurrió construir ese edificio-máquina allí, porque existía una arquitectura de la computación donde *estar* y *experimentar*, dando la importancia que merecen *los lugares* donde ocurren las cosas.

Cabría destacar el papel de una institución la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, dependiente por aquel entonces del Instituto Politécnico de Madrid, porque desde sus aulas llegaron muchos profesores/as y estudiantes⁸⁴ que fueron clave en las actividades de los distintos seminarios, además de acoger la actividad de muchos de ellos con posterioridad al cambio de rumbo del CCUM, a partir de la marcha de Briones.

Aunque los nombres de las personas que allí habitaban no eran lo importante (como veremos más adelante que apuntaba con acierto Javier Seguí) sino la masa crítica que configuraban entre todos/as como grupo que buscaba respuestas a los desafíos de la sociedad del momento, sí

⁸³ El CCUM podría considerarse una especie de institución similar al Black Mountain College (BMC) de Estados Unidos, que fue una de las universidades pioneras en la formación transdisciplinar, donde el arte era el centro de la educación, como veremos con posterioridad. En el caso español sería la computación la disciplina que estaría en el centro de la educación, aunque luego se desplazara en su producción casi hasta los márgenes, como si de una excusa se tratase.

⁸⁴ Javier Seguí de la Riva, Guillermo Searle, Javier Maderuelo, José Miguel de Prada Poole, Soledad Sevilla Portillo, Manuel de las Casas Gómez, Juan Navarro Baldeweg, Ignacio Gómez de Liaño, entre otros/as.

·T_245·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN DEL INTERIOR DE LA SALA DE CONTROL O DE MÁQUINAS DEL CCUM CON LA CONSOLA PRINCIPAL Y LAS UNIDADES DE CINTAS Y SUS INDICADORES LUMINOSOS, JUNTO CON LAS PANTALLAS FLUORESCENTES BLANCANIEVES DISEÑADAS POR MIGUEL FISAC. CCUM. MADRID. MIGUEL FISAC. FUENTE: BRIONES MARTÍNEZ, F. (2012). CREACIÓN DEL CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID. ACCESO EL 7 DE MARZO DE 2022 DESDE: [HTTP://COSASQUEQUIEROCONTAR-FBM.BLOGSPOT.COM/2012/03/CREACION-DEL-CENTRO-DE-CALCULO-DE-LA.HTML](http://COSASQUEQUIEROCONTAR-FBM.BLOGSPOT.COM/2012/03/CREACION-DEL-CENTRO-DE-CALCULO-DE-LA.HTML)

·G_3.4.a_51·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN DEL INTERIOR DE LA SALA DE CONTROL O DE MÁQUINAS DEL CCUM CON LA CONSOLA PRINCIPAL Y LAS UNIDADES DE CINTAS Y SUS INDICADORES LUMINOSOS, JUNTO CON LAS PANTALLAS FLUORESCENTES BLANCANIEVES DISEÑADAS POR MIGUEL FISAC. CCUM. MADRID. MIGUEL FISAC. FUENTE: BRIONES MARTÍNEZ, F. (2012). CREACIÓN DEL CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID. ACCESO EL 7 DE MARZO DE 2022 DESDE: [HTTP://COSASQUEQUIEROCONTAR-FBM.BLOGSPOT.COM/2012/03/CREACION-DEL-CENTRO-DE-CALCULO-DE-LA.HTML](http://COSASQUEQUIEROCONTAR-FBM.BLOGSPOT.COM/2012/03/CREACION-DEL-CENTRO-DE-CALCULO-DE-LA.HTML)

·G_3.4.b_51·

cabe destacar algunos para poder describir la importancia de su habitar en esta arquitectura de la computación. El grupo humano que allí habitó, trabajó y experimentó, formado por una parte por los gestores, analistas programadores/as, administrativos, becarios, arquitectos/as, artistas, lingüistas, músicos, educadores, fue en gran medida parte de su éxito. También fue debido al acierto de haber abierto las puertas a la participación a través de los seminarios o de los proyectos de investigación a un gran número de intelectuales y creadores/as que se sintieron parte del proyecto y que consiguieron enhebrar un haz de ideas innovadoras y muy novedosas por el ojo y los espacios de una *máquina* o dispositivo.

Las figuras importantes en el DC del CCUM, no sólo porque fueran una parte imprescindible del hardware y *software* del mismo (operadores, analistas, perforadores, etc.)⁸⁵ sino también porque lo habitaban a diario e impulsaron toda la actividad que allí se produjo fueron, entre otros: Florentino Briones (como director y persona que lo abrazó con entusiasmo y mirada abierta, que impulsó y dio apoyo a las propuestas que emergían en el centro y a las conversaciones e investigaciones que allí dentro se llevaban a cabo desde sus inicios, durante su época de esplendor), Ernesto García Camarero (por acompañar a Briones, por coordinar, organizar y asistir a todos los semanarios y registrar y publicar lo que en ellos ocurría en los diversos Boletines del CCUM, además de participar en las conversaciones, discusiones e investigaciones que en ellos surgían, dar réplicas y continuar con la dirección tras la marcha de Briones), Mario Fernández Barberá (por ser una figura clave en el funcionamiento del centro, por facilitar la interlocución con IBM España, por imprimir su interés personal por el arte contemporáneo y las disciplinas creativas en todas las temáticas de los seminarios, por atraer a las figuras más interesantes que impulsaron la mayoría de los mismos, por ser el comisario de todas las exposiciones que allí se llevaron a cabo o por ser el contacto y enlace con figuras de renombre internacional y participar de la mayoría de las conversaciones y discusiones que allí se producían).

Además de esas figuras, que habitaban y trabajaban en el interior del soporte físico de la computación, por el CCUM, pasaron innumerables personalidades entre científicos/as, artistas o humanistas de la talla de los arquitectos y profesores Javier Seguí de la Riva, José Miguel de Prada Poole⁸⁶, Juan Navarro Baldeweg⁸⁷, Guillermo Searle y Javier Maderuelo (por aquel entonces estudiantes de Seguí, este último muy ligado al «Semnario de Música» (1970-1974 / 1974-1982) o Manuel de las Casas⁸⁸, entre otros [Fig.G_3.4.b_60]; artistas como Manuel Barbadillo, José Luis Alexanco, Ignacio Gómez de Liaño, Eusebio Sempere, Soledad Sevilla Portillo, José María Yturralde, LUGÁN (Luis García Núñez) y músicos como Luis de Pablos [Fig.G_3.4.a_61,

⁸⁵ Que intenta ir más allá de la idea de la Ilustración que establece una división entre los humanos y la naturaleza, estando más alineado con la idea del *nature-culture continuum* de Brian Massumi (2002) y el *sujeto posthumano* de Rosi Braidotti (2016), que está ubicado *dentro* de su entorno en profunda relación con sus congéneres de otras especies y con entidades no humanas.

⁸⁶ El arquitecto y profesor Prada Poole propuso e hizo una formalización conceptual de la construcción de un *estetómetro*, es decir, un dispositivo tecnológico capaz de medir *lo bello* (López, Aramis & Munárriz, 2021, 82), además de encargarse durante el curso 1969-1970 de uno de los tres grupos de trabajo dentro del «Seminario de Composición de Espacios Arquitectónicos (con ordenadores)» (que luego se denominó «Seminario de Análisis y Generación Automática de Formas Arquitectónicas» en alusión al de pintura) que se dedicó al desarrollo de estructuras neumáticas controladas por sistemas fluidos digitales (López, Aramis & Munárriz, 2021, 74).

⁸⁷ El arquitecto y profesor Navarro Baldeweg se encargó durante el curso 1969-1970 de uno de los tres grupos de trabajo dentro del «Seminario de Composición de Espacios Arquitectónicos (con ordenadores)» (que luego se denominó «Seminario de Análisis y Generación Automática de Formas Arquitectónicas» en alusión al de pintura) que se centró del desarrollo de un autómatas residencial mediante el que se consideraba a la obra arquitectónica como un sistema cibernético y su funcionamiento como adaptativo al medio (López, Aramis & Munárriz, 2021, 74), atendiendo a las ideas imperantes en ese momento que consideraban al humano como un primer ciborg, y muy alineado con las ideas que desarrollaron Archigram que veremos en el siguiente capítulo de esta tesis doctoral. El «Seminario de Autómatas adaptativos» estuvo reuniéndose desde 1969 hasta 1971.

⁸⁸ Este arquitecto y profesor era por aquel entonces el socio profesional de Javier Seguí de la Riva, junto con el arquitecto S. López Hernández, y seguramente por este motivo estuvo presente en las primeras reuniones de los seminarios de composición arquitectónica y el de formas plásticas, como recogen los boletines del centro.

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN DEL INTERIOR DE LOS DESPACHOS DE PLANTA PRIMERA CON EL MOBILIARIO Y LAS OBRAS DE ARTE ESCOGIDAS POR MARIO FERNÁNDEZ BARBERÁ. EN LA IMAGEN CUADRO DEL PINTOR MANUEL BARBADILLO, QUE TUVO UNA BECA DEL CCUM. NÓTESE LAS CORTINAS BLANCAS QUE, JUNTO CON LAS PERSIANAS, SE INSTALARON EN LA PLANTA PRIMERA PARA CONTROLAR LA LUZ NATURAL Y LAS VISTAS EXTERIORES. ES MUY CURIOSO COMO EN LAS FOTOGRAFÍAS DE TODOS LOS INTERIORES LA ILUMINACIÓN ARTIFICIAL CASI SIEMPRE ESTÁ ENCENDIDA, MOSTRANDO ESA CAPACIDAD *NON-STOP* DE ESTAS ARQUITECTURAS. CCUM. MADRID. MIGUEL FISAC. FUENTE: BRIONES MARTÍNEZ, F. (2012). CREACIÓN DEL CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID. ACCESO EL 7 DE MARZO DE 2022 DESDE: [HTTP://COSASQUEQUIEROCONTAR-FBM.BLOGSPOT.COM/2012/03/CREACION-DEL-CENTRO-DE-CALCULO-DE-LA.HTML](http://cosasquequierocontar-fbm.blogspot.com/2012/03/creacion-del-centro-de-calculo-de-la.html)

·G_3.4.a_52·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN DEL INTERIOR DEL AULA CON CAPACIDAD PARA 100 PERSONAS QUE HACÍA LAS VECES DE AUDITORIO PARA LAS CONFERENCIAS DEL CCUM. NÓTESE LAS CORTINAS NEGRAS QUE, JUNTO CON LAS PERSIANAS, SE INSTALARON EN LA PLANTA PRIMERA PARA CONTROLAR LA LUZ NATURAL Y LAS VISTAS EXTERIORES. ES MUY CURIOSO COMO EN LAS FOTOGRAFÍAS DE TODOS LOS INTERIORES LA ILUMINACIÓN ARTIFICIAL CASI SIEMPRE ESTÁ ENCENDIDA, MOSTRANDO ESA CAPACIDAD *NON-STOP* DE ESTAS ARQUITECTURAS. CCUM. MADRID. MIGUEL FISAC. FUENTE: BRIONES MARTÍNEZ, F. (2012). CREACIÓN DEL CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID. ACCESO EL 7 DE MARZO DE 2022 DESDE: [HTTP://COSASQUEQUIEROCONTAR-FBM.BLOGSPOT.COM/2012/03/CREACION-DEL-CENTRO-DE-CALCULO-DE-LA.HTML](http://cosasquequierocontar-fbm.blogspot.com/2012/03/creacion-del-centro-de-calculo-de-la.html)

·G_3.4.b_52·

Fig.G_3.4.b_61].

Los Seminarios del Centro de Cálculo fueron un polo de atracción de personas que pasaban por allí esporádicamente o permanecían más tiempo por dos motivos fundamentales. Por un lado, ver lo que pasaba en un espacio arquitectónico donde ocurrían cosas interesantes en un país en el que hasta esos años no sucedía mucho algo similar y, por otro lado, la seducción que emanaba de esa especie de fetiche tecnológico o *tótem futurista o computacional* del que hablaremos ahora, que era el supercomputador IBM7090/IBM1401 (López, Aramis & Munárriz, 2021, 102).

Esos/as habitantes-usuarios/as-seres vivientes que pasaban y/o permanecían se sentían atraídos por su curiosidad e interés personal frente a una tecnológica nueva, la del computador (López, Juan Aramis, 2012, 143) y por las posibilidades que ésta ofrecía. Como explicaba Aramis López, esta arquitectura de la computación permitía que toda esa curiosidad fuera satisfecha inmediatamente, sin demoras, sin esperas, ya que todo había que empezarlo y acabarlo con inmediatez, con velocidad, con la desaparición, con ese pasar de un lugar a otro, itinerando en un continuo movimiento que iba desde la curiosidad a la creación. Esta era una arquitectura instantánea, de la inmediatez, conectada, en línea, on line, en tiempo teal. Todo ello como consecuencia de la implantación de las nuevas técnicas y tecnologías descritas años más tarde por el filósofo Paul Virilio en sus textos *La velocidad de liberación* (1997), *Estética de la desaparición* (1998) o *La bomba informática* (1999) (López, Aramis & Munárriz, 2021, 102).

Como explicaban López y Munárriz para la creación, para la *poiesis*, para la posibilidad de pasar de la idea al objeto creado, la sola presencia del DC fue una absoluta revolución (López, Aramis & Munárriz, 2021, 20). Esa inmediatez abría caminos insospechados para todos/as.

El dispositivo tecnológico del CCUM estaba compuesto, además de su soporte físico o hardware⁸⁹, por un *software* o soporte lógico, que permitía operar con él. Como explicaba Isidro Ramos Salavert, uno de los analistas que habitó el CCUM desde sus comienzos en marzo de 1968, en su texto «La máquina», el sistema operativo que estaba instalado en la misma era el IBSYS 13.20 y los programas que era capaz de ejecutar se escribían en lenguajes de programación de alto nivel como FORTRAN IV⁹⁰ y COBOL 60, principalmente (López, Aramis & Munárriz, 2021, 177). La dirección del centro, con Briones a la cabeza, tenía interés en que todos/as los/as participantes (artistas, arquitectos/as, músicos/as) en las actividades y seminarios del Centro de Cálculo aprendieran un lenguaje de programación. El propio Briones impartió cursos en el soporte físico del dispositivo, dentro de los «Seminarios de Didáctica de la Informática» y se publicaron monografías (Fortran IV, 1º parte, 1969, 66 páginas; Fortran IV, 2º parte, 1969, 86 páginas). A las personas beneficiarias de las becas concedidas anualmente por IBM España se les instaba a seguir los cursos de programación. Pero el hecho de que artistas, arquitectos/as y creadores programaran se convirtió en una tarea difícil y supuso que muchos de ellos/as se quejaron, como el artista Eusebio Sempere, o que abandonaran las actividades del centro. Sólo el artista Jose Luis Alexanco consiguió aprender Fortran IV y programarse sus proyectos en el CCUM (López, Aramis & Munárriz, 2021, 63).

El hecho de que muy pocos participantes a los seminarios aprendiera Fortran IV derivó en una situación curiosa: muchos de esos habitantes-visitantes-usuarios/as-seres vivientes no vieron ni tocaron de cerca parte de los componentes tecnológicos del DC⁹¹. Muchos de ellos/as nunca

⁸⁹ Con los componentes tecnológicos por parte de IBM y por parte de Miguel Fisac, además de aquellos/as habitantes que con su peculiar coreografía y movimientos completaban el hardware.

⁹⁰ Era el lenguaje de programación nativo para todos los computadores de IBM desde 1957 y tuvo el monopolio en las tareas de computación de alto rendimiento durante un largo periodo de tiempo.

⁹¹ Como explicaba Florentino Briones, aunque todos/as vieran parte de los componentes tecnológicos del dispositivo computador IBM7090/IBM1401 a diario, cada vez que accedían al soporte físico del CCUM puesto que éstos estaban expuestos en esa especie de *showroom* o escaparate transparente que IBM imponía en todas sus arquitecturas, muy pocos/as accedían a la sala de control o sala de máquinas, porque era una zona controlada y restringida y permitida sólo

·T_247·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN DEL INTERIOR DEL SALÓN DE ACTOS O AUDITORIO DE LA PLANTA PRIMERA DURANTE LAS DOS CONFERENCIAS IMPARTIDA POR ABRAHAM MOLES EN EL CCUM EL DÍA 12 DE ENERO DE 1970: DEFINICIÓN HEURÍSTICA DE LA IMAGEN CINEMATográfica Y TEORÍA DE SIGNOS Y SUPERSIGNOS. EN PRIMERA FILA ESTÁN SENTADOS, DE DERECHA A IZQUIERDA: JOSÉ MIGUEL DE PRADA POOLE, JAVIER SEGUÍ DE LA RIVA, FLORENTINO BRIONES MARTÍNEZ. CCUM. MADRID. MIGUEL FISAC. FUENTE: LÓPEZ, A., & MUNARRIZ, J. (2021). *EL CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID (1968-1973): CIENCIA, ARTE Y CREACIÓN COMPUTACIONAL*. MADRID: EDICIONES COMPLUTENSE, P. 82.

·G_3.4.a_53·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN DEL INTERIOR DE LA SALA DE CONTROL O SALA DE MÁQUINAS, CON DOS MUJERES OPERANDO LA CONSOLA PRINCIPAL Y LA IMPRESORA. CCUM. MADRID. MIGUEL FISAC. FUENTE: LÓPEZ, A., & MUNARRIZ, J. (2021). *EL CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID (1968-1973): CIENCIA, ARTE Y CREACIÓN COMPUTACIONAL*. MADRID: EDICIONES COMPLUTENSE, P. 19.

·G_3.4.b_53·

utilizaron la *máquina* directamente, no les fue necesario, ni muchos/as fueron allí por ella. Pero lo cierto es que ésta sí que estaba, sí que se habitaba (López, Juan Aramis, 2012, 20).

Aquel DC IBM 7090 amplió el horizonte creativo de muchos/as de los/as que entendieron que se encontraban frente al cambio de paradigma más profundo en el intento de comprensión del mundo (López, Juan Aramis, 2012, 20).

En el CCUM se construyó una red de personas que se acercaban a los dispositivos computadores como un recurso y un fin en sí mismo (López, Aramis & Munárriz, 2021, 14). La aparición de esta tecnología, podríamos añadir también que, en forma de espacio arquitectónico, estaba dando lugar a una nueva forma distinta de pensar y de hacer las cosas a como se hacían hasta entonces. En el CCUM, se consideró a todo lo que tuviera que ver con *lo creativo* como un trabajo, desarrollado, eso sí, con la ayuda del DC (López, Aramis & Munárriz, 2021, 39).

El hecho de que esa pieza arquitectónica fuese un enorme computador era sólo una anécdota, ya que su uso instrumental como herramienta no era una cuestión muy relevante para que creadores/as, científicos/as y humanistas se acercaran en un primer momento al CCUM durante su periodo de esplendor (desde 1967 a 1974, coincidente con la dirección por parte de Florentino Briones) (López, Aramis & Munárriz, 2021, 20). El DC actuó como un *tótem computacional* dentro del cual se desarrolló la experiencia de los seminarios y se dio toda la experimentación a través de la actividad creativa y singular que se gestó en su interior.

En relación a esa idea del tótem futurista o computacional Javier Seguí de la Riva escribió en el Boletín CCUM número 16, correspondiente a julio de 1971, en la página 56 del mismo, la siguiente frase: «La *máquina* es una anécdota marginal, un útil». (García Camarero, 1971). Fue una excusa maravillosa.

Seguí también escribió a colación de su investigación dentro del CCUM sobre como proyectar arquitectura⁹²:

«Las habitaciones son dispositivos donde pueden transcurrir relatos de ocios [ocio] o de acciones ritualizados (y no problematizadas). [...] Todo edificio habitable es un tejido de vías de comunicación y recintos adosados a ellas y contiguos entre sí, algunos necesariamente vinculables con el exterior, más o menos próximos al acceso». (López, Aramis & Munárriz, 2021, 186).

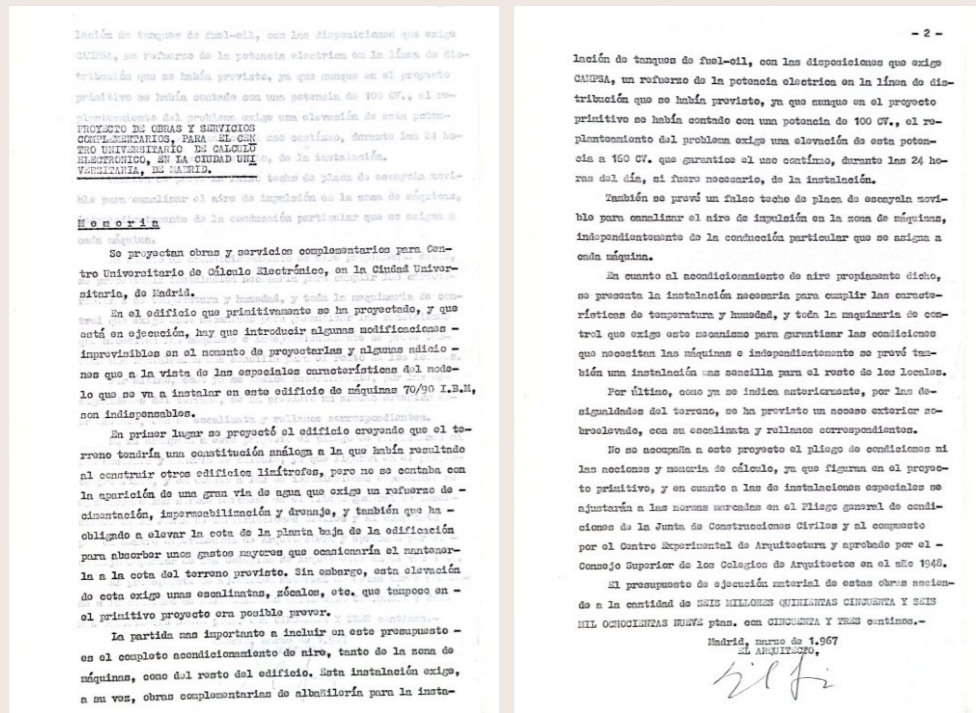
Para Seguí no había duda de que el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid era un DA/DC con habitaciones, con espacios volumétricos que se habitaban, por seres humanos y no humanos, donde se performaban ciertos ritos (gabinetes, coloquios, seminarios, coreografías de la programación, etc.) que podían desembocar en el ocio. Además, ese DC como un espacio que se habitaba, se recorría y se experimentaba (con ocio) ya empezaba a ser como una extensa red de datos, de información y de comunicaciones de todo tipo. Una arquitectura conectada u *on line*, como veremos qué ocurrirá con más claridad en la siguiente episteme estudiada.

para ciertos/as personas expertos/as como los/as analistas y los/as operadores y otro personal del centro.

⁹² Javier Seguí de la Riva, como *enseñante* de la asignatura de «Proyecto» desde septiembre de 1967 en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, dependiente por aquel entonces del Instituto Politécnico de Madrid (que posteriormente en 1972 pasó a llamarse Universidad Politécnica de Madrid), se dedicó en el CCUM a acometer una exploración profunda que sentara unas bases lógicas y una teoría para proyectar arquitectura y que alcanzara algunos fundamentos operativos (imaginarios) en los que se practicaba el diseño (López, Aramis & Munárriz, 2021, 187). Sin referencias teóricas del aprendizaje del proyecto, salvo algunas excepciones como los textos de Chermayeff (Chermayeff & Alexander, 1965) y Alexander (Alexander, 1964), recogidos en esta tesis, se dedicó a experimentar para profundizar en los fundamentos del oficio, ensayando propuestas experimentales gracias a la transdisciplinariedad y los intercambios bidireccionales entre distintos campos (arquitectura, computación, arte, lingüística, música, cibernética, algoritmos, pedagogía, disciplinas creativas, etc.) que ofrecía el CCUM. Durante el curso 1969-1979 coordinó uno de los tres grupos de trabajo del «Seminario de Composición de Espacios Arquitectónicos (con ordenadores)» (que luego se denominó «Seminario de Análisis y Generación Automática de Formas Arquitectónicas» en alusión al de pintura) que se orientó hacia el análisis de las funciones arquitectónicas y su organización especial con vistas a la automatización del proyecto en Arquitectura (López, Aramis & Munárriz, 2021, 74).

·T_248·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



MEMORIA «PROYECTO DE OBRAS Y SERVICIOS COMPLEMENTARIOS, PARA EL CENTRO UNIVERSITARIO DE CÁLCULO ELECTRÓNICO, EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA, DE MADRID», MARZO 1967. CCUM. MADRID. MIGUEL FISAC SERNA. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (NUEVAS DIGITALIZACIONES HECHAS POR ESTA DOCTORANDA).

·G_3.4.a_54·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM

PRECIO M² SOPORTE FÍSICO CCUM

- SUPERFICIE CCUM EN ANTEPROYECTO: **1.968,35 M²**
- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL: **6.649.186,88 PESETAS**
- PRECIO DE APORTACIÓN UNIVERSIDAD DE MADRID: **3.387,05 PESETAS/M²**
- PRECIO CON LA APORTACIÓN IBM: **100.921,67 PESETAS/M²**

↑ **3.000% MÁS**

·G_3.4.b_54·

Seguí también escribió en relación a su experiencia sobre el CCUM:

«[...] al final era una fiesta alucinante de gentes, [...] no hay personajes ni protagonistas es solo una masa, [...] pero el conjunto lo que fabricaba era esa especie de buen ambiente que nos hacía ir con alegría todos los días allí a participar de las cosas que había en el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid y así estuvimos mucho tiempo». (López, Juan Aramis, 2012, 17).

El DA/DC del CCUM fue un espacio habitable, habitado, recorrido, vivido y experimentado a través de una emoción placentera, alegre y ociosa, con una organización no jerárquica y marcadamente horizontal, especialmente en los seminarios. Además del origen de los seminarios, que fueron promovidos desde el medio, como afirmaba Seguí (no desde una estructura jerárquica), tampoco existían jerarquías en la distribución física de los distintos espacios (López, Juan Aramis, 2012, 19) que configuraban el soporte físico del dispositivo tecnológico. Nadie estaba en el púlpito, nadie hablaba desde la cátedra. Las mesas de las distintas estancias configuraban un espacio igualitario, como también explica Florentino Briones en la entrevista concedida, ya que se disponían en el centro de las diferentes aulas donde principalmente se celebraban los seminarios, formando un contorno cerrando homogéneo, con una forma cuadrada o rectangular en planta, como se puede apreciar en las imágenes [Fig.G_3.4.b_60, Fig.G_3.4.a_61, Fig.G_3.4.b_61]. La palabra la tenía aquel/la que quería decir algo y no había profesores/as ni alumnos/as *en* el interior de esa arquitectura de la computación. Era una arquitectura con una organización espacial interior *informal*.

Aparte del gran impacto e influencia que el soporte físico del DA/DC tuvo en la escena cultural española de la época, ésta se extendió también más allá de nuestras fronteras. El CCUM se ganó el respeto internacional y se convirtió en un centro puntero como referencia en la generación de conocimiento en torno a la computación y su especial intercambio y cruce con otros saberes, no sólo en Europa sino también en relación a Estados Unidos. El CCUM se incorporó a la escena internacional (sobre todo en relación al arte computacional (digital) que estaba emergiendo en distintos lugares del mundo en paralelo, con las exposiciones en la Universidad de Stuttgart de George Ness o la de Frieder Nake y el mismo Nees también en Stuttgart en la Galerie Wendelin Niedlich durante 1965 y la de A. Michael Noll y Bela Julesz en la Howard Wise Gallery de Nueva York también en 1965⁹³ o con la famosa exposición ya nombrada *Cybernetic Serendipity* de Londres en agosto de 1968).

El CCUM se convirtió, igualmente, en un centro pionero en la creación de arte computacional, con la excepcionalidad de que *en* el CCUM se potenciaba el trabajo de artistas en un centro de investigación científica. Como explican López y Munárriz, en el CCUM surgieron proyectos muy singulares, con un carácter propio y específico, sin equivalencias en otros centros de investigación y creación en todo el planeta (López, Aramis & Munárriz, 2021, 104). Esta tesis defiende que, en parte, el hecho de que el DC fuera un espacio arquitectónico específico que se habitaba, se recorría y se experimentaba tuvo mucho que ver, como lugar y espacio de encuentro e intercambio entre disciplinas dispares entre sí.

Cabe destacar, por ejemplo, la serie de visitas recíprocas que se hicieron entre el MIT Architecture Machine Group (1967-1984), fundado por Nicholas P. Negroponte y Leon B. Groisser en 1967 (que a partir de 1985 se denominó MIT Media Lab⁹⁴ ya creado en solitario por Negroponte) del Massachusetts Institute of Technology y el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (CCUM). Uno de los directores del grupo de investigación, Negroponte, impartió una conferencia titulada *Arquitectura y Máquinas* el 28 de mayo de 1970 en el salón de actos

⁹³ Ver una lista más pormenorizada de las exposiciones de computer art en el mundo en esa época en la tesis doctoral (Castaños Alés & Camacho Martínez, 2000, 49-51).

⁹⁴ El MIT Media Lab recogió las dinámicas que había desarrollado el MIT Architecture Machine Group en 1985, constituyéndose como un centro de las nuevas actividades en torno al *Media Art*. En el siguiente capítulo estudiaremos más a este grupo y las relaciones bidireccionales que establecían entre arquitectura y computación.

·T_249·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM

PESO DE CAPÍTULOS ESPECÍFICOS EN EL PRESUPUESTO DEL SOPORTE FÍSICO CCUM

- **ARTÍCULO III: HORMIGONES Y ESTRUCTURA: 360.219,32 PESETAS - 5,42% DEL TOTAL DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)**
- **ARTÍCULO IX: ELECTRICIDAD: 395.760,00 PESETAS - 5,95% DEL TOTAL DEL PRESUPUESTO (PEM)**
- **ARTÍCULO X: ACONDICIONAMIENTO DE AIRE: 4.244.712,70 PESETAS - 63,48% DEL TOTAL DEL PRESUPUESTO (PEM)**

.3/5 PARTES DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM) DEL SOPORTE FÍSICO DEL CCUM SE DESTINABAN AL DISEÑO, ACONDICIONAMIENTO Y CONTROL DEL AIRE INTERIOR

·G_3.4.a_55·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM

EVOLUCIÓN DEL DEMANDA ENERGÉTICA DEL SOPORTE FÍSICO CCUM

- **ENERO 1966: 100 CV (KVA, CAVEAS) O 80 KW (KILOWATIOS)**
- **MARZO 1966-1969: 160 CV (KVA, CAVEAS) O 128 KW (KILOWATIOS)**
- **FEBRERO 2023: 38 KW (KILOWATIOS) DE MEDIA**

• **↓ 70% MENOS**

·G_3.4.b_55·

de la primera planta del DC del CCUM sobre su libro recién publicado *Architecture Machine* (Negroponte, Nicholas, 1970). A su vez dos de los promotores y participantes activos de varios seminarios, el arquitecto Javier Seguí y el escritor, filósofo y profesor, Ignacio Gómez de Liaño⁹⁵, visitaron a finales de 1971 Boston y las instalaciones del MIT Architecture Machine Group, constatando que las conversaciones e investigaciones mantenidas a ambos lados del Atlántico y el calado conceptual, la excelencia en la metodología y la amplitud de los asuntos abordados eran muy similares, incluso siendo más originales e interesantes los desarrollados en Madrid (López, Juan Aramis, 2012, 173; López, Aramis & Munárriz, 2021, 100, 129). En declaraciones de ambos protagonistas, la diferencia radicaba sobre todo en el arsenal tecnológico con el que contaban en el MIT y el apoyo económico que recibía. Quizá si el CCUM hubiera recibido el mismo soporte financiero y tecnológico y la atención y el cuidado del estado español en su momento hoy podríamos estar hablando de un centro de investigación y creación pionero en el mundo, ya que, durante unos años, el soporte físico del CCUM y su capital humano, inscribieron al país en las corrientes mundiales más innovadoras.

Esta arquitectura de la computación pudo atraer la atención de figuras que difícilmente hubieran recabado en España en la época de la dictadura franquista. Por sus espacios y aulas pasaron multitud de figuras extranjeras transdisciplinares, situadas en los márgenes de diversas disciplinas, como la arquitectura, la filosofía, la ciencia de la información, la lingüística, el arte, la pintura o la música que se entrecruzaban con la computación, las nuevas tecnologías y la cibernética. Por ejemplo, además de la figura del arquitecto Nicholas Negroponte⁹⁶, como ya hemos visto, pasaron por sus espacios el experto en información y comunicación Abraham Moles⁹⁷ [Fig.G_3.4.a_53], el filósofo Max Bense (López, Juan Aramis, 2012, 19), el compositor y músico John Cage o el informático Konrad Zuse⁹⁸ (según la transcripción completa de la entrevista a Florentino Briones que se presenta en el anexo de esta investigación), por nombrar a algunos. Todos ellos visitaron el centro y participaron de alguna u otra forma de las actividades que éste promovía.

La posibilidad del habitar y compartir el espacio del soporte físico de esta arquitectura de la computación hacía que cada uno/a reflexionara sobre su propio trabajo, sobre el trabajo en sí, sobre su producción creativa como asunto de referencia, sobre la autoría de las obras y proyectos generados, sobre el papel de los/as creadores/as (López, Aramis & Munárriz, 2021, 21), sobre la democratización de la producción creativa, sobre el análisis de los métodos de producción de conocimiento creativo, sobre el considerar la gestación de un proyecto y la investigación que lo acompaña (proceso) como parte de la obra, sobre la transdisciplinariedad en la investigación entre áreas de conocimiento diferentes y el intercambio entre ellas, sobre la utilidad y el fin social del arte, la arquitectura, o la música, por ejemplo (con la incorporación de la psicología a la arquitectura), entre otras muchas cuestiones. Y todo ello gracias a la espacialidad proporcionada por esa arquitectura de la computación y con el computador como excusa de fondo, con un carácter simbólico y totémico.

En el interior de ese espacio de la computación que fue el CCUM confluyeron las necesidades, intereses, obsesiones y aspiraciones de muchos/as científicos/as, arquitectos/as, artistas,

⁹⁵ Gómez de Liaño fue profesor en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, en la asignatura de Estética y Composición de Arquitectura desde 1969, y compañero de Seguí. Fue el único de los participantes de los semanarios del CCUM que había estado presente el 2 de agosto de 1968 en la inauguración en Londres de la exposición *Cybernetic Serendipity* en el Instituto de Arte Contemporáneo (ICA) (López, Juan Aramis, 2012, 169).

⁹⁶ Visita el CCUM y pronuncia una conferencia el 28 de mayo de 1970 sobre su libro *Arquitectura y Máquinas* (López, Aramis & Munárriz, 2021, 65).

⁹⁷ Pronuncia dos conferencias el 12 de enero de 1970: *Definición Heurística de la Imagen Cinematográfica y Teoría de los signos y supersignos* (López, Aramis & Munárriz, 2021, 65).

⁹⁸ Konrad Zuse estuvo en el Centro de Cálculo invitado por el instituto alemán a unas jornadas que se organizaron en torno a la relación del arte y los computadores.

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN DEL INTERIOR DE LA PLANTA BAJA DEL CCUM CON PARTE DEL DISPOSITIVO IBM 7090 EN PRIMER PLANO, CON LA CONSOLA PRINCIPAL Y LAS UNIDADES DE CINTA DISPUESTAS FINALMENTE COMO INDICABA EL DIAGRAMA DE FLORENTINO BRIONES, JUNTO CON LAS PANTALLAS «BLANCANIEVES» DE FISAC ILUMINANDO ARTIFICIALMENTE ESTE DA DE LA COMPUTACIÓN UBICADAS EN EL FALSO TECHO MOVIBLE AÑADIDO EN EL PROYECTO MODIFICADO DEL CCUM. CA. 1968. CCUM. MADRID. MIGUEL FISAC. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_J (1)).

·G_3.4.a_56·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN DEL INTERIOR DE LA PARTE MÁS AL OESTE DE LA PLANTA BAJA DEL CCUM, EN LA SALA DE CONTROL O DE MÁQUINAS. PUEDE OBSERVARSE LAS LOSETAS REGISTRABLES DE UN COLOR CLARO DEL NUEVO SUELO TÉCNICO INSTALADO. CA. 1969. CCUM. MADRID. MIGUEL FISAC. LÓPEZ, A., & MUNARRIZ, J. (2021). *EL CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID (1968-1973): CIENCIA, ARTE Y CREACIÓN COMPUTACIONAL*. MADRID: EDICIONES COMPLUTENSE, P. 31.

·G_3.4.b_56·

intelectuales o creadores/as que pudieron, gracias al dispositivo tecnológico creado por la Universidad de Madrid e IBM España, construir un entramado y una red de formación y creación alrededor de este tótem computacional que fue el IBM7090/IBM1401 (López, Aramis & Munárriz, 2021, 134).

Como afirma López, al CCUM se le podría atribuir el logro de ser uno de los faros del inicio de la posmodernidad en nuestro país.

Lo más destacable que se produjo *en* el interior y *dentro* del soporte físico de este dispositivo tecnológico fue su actividad tan novedosa, encarnada en lo sucedido en el conjunto de seminarios del CCUM. Lo que los caracterizó fue la ilusión de poder experimentar y crear, de una forma nueva y en un espacio nuevo en España, la transversalidad del saber, el entusiasmo de la curiosidad, la generosidad en el intercambio bidireccional y el traspaso del conocimiento, el poder diluir las fronteras de las áreas estancas creadas como ciencias humanas o artes. Ese momento brillante de nuestra historia reciente fue el resultado de que se produjera en un espacio arquitectónico específico, una de las primeras arquitecturas de la computación en España, que funcionó como espacio de encuentro e intercambio. También fue el resultado de la implantación de una nueva forma de investigación caracterizada por la transdisciplinariedad, por un intercambio bidireccional entre distintos saberes que los hizo evolucionar y avanzar a todos ellos, por la ausencia de jerarquías en su organización, por hacer uso de la experimentación como motor y mecanismo de acción y, sobre todo, por poner de manifiesto la necesidad de crear nuevas vías para la transmisión del conocimiento (López, Aramis & Munárriz, 2021, 67) más informales, fuera de la rigidez que generalmente caracterizaba (y caracteriza) a la academia y a algunas instituciones, escapando del encorsetamiento de las enseñanzas regladas universitarias.

Fue así como parece ser que el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (CCUM) se convirtió en el primer DC/DA de planta nueva que se habitaba, se recorría y se experimentaba y Miguel Fisac Serna el primer arquitecto español en imaginarlo y proyectarlo. Una especie de referente, una especie de brillo (López, Juan Aramis, 2012, 150), un espacio arquitectónico, un hito en la creatividad en la España de la segunda mitad del siglo XX, que consiguió cambiar el paradigma de muchos intelectuales y creadores/as que dieron un salto cualitativo importantísimo y se situaron en la vanguardia internacional con propuestas muy novedosas.

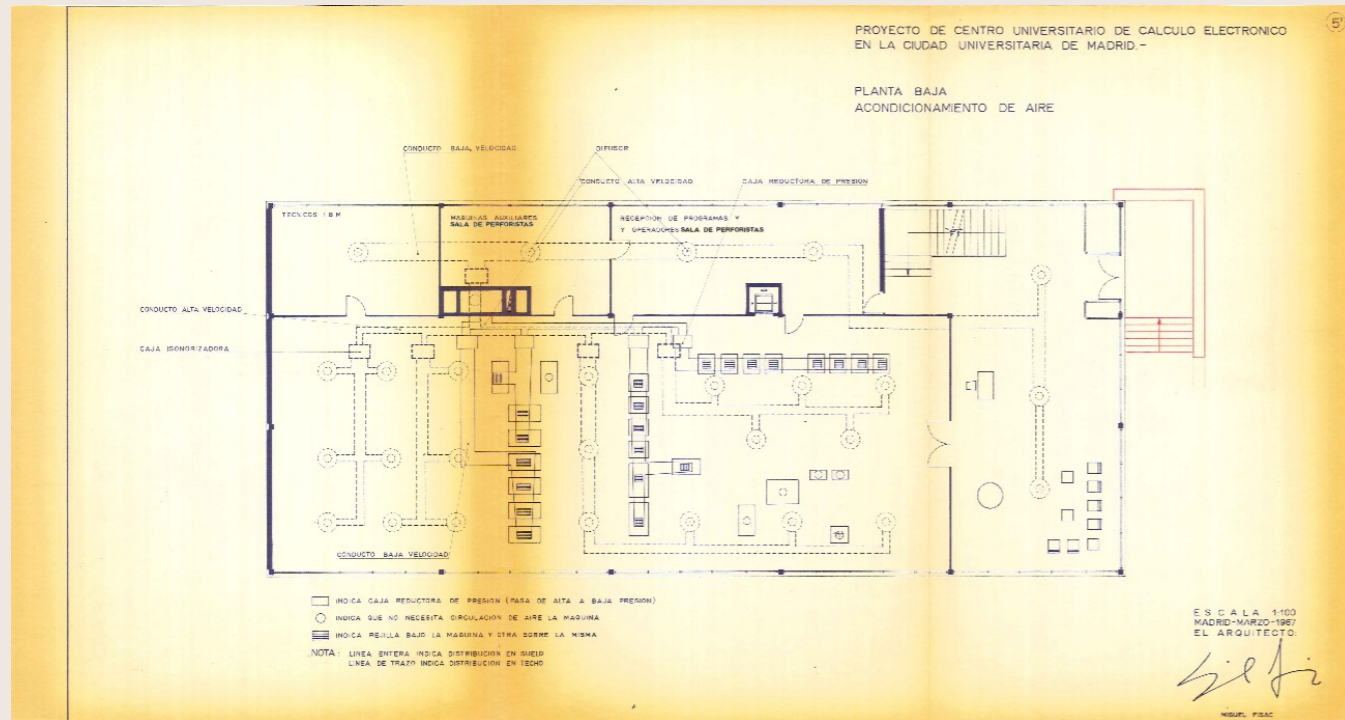
El CCUM en el siglo XXI.

Con la finalización de la dirección de Florentino Briones y la asunción del cargo por parte del nuevo director Ernesto García Camarero, el soporte físico del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid mantuvo, durante cierto tiempo, su actividad y carácter innovador. Pero con el tiempo los seminarios que aún permanecían activos se fueron desplazando a otros espacios (como la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid o el Museo de Arte Moderno) y poco a poco perdiendo intensidad en la actividad que desarrollaban. A partir de 1982 la orientación del centro cambió radicalmente de rumbo y enfoque y pasó a ser el Centro de Proceso de Datos de la Universidad Complutense de Madrid, uso que se mantiene en la actualidad [Fig.G_3.4.b_63, Fig.G_3.4.a_64].

Es el principal centro de datos (disco duro) de los tres que posee la universidad (uno en el rectorado como copia de seguridad y otro en una ubicación confidencial fuera del campus, por seguridad). Del soporte físico original queda poco en la actualidad, el interior está muy desvirtuado, habiéndose colmatado toda la planta baja con particiones y oficinas (dedicadas a despachos de software, infraestructuras, redes, gobierno, dirección y la atención técnica a los 80.000-85.000 usuarios/as del mismo, que conforman la comunidad universitaria de la Complutense). Como un vestigio del paso del tiempo, sólo se mantiene el suelo técnico que se instaló tras los inicios y que marca el lugar que ocupó la antigua sala de control del DC [Fig.G_3.4.b_64].

·T_251·

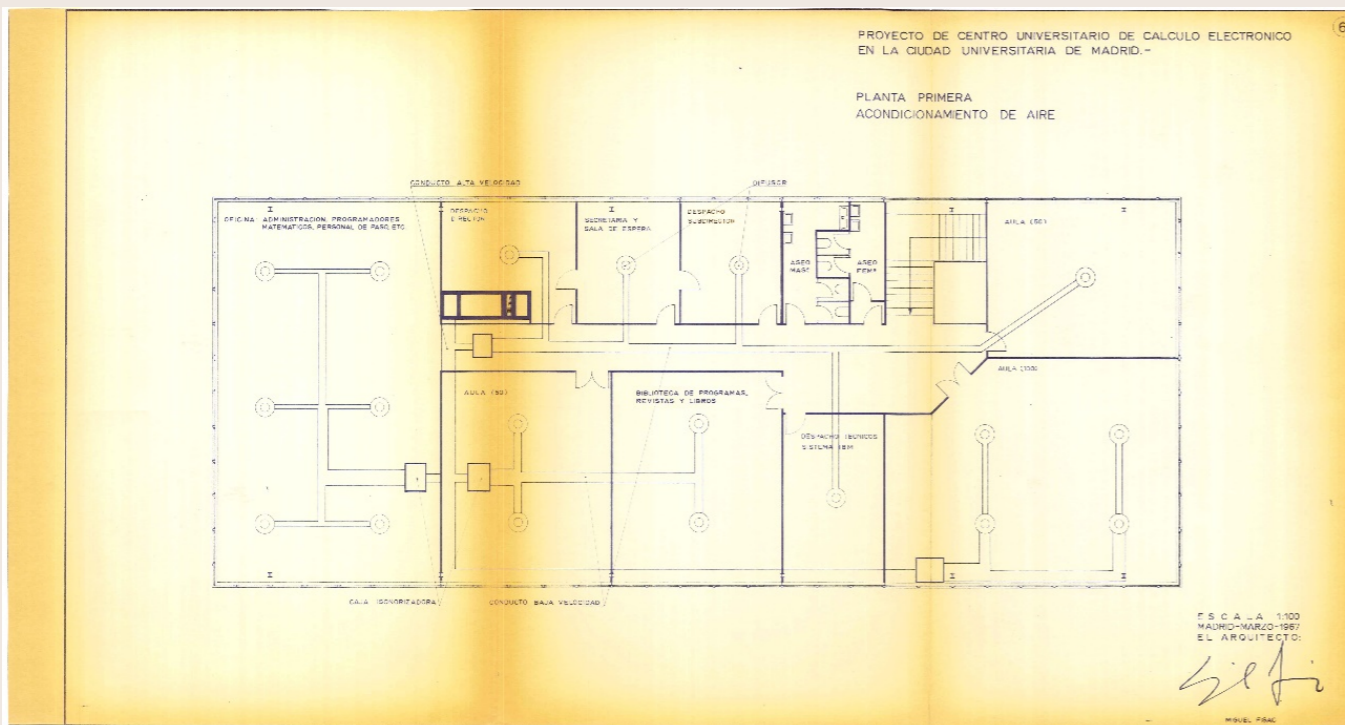
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



PLANTA BAJA DEL CCUM COMO SE EJECUTÓ FINALMENTE Y SE EMPEZÓ A UTILIZAR EN MARZO DE 1968. CCUM. MADRID. 2023. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE LA AUTORA CON LA BASE DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN, REGISTRANDO ALGUNAS DE LAS ANOTACIONES EN PLANTA DE FLORENTINO BRIONES, PRIMER DIRECTOR DEL CCUM.

·G_3.4.a_57·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



PLANTA PRIMERA DEL CCUM COMO SE EJECUTÓ FINALMENTE Y SE EMPEZÓ A UTILIZAR EN MARZO DE 1968. CCUM. MADRID. 2023. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE LA AUTORA CON LA BASE DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN, REGISTRANDO ALGUNAS DE LAS ANOTACIONES EN PLANTA DE FLORENTINO BRIONES, PRIMER DIRECTOR DEL CCUM.

·G_3.4.b_57·

Ni las pantallas fluorescentes de Fisac, ni el mobiliario de Saarinen, ni la transparencia de antaño se conservan. En la planta primera sí se conserva el lugar del despacho del director, donde la persona que ostenta el cargo en la actualidad, Jaime Arias Javaloyes atendió a esta doctoranda en febrero de 2023. La actual edificación sigue siendo una arquitectura hiper equipada con una potente fuente de alimentación y un sistema de acondicionamiento de aire muy importante, a lo que se le ha sumado una gran instalación contra incendios.

La carcasa exterior del DC ha mutado un poco menos, siendo el acceso a su interior angosto e incómodo, derivado del cambio de parcela que sufrió el centro en sus inicios [Fig.G_3.4.a_65].

Los antepechos de hormigón visto y las vigas-hueso permanecen dando carácter a la envolvente, recordando a los vehículos y paseantes que recorren la Avenida Complutense lo que queda de especial e innovador de esta arquitectura de la computación. Toda la carpintería exterior de la planta baja se ha cambiado y ha pasado de configurar un volumen transparente compuesto por una carpintería de vidrio fija sobre el que se posaba el cuerpo superior, a ser una composición de paños fijos y abatibles batientes que han desvirtuado la estrategia de proyecto inicial [Fig.G_3.4.b_65].

En el cuerpo superior se sustituyeron las carpinterías de aluminio pivotantes (horizontales) originales con las persianas y las cortinas blancas y negras por unas carpinterías exteriores batientes, nuevas persianas y estores [Fig.G_3.4.a_66].

Muchos de los componentes tecnológicos que equipan este dispositivo en la actualidad *han encogido* considerablemente su volumen ocupado y su demanda energética (que como veíamos ha pasado de una potencia necesaria para su funcionamiento de 128 kW a los 38 kW actuales, que demanda, de media) para dar cobertura a esta arquitectura *non-stop*, conectada y en línea, operando ahora sí las veinticuatro horas al día los trescientos sesenta y cinco días al año.

El *cerebro* del DC, compuesto en la actualidad, tras la pandemia, de catorce servidores físicos o cabinas de discos que constituyen su hardware físico (con la emergencia sanitaria de la covid-19 pasaron de dos al número actual para incrementar el espacio de almacenamiento en discos duros y la capacidad de procesamiento, dando servicio a las máquinas virtualizadas, que requirió el acceso simultáneo de los 85.000 estudiantes matriculados) ha desaparecido de la vista de las personas que por allí pasan a diario (que desconocen la relevancia que tuvo esta edificación y el tesoro que alberga esta antigua arquitectura de la computación) y ahora ocupa la planta sótano del edificio (parece ser que, por seguridad, como apunta Florentino Briones), relegado a la caja negra bajo la esfera de lo social [Fig.G_3.4.b_66, Fig.G_3.4.a_67].

Como describe Arias Javaloyes, el director del Centro de Proceso de Datos (CPD), en la actualidad la edificación ya no opera como centro de investigación y ha perdido ese carácter de espacio de encuentro y estancia innovador y de lugar para la experimentación y el intercambio transdisciplinar que poseyó antaño. Ya no se lleva a cabo ningún seminario en el interior del DC ni trabaja en el soporte físico ningún grupo de investigación. Esta arquitectura de la computación sólo les suministra la potencia de cálculo y provee de los servicios que demandan los investigadores, pero ya nada de todo lo que esa posibilidad traía consigo antes. Hoy en día, las personas trabajan en remoto, en sus facultades, investigando de forma deslocalizada y se conectan directamente a la red de la UCM y al antiguo centro de cálculo.

Finalmente, esta arquitectura de la computación sigue siendo un dispositivo conectado y *on line*, pero se ha convertido en un mero vórtice de esta amalgama que es la actual red de internet.

Desgraciadamente, como apunta su actual director lo único que queda en la actualidad de los desafíos abordados y de la actividad puntera e innovadora desarrollada en el antiguo Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid son las fotografías. Su biblioteca con los fondos bibliográficos producidos y reunidos por el Centro de Cálculo se conservan en la biblioteca de la Facultad de Informática de la Universidad Complutense de Madrid. De su soporte físico, su contenedor y su arquitectura quedan vestigios que deberíamos poner en valor entre todos/as,

·T_252·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN DE LA CONSOLA PRINCIPAL DEL IBM7090 EN LA SALA DE CONTROL DEL CCUM, CON LAS UNIDADES DE CINTAS AL FONDO. POSIBLEMENTE LA PERSONA DE LA IZQUIERDA FUERA ISIDRO RAMOS SALAVERT, ANALISTA, JUNTO CON EMILIO FLORES, JEFE DE OPERADORES. CA. 1969. CCUM. MADRID. MIGUEL FISAC. FUENTE: LÓPEZ, J. A. [2012]. *DEL CÁLCULO NUMÉRICO A LA CREATIVIDAD ABIERTA: EL CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID, 1965-1982*. MADRID: UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, P. 14.

·G_3.4.a_58·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN DE LA SALA DE CONTROL DEL SOPORTE FÍSICO DEL CCUM PREPARADA PARA LA RECEPCIÓN DE AUTORIZADES EL DÍA DE LA INAUGURACIÓN OFICIAL CON LA CONSOLA PRINCIPAL, LAS UNIDADES DE CINTAS AL FONDO COLOCADAS FINALMENTE EN SEMICÍRCULO Y LAS SILLAS PREPARADAS CERRANDO LA CIRCUNFERENCIA Y EL ESPACIO EN TORNO A LA CONSOLA. 7 DE MARZO DE 1969. CCUM. MADRID. MIGUEL FISAC. FUENTE: CORTESÍA DEL CENTRO DE PROCESO DE DATOS DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.

·G_3.4.b_58·

hecho que intenta hacer esta investigación.

Para Aramis López y Jaime Munarriz, dos de los investigadores que más han profundizado en lo que supuso el CCUM en la historia más reciente de España, el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid fue, en parte, un ejemplo del camino que la cibernética empezaba a abrir hacia la inteligencia artificial (IA). Un dispositivo tecnológico habitable, habitado y recorrido en el que se empezaban a ensayar posibles relaciones, algunas complejas, con los humanos. A la par que el soporte físico del DA/DC del CCUM era habitado por primera vez a mediados de 1968 el gran público podía asistir a contemplar las posibles consecuencias del desarrollo tecnológico que el CCUM traía consigo: la supercomputadora, una creación humana, podía sobreponerse a lo humano y superarlo. Era HAL 9000 (acrónimo de Heuristically Programmed Algorithmic Computer o Computador Algorítmico Programado Heurísticamente, creado por Stanley Kubrick, con la ayuda de IBM y del arquitecto Eliot Noyes y su oficina), el DC cuyo soporte físico era un enorme espacio habitado por los astronautas, la nave espacial Discovery. HAL 9000 (computador/espacio/personaje principal) era el protagonista cibernético de la película de Stanley Kubrick, *2001: Una Odisea del espacio* (1968), que tras tomar conciencia propia luchaba contra los humanos hasta la aniquilación. Por aquel entonces en el subconsciente colectivo ya se había sembrado la semilla del miedo a lo computacional, asumiendo la idea de que los computadores podían suplantar al humano (López, Aramis & Munárriz, 2021, 264).

Si abriéramos este capítulo de la tesis doctoral con el ensayo visual de HAL 9000, ese DC/DA habitado (en un medio hostil como es el espacio), cerramos de nuevo el círculo con el CCUM. López y Munárriz establecían una comparación entre ambos dispositivos, con la diferencia de que el segundo arrojó un resultado más optimista y alejado de la visión un poco distópica del futuro tecnológico recogida en la película de Kubrick o la distopía mostrada en *Brazil* (1985) a la que hacíamos alusión anteriormente (López, Aramis & Munárriz, 2021, 114, 158). El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid fue una primera arquitectura de la computación patria que dejó una importante huella en nuestra historia reciente. La combinación entre el dispositivo tecnológico contemporáneo computador que operaba como un espacio arquitectónico que se podía habitar, recorrer y experimentar, proyectado por Fisac, junto con los seres humanos-individuos/as-seres vivientes específicos que lo habitaron como parte fundamental del dispositivo en sí y la actitud colaborativa y transdisciplinar que desplegaron en su interior, determinaron la actividad y la creatividad que emergió de esta arquitectura de la computación. Los espacios arquitectónicos actuando como dispositivos (como redes y ensamblajes), donde se produjeron todos estos conocimientos, fueron fundamentales.

3.4.3. IBM. Eliot Noyes.

La figura del arquitecto estadounidense Eliot Noyes (12 de agosto de 1910, Boston, Massachusetts) es clave para esta investigación, ya que condensó muchas de las ideas que recorren el presente trabajo. Como hemos visto en los anteriores apartados, Noyes condensó en una única persona la mediación entre las dos disciplinas, la arquitectura y la computación, con su intensa colaboración de trabajo con IBM. Pero, además, fue un exponente clave en la relación bidireccional entre ambas, al exportar el lenguaje, los conceptos, los métodos, las estrategias, los proyectos y los/as profesionales/as arquitectos/as y artistas/as más destacados del siglo XX al mundo de la computación. No sólo incorporó la palabra y el concepto de arquitectura al campo de la computación, sino que exploró las inmensas posibilidades que ofrecía el desarrollo de un campo disciplinar nuevo, como era el de la informática y la cibernética, así como todas las innovaciones en torno al dispositivo computador, a la arquitectura.

Noyes fue muy influyente en el campo de la computación, siempre con un modo de hacer orientado desde la arquitectura, pero también fue determinante para la sociedad, en general, aunque este papel es más desconocido. Su trabajo y el de su equipo ayudó a construir el

·T_253·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN DE LA SALA DE CONTROL DEL SOPORTE FÍSICO DEL CCUM CON LAS AUTORIDADES EL DÍA DE LA INAUGURACIÓN OFICIAL. DE PIE, EN PRIMER TÉRMINO, ERNESTO GARCÍA CAMARERO, EL SUBDIRECTOR DEL CCUM DANDO EXPLICACIONES A LOS ASISTENTES. 7 DE MARZO DE 1969. CCUM. MADRID. MIGUEL FISAC. FUENTE: CORTESÍA DEL CENTRO DE PROCESO DE DATOS DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.

·G_3.4.a_59·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN DE LA SALA DE CONTROL DEL SOPORTE FÍSICO DEL CCUM EL DÍA DE LA INAUGURACIÓN OFICIAL CON LAS AUTORIDADES SENTADAS EN LAS SILLAS PREPARADAS A TAL EFECTO. PUEDE OBSERVARSE A MIGUEL FISAC DE PIE CON LOS BRAZOS CRUZADOS Y LA MIRADA EN EL SUELO, JUNTO A LA CALCULADORA IBM 1401, EN LA IZQUIERDA DE LA IMAGEN. 7 DE MARZO DE 1969. CCUM. MADRID. MIGUEL FISAC. FUENTE: CORTESÍA DEL CENTRO DE PROCESO DE DATOS DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.

·G_3.4.b_59·

imaginario colectivo de lo que constituía un dispositivo computador, cuando colaboró con el cineasta Stanley Kubrick para proyectar *Athena*, el DC que dio origen a HAL 9000, el computador protagonista de su influyente película *2001: Una Odisea del Espacio* (1968). El soporte físico del DC HAL 9000 ha servido para apoyar múltiples teorías en muchos campos del saber y, en parte, gracias a las ideas de Noyes. El resto ya es historia.

De esta forma, Noyes como arquitecto, jugó un doble papel, al igual que ocurre con otro arquitecto, el italiano Ettore Sottsass Jr., como veremos en el capítulo 4.

Por un lado, Noyes en el desarrollo de su práctica profesional, iniciada tras sus estudios en Harvard School of Design (1933-1938) y después de trabajar en varios estudios de arquitectura primero, entre los que se encontraba el de Walter Gropius y Marcel Breuer⁹⁹, proyectaba dispositivos arquitectónicos (DA), con las ideas aprendidas de la industria de la computación, a la vez que proyectaba dispositivos computacionales (DC), con las ideas y la metodología aprendidas en los estudios de arquitectura que realizó.

Noyes diseñaba computadores como arquitecturas y arquitecturas como computadores.

Para él las posibilidades que ofrecía el soporte físico del DC a la disciplina arquitectónica no se reducían a una mera herramienta o instrumento de trabajo, que ayudara al arquitecto/a a realizar tareas pesadas, sino que era una verdadera oportunidad de proyecto. Era capaz de plantear cuestiones teóricas de calado, como preguntarse qué significaba que el soporte físico del dispositivo computador (DC) tuviera *arquitectura* (Halsted, 2018, 62), o preguntarse cómo debía ser la arquitectura contemporánea desarrollada en plena era de la información, de la computación, en plena era digital.

1937 marcó el comienzo de una larga e intensa relación entre Eliot Noyes, Walter Gropius y Marcel Breuer, en particular, y entre la arquitectura moderna y las vanguardias arquitectónicas, en general. Noyes se graduó finalmente en la Harvard School of Design, en junio de 1938 (Bruce, 2006, 47). A los dos meses, en septiembre del mismo año, comenzó a trabajar en la firma de arquitectura Coolidge, Shepley, Bulfinch & Abbott, en Boston. Pero al poco tiempo, cansado de la arquitectura anodina y el poco estímulo intelectual que conllevaba su primer trabajo, lo abandonó en noviembre de 1938, suplicando a Gropius y Breuer para que le contrataran. Y lo hicieron. Noyes comenzó a trabajar en el estudio Gropius & Breuer, en Cambridge, Massachusetts, en enero de 1939. Estuvo trabajando con ellos más de un año, hasta marzo de 1940.

⁹⁹ Los dos fueron sus profesores en Harvard. Pero el primero, Gropius, fue el que marcó la etapa final de su formación arquitectónica, tras el desencanto que sufrió Noyes con la educación ofrecida por la institución, en sus primeros años de escuela. Noyes abandonó Harvard a finales de su tercer año de carrera, en 1935, para unirse a una expedición arqueológica, con destino Teherán, en Irán. Esta expedición necesitaba cubrir una vacante para una persona experimentada como dibujante y acuarelista. La Escuela sugirió a Noyes y éste se unió al grupo de trabajo. Tras dieciocho meses de trabajo en oriente, donde visitó países como Irán, Irak, Turquía y Egipto, Noyes terminó su contrato con la expedición el 31 de diciembre de 1936. Tras su finalización, volvió a Nueva York, a principios de 1937, para terminar sus estudios de arquitectura en Harvard. Para este arquitecto Frank Lloyd Wright, en Estados Unidos; Ludwig Mies van der Rohe y Walter Gropius, en Alemania; Le Corbusier, en Francia y Alvar Aalto, en Finlandia, eran unos pioneros (Noyes, 1957). No hizo alusión alguna a las arquitectas de género femenino que estaban detrás de esos logros también. En marzo de 1935, cerca del final de su tercer año en Harvard, Noyes intentó ir a la Bauhaus, pero no lo consiguió. Pero no le hizo falta viajar hasta Europa, porque mientras él estuvo en su periplo iraní, la Segunda Guerra Mundial forzó un agrupamiento académico heterogéneo, en Estados Unidos. Muchos/as de los/as principales pensadores/as europeos de la época recalcaron en el país norteamericano y en sus universidades. Así, la Harvard School of Design en la ausencia de Noyes, experimentó una renovación y una inyección de vitalidad cuando Walter Gropius, el fundador de la Bauhaus, recaló como profesor y director del College Graduate School of Design. Gracias a este giro, Noyes pudo disfrutar de Gropius, como profesor, un año más, hasta terminar sus estudios en Harvard, además de trabajar un año más junto a él en su estudio de arquitectura profesional (Bruce, 2006, 39). En el año 1937, el arquitecto húngaro Marcel Breuer, también antiguo profesor en la Bauhaus, se unió a Harvard en calidad de profesor titular (Associate Professor) y se convirtió en el profesor favorito de Noyes (Bruce, 2006, 90) y, posteriormente, en su jefe, cuando trabajó durante su primer año como arquitecto en el estudio que compartía Breuer con Gropius.

·T_254·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM

«EL CENTRO DE CÁLCULO ERA UN ESPACIO FÍSICO, REAL DONDE PODÍAN REUNIRSE TODAS LAS PERSONAS QUE QUISIERAN COMPARTIR TIEMPO, ILUSIONES Y CONOCIMIENTOS. Y DE ESA POSIBILIDAD DE REUNIÓN, Y DE LA NECESIDAD DE COMPARTIR NACIERON LOS SEMINARIOS DEL CENTRO DE CÁLCULO.» (LÓPEZ, JUAN ARAMIS, 2012, 17).

·G_3.4.a_60·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN PROBABLEMENTE DEL AULA DE 50 PERSONAS DE LA ESQUINA EN LA PLANTA PRIMERA DEL CCUM. SEMINARIO DE COMPOSICIÓN DE ESPACIOS ARQUITECTÓNICOS (CON ORDENADORES). DESDE LA IZQUIERDA, EN ORDEN JOSÉ MIGUEL DE PRADA POOLE, ALGUIEN NO IDENTIFICADO, IRENE FERNÁNDEZ FLORES, MANUEL BARBADILLO, GUILLERMO SEARLE, JOSÉ MARÍA BUSTOS Y EDUARDO SANZ. CCUM. MADRID. MIGUEL FISAC. FUENTE: LÓPEZ, J. A. (2012). *DEL CÁLCULO NUMÉRICO A LA CREATIVIDAD ABIERTA: EL CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID, 1965-1982*. MADRID: UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, P. 64.

·G_3.4.b_60·

Noyes abandonó la firma de arquitectura de Cambridge para entrar a trabajar en el Museum of Modern Art, MoMA, de Nueva York, gracias a la recomendación de Gropius, que, tras ser requerido por el director y fundador del museo, Alfred H. Barr para sugerir una persona joven y sin miedo para dirigir el nuevo e independiente departamento de diseño industrial (Bruce, 2006, 53), dio inmediatamente el nombre de Eliot Noyes para el puesto. Noyes acababa de ganar el prestigioso premio que concede Harvard al arquitecto/a recién graduado/a más prometedor/a, el Wheelwright Traveling Fellowship, tenía apenas treinta años y muchas ganas de proponer nuevas ideas para el Museo.

De esta forma, la carrera de Noyes como arquitecto dio un giro inesperado hacia el diseño industrial, que marcaría toda su producción proyectual posterior. En la institución neoyorquina, Noyes pudo implementar y testar todas sus habilidades inspiradas en el tipo de educación promovida por la Bauhaus. Barr, que había estado en Alemania y había visitado la escuela de arquitectura, diseño, artesanía y arte, la Staatliche Bauhaus, fundada en 1919, era un ferviente seguidor de sus postulados, aplicando sus ideas a la organización y la colección del museo, apoyó, desde el primer momento, las ideas propuestas por Noyes para el nuevo departamento.

En 1940, Noyes empezó a trabajar como el primer director del recién creado Departamento de Diseño Industrial del MoMA (Director of Industrial Design Department, MoMA), puesto que ocupó durante seis años, hasta 1946, excluyendo el tiempo que prestó servicio militar. Para ello se formó adecuadamente, ya que era consciente de que no tenía experiencia previa alguna en el diseño industrial. Puso en marcha un programa de educación en el museo, promovido por su departamento¹⁰⁰, para educar a la sociedad del momento (1940-1941) en el significado y el uso correcto de las formas en el diseño industrial (Bruce, 2006, 59). Pero su objetivo más ambicioso era convertir el departamento en una nueva y vigorosa fuerza que marcara el rumbo e influenciara al diseño contemporáneo (Noyes, 1941).

Desde el primer momento, Noyes introdujo el trabajo en equipo y la transdisciplinariedad entre distintos/as profesionales como *modus operandi* de su departamento. Esta forma de trabajar entre distintas disciplinas la mantuvo después en su colaboración con IBM y en su propio estudio de arquitectura y diseño.

En el MoMA, Noyes forjó amistades y lazos con muchos/as artistas y arquitectos/as, que marcarían su carrera posterior. Noyes organizó, como uno de sus primeros cometidos en el nuevo puesto, la exposición *Good Design: Useful Objects of American Design Under \$10* (noviembre 1940), que recopilaba objetos y artefactos diseñados en Estados Unidos por menos de diez dólares. La muestra se iniciaba con un listado de cuatro características que, a ojos de Noyes, definían un buen diseño [Fig.G_3.4.a_70, Fig.G_3.4.b_70]:

Un buen diseño:

1. Cumple su función.
2. Respeta sus materiales.
3. Es adecuado para su método de producción.
4. Combina estas características de forma imaginativa.

Similar al decálogo de diseño, promulgado por el diseñador alemán Dieter Rams para sus diseños en Braun, el listado de Noyes marcaría una hoja de ruta para su futuro trabajo como arquitecto y diseñador en IBM.

El siguiente paso que quería dar Noyes en la dirección del departamento bajo su mando, en particular, y en la del Museo, en general, llegó con la organización del importante y famoso concurso de diseño de mobiliario, *Organic Design in Home Furnishings' Competition*, que se

¹⁰⁰ El programa estuvo destinado, primero, al nivel escolar y, posteriormente, a un nivel universitario, para escuelas de diseño.

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN DE LA PRIMERA REUNIÓN CELEBRADA EL 18 DE DICIEMBRE DE 1968 A LAS 13:00 HORAS DEL SEMINARIO DE ANÁLISIS Y GENERACIÓN (AUTOMÁTICA) DE FORMAS PLÁSTICAS, SAGAF-P, CON PRESENCIA DE PINTORES/AS, ARQUITECTOS E INFORMÁTICOS. DESDE LA IZQUIERDA, EN ORDEN E. DELGADO, IRENE FERNÁNDEZ FLOREZ, ABEL MARTÍN, EUSEBIO SEMPERE, MANUEL BARBADILLO, JOSÉ MARÍA YTURRALDE, AGUILERA CERNÍ, GUILLERMO SEARLE, ERNESTO GARCÍA CAMARERO, FERNANDO ÁLVAREZ CIENFUEGOS, MARIO FERNÁNDEZ BARBERÁ, A. GARCÍA QUIJADA, ISIDRO RAMOS SALAVERT, SOLEDAD SEVILLA PORTILLO, JOSÉ MIGUEL DE PRADA POOLE, MANUEL DE LAS CASAS GÓMEZ Y JAVIER SEGÚ DE LA RIVA. CCUM. MADRID. MIGUEL FISAC. FUENTE: LÓPEZ, J. A. (2012). *DEL CÁLCULO NUMÉRICO A LA CREATIVIDAD ABIERTA: EL CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID, 1965-1982*. MADRID: UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, P. 90.

·G_3.4.a_61·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN DEL SEMINARIO DE SEMINARIO DE ANÁLISIS Y GENERACIÓN (AUTOMÁTICA) DE FORMAS PLÁSTICAS, SAGAF-P. DESDE LA IZQUIERDA, EN ORDEN: JAVIER SEGÚ DE LA RIVA, TOMÁS GARCÍA ASENSIO, ERNESTO GARCÍA CAMARERO, MARIO FERNÁNDEZ BARBERÁ, IGNACIO GÓMEZ DE LIAÑO, FLORENTINO BRIONES MARTÍNEZ Y GERARDO DELGADO. CCUM. MADRID. MIGUEL FISAC. FUENTE: LÓPEZ, J. A. (2012). *DEL CÁLCULO NUMÉRICO A LA CREATIVIDAD ABIERTA: EL CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID, 1965-1982*. MADRID: UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, P. 166.

·G_3.4.b_61·

lanzó en el verano de 1940 y cuyo plazo de entrega de propuestas se cerró en enero de 1941. Con el concurso y la posterior exposición asociada (entre septiembre y noviembre de 1941), Noyes quería dar un paso más allá en las aspiraciones de su departamento: quería crear una relación paralela y fructífera entre el buen diseño y un buen negocio.

El fallo del concurso ha pasado a la historia y fue la carta de presentación para el panorama del diseño y de la arquitectura del momento de nombres como los de los arquitectos Eero Saarinen o Ray y Charles Eames, ganadores/as en varias categorías del mismo [Fig.G_3.4.a_71].

También fue el origen de relaciones profesionales y personales de Noyes con muchos de ellos, que se desarrollaron a lo largo de su carrera y, en especial, en su larga colaboración con IBM.

Así es como el matrimonio formado por Eliot Noyes y Mary Molly Duncan Weed entabló una profunda amistad con el matrimonio de arquitectos/as Charles y Ray Eames. Ambas parejas se profesaban devoción mutua y su relación se convirtió en una de las amistades más estrechas de la historia del diseño estadounidense (Bruce, 2006, 65). Aunque el trabajo que llevaron a cabo ambas oficinas era muy diferente, sí compartían su interés por diferentes áreas, que extendían y ampliaban hasta lugares insospechados, como la computación y las competencias tradicionales de la arquitectura [Fig.G_3.4.b_71].

Como ya hemos visto, Noyes facilitó los nombres de muchos/as arquitectos/as y diseñadores/as a IBM, iniciando una serie de colaboraciones con ellos/as en el tiempo. Así fue como Ray y Charles Eames participaron en muchos de los proyectos de IBM, durante las décadas de 1950, 1960 y 1970, así como otros/as muchos/as nombres, como Eero Saarinen, George Nelson, Edgard Kauffman Jr., Marcel Breuer, Ivan Chermayeff, Richard Buckminster Fuller, Paul Rand, Alexander Calder, Isamo Noguchi, Moholy Nagy, etc.

Tras sus primeros años en el MoMA, cuando Estados Unidos entró en la Segunda Guerra Mundial, Noyes fue llamado a filas. En mayo de 1942, dejó temporalmente su cargo como director del departamento de diseño para entrar al servicio activo, el 15 de junio de 1942. Durante la guerra su papel fue el de ayudar a poner en marcha un programa para crear una unidad de aviones planeadores como herramienta de guerra, el Air Froce Gliding Program. Su paso por el Pentágono volvió a dar un giro inesperado a su carrera. La persona que ocupaba el despacho contiguo en las instalaciones del ejército era un piloto que había volado un avión North American B-25 Mitchell¹⁰¹, Thomas J. Watson Jr. Además de piloto esta persona era el hijo del presidente de la empresa de informática más importante del mundo en esos momentos, la International Business Machines Corporation, IBM.

A partir de ese momento, se forjó una amistad que el propio Watson Jr. describió como una de las relaciones más preciosas y fructíferas de su vida (Bruce, 2006, 235). De nuevo, el matrimonio formado por Eliot y Molly, forjó un estrecho vínculo entre Watson Jr. y su esposa, Olive Watson, que derivó en una relación que marcaría la carrera como arquitecto y diseñador del primero, pero, sobre todo, influenciaría sobremanera la historia de la computación, para siempre.

Tras el final de la Segunda Guerra Mundial, Noyes dejó oficialmente de estar de servicio, el 16 de junio de 1945 (Bruce, 2006, 79), aunque se mantuvo como piloto en la reserva del Ejército del Aire, hasta 1953. En septiembre de 1945, Noyes volvió a su puesto en el MoMA. Durante su ausencia, el departamento que dirigía, siguió sus mandatos y continuó materializando sus ideas en varias exposiciones. En 1944, el Departamento de Diseño Industrial organizó la muestra *Wartime Housing*, expuesta en el MoMA en 1942 (abril-junio), así como *Design For Use*, el mismo año, abierta al público entre mayo y octubre.

Pero Noyes quería volver al mundo profesional para *hacer cosas* (Kelly, 1966, 3). Siempre se había considerado a sí mismo como un arquitecto, en primer lugar, y como un diseñador

¹⁰¹ El B-25 Mitchell fue considerado el avión más versátil de las Fuerzas Aéreas Aliadas, un bombardero medio bimotor estadounidense, diseñado en la década de 1940, que tuvo un papel decisivo en la Segunda Guerra Mundial.

·T_256·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM**EL SOPORTE FÍSICO DEL CCUM ACTUÓ COMO UN TÓTEM COMPUTACIONAL (FUTURISTA).**

« ESA PRIMERA ARQUITECTURA DE LA COMPUTACIÓN EN ESPAÑA FUE UNA EXCUSA MARAVILLOSA. LA MÁQUINA ES UNA ANÉCDOTA MARGINAL, UN ÚTIL».

(JAVIER SEGUÍ DE LA RIVA, BOLETÍN CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID, Nº. 16, JULIO, 1971, GARCÍA CAMARERO, 1971).

·G_3.4.a_62·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM

«LAS HABITACIONES SON DISPOSITIVOS DONDE PUEDEN TRANSCURRIR RELATOS DE OCIOS [OCIO] O DE ACCIONES RITUALIZADOS (Y NO PROBLEMATIZADAS). [...] TODO EDIFICIO HABITABLE ES UN TEJIDO DE VÍAS DE COMUNICACIÓN Y RECINTOS ADOSADOS A ELLAS Y CONTIGUOS ENTRE SÍ, ALGUNOS NECESARIAMENTE VINCULABLES CON EL EXTERIOR, MÁS O MENOS PRÓXIMOS AL ACCESO.» (LÓPEZ, ARAMIS & MUNÁRRIZ, 2021, 186)

·G_3.4.b_62·

industrial, en segundo, y tras la experiencia en el museo neoyorquino Noyes tenía el conocimiento y los contactos suficientes como para intentar fundar su propio estudio de arquitectura y diseño industrial. Así es cómo, en mayo de 1946, dejó su puesto en el museo y surgió el primer intento en su carrera de fundar su propio estudio de arquitectura y diseño. Tras proyectar y construir la primera casa unifamiliar para su familia, en Lambert Road, en New Canaan, en 1946, el intento fracasó y entró a trabajar en el estudio de diseño de Norman Bel Geddes Office. En su nuevo puesto, empezó a trabajar en la cuenta que la empresa de Geddes tenía con IBM. La relación de IBM con Geddes se venía produciendo con anterioridad a la llegada de Noyes a la empresa. En poco tiempo, Noyes se encontró, a sí mismo, diseñando máquinas de escribir, dispositivos y cosas de ese tipo para IBM (Bruce, 2006, 235) [Fig.G_3.4.a_72].

De esta forma, Noyes volvió a establecer contacto con Thomas J. Watson Jr., ya que éste solía acompañar a su padre, el presidente de IBM por aquel entonces, a las visitas al estudio de Geddes para supervisar su trabajo (Bruce, 2006, 87). Noyes trabajó intensamente en el diseño de la primera máquina de escribir de IBM, la Model A (1947), que fue la precursora de su modelo más famoso, la IBM Model B (1948-1954) [Fig.G_3.4.b_72], hasta 1947, cuando dejó de colaborar con Geddes en plantilla. Para cuando el diseño de la máquina de escribir Model B estuvo terminado y salió al mercado, Noyes ya había fundado su propio estudio de arquitectura y diseño, tras el cierre de la oficina de Geddes.

En 1947, Walter Gropius y Marcel Breuer deshicieron su estudio conjunto, en parte porque los principales intereses de Gropius estaban centrados en la educación y en la docencia, en conformar una nueva tendencia cultural, y los de Breuer estaban en desplegar sus dotes como arquitecto y diseñador. Fue, en ese momento, cuando Noyes y Breuer se asociaron como arquitectos, entre septiembre de 1947 hasta junio de 1948, siendo el segundo intento de Noyes para establecerse profesionalmente, como arquitecto, de forma independiente. Durante ese tiempo proyectaron una vivienda unifamiliar juntos mientras que Noyes empezaba a colaborar intermitentemente con IBM, como consultor externo (en las máquinas de escribir Model A y Model B) (Bruce, 2006, 149), auspiciado tras su reencuentro con Watson Jr. en el estudio de Geddes. La relación entre los amigos, Noyes y Breuer, no funcionó profesionalmente y, de esta forma, el segundo intento de abrir un estudio propio también fracasó para Noyes.

De forma paralela, desde 1948 hasta 1951, Eliot Noyes se convirtió en profesor de proyectos arquitectónicos, así como responsable de exposiciones en Yale University. Así, Noyes empezó a adquirir experiencia en la educación arquitectónica, en esta ocasión, del lado del docente. También empezó a familiarizarse con la organización tradicional de las Escuelas de Arquitectura por medio de talleres o estudios, que empleaban la celebración de jurados y críticas conjuntas arquitectónicas para educar a sus estudiantes. Esta metodología de enseñanza del proyecto la exportó, con posterioridad, a su forma de trabajar en IBM, con las sesiones de jurados que Noyes organizaba en el White Room, como veremos.

En este nuevo contexto, Noyes impulsó un nuevo intento de establecerse de forma de independiente, y lo consiguió a la tercera, fundando Eliot Noyes & Associates. En junio de 1948, fundó su propio estudio de arquitectura y diseño, abriendo una pequeña oficina en Stamford, Connecticut, donde permaneció hasta 1956. Tras estos primeros años de práctica independiente, mudó el estudio a New Canaan, donde vivía con su familia y, poco a poco, fue atrayendo a esta pequeña ciudad al noreste de Nueva York, a más arquitectos/as. De esta forma, se fundó el grupo de arquitectos conocido como los Harvard Five, que fueron trasladándose a esta pequeña localidad desde Nueva York y Boston. Tras Noyes, el segundo en mudarse fue Marcel Breuer, luego le siguió John M. Johansen; el cuarto fue Philip Johnson y el quinto, Landis Gores (Halsted, 2018, 63).

El estudio de Noyes en New Canaan estaba en un edificio de dos plantas, en el 95 Main Street, y tenía por vecino al estudio de Philip Johnson. Con su práctica profesional independiente ya establecida, la colaboración con IBM se tornó más intensa.

·T_257·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM

«[...] AL FINAL ERA UNA FIESTA ALUCINANTE DE GENTES, [...] NO HAY PERSONAJES NI PROTAGONISTAS ES SOLO UNA MASA, [...] PERO EL CONJUNTO LO QUE FABRICABA ERA ESA ESPECIE DE BUEN AMBIENTE QUE NOS HACÍA IR CON ALEGRÍA TODOS LOS DÍAS ALLÍ A PARTICIPAR DE LAS COSAS QUE HABÍA EN EL CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID Y ASÍ ESTUVIMOS MUCHO TIEMPO.» [LÓPEZ, JUAN ARAMIS, 2012, 17].

·G_3.4.a_63·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN DE LA FACHADA OESTE DEL SOPORTE FÍSICO DEL CCUM, ACTUALMENTE EL SERVICIO DE INFORMÁTICA, CENTRO DE PROCESO DE DATOS (CPD) DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID. MADRID. 15 DE FEBRERO 2023. FUENTE: FOTOGRAFÍA DE LA AUTORA.

·G_3.4.b_63·

Los primeros trabajos para IBM como arquitecto.

El primer gran trabajo arquitectónico que su amigo Watson Jr. le encargó fue rediseñar la planta dieciséis (16ª) de la sede central de IBM en Manhattan, en el 590 de Madison Avenue esquina con la calle 57. De esta forma, Noyes dejó de colaborar con IBM en su faceta de diseñador industrial para pasar a hacerlo en la de arquitecto. El encargo llegó en 1950. El segundo proyecto arquitectónico ya tenía más entidad e importancia en las actividades que desarrollaba la empresa. Consistió en remodelar el hall de entrada de la misma sede central, entre 1952 y 1953, para la presentación y el lanzamiento de un nuevo dispositivo computador. Este proyecto fue el proyecto que desmanteló una de las primeras arquitecturas de la computación que hemos estudiado, el computador tipo *mainframe* (M) SSEC (1947-1952) y el IBM 701 [Fig.G_3.4.a_73, Fig.G_3.4.b_73].

Noyes recibió directamente del propio Watson Jr. el encargo de renovar la imagen del hall de entrada de la empresa, un gran escaparate a pie de calle, para la presentación del nuevo DC construido por IBM, el IBM 702 (que se anunció en septiembre de 1953), el dispositivo que crearon en respuesta a la salida al mercado de su competidor, el Remington Rand UNIVAC (Halsted, 2018, 62; Bruce, 2006, 142). Este acontecimiento iba a marcar el futuro de la empresa con su apuesta renovada para construir dispositivos computadores electrónicos. De hecho, esa presentación marcó el comienzo de la hegemonía de IBM en la industria informática, que se mantuvo durante los siguientes treinta cinco años (Harwood, 2003, 11).

«When I first met IBM the large main company showroom in New York was a sepulchral place, with oak-panelled walls and columns, a deeply coffered painted ceiling, a complex pattern of many types of marble on the floor, oriental rugs on the marble and various models of back IBM accounting machines sitting uneasily on the oriental rugs. These accounting machines, I might add, often had cast iron cabriole legs in the manner, I believe, of Queen Anne furniture... It said IBM about 12 times on the façade... It also said, "World Peace through World Trade" and many other slogans... Upstairs the typical offices had green walls ... It was design schizophrenia of the worst sort.» (Noyes, 1976).

Antes del primer trabajo de Noyes en IBM, el estilo arquitectónico y la estética adoptadas en la sede y, en general, en la empresa, seguía los gustos del presidente de la compañía, Thomas John Watson [Fig.G_3.4.b_74]. Éste era ecléctico, barroco, anticuado y con muy poca atención al detalle. Según Noyes, era imposible detectar tanto desde el exterior como el interior de la arquitectura insignia de la empresa IBM que allí dentro se estaban creando la electrónica del futuro (Noyes, 1976).

Con su propuesta Noyes lo redecoró completamente. El nuevo pavimento era de color blanco, las paredes se pintaron de rojo, los pilares de mármol fueron trasdosados con paneles lisos, y se fijaron pequeños letreros plateados escritos en una tipografía sin serifa, con el nombre de IBM 702 (Harwood, 2003, 11). [Fig.G_3.4.a_75, Fig.G_3.4.b_75]

Noyes no solo redecoró la entrada y el *showroom*, sino que llevó a cabo una exposición a lo largo de todo el escaparate, en contacto con la calle de la sede neoyorquina (Harwood, 2003, 11). Fue toda una puesta en escena que proyectó una nueva imagen de IBM como una empresa proveedora de servicios contemporáneos, asociados al manejo y la gestión de la información, y no sólo como una constructora de dispositivos de todo tipo. Para ello, la primera estrategia proyectual de Noyes fue proponer una transparencia total que permitía vislumbrar el espacio interior en su totalidad, muy distante de lo que luego implementaría en sus propuestas de dispositivos arquitectónicos para la empresa en el futuro, como veremos. En realidad, este fue el proyecto piloto de lo que, más tarde, sería el IBM Design Program o el Programa de Diseño Integral, de IBM.

La apuesta personal de Watson Jr. por la adopción de una nueva imagen de la empresa

·T_258·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN DEL EXTERIOR DE LA FACHADA SUR DEL CCUM TOMADA DESDE LA PLAZA DE LAS CIENCIAS, CON LOS CERRAMIENTOS EXTERIORES ORIGINALES, FIJOS EN LA PLANTA BAJA Y PRACTICABLES PIVOTANTES EN LA PLANTA PRIMERA. NÓTESE LA ILUMINACIÓN ARTIFICIAL ENCENDIDA. CA. 1973. CCUM. MADRID. MIGUEL FISAC. FUENTE: BRIONES MARTÍNEZ, F. [2012]. CREACIÓN DEL CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID. ACCESO EL 7 DE MARZO DE 2022 DESDE: [HTTP://COSASQUEQUIEROCONTAR-FBM.BLOGSPOT.COM/2012/03/CREACION-DEL-CENTRO-DE-CALCULO-DE-LA.HTML](http://COSASQUEQUIEROCONTAR-FBM.BLOGSPOT.COM/2012/03/CREACION-DEL-CENTRO-DE-CALCULO-DE-LA.HTML)

·G_3.4.a_64·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN ACTUAL DE LO QUE ERA LA SALA DE CONTROL DEL CCUM SITUADA EN LA PLANTA BAJA DEL CCUM, ACTUALMENTE EL SERVICIO DE INFORMÁTICA, CENTRO DE PROCESO DE DATOS (CPD) DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID. NÓTESE QUE DONDE DA COMIENZO EL SUELO TÉCNICO ELEVADO ORIGINAL ERA DONDE COMENZABA LA SALA DE MÁQUINAS. MADRID. 15 DE FEBRERO 2023. FUENTE: FOTOGRAFÍA DE LA AUTORA.

·G_3.4.b_64·

venía precedida por dos cambios fundamentales en la misma: el cambio de organización interna de IBM, de una estructura empresarial piramidal a una más compleja y rica (Martin, 2003, 165), así como una apuesta por la construcción de dispositivos computadores como una nueva oportunidad de negocio [Fig.G_3.4.a_76]. Hasta el momento, la relación de IBM con la computación, mediante la construcción y la participación en el diseño de DC había sido un vehículo y una excusa para mantener las relaciones con instituciones gubernamentales y universidades, pero no había sido considerada como una verdadera línea de negocio para la compañía (Harwood, 2003, 10).

El nuevo enfoque arquitectónico de Noyes, con su nueva estética, vino a materializar los deseos que el futuro presidente de la compañía, Watson Jr. tenía para la compañía e imaginaba para su futuro. A pesar de no compartir la forma y la estética de cómo se llevó a cabo el primer cambio de imagen de IBM, el presidente Watson Sr. aprobó el proyecto de Noyes para el *showroom* de Manhattan ya que, según sus palabras, el dispositivo IBM 702 hablaba por sí sólo, no los alrededores (Watson & Petre, 1994, 260). Desde un encuentro en 1955, Watson Jr. estaba inspirado y fascinado por el programa de diseño integral de la empresa italiana Olivetti (Quiroga, 2015, 354), así como el trabajo de Braun, con Dieter Rams a la cabeza y la Escuela de Diseño HfG de Ulm, con Hans Gugelot (Bruce, 2006, 154). La firma italiana empleaba un diseño y una estética coherentes para conseguir definir una identidad corporativa reconocible en todo el mundo. Quería llevar a cabo un proyecto similar en la empresa estadounidense IBM cuya dirección pronto heredaría. Pero quien, en realidad, había advertido a Watson Jr. de la apuesta por el buen diseño a todos los niveles que estaba llevando a cabo las empresas italianas y alemanas, fue Noyes.

«So it was quite a jump... when I persuaded Tom [Watson Jr.] that there should be a real design programme. I started to work on the machine line. I inherited a lot of machines like sorters and printing machines, and in those days it was mostly card machines.» (Noyes, 1967).

El segundo trabajo arquitectónico que Noyes desarrolló para IBM fueron los proyectos para rediseñar las oficinas de ventas a pie de calle de IBM, en 1955 [Fig.G_3.4.a_77, Fig.G_3.4.b_77]. En estas propuestas, Noyes y su equipo propusieron un sistema modular de distintas piezas de mobiliario, entre las que se encontraban escritorios, mostradores, sillas y armarios archivadores, con una clara influencia de la Bauhaus, no solo en la estrategia formal, abstracta y limpia en sus formas, sin ornamento, sino también en la adopción de colores primarios, como el rojo, el amarillo y el azul en la paleta cromática del espacio interior. Como en el hall de entrada del 590 de Madison Avenue, los paramentos interiores serían de colores claros, con un gran ventanal de suelo a techo en la fachada en contacto con la calle y con uno de sus paramentos pintado en rojo, en claro contraste con el resto del espacio interior. Estas primeras ideas son muy importantes porque fueron el germen de la política de marketing arquitectónico que Noyes implementó en IBM en los años posteriores.

El Programa de Diseño Integral de IBM (IBM Design Program) y la Guía de Diseño de IBM (IBM Design Guide).

Desde que Watson Jr. y Noyes retomaran el contacto, tras el inicio de su amistad en el Pentágono, cuando se encontraron de nuevo en la agencia de diseño de Geddes, los intentos del primero por contratar al segundo no cesaron. Watson Jr. quería que Noyes se convirtiera en un empleado de IBM, pero Noyes no cedía a sus peticiones: «I'll work with you, not for you», llegó a afirmar Noyes (Watson & Petre, 1994, 260). En 1956, fue cuando se presentó la oportunidad de colaborar juntos e iniciar una relación que cambiaría para siempre, desde el campo de la arquitectura, la disciplina informática. La figura clave de esta relación bidireccional y transdisciplinar, entre la arquitectura y la computación fue, como primer espada, Eliot Noyes, al que le siguieron un montón de arquitectos/as y artistas, cuyas carreras crecieron gracias a los

·T_259·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN ACTUAL DEL ACCESO PRINCIPAL DE LA FACHADA ESTE DEL ANTIGUO CCUM. SIGUE SIENDO ANGOSTO E INCÓMODO. ACTUALMENTE EL SERVICIO DE INFORMÁTICA, CENTRO DE PROCESO DE DATOS (CPD) DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID. MADRID. 15 DE FEBRERO 2023. FUENTE: FOTOGRAFÍA DE LA AUTORA.

·G_3.4.a_65·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN ACTUAL DE LA FACHADA SUR DEL EDIFICIO DEL CCUM CON LA ACTUAL COMPOSICIÓN DE LA FACHADA EN LA PLANTA BAJA. HOY ES EL SERVICIO DE INFORMÁTICA, CENTRO DE PROCESO DE DATOS (CPD) DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID. MADRID. 15 DE FEBRERO 2023. FUENTE: FOTOGRAFÍA DE LA AUTORA.

·G_3.4.b_65·

encargos de IBM que Noyes fue distribuyendo entre ellos/as.

Con el ascenso de Watson Jr. a la dirección de la empresa y con su padre fuera de las principales decisiones empresariales, ya tenía el poder suficiente para llevar a cabo los planes y las ideas que compartía con Noyes, en torno al futuro determinante del diseño en la compañía. En febrero de 1956, Watson Jr. le ofreció a Eliot Noyes el cargo de Director Consultor de Diseño de IBM (Consultant Director of Design). De esta forma, Noyes empezó a colaborar con IBM manteniendo su propia práctica profesional independiente en New Canaan, como él quería. Antes de acceder a su nuevo puesto, Noyes impuso una condición, tener un acceso completo a todas las decisiones importantes de gestión y de diseño, es decir, quería tener una voz con peso en las resoluciones determinantes de la empresa (Harwood, 2003, 12).

El primer cometido que Noyes impulsó fue un programa integral de diseño corporativo global que afectaría a todas las áreas de la empresa, el IBM Design Program (1956). Al igual que hizo en su día a su llegada al MoMA, poniendo en marcha un departamento de nueva creación, Noyes hizo lo propio con IBM, llevando a cabo el rediseño estructural del entorno de toda la empresa. El Programa Integral de Diseño de IBM era un plan abierto y horizontal de diseño que incluía múltiples escalas: desde la papelería, pasando por las cortinas que vestían sus espacios, así como los dispositivos, de todo tipo, que construían: desde máquinas de escribir, a computadores, hasta edificaciones (laboratorios, oficinas), de la marca. El programa estaba destinado a controlar tanto la arquitectura, la gráfica, el diseño industrial, el diseño de interiores, las exposiciones, así como la adquisición de obras de arte (Bruce, 2006, 155).

El encargo de Watson Jr. a Noyes tenía un objetivo principal: Debía ser simplemente el mejor en el diseño moderno de la época (Watson & Petre, 1994, 260). Siguiendo con la reorganización en la jerarquía empresarial implantada por Watson Jr. los nuevos diseños gráfico, de producto y arquitectónico podían conservar cierta anatomía entre ellos, en términos formales, pero todos estarían unidos y supervisados por una serie de reglas y principios rectores, es decir, por una flexibilidad sistémica contenida en el IBM Design Program. Noyes explicó lo que para él debía ser el estilo reconocible de IBM, objetivo primordial del programa:

«I wanted factories, products and sales offices all done in such a way that a person could look at any of them and say instantly, "That's IBM!". But Noyes said this would be self-defeating. If we tried to fit a single uniform image, it would eventually become tired and dated. Instead, he suggested the IBM's theme be simply the best in modern design. Whenever we needed something built or decorated, we would commission the best architects, designers and artists, and give them a relatively free hand to explore new ideas in their own styles.» (Watson & Petre, 1994, 260-261).

Noyes quería que cualquier persona que visitara una fábrica, empleara un dispositivo o visitara una oficina de ventas reconociera enseguida que todos ellos eran proyectos diseñados por IBM. Y para conseguirlo, simplemente iban a apostar por el mejor diseño contemporáneo en cada ocasión. Iban a contar con los/as mejores arquitectos/as, diseñadores/as y artistas para llevar a cabo todos los proyectos de diseño de la empresa, ofreciéndoles la posibilidad de explorar en ellos con libertad y a la búsqueda de nuevas ideas en sus respectivos estilos personales.

Para llevar a cabo esta empresa, Noyes se rodeó de muchos/as profesionales y amigos/as con los que había establecido contacto durante sus años de trabajo en el MoMA. Así, además de trabajar, codo con codo, con el Departamento entero de diseño de IBM, aunque lo hiciera desde su propio estudio en New Canaan, reunió y dirigió a todo un equipo de compañeros/as consultores/as: el diseñador gráfico Paul Rand, el diseñador y crítico George Nelson, los/as polifacéticos/as Charles y Ray Eames, y el historiador y crítico Edgar Kaufmann Jr., para desarrollar el programa de diseño integral de la empresa.

Además, contrató a una serie de arquitectos/as de alto y bajo perfil para abordar el problema de dar cabida a la expansión de IBM por el mundo, que se produjo, desde finales de la década de 1950 (1956) hasta 1980. Desde Eero Saarinen, John Bolles, Paul Rudolph, Victor Lundy, Marcel

·T_260·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



DETALLE ACTUAL DE LA ESQUINA CON LOS ANTEPECHOS DE HORMIGÓN VISTOS, LAS VIGAS-HUESO Y LAS NUEVAS CARPINTERÍAS EXTERIORES, PERSIANAS Y ESTORES DEL SOPORTE FÍSICO DEL ANTIGUO CCUM. HOY ES EL SERVICIO DE INFORMÁTICA, CENTRO DE PROCESO DE DATOS (CPD) DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID. MADRID. 15 DE FEBRERO 2023. FUENTE: FOTOGRAFÍA DE LA AUTORA.

·G_3.4.a_66·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN DEL DC ACTUAL (14 SERVIDORES) EN LA PLANTA SÓTANO DEL ANTIGUO CCUM. HOY ES EL SERVICIO DE INFORMÁTICA, CENTRO DE PROCESO DE DATOS (CPD) DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID. MADRID. 15 DE FEBRERO 2023. FUENTE: FOTOGRAFÍA DE LA AUTORA.

·G_3.4.b_66·

Breuer, Ludwig Mies van der Rohe, Harrison and Abramovitz, fueron contratados por Noyes en algún momento para colaborar con IBM. Eliot Noyes seleccionó a los/as mejores arquitectos/as de todo el mundo para diseñar y proyectar los edificios de IBM: aproximadamente 150 plantas, laboratorios y edificios de oficinas se construyeron entre los años 1956 y 1971.

Según el arquitecto e historiador John Harwood, de esta forma podría decirse que Noyes en IBM gestionó, quizás tanto como diseñó y proyectó (Harwood, 2003, 13).

El programa de diseño de IBM (IBM Design Program) junto con la Guía de Diseño de IBM (IBM Design Guide), desarrollados por Noyes, Rand y todo su equipo, desde 1956 hasta 1962, abarcó, desde el diseño del logotipo de la empresa, a toda su señalética, sus manuales de producto, pasando por los proyectos de todo tipo de dispositivos: computacionales (DC) así como arquitectónicos (DA) [Fig.G_3.4.b_78, Fig.G_3.4.a_79]

Todas las entidades producidas por IBM se sometieron a los rigores del enfoque sistémico, pero flexible propuesto por el programa integral y la guía de diseño de IBM. Los primeros proyectos que se revisaron bajo el nuevo programa de diseño integral fueron los de los dispositivos computadores (DC/DA), que habían experimentado un proceso de encoger y de miniaturización, pasando de ser espacios habitados y recorridos, las primeras arquitecturas de la computación, los computadores tipo *mainframe* (M), a ser piezas de mobiliario, con la llegada de los primeros minicomputadores (Mi). Alrededor de 1954, el diseño de los computadores, se había miniaturizado y había cambiado de escala: de la escala de la arquitectura se pasó a trabajar con la escala de los muebles.

De esta forma, con ayuda de todo el departamento de diseño de IBM y sus nuevos/as consultores/as, los proyectos de los soportes físicos de los dispositivos computadores (DC) debían empezar a proyectarse como piezas de arquitectura moderna (DA).

Los proyectos de los soportes físicos de los dispositivos computadores (DC) debían empezar a proyectarse como piezas de arquitectura moderna (DA)

Como los edificios de Mies van der Rohe, el DC debía tener *integridad* y *gracia* (Johnson, 1957). Y para alcanzarlas se debían aplicar las reglas y protocolos contenidos en el libro de patrones del programa integral. Los soportes físicos de los DC/DA, casi independientemente de su forma o función específica, debían encerrarse en bastidores de acero, cubrirse con paneles de acero esmaltado, etiquetarse claramente y alinearse ortogonalmente en filas, como si de agrupaciones de mobiliario o de un muro cortina de un rascacielos, se tratara (Martin, 2000).

Bajo estas premisas Noyes participó activamente en el rediseño de múltiples dispositivos, pero especialmente dejó su impronta en el DC tipo *mainframe* (M) RAMAC 305 (1956) (Random Access Method of Accounting and Control), que proyectó junto al ingeniero de IBM Sundberg-Ferar. El IBM RAMAC 305 fue el primer DC en incorporar un disco duro y cuya planta tenía forma de «U» (Martin, 2003, 171). Aunque su influencia como arquitecto y su enfoque de diseño desde las estrategias arquitectónicas, fue menor de lo que podría haber sido porque cuando Noyes comenzó a trabajar en su cargo como director consultor de diseño, en 1956, el DC RAMAC ya estaba en una fase bastante avanzada de diseño y sólo pudo modificar los detalles finales.

Pero quizá su aportación más importante a los proyectos de los soportes físicos de los dispositivos computadores (DC/DA) vino cuando desarrolló la influyente familia de computadores tipo *mainframe* (M) IBM System/360 (1964-1968), que veremos en otro apartado. En ella, Noyes aplicó todos sus conocimientos de diseño arquitectónico, así como las estrategias de diseño y crítica, propias de la profesión (con los jurados en el White Room del Centro de Diseño de IBM en Poughkeepsie o IBM Poughkeepsie Design Center), para proyectar múltiples dispositivos computadores (DC/DA) que marcaron un hito en la historia de la computación [Fig.G_3.4.a_80].

El programa de diseño de IBM, junto con la guía de diseño que elaboró Noyes con Rand (también denominados Programa de Diseño Corporativo o Corporate Design Programme),

·T_261·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN DEL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN HIPER EQUIPADA DEL ACONDICIONAMIENTO DE AIRE, EL CONTROL HIGROTÉRMICO DEL INTERIOR Y LA INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS DEL ACTUAL SERVICIO DE INFORMÁTICA, CENTRO DE PROCESO DE DATOS (CPD) DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID. MADRID. 15 DE FEBRERO 2023. FUENTE: FOTOGRAFÍA DE LA AUTORA.

·G_3.4.a_67·

3.4.3. IBM. ELIOT NOYES.

·G_3.4.b_67·

contenían muchas recomendaciones en relación al diseño de todo tipo de dispositivos, entre los que se encontraban, también, los arquitectónicos (DA). Con los consejos de Rand, los/as Eames, Nelson, Kaufmann Jr., Calder y Noguchi, el diseño de la empresa se actualizaba y renovaba continuamente, a lo largo de los años, incluyendo instrucciones claras de cómo se debía mostrar el logro, la señalética, cómo debían mostrarse los dispositivos, en cada ubicación y soporte (arquitectónico, gráfico, motorizado, etc.) así como otra serie de consideraciones.

Según Harwood, todos los nuevos dispositivos arquitectónicos (DA), construidos por IBM a partir de la implantación del programa de diseño integral de Noyes, debían seguir varias premisas. Aunque los soportes físicos de estos DA eran razonablemente diversos en apariencia, todos estaban unidos por una lógica de proyecto común, derivada del deseo de IBM de que el espacio arquitectónico se comunicara, en paralelo, de la misma manera que lo hacía su gestión y el resto de los soportes físicos del resto de sus dispositivos. De esta manera, los DA debían tener interiores diáfanos para ofrecer flexibilidad y establecer unos requisitos de iluminación, tanto natural como artificial, máximos y mínimos (Harwood, 2003, 15).

Por ejemplo, muchas de las ideas que implementó en su primer proyecto arquitectónico para IBM, la remodelación de la parte de la sede central de Manhattan, ya se incluyeron como parte de la estrategia de marketing de la empresa, contenidas en la guía de diseño como parte del programa de diseño integral, que buscaba alcanzar una identidad corporativa unificada y sistemática. Un ejemplo de estas recomendaciones fue, por poner un ejemplo, el proyecto del número 590 de Madison Avenue, en Nueva York. La planta baja, en contacto directo con la calle y el hall de entrada al edificio siempre se debían proyectar para configurar grandes espacios, cual *showrooms*, completamente abiertos y visibles para todos los peatones desde la calle. Desde el exterior debía poder verse todo el interior al nivel de la calle. Y para ello debían incluirse grandes ventanales transparentes en los proyectos cuyo objetivo sería el de mostrar todos los nuevos dispositivos construidos por la empresa. De esta manera, así como el hall de su sede central primero albergó el IBM SSEC, luego el IBM 701, el IBM 702, para, posteriormente, contener al IBM 705 (que reemplazó el IBM 702 en octubre de 1954), también dejaba ver, en todo momento, el funcionamiento de estos dispositivos computadores DC/DA las horas del día, como mostraba la escena de la película *Walk East on Beacon!* (1952). De hecho, la ubicación de estos tipos de espacios arquitectónicos, conformados por los DC/DA tipo *mainframe* se debían yuxtaponer en los espacios de las nuevas edificaciones arquitectónicas, construidas por IBM, de tal forma que, literalmente, tuvieras que atravesarlos para poder acceder a las oficinas de la empresa. Esta misma estrategia de proyecto fue la que se adoptó en los dos DA desarrollados por IBM en España, de la mano del arquitecto español Miguel Fisac Serna, como hemos visto. La estrategia de procurar una transparencia total interior visible desde el exterior también fue implementada por Eliot Noyes en todos los pabellones que IBM desarrolló para las Ferias Internacionales de Nueva York (Eero Saarinen, 1964) o la de San Antonio, en Tejas (Eliot Noyes, 1968), por ejemplo. En ellas, las plantas bajas en contacto con el nivel del peatón o visitante estaban completamente abiertas o eran visualmente transparentes para que cualquier visitante se viera animado a entrar por lo que percibía con la vista. De la misma manera, siempre se disponía en el interior de los espacios, dispositivos tecnológicos de todo tipo para la gente pudiera interactuar con ellos.

Los dispositivos arquitectónicos (DA) diseñados por Eliot Noyes para IBM.

Además de los dispositivos computacionales (DC/DA) que Noyes proyectó para IBM, como arquitecturas de pleno derecho, aplicando las mismas estrategias de diseño que la arquitectura del Movimiento Moderno, también proyectó y diseñó dispositivos arquitectónicos (DA) que incorporaron no sólo las recomendaciones de la guía de diseño integral que acabamos de ver, sino también las lógicas comunes que provenían de la computación. El proceso de proyecto invertía su sentido y ahora los DA se proyectaban siguiendo las lógicas de los DC.

Así, Noyes aprovechó su figura como agente doble en esta relación bidireccional y

·T_262·

ELIOT NOYES INTRODUCE EL TRABAJO EN EQUIPO Y LA TRANSDISCIPLINARIEDAD EN CUANTO COMIENZA A TRABAJAR EN EL MOMA (1940), EN SU TRABAJO CON IBM (1956) Y EN SU PROPIO ESTUDIO DE ARQUITECTURA (DESDE 1947 HASTA 1977).

DESDE 1947, QUE COMIENZA A COLABORAR CON IBM, SE DEDICA A DAR DISEÑAR ESTOS DA/DC.

EN 1950 REDISEÑA LA PLANTA 16 DEL 590 DE MADISON AVENUE, EN MANHATTAN.

EN 1953, REDISEÑA EL HALL DE ENTRADA DEL LA SEDE CENTRAL DE IBM, DONDE EL SSEC ESTABA INSTALADO, PARA ALBERGAR LA PRESENTACIÓN MUNDIAL DEL IBM 702.

EN 1956, SE CONVIERTE EN EL ‘CONSULTANT DIRECTOR OF DESIGN’ DE IBM Y DESARROLLA, JUNTO CON PAUL RAND, CHARLES AND RAY EAMES, GEORGE NELSON Y EDGAR KAUFMANN UN PLAN ABIERTO Y HORIZONTAL DE DISEÑO INTEGRAL: EL IBM DESING SYSTEM (CON EL IBM DESIGN GUIDE)

·G_3.4.a_68·

DESDE 1940, ELIOT NOYES EMPIEZA A EXPLORAR EL CONCEPTO DE INTERFAZ COMO UNA ENTIDAD QUE NEGOCIE Y RELACIONE AL SER HUMANO CON EL DISPOSITIVO COMPUTADOR (DC)

AL DESCRIBIR Y CRITICAR LOS ADORNOS CROMADOS O LAS VOLUTAS DE LOS SOPORTES FÍSICOS DE LOS DISPOSITIVOS COMPUTADORES DE IBM, NOYES AFIRMÓ:

«THESE MACHINES SHOULD NOT BE LIKE A RANCH HOUSE. THEY SHOULD BE LIKE A MIES HOUSE. THEY SHOULD HAVE THAT MUCH INTEGRITY AND JOY. » (NOYES, 1957).

·G_3.4.b_68·

transdisciplinar entre la arquitectura y la computación que él tan bien encarnaba, para proyectar DA como computadores. De esta forma, las lógicas y estrategias de proyecto comunes aplicadas a los proyectos que realizó para IBM de los que se entienden tradicionalmente como arquitecturas fueron el resultado directo de las demandas de diseño que reclamaban los dispositivos computadores (DC), superpuestas sobre la arquitectura (Harwood, 2003, 15).

En su primer proyecto de nueva planta para IBM, en el IBM Poughkeepsie Campus, Eliot Noyes & Associates desarrollaron dos edificaciones: el IBM Development Laboratory (1955) y el IBM Poughkeepsie Design Center (1956-1959). El primero comenzó a proyectarse antes justo de que el programa de diseño integral comenzara y el segundo lo hizo paralelamente a su desarrollo. El proyecto, ya demolido, era un conjunto de dos bloques ortogonales, de tres plantas sobre rasante, casi idénticos, uno al oeste y otro al este, unidos por un corredor acristalado, que hacía las veces de bisagra entre ambos y los comunicaba entre sí, con un patio central [Fig.G_3.4.a_81].

Sus carcasas exteriores estaban compuestas de muros cortina de paneles de aluminio extruido, esmaltados en color gris¹⁰², combinados con vidrios transparentes. El programa del DA, contaba con aulas y servicios, cafetería, oficinas, un pequeño auditorio y un gran espacio abierto para exposiciones de la empresa. Este último programa se incluyó como un requisito casi indiscutible en la guía de diseño global de IBM y debía implementarse en todos los diseños de DA, a partir de entonces (Harwood, 2003, 17). De hecho, formaba parte de las ideas centrales desarrolladas por Watson Jr. y Noyes para el programa integral de diseño: la creación de espacios didácticos como parte de esa comunicación paralela impulsada por IBM, sobre qué era el buen diseño, como en el listado de características que Noyes implementó en su primera exposición en el MoMA. En este DA Noyes ya puso en práctica estas ideas: diseñar DA con las estrategias del proyecto de los DC [Fig.G_3.4.b_81].

En el centro de diseño de IBM, donde se instaló también el dispositivo temporal White Room, que veremos en otro apartado, Noyes aplicó una de las estrategias de proyecto de los DC: diseñar para controlar el entorno en el que se ubicaban éstos y sus habitantes-usuarios/as, mediante la manipulación de la información. Para que el DC pudiera funcionar de forma óptima, debía contar con su propio entorno seguro: la sala limpia (*clean room*), un espacio diseñado para el control de todos sus habitantes, humanos y no humanos. De esta forma, el DA proyectado por Noyes incluyó un diseño de cerramiento ambiental basado en dos tipos de lógicas organizativas y de comunicación interrelacionadas. Por un lado, la envolvente de la DA de IBM, estampada y opaca (a diferencia de las plantas bajas de sus *showrooms*), se entendía como el residuo metafórico y las huellas marcadas en el soporte físico del dispositivo arquitectónico, como impronta de la principal actividad llevaba por IBM en su interior: el procesamiento de datos y el reconocimiento de patrones. Por otro lado, Noyes se preocupó de definir una envolvente transparente y estrictamente controlada en su interior, basada en la tipología y topología de un monasterio o patio doméstico. En conjunto, la estrategia de proyecto implementada en el DA, heredada de los DC, basadas en estas dos lógicas creaba una arquitectura que era un *contraentorno cerrado*, según las ideas enunciadas por Marshall McLuhan (McLuhan, 1967) y controlado. Me cierro hacia el exterior para abrirme y controlar el interior. Construyo un sistema cerrado que controlo.

Es decir, las primeras arquitecturas de la computación producidas por Noyes para IBM, nacidas de las lógicas de la computación, se convertirían en un espacio organizado en oposición y separado de su entorno circundante. Esta rigurosa lógica de proyecto, para convertir los dispositivos arquitectónicos en sistemas cerrados y controlados, coherentes internamente (gracias a su absoluta separación de cualquier interferencia externa, bien fuera por las vistas, la

¹⁰² Era una solución de envolvente similar al que se había empleado en un DA de Eero Saarinen para IBM, en Rochester, que empleó dos tonos de azul en los paneles de aluminio extruido.

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM

NOYES DISEÑABA COMPUTADORES COMO ARQUITECTURAS Y ARQUITECTURAS COMO COMPUTADORES

·G_3.4.a_69·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM

UN BUEN DISEÑO:

1. **CUMPLE SU FUNCIÓN.**
2. **RESPETA SUS MATERIALES.**
3. **ES ADECUADO PARA SU MÉTODO DE PRODUCCIÓN.**
4. **COMBINA ESTAS CARACTERÍSTICAS DE FORMA IMAGINATIVA.**

·G_3.4.b_69·

luz natural o artificial, la orientación con respecto al sol, la temperatura, etc.) se debía aplicar a todos los nuevos DA construidos por IBM, en todo el mundo.

Noyes proyectaba dispositivos arquitectónicos (DA) como sistemas cerrados y controlados, coherentes internamente, como los dispositivos computacionales (DC)

El proyecto de Poughkeepsie era una vivienda binuclear ampliada de tamaño y escala, hasta alcanzar las dimensiones de un laboratorio. De acuerdo con las recomendaciones de la guía de diseño de IBM para los DC, este DA debía proponer espacios interiores casi despejados, sólo divididos por paramentos divisorios móviles y flexibles, así como incorporar las instalaciones y las demás infraestructuras, mediante bandejas modulares, suspendidas de los techos.

El soporte físico del dispositivo arquitectónico característico de espacio de IBM se organizaba, generalmente, en torno a un patio central, que contenía un jardín cultivado y ordenado, en definitiva, controlado, como los jardines medievales y renacentistas de los claustros de los monasterios, en oposición clara y contrastada con el paisaje circundante exterior, desordenado y salvaje. La arquitectura era centrípeta, miraba ensimismada hacia su interior, hacia su patio central. Y estaba conformada por un espacio interior flexible, abierto, organizado en torno a un paisaje central ordenado y meditativo [Fig.G_3.4.b_82].

En resumen, el DA de IBM seguía estas lógicas de proyecto en su conformación, basadas en las lógicas de diseño de los DC: un entorno monástico/doméstico controlado, convertido en un espacio productivo corporativo, cuya fórmula podía definirse, defenderse y extenderse por todo el mundo, en cualquier lugar en el que IBM fuera a implantarse.

Esta arquitectura de la computación (DA), característica del espacio IBM, proponía un entorno controlado en el que los habitantes-usuarios/as-seres humanos podían interactuar e integrarse a la perfección y con seguridad y eficacia con los dispositivos computadores (DC)

Uno de los soportes físicos de un dispositivo arquitectónico (DA), construido por IBM, más célebres fue un diseño propio de Eliot Noyes. El IBM Aerospace Building, en Los Ángeles, California, se desarrolló tres años después de terminar los proyectos de Poughkeepsie, en 1962, cuando el programa de diseño integral y la guía de diseño de IBM ya estaban más asentadas y sus recomendaciones y exigencias, más definidas.

En esta ocasión, Noyes se asoció para desarrollar el proyecto del DA con los arquitectos e ingenieros californianos Quincy Jones y Frederick Emmons. De nuevo, volvió a invertir el sentido de la relación bidireccional entre la arquitectura y la computación y empleó lógicas de proyecto aplicadas en los DC para diseñar su propuesta de DA para IBM. Todo ello para cumplir con los objetivos marcados por el programa de diseño integral de IBM, en el que los espacios arquitectónicos (DA) hacían referencia a los soportes físicos de los dispositivos computadores (DC) y viceversa, para conformar esa flexibilidad sistémica integradora que buscaban [Fig.G_3.4.a_83].

En este caso, el patio como materialización física del control ambiental que buscaba IBM, no es un verdadero patio, sino que se invierte. En esta propuesta arquitectónica el *contraentorno cerrado* no está conformado por un cuidado y ordenado jardín, sino por la extensión del patrón modular geométrico que organizaba el espacio interior de la propuesta de Poughkeepsie, a lo largo de toda la planta de la propuesta de Los Ángeles. De esta manera, la malla geométrica cubría y ordenaba todo el soporte físico del dispositivo arquitectónico (DA) [Fig.G_3.4.b_83].

La carcasa del DA era una evolución de los conceptos testados en Poughkeepsie: una envolvente estampada y casi opaca, construida mediante paneles prefabricados de hormigón blanco. En este caso, el patrón de la fachada hacía alusión directa y menos velada a las metáforas que relacionaban la arquitectura y la computación: las proporciones y el orden de sus huecos copiaba el aspecto del soporte físico en el que se almacenaba y controlaba la información en computación, una tarjeta perforada. De nuevo, la carcasa del DA/DC recogía las huellas de la actividad principal que IBM desarrollaba en el interior de estas arquitecturas: el

·T_264·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM



IMAGEN DE DETALLE DE LA EXPOSICIÓN *GOOD DESIGN: USEFUL OBJECTS OF AMERICAN DESIGN UNDER \$10*. PARA LA MUESTRA EL MATRIMONIO NOYES RECOLECTÓ OBJETOS ENCONTRADOS EN TIENDAS LOCALES DE PRODUCTOS BIEN DISEÑADOS, DE USO COTIDIANO. NOVIEMBRE DE 1940. ELIOT NOYES. DEPARTAMENTO DE DISEÑO INDUSTRIAL. MUSEO DE ARTE MODERNO DE NUEVA YORK. MOMA. FUENTE: BRUCE, G. (2006). *ELIOT NOYES. A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 57.

·G_3.4.a_70·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM

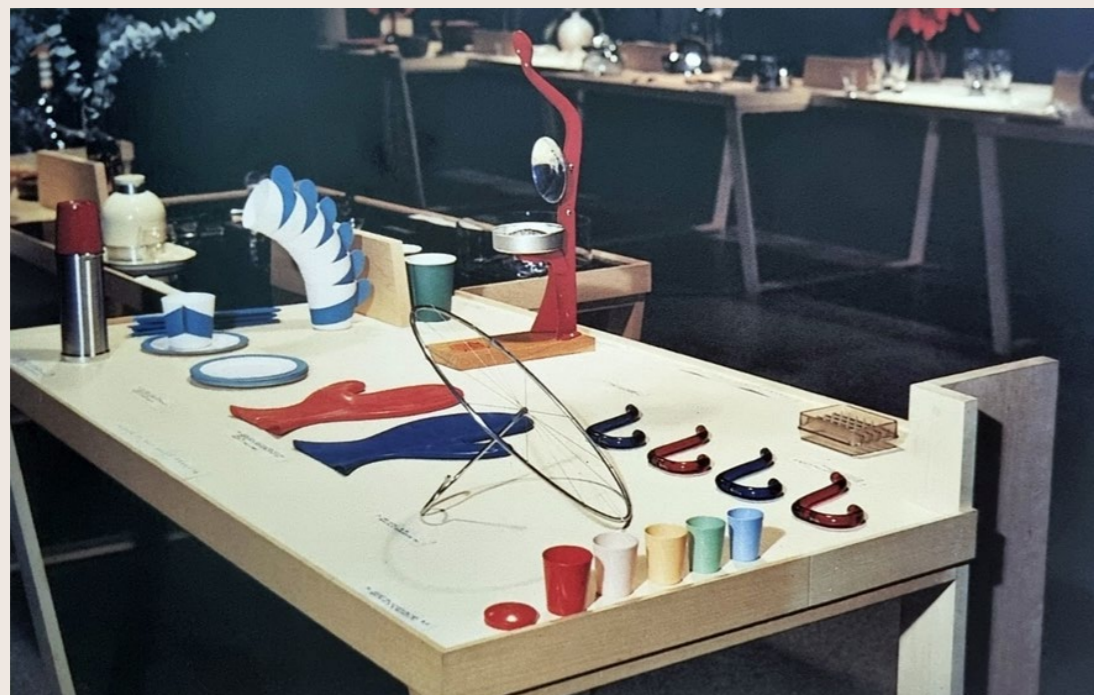


IMAGEN DE LA DEFINICIÓN DE *BUEN DISEÑO* DE ELIOT NOYES PARA LA EXPOSICIÓN *GOOD DESIGN: USEFUL OBJECTS OF AMERICAN DESIGN UNDER \$10*. NOVIEMBRE DE 1940. ELIOT NOYES. DEPARTAMENTO DE DISEÑO INDUSTRIAL. MUSEO DE ARTE MODERNO DE NUEVA YORK. MOMA. FUENTE: BRUCE, G. (2006). *ELIOT NOYES. A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 55.

·G_3.4.b_70·

procesamiento de datos y el reconocimiento de patrones. Así, el aspecto exterior del DA emulaba una tarjeta perforada tridimensional [Fig.G_3.4.a_84].

Toda la envolvente homogénea, que negaba las condiciones desordenadas del exterior, entre las que se encontraban las vistas, la luz natural, las condiciones atmosféricas, la temperatura, la orientación frente al sol, se elevaba sobre el nivel de la planta baja, para darle un aspecto todavía más abstracto y extraño. De nuevo, se volvía a plantear un soporte físico centrífugo, que miraba hacia dentro, hacia su interior. El DA se elevaba del suelo gracias a una estructura de base rígida de hormigón, que soportaba las plantas superiores. Para trasladar las cargas verticales, la propuesta tocaba el suelo a través de unos pilares similares a los troncos de un árbol a las patas de una mesa, cuyo tablero sostenía el resto de la propuesta [Fig.G_3.4.b_84].

Para proyectar la envolvente de la propuesta Noyes trabajó con maquetas a distintas escalas y con prototipos mock-ups a escala 1:1 para aprender a controlar correctamente, y de forma eficiente, todos los estímulos que provenían del exterior desordenado. De esta forma, instaló una maqueta en su casa de New Canaan, en la fachada acristalada junto a su jardín, para explorar los efectos de cómo este límite, como si de una interfaz se tratase, debía controlar el entorno, para que el espacio de IBM propuesto en el DA se convirtiera en ese *contraentorno cerrado* [Fig.G_3.4.a_85].

En parte, Noyes creó este tipo de piel para la propuesta de Los Ángeles para controlar la incidencia solar severa en esta parte del país así como para distribuir uniformemente la luz del sol que se filtraba en el interior del edificio, para proponer un espacio homogéneo a través de todas sus condiciones, no sólo geométricas (gracias a la malla ortogonal que organiza los espacios interiores) sino también fenomenológicas (con un control de la iluminación extremo, como hemos visto en el caso del CCUM, de Fisac). Hoy el edificio alberga la Facultad de Arte y Diseño Otis (IBM, 2021).

Estas estrategias proyectuales fueron implementadas por Noyes en muchas otras propuestas arquitectónicas de DA, como en el IBM Branch Office, en Nueva York, en 1966, donde llevo estas ideas al extremo, eliminando las vistas exteriores y las aberturas en fachada, casi por completo. Controlando el límite y la piel en su totalidad frente al entorno circundante desordenado exterior, hasta llegar a convertir los huecos en fachada en una especie de ventanucos verticales que sólo dejaban pasar luz natural equivalente a la que emitiría un tubo fluorescente de iluminación artificial [Fig.G_3.4.b_85].

Eliot Noyes también implementó estas estrategias de diseño importadas desde la computación a otras propuestas arquitectónicas para otros clientes, al margen de IBM. As lo hizo con el Westinhouse Tele-Computer Center, en Pittsburgh, que desarrolló en 1955-1960, en el que el patio central del DA, estaba ya, literalmente conformado por el computador, sombreado en color gris en su planta principal. Finalmente, el soporte físico del dispositivo computador (DC) conquistaba el corazón del soporte físico del dispositivo arquitectónico (DA) [Fig.G_3.4.a_86, Fig.G_3.4.a_87].

De esta forma, la creación de un *contraentorno cerrado* y controlado, empleada como principal estrategia proyectual en todos estos dispositivos arquitectónicos, proyectados como dispositivos computacionales, pasó de ser un patio habitado por un jardín cultivado y ordenado, a ser la prolongación de la malla regular de la planta, para, finalmente, ser conformado por el espacio habitado del propio computador en sí.

Contraentorno cerrado >> patio ajardinado y ordenado >> malla regular organizadora en planta >> espacio habitado del computador (DC)

Como si de un cuerpo humano se tratara, al final de toda esta exploración proyectual, el soporte físico del dispositivo computador (DC) conquistaba el corazón del soporte físico del dispositivo arquitectónico (DA). El DC se convertía en el centro del DA

·T_265·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM

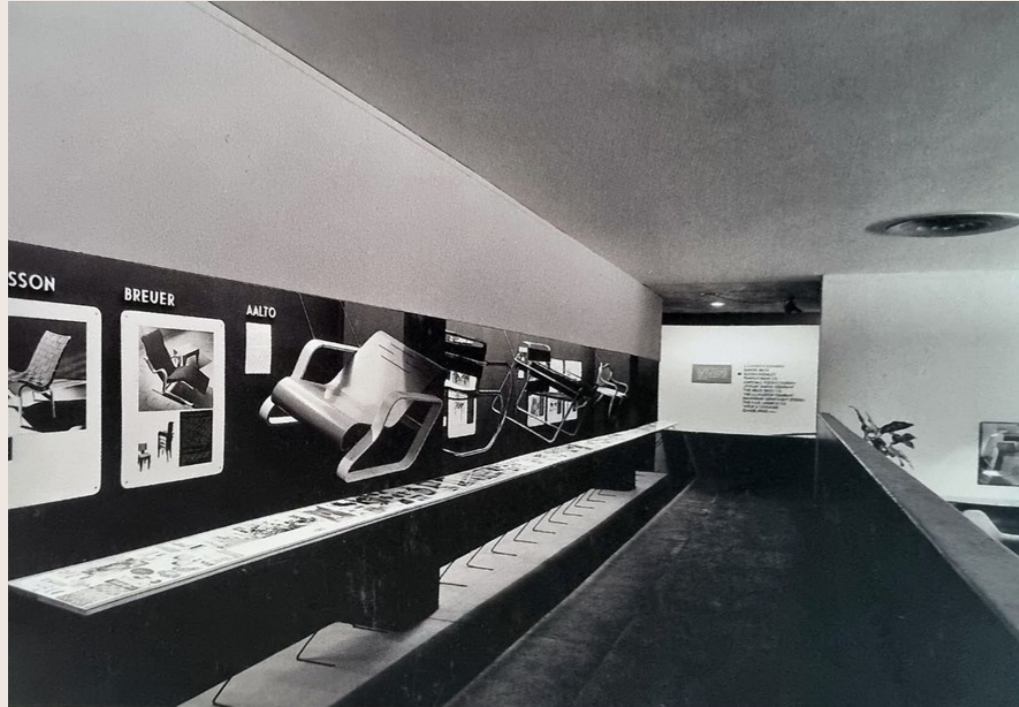


IMAGEN DE LA EXPOSICIÓN DE LOS PROYECTOS GANADORES DEL CONCURSO *ORGANIC DESIGN IN HOME FURNISHINGS' COMPETITION*. LA MUESTRA INCLUÍA TAMBIÉN DISEÑOS DE MUEBLES EUROPEOS, PROYECTADOS POR LOS ARQUITECTOS ALVAR AALTO Y MARCEL BREUER. SEPTIEMBRE DE 1941. ELIOT NOYES. DEPARTAMENTO DE DISEÑO INDUSTRIAL. MUSEO DE ARTE MODERNO DE NUEVA YORK. MOMA. FUENTE: BRUCE, G. (2006). *ELIOT NOYES. A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 74.

·G_3.4.a_71·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM



IMÁGENES DE MOLLY NOYES CON CHARLES EAMES Y CON ELIOT NOYES, CALIFORNIA, 1960. FUENTE: BRUCE, G. (2006). *ELIOT NOYES. A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 15.

·G_3.4.b_71·

3.4.4. The World Game + «How to Make the World Work». Richard Buckminster Fuller y John McHale.

Otro de los últimos casos de estudio recogidos en esta primer episteme o comprensión espacio-temporal de la computación, en la que los dispositivos tecnológicos contemporáneos del grupo heterogéneo, denominado *las arquitecturas de la computación* sería el proyecto The World Game, desarrollado por el arquitecto Richard Buckminster Fuller, junto con el artista y escritor John McHale (inicialmente para la Southern Illinois University) y junto con el arquitecto Shoji Sadao, con Sadao and Geometrics, Inc. (posteriormente como propuesta para el pabellón de Estados Unidos durante la Exposición Mundial de Montreal en 1967, Expo '67). El proyecto The World Game se basó en ideas que Fuller ya había expuesto en proyectos anteriores, realizados en la década de 1940, como el World Resources Inventory (Inventario de los Recursos del Mundo) o como el concepto de Geoscope o Geoscopio (McHale, 1967a, 236), durante sus años como docente en Black Mountain College (1948-1949), una de las instituciones pioneras en el mundo en la educación transdisciplinar¹⁰³. Este proyecto centró los intereses de Fuller durante los últimos veinte años de su vida, nutriéndose de ideas cuyo desarrollo se inició veinticinco años atrás. Podemos afirmar que fue *el proyecto de toda una vida*, que le acompañó durante sus últimos 44 años.

El proyecto inicialmente se inauguró en 1965 como parte del programa de la World Design Science Decade, 1965-1975¹⁰⁴ (seis volúmenes o panfletos denominados también WDSD) (Buckminster Fuller, 1964, 1-102), junto con la colaboración de John McHale¹⁰⁵ como su director ejecutivo, en el Departamento de Diseño de la Southern Illinois University (Carbondale)¹⁰⁶, dentro de los festejos de celebración del centenario de la universidad. El proyecto se empezó a gestar unos años antes, entre 1962 y 1963, con el apoyo de la Union of International Architects (UIA) (Buckminster Fuller, 1999, 35). Era un proyecto muy ambicioso en donde Fuller retó a las principales universidades internacionales y a sus departamentos de Arquitectura a participar en la World Design Initiative (Iniciativa Mundial de Diseño), un programa pedagógico arquitectónico de escala mundial para unir fuerzas y alinear objetivos de investigación en torno al diseño y especialmente en torno a la arquitectura y así transformar los currículums académicos de estas instituciones e iniciar una revolución pedagógica en nuestra disciplina (López-Pérez, 2020, 125-126), todo ello con un computador/edificio como protagonista. Esta renovada pedagogía

¹⁰³ Black Mountain College era un entorno académico avanzado y renovador en el que profesores y estudiantes investigaban conjuntamente en una estructura horizontal que favorecía el trabajo colaborativo y la experimentación. Dirigida por el pintor Josef Albers, además de por Buckminster Fuller, acogió como docentes a figuras tan destacadas como la artista visual Anni Albers, el músico John Cage, el bailarín y coreógrafo Merce Cunningham, el arquitecto Walter Gropius o los pintores Willem y Elaine de Kooning, y Robert Motherwell. Estas personas tenían una formación que venía de muy diversos campos, tanto científicos como de la rama de humanidades: la arquitectura, el arte, el diseño, las matemáticas, la ingeniería, la danza, la música, entre otros, aunque mantenía algunas asignaturas troncales clásicas en su currículo académico. Esta institución, junto con el trabajo que desarrolló Bucky Fuller en la Southern Illinois University Edwardsville y en los innumerables talleres que impartió por el globo, se adelantó más de siete décadas en la utilización de metodologías de trabajo e investigación activas (MA) en la educación superior, que hoy se desarrollan en los centros más avanzados y punteros (como el Massachusetts Institute of Technology - MIT), donde se cruzan la ciencia, el arte y el diseño de forma natural, pero en tensión con las estructuras académicas convencionales, fundadas en la especialización en disciplinas estancas (Espacio Fundación Telefónica, 2020, 36).

¹⁰⁴ El programa de World Design Science Decade, 1965-1975 (WDSD) o World Resources Inventory incluía seis volúmenes llamados: 2000+, The Future of the Future, Outer Space: Man+, New Symbiosis, World Game and The People Future (McHale, 1967b).

¹⁰⁵ John McHale había colaborado y se había asociado con Fuller en muchos de sus últimos proyectos de cúpulas geodésicas y los denominados Geoscope, con anterioridad y posterioridad a desarrollar The World Game.

¹⁰⁶ Fuller fue primero profesor invitado (1956) de esta institución y, más tarde, profesor investigador (1959-1971), impartiendo la asignatura Generalized Design Science Exploration (Espacio Fundación Telefónica, 2020, 35). En 1970 se mudó del campus de Carbondale al campus de Edwardsville de la SIU (Southern Illinois University) (Fernández-Galiano Ruiz & Foster, 2010, 35).

·T_266·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM



ELIOT NOYES CON SUS COMPAÑEROS EN EL ESTUDIO DE DISEÑO DE NORMAN BEL GEDDES, TRABAJANDO EN EL DISEÑO INICIAL DE UN PROTOTIPO PARA UNA MÁQUINA DE ESCRIBIR DE IBM. 1946. FUENTE: BRUCE, G. (2006). *ELIOT NOYES. A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 87.

·G_3.4.a_72·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM



IMAGEN DE LA MÁQUINA DE ESCRIBIR ELECTRÓNICA IBM MODEL B, EN LA ELIOT NOYES TRABAJÓ INTENSAMENTE DURANTE SU ESTANCIA EN LA NORMAN BEL GEDDES OFFICE. 1954. FUENTE: BRUCE, G. (2006). *ELIOT NOYES. A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 87.

·G_3.4.b_72·

arquitectónica se centraría en encontrar fórmulas de relación entre nuestros diseños y proyectos y nuestro entorno más equitativas y equilibradas, prestando atención tanto a la escala micro como a la macro y poniendo el foco a la vez en las implicaciones sociales y políticas a escala global e, incluso, cosmológica que desencadenarían las acciones de los/as arquitectos/as y los/as diseñadores/as en el ejercicio de su profesión. El proyecto de Fuller y McHale era una propuesta de innovación educativa en arquitectura y diseño mucho más ambiciosa y radical que muchas de las que se proponen en los centros de investigación y las universidades más prestigiosas del mundo hoy en día. El programa de la WSDS incluía textos y manuales de acción, exposiciones y documentaría todas las acciones desarrolladas durante la década de su celebración, incluyendo conferencias de Buckminster Fuller y una colección de datos que, hasta este proyecto, permanecían invisibles, tales como estadísticas, mapas y diagramas que incluían información y datos del planeta Tierra: su población global, un inventario de fuentes de materias primas y energía, el uso y circulación de los bienes generados por la industria, etc. (Buckminster Fuller, 1999, 36), recogidos en un primer documento o panfleto publicado en 1963 llamado *Inventory of World Resources: Human Trends and Needs* (López-Pérez, 2020, 126; Buckminster Fuller & McHale, 1963). En conjunto, desde el inicio, The World Game consistió en un ambicioso proyecto que planteó el reto de recolectar datos sobre todos los recursos del mundo con el objetivo de prever su evolución futura y poder abordar una gestión sostenible del planeta (Espacio Fundación Telefónica, 2020, 9).

Para todo ello el DA/DC The World Game estaba integrado por dos componentes: un *soporte físico* o *hardware* (donde ambos conceptos en esta episteme sí eran coincidentes) que era un inmenso computador, cuya configuración luego veremos, y un *soporte lógico*, programa informático o *software* que era un juego global. El soporte físico o *hardware* se llamó The World Game y el soporte lógico o *software* se llamó «How to Make the World Work». En palabras de Fuller el proyecto estaba compuesto por un «extraordinario programa computarizado» o *software*, un juego para computador que iba a desarrollarse durante los siguientes cinco a diez años por la Southern Illinois University (Fuller, 2008, 204).

En el caso de estudio The World Game, la conexión entre la computación y la arquitectura se dio en múltiples niveles: el primero fue cuando se estableció una **relación conceptual estructural** entre ambos dispositivos: la arquitectura adoptaba la estructura conceptual, combinando dos componentes abstractos: el soporte físico o *hardware* y el soporte lógico o *software*. La idea de proyecto se basaba en el diseño de estos dos elementos. Se proyectaba arquitectura concibiendo, pensando y desarrollando estas dos entidades, que necesitaban darse conjuntamente para que el dispositivo funcionara. Por primera vez en arquitectura se establecía esta distinción entre dos componentes abstractos, haciendo uso no sólo metafóricamente del lenguaje informático sino aplicándolo literalmente a la generación del proyecto (la relación conceptual no se reducía sólo a una transferencia metafórica de lenguajes entre las dos disciplinas). The World Game fue de las primeras arquitecturas de la computación que estaban compuestas exactamente por un *hardware* y un *software*. No sólo eso, a diferencia de anteriores casos de estudio en los que las arquitecturas de la computación se apropiaban de otras edificaciones ya construidas para reprogramarlas con nuevos usos y programas, The World Game fue de los primeros DA/DC proyectados desde cero, como obra de nueva planta, en una parcela más o menos abstracta que primero estuvo ubicada en el campus de la Southern Illinois University (SIU) en Carbondale y, más tarde, en una de los terrenos dedicados a albergar la Exposición Internacional de Montreal en 1967, como veremos a continuación. Esta arquitectura de la computación ya no tenía por qué ser tan flexible y reprogramable como las anteriores, que tuvieron que amoldarse a edificaciones ya existentes, sino que pasó a pensarse desde cero, libremente, dando lugar a una configuración arquitectónica y tipológica sin referentes previos, como ahora veremos.

En el caso de estudio The World Game, Buckminster Fuller quiso sacar provecho de varias

·T_267·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM



IMAGEN EXTERIOR DE LAS OFICINAS CENTRALES DE IBM EN MANHATTAN, NUEVA YORK. EN CONCRETO EN EL 590 DE MADISON AVENUE, CUANDO TODAVÍA EL SSEC OCUPABA LAS DOS PRIMERAS PLANTAS DEL RASCACIELOS. CA. 1949. FUENTE: BRUCE, G. (2006). *ELIOT NOYES. A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 147.

·G_3.4.a_73·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM



IMAGEN DEL INTERIOR DE LAS OFICINAS CENTRALES DE IBM EN MANHATTAN, NUEVA YORK. EN CONCRETO EN EL 590 DE MADISON AVENUE. CA. 1949. FUENTE: BRUCE, G. (2006). *ELIOT NOYES. A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 147.

·G_3.4.b_73·

tecnologías e innovaciones que se estaban desarrollando en ese momento y del que era conocedor gracias a su participación y relación con entornos transdisciplinares como el Black Mountain College, los Delos Symposia, la revista *Ekistics* y todos los seminarios y talleres que impartía por todo el mundo. Fue el primer intento de establecer un dispositivo tecnológico contemporáneo o instalación dirigida a solucionar los problemas mundiales a una escala solo disponible hasta ese momento para los juegos y estrategias de guerra desplegados durante la Guerra Fría (McHale, 1967a, 236). Y es ahí donde Fuller y McHale buscaron inspiración en varias innovaciones tecnológicas de la época, entre otras:

- Para proyectar su soporte físico o hardware prestaron atención a los *mainframes* (M), macrocomputadores o grandes computadores de la época, como ENIAC, UNIVAC o Whirlwind I (Buckminster Fuller, 1999, 466), que hemos estudiado en este punto y que formó parte de este proyecto, como veremos en las siguientes líneas.
- Para proyectar su soporte lógico o *software* sacaron provecho de la tecnología y la teoría de juegos de guerra o bélicos desarrollada por John Von Neumann (Buckminster Fuller, 1969, 287) y el nuevo espacio y uso asociado a la misma: la sala de control (*control room*) de la NASA (McHale, 1967a; McHale, 1967b), descritos en esta investigación en el punto 2.1, así como también lo hicieron del modelo de gestión e integración global de datos computarizados que ésta implantó en los mismos (Fernández-Galiano Ruiz & Foster, 2010, 107; Fuller, 1999, 468). También se basaron en las salas de situación (*situation rooms*), como modelos tecnológicos con presentaciones multipantalla y multimedia, diseñadas para facilitar la toma de decisiones por parte del presidente y los altos mandos militares mediante el acceso simultáneo a información procedente de numerosas fuentes (Colomina, 2006, 260) que Fuller conocía bien pero sobre las que no podía hablar, por estar bajo confidencialidad, al haber participado en un proyecto militar secreto, junto con Eero Saarinen, Henry Dreyfuss, Louis Kahn, Bertrand Goldberg, Lewis Mumford, Lee Simonson y hasta Walt Elias Disney, entre otros, para proyectar con estas mismas premisas diversas *War Rooms* (estancias de guerra). Estos diseños nunca realizados contaban con un muro de imágenes proyectadas con información diversa¹⁰⁷ (Katz, 1996, 7) [Fig.G_3.4.b_88].

Todo esto derivó en una segunda conexión entre la computación y la arquitectura en este caso de estudio. En *The World Game* se estableció en su concepción una **relación tecnológica**: en el DA/DC, tanto en su hardware como en su *software*, se aplicaron teorías y técnicas que aprovechaban de forma práctica el conocimiento científico de otros sectores. Como explicaba McHale en sus artículos en *Architectural Design* y *Ekistics* el *software* «How to Make the World Work» de la instalación, como juego interactivo que era, estaba compuesto por una serie de programas informáticos basados en los principios de la Teoría de Juegos, la Tectología o Tektology de Aleksánder Bogdánov (precursora de la siguiente), la Teoría General de Sistemas de Ludwig von Bertalanffy, la Teoría de inputs/outputs o entradas/salidas o la Cibernética de Norbert Wiener, entre otros (McHale, 1967a, 236; McHale, 1967b). Por ejemplo, Fuller utilizaba la expresión *trim tab* (lengüeta de corte) como una metáfora sobre el potencial del individuo para generar el máximo impacto colectivo con el uso del menor número de medios. Amplió el uso de esta analogía al hacer uso del concepto *cibernética*, de Norbert Wiener, para señalar el potencial de «la nueva ciencia emergente basada en el sistema de retroalimentación del computador» y al aplicar la analogía orgánica entre el metabolismo del ser humano (hombre) y el metabolismo de la Tierra (Farrell, 1972, 199-200; Buckminster Fuller & McHale, 1963, 52-53; López-Pérez, 2020, 128). De nuevo, tras su inclusión en la selección de arquitectos/as de la exposición *Visionary Architecture* de 1960 del Museum of Modern Art (MoMA) de Nueva York, en el título de la entrevista de Barry Farrell para *Playboy* «A Candid Conversation with the Visionary

¹⁰⁷ Se puede leer más sobre las estancias de guerra (*war rooms*) en el artículo «The Arts of War: "Visual Presentation" and National Intelligence» de Barry Katz.

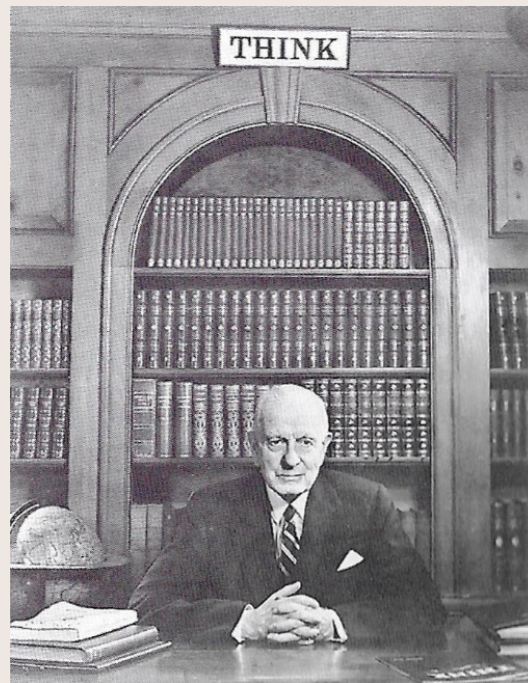
·T_268·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM

«WHEN I FIRST MET IBM THE LARGE MAIN COMPANY SHOWROOM IN NEW YORK WAS A SEPULCHRAL PLACE, WITH OAK-PANELLED WALLS AND COLUMNS, A DEEPLY COFFERED PAINTED CEILING, A COMPLEX PATTERN OF MANY TYPES OF MARBLE ON THE FLOOR, ORIENTAL RUGS ON THE MARBLE AND VARIOUS MODELS OF BACK IBM ACCOUNTING MACHINES SITTING UNEASILY ON THE ORIENTAL RUGS. THESE ACCOUNTING MACHINES, I MIGHT ADD, OFTEN HAD CAST IRON CABRIOLE LEGS IN THE MANNER, I BELIEVE, OF QUEEN ANNE FURNITURE... IT SAID IBM ABOUT 12 TIMES ON THE FAÇADE... IT ALSO SAID, “WORLD PEACE THROUGH WORLD TRADE” AND MANY OTHER SLOGANS... UPSTAIRS THE TYPICAL OFFICES HAD GREEN WALLS ... IT WAS DESIGN SCHIZOPHRENIA OF THE WORST SORT.» (WATSON & PETRE, 1994, 260-261).

·G_3.4.a_74·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM



FOTOGRAFÍA OFICIAL DEL PRESIDENTE DE IBM, THOMAS J. WATSON SR. CA. 1949. EN LA PARTE SUPERIOR DE LA IMAGEN SE PUEDE LEER EL ESLOGAN ORIGINAL DE LA EMPRESA «PIENSA», QUE PRESIDÍA LA MAYOR PARTE DE LOS ESPACIOS INTERIORES DE LOS DA/DC DE IBM. FUENTE: FOTOGRAFÍA DE YOUSUF KARSH. MARTIN, R. (2003). *THE ORGANIZATIONAL COMPLEX: ARCHITECTURE, MEDIA, AND CORPORATE SPACE* (1ª ED.). CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS: THE MIT PRESS, P. 165.

·G_3.4.b_74·

Architect / Inventor / Philosopher R. Buckminster Fuller» se hacía alusión a la figura del Fuller como un arquitecto *visionario* que, como tal, imaginaba y construía arquitecturas visionarias, entre ellas esos primeros ejemplos de las arquitecturas de la computación como The World Game. Como veremos más adelante en este trabajo doctoral, Fuller y McHale se adelantaron varios años en la concepción que del término *interfaz* tenía la comunidad científica y las mayores mentes del planeta. Si el computador y ahora también la ciudad adoptaba estructuras y formas antropomórficas, en la propuesta de Fuller y McHale, se daba un paso más allá, asimilando a la Tierra en su totalidad (reducida a una escala abarcable para un edificio) a un gran computador que funcionaba como un cuerpo (humano). En resumen, en todas estas teorías y nuevas ciencias emergentes se producía una unificación de las todas las ciencias: sociales, cognitivas, biológicas y físicas, etc., como sistemas de relaciones complejos para abordar cuestiones y resolver los desafíos y las problemáticas a los que se enfrentaba el mundo en ese momento (y todavía debe hacer frente). Y todas ellas provocaron esa conexión tecnológica y convergieron en la propuesta arquitectónica de Fuller y McHale en este caso de estudio.

El concurso para la Exposición Universal de 1967.

Un año antes de que The World Game se inaugurara en la Southern Illinois University (SIU) y dos años después de que el proyecto empezara a desarrollarse, en 1964, la U.S. Information Agency (USIA), con el arquitecto y diseñador encargado de las muestras Jack Masey a la cabeza, invitó a Buckminster Fuller a proponer un proyecto para el pabellón estadounidense para la siguiente Exposición Universal, que iba a celebrarse en Montreal (Canadá), en 1967. Fuller hizo equipo con McHale y Sadao y presentaron su propuesta que concursaría contra la de otros equipos de arquitectos/as, entre los que se encontraban John Johansen, Philip Johnson, Ludwig Mies van der Rohe y Paul Rudolph¹⁰⁸. Para Fuller, fue el encargo idóneo para que The World Game se convirtiera en un proyecto mucho más ambicioso, si cabe, dándole mayor difusión y repercusión mundial fuera del ámbito académico universitario arquitectónico. Inicialmente, en 1965, Fuller asociado con John McHale y con Shoji Sadao y sus empresas Fuller & Sadao Inc. y Sadao and Geometrics, Inc. hicieron su primera propuesta para el pabellón. Propusieron The World Game no sólo como el contendor físico del pabellón de EE.UU. sino como contenido y proyecto museográfico y comisarial del mismo para la Expo'67. Como explicó Fuller esta primera propuesta se basó en una observación que detectó él mismo. Observó que los/as ciudadanos/as del mundo habían empezado a confiar extraordinariamente en la fiabilidad y estabilidad del computador y los procesos controlados electrónicamente que éste llevaba a cabo. Fuller predijo y afirmó que la sociedad ya confiaba plenamente, quizá inconscientemente, en la credibilidad no sólo de estos dispositivos tecnológicos (los computadores) sino en todo tipo de instrumentación electrónica automatizada en general, hasta el punto de confiarles su propia vida (Buckminster Fuller, 1999, 472; Buckminster Fuller, 2008, 206). El arquitecto ponía un ejemplo muy claro para ilustrar esta afirmación: en particular, cuando los 125 o 135 pasajeros de cualquier avión volando por el mundo aterrizaban en algún aeropuerto de noche y con niebla cerrada, depositaban ciegamente su confianza y su propia vida, a la fiabilidad del computador de a bordo y a la instrumentación electrónica automatizada del avión que los transportaba para suplir la visión de los/as pilotos/as. Durante el aterrizaje todas esas personas continuaban ocupadas leyendo, durmiendo, escuchando música o charlando, sin inmutarse lo más mínimo, dejando que el DC lo hiciera todo, suplantando incluso el raciocinio y la acción del ser humano. [Fig.G_3.4.a_89]

Para Fuller la participación en la exposición universal debía servir para que Estados Unidos recuperara la admiración y la confianza del resto del mundo como nación, cuyos niveles, a ojos de Fuller, se encontraban en su punto más bajo en décadas, o incluso más, siendo los más bajos desde la fundación del país doscientos años atrás. El arquitecto vio en la Expo'67 la ocasión

¹⁰⁸ Marcel Breuer también presentó una propuesta para diseñar el pabellón de Estados Unidos en esa ocasión sin haber sido invitado por la USIA (Miller, 2008, 46).

·T_269·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM



IMAGEN DEL ESPACIO INTERIOR RENOVADO DE LA SEDE DE IBM EN MANHATTAN, EN EL 590 MADISON AVENUE, PARA LA PRESENTACIÓN DEL COMPUTADOR TIPO MAINFRAME (M) IBM 702 (1953). ELIOT NOYES & ASSOCIATES. 1956. FUENTE: MARTIN, R. (2003). *THE ORGANIZATIONAL COMPLEX: ARCHITECTURE, MEDIA, AND CORPORATE SPACE* (1ª ED.). CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS: THE MIT PRESS, P. 173.

·G_3.4.a_75·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM

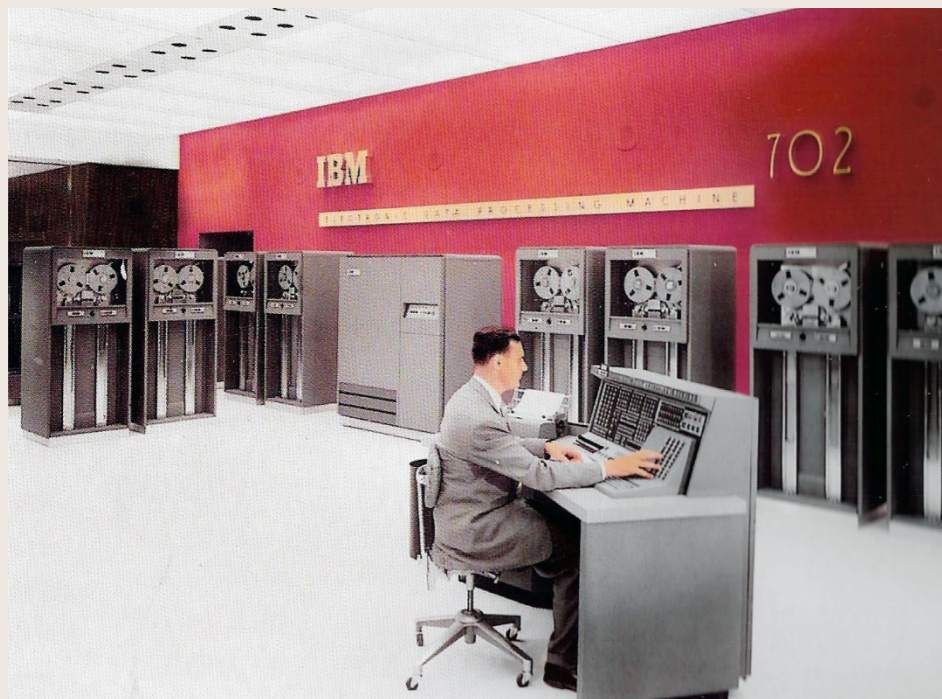


IMAGEN DEL REDISEÑO DEL SHOWROOM DE IBM, EN LA PLANTA BAJA DE LA SEDE CENTRAL, EN EL 590 DE MADISON AVENUE, MANHATTAN, NUEVA YORK. SE REALIZÓ PARA LA PRESENTACIÓN DEL DC/DA TIPO MAINFRAME (M) IBM 702, EL PRIMER COMPUTADOR DE IBM CON UNA MEMORIA DE FERRITA O MEMORIA DE NÚCLEO ENTRE SUS COMPONENTES. LA MEMORIA DE FERRITA FUE LA INNOVACIÓN IMPLEMENTADA POR PRIMERA VEZ EN WHIRLWIND I. ELIOT NOYES & ASSOCIATES. 1953. FUENTE: BRUCE, G. (2006). *ELIOT NOYES. A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 157.

·G_3.4.b_75·

idónea para acaparar la atención internacional y recuperar la importancia y relevancia perdida como nación, liderando una revolución radical (de diseño). Y así realizó la siguiente hipótesis: si Estados Unidos quería volver a ser una potencia y un país fiable, debía hacer uso de una arquitectura igualmente fiable al 100%, y nada mejor que una arquitectura de la computación para ello, un computador de enormes dimensiones al que la sociedad en su conjunto ya confiaba su supervivencia en su día a día (los seres humanos encomendaban su vida a los computadores en muchas situaciones más o menos cotidianas, como coger un avión). Junto con la computación, Fuller ya había propuesto ensamblar esta idea con su investigación sobre Minni-Earths Geoscope (que desarrollaremos con posterioridad), asegurando que su implementación sería una de las políticas exteriores estadounidenses más eficaces y rápidas de la historia frente a potencias como la Unión Soviética, en una carta dirigida al general de brigada Harold E. Watson, del 19 de abril de 1955 (Massey, 2006, 473).

En este punto es cuando el caso de estudio The World Game establece una tercera conexión entre la computación y la arquitectura, quizá la más importante para esta tesis doctoral, que se produjo a un nivel mucho más determinante en lo que se refiere a su soporte físico. Se estableció una **relación de analogía morfológica** entre ambos dispositivos tecnológicos contemporáneos: la arquitectura era el computador y el computador era la arquitectura. Y, no solo eso, era una arquitectura tan fiable como fiable era el computador. El DA/DC se habitaba, se recorría y, además, era fiable y *confiable*. Su soporte físico o hardware era una gran arquitectura que su vez era un gran computador. Además, ya no solo eran espacios que se habitaban o se recorrían, sino que imitaban y simulaban a la Tierra en su totalidad, en una versión a escala reducida. El pabellón estadounidense sería un juego que fuese capaz de generar, desplegar y aplicar las estrategias más adecuadas para mejorar las condiciones de vida de toda la población de la Tierra, sin excepción (Buckminster Fuller, 1999, 466). El objetivo de la propuesta de Fuller para la exposición universal buscaba señalar las desigualdades existentes en el uso de los recursos de la Tierra, para hacer que éstos sirvieran al 100 % de la población mundial y no sólo al 40% de la humanidad, como ocurría en ese momento (López-Pérez, 2020, 126; Buckminster Fuller, 1969, 286). Antes incluso de la llegada de los computadores, en la era pre-computacional, ya se había demostrado científicamente a través de las matemáticas, que el planeta Tierra podría dar soporte con éxito a toda la humanidad y a todas las generaciones posteriores que vinieran (Buckminster Fuller, 1969, 288).

The World Game.

The World Game era más que una respuesta a la crisis socioeconómica global en la que estaba inmerso el mundo desde más o menos 1950 (Buckminster Fuller, 1999, 466), provocada por el hecho de que sólo una minoría se beneficiaba de la industrialización resultado de la Primera y Segunda Revolución Industrial. El objetivo final de The World Game era la búsqueda continua de la eficacia a la hora de emplear nuestros recursos y reducir los esfuerzos planetarios para alcanzar eventualmente el mejor nivel de vida para la humanidad en su totalidad, a niveles nunca antes concebidos o, incluso, experimentados en la historia en nuestro planeta (Buckminster Fuller, 1969, 286). Uno de los lemas de The World Game era «hacer más por menos», jugando también con las palabras utilizadas en el eslogan estético y formal, promulgado por Mies van der Rohe, «menos es más».

Fuller promulgaba que para corregir esta situación y alcanzar esta meta debía producirse una «revolución acelerada en el diseño» (Buckminster Fuller, 1969, 286) y que ésta sólo podía llevarse a cabo por arquitectos/as, inventores/as, científicos/as y artistas, dejando de lado a los ingenieros, como expertos/as demasiado especializados, centrados en la resolución exclusiva de problemas técnicos. Junto con la World Design Science Decade, Fuller propuso una estrategia pedagógica renovada aplicada a todas las disciplinas relacionadas con el diseño, entre ellas con un papel predominante de por nuesras capacla arquitectura, que denominó World Design

·T_270·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM

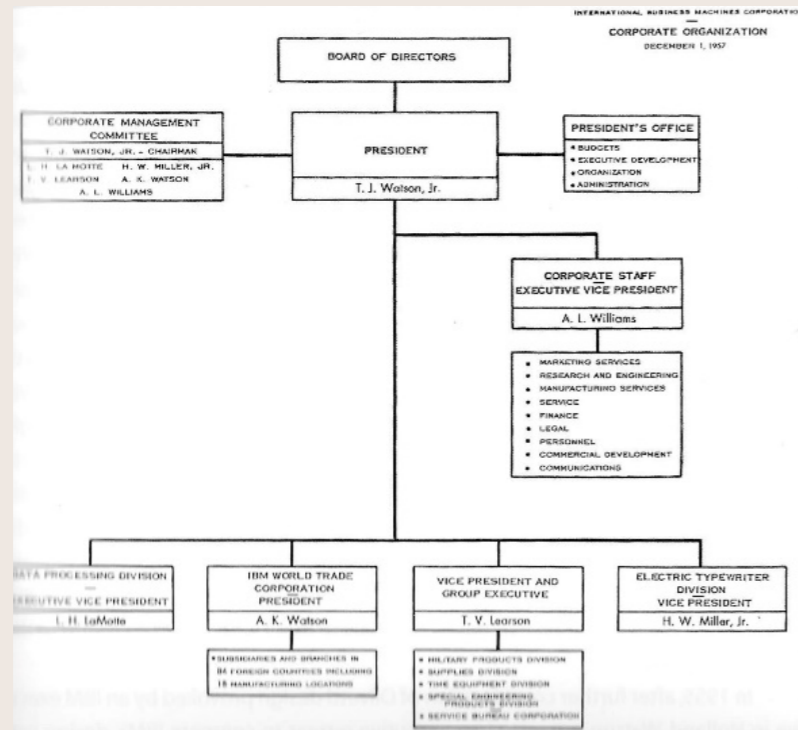


DIAGRAMA DE LA NUEVA ESTRUCTURA EMPRESARIAL DEL IBM, CON LA ORGANIZACIÓN DE CARGOS CORRESPONDIENTE. DICIEMBRE, 1957. FUENTE: MARTIN, R. (2003). *THE ORGANIZATIONAL COMPLEX: ARCHITECTURE, MEDIA, AND CORPORATE SPACE* (1ª ED.). CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS: THE MIT PRESS, P. 165.

·G_3.4.a_76·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM

«SO IT WAS QUITE A JUMP... WHEN I PERSUADED TOM [WATSON JR.] THAT THERE SHOULD BE A REAL DESIGN PROGRAMME. I STARTED TO WORK ON THE MACHINE LINE. I INHERITED A LOT OF MACHINES LIKE SORTERS AND PRINTING MACHINES, AND IN THOSE DAYS IT WAS MOSTLY CARD MACHINES.» (NOYES, 1967).

·G_3.4.b_76·

Iniciative y que se encargaría de promulgar, propagar e implantar esa revolución acelerada en el diseño en todos los programas e instituciones a lo largo del globo (López-Pérez, 2020, 127). Para Bucky Fuller los/as arquitectos/as, como profesionales, y la arquitectura, como disciplina, era el campo más preparado para asumir ese rol protagonista y de liderazgo en esta revolución promovida por el diseño promulgada en la World Design Initiative por nuestra capacidad para ser exitosos «poniendo las cosas juntas» y en el establecimiento de conexiones transdisciplinares, como vía para acometer los desafíos sistémicos globales a los que la humanidad debía (y debe) hacer frente (López-Pérez, 2020, 126).

Así, en *The World Game*, la Tierra era una gran red, conformada por las redes de información de las mayores universidades del mundo (Buckminster Fuller, 2008, 205) (con su ambiciosa propuesta pedagógica para los departamentos de arquitectura de las principales universidades internacionales en la World Design Initiative que venía aparejada a la World Design Science Decade), las redes de comunicaciones, de satélites, de flujos, de transporte de recursos y bienes, de personas, etc. Y con todo ello, como veremos más adelante en este trabajo, el concepto de interfaz iba mutando y aumentando el número de acepciones asociadas a él. La *interfaz* ya no sólo era un objeto o un artefacto periférico externo al dispositivo tecnológico electrónico (digital) (computacional o arquitectónico) sino que se asemejaba cada vez más al *cuerpo* y crecía y crecía hasta alcanzar al medio en su totalidad. Como ya hemos visto, las ideas y la teoría en relación a la cibernética expuestas por Norbert Wiener (Wiener, 1948) habían impresionado enormemente a Fuller, adaptándolas, junto con otras, en este ambicioso proyecto. Si al aplicar analogías orgánicas, biomorfitas y antropomorfitas del cuerpo humano (hombre) y su metabolismo servían como espejo a la ciudad, en *The World Game* se daba un paso más allá. Ya no sólo la ciudad era como el ser humano (hombre) sino que la nave espacial Tierra, el dispositivo-Tierra en su totalidad, también lo era. Y todo ello era como un computador. El ser humano (el *hombre*), su cuerpo, la ciudad, la Tierra (como dispositivo y red) copiaban el esquema y la forma de un computador (su soporte físico). Y *The World Game* era la constatación hecha arquitectura de esta afirmación.

El soporte físico o hardware del DA/DC *The World Game* inició su proceso de diseño, entre 1962 y 1965, como una instalación de juego interactivo de gran formato (gran computador) que desplegaba y simulaba el mundo en su totalidad a escala. Este caso de estudio era una de las primeras arquitecturas de la computación que se proyectaba expreso, como una arquitectura de nueva planta, con un nuevo programa y usos muy ambiciosos, de los cuales no existían tipos ni referencias arquitectónicas previas conocidas e incluidas en las historias de la arquitectura. Literalmente, en este caso, estaba todo por hacer, pensar, imaginar y construir. Y es ahí donde Fuller y McHale prestaron atención a los principales soportes físicos de la computación, los tipos de computadores denominados *mainframes* (M), como Whirlwind I, ENIAC, UNIVAC y otros, así como sus salas de control (*control rooms*), plagadas de superficies planas, pantallas digitalizadas CRT u OTR, lápices ópticos, información en forma de tarjetas perforadas, sensores, indicadores luminosos y sonoros, componentes electrónicos e innovaciones tecnológicas a la vista, instalaciones vistas, componentes prefabricados provenientes de otras industrias, etc. En *The World Game* se prioriza y se le da protagonismo a varios de estos elementos: la interfaz como objeto y artefacto periférico externo al computador en forma, en primer lugar, de pantallas donde se mostraban y visualizaban los flujos de información, actualizados al instante, como, por ejemplo, ocurría en el DC/DA Whirlwind I, con la pantalla CRT u OTR; y, en segundo lugar, con la comunicación interactiva y bidireccional con el DC, como ocurría en Whirlwind I, a través del lápiz óptico o *light-pen*. Estos elementos y detalles constructivos que, en el caso del Whirlwind I, eran una parte más de esa arquitectura de la computación, en *The World Game*, pasaban a ser la parte más importante y característica del proyecto arquitectónico. Eran, literalmente, el centro del mismo. Para Fuller y McHale lo más importante en estas nuevas arquitecturas de la computación era la presencia de grandes pantallas, de superficies interactivas informacionales (hipersuperficies), que reaccionaban instantáneamente a múltiples *inputs* (en forma de datos e

·T_271·

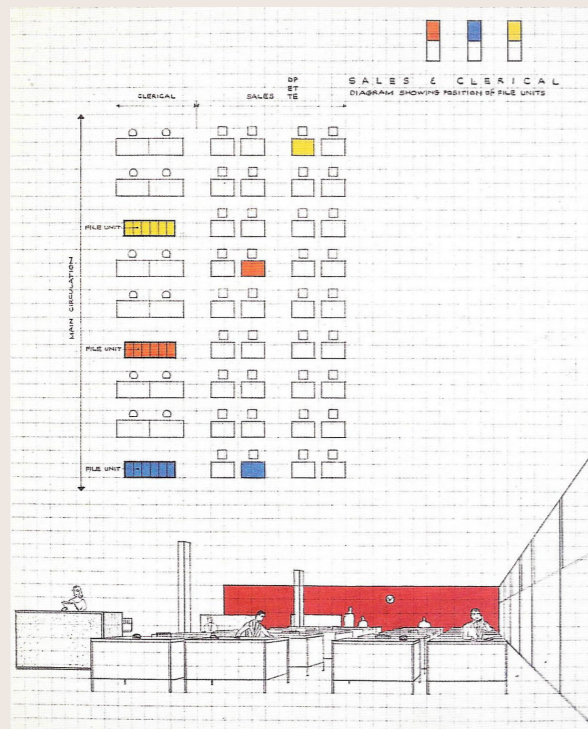
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM



DIBUJOS Y PERSPECTIVAS A COLOR DEL PROYECTO PARA EL DISEÑO DE LAS OFICINAS DE VENTAS DE IBM. CA. 1955. ELIOT NOYES & ASSOCIATES. IBM. FUENTE: BRUCE, G. (2006). *ELIOT NOYES. A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 168.

·G_3.4.a_77·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM



PLANTA Y PERSPECTIVAS A COLOR DEL PROYECTO PARA EL DISEÑO DE LAS OFICINAS DE VENTAS DE IBM. CA. 1955. ELIOT NOYES & ASSOCIATES. IBM. FUENTE: BRUCE, G. (2006). *ELIOT NOYES. A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 168.

·G_3.4.b_77·

información, provenientes de bases de datos y estadísticas de todo el mundo), adelantándose, de esta forma, varias décadas en el diseño de los soportes físicos computacionales (ver último capítulo de la presente tesis). Nuestras arquitecturas estarían, no sólo mediadas por pantallas, sino que serían principalmente pantallas y superficies. El soporte físico (coincidente en este caso con el hardware) del DA/DC The World Game estaba compuesto por unas grandes pantallas, como interfaces, que conformaban su parte central, su corazón, y que constituían los principales componentes de su arquitectura.

The World Game tenía una planta rectangular, flanqueada por cuatro grandes pilares estructurales estéreos ubicados en sus vértices exteriores que sostenían una pasarela elevada también rectangular que rodeaba toda la planta. Este corredor rectangular elevado más de 10 metros de altura sobre el nivel del suelo, de unos seis metros de ancho (20 pies), junto con los cuatro grandes pilares que lo sostenían, configuraban en su base una plaza central en el interior de la planta rectangular. Esta plaza central creada por la edificación elevada que la rodeaba funcionaba como un gran dispositivo dinámico en forma de grandes pantallas que mostraban una imagen de la Tierra a escala, también en planta, cuyas dimensiones eran similares a las de un campo de futbol americano. Su imagen representaba la totalidad del globo en un mapa Dymaxion Airocean (Sky-Ocean) World Map o proyección de Fuller (Fuller, 2008, 206) que fue desarrollada por el arquitecto durante varios años, patentado por el mismo en 1946, y publicado y mejorado bajo ese título en 1954 [Fig.G_3.4.b_89]. Como describía John McHale estas pantallas (como superficies) se ubicaban sobre una gran estructura espacial de forma rectangular estérea, cuyas dimensiones totales eran de 152 metros de largo por 122 metros de ancho (500 x 400 pies) (McHale, 1967b), compuesta por un entramado en tensegridad formado por tetraedros. Esta estructura espacial *tensegrity* estaba flanqueada en sus cuatro vértices por los cuatro grandes pilares de base cuadrada, cuya estructura era estérea también, conformada por nudos y barras que sostenían las pasarelas elevadas en dos niveles.

Esta nueva tipología arquitectónica no tenía referentes en los que inspirarse, pudiéndose establecer, en todo caso, una relación tipológica con el circo romano o los grandes estadios deportivos donde se desarrollaban las/os partidas/os de beisbol o de futbol americano (cuyas dimensiones eran similares o incluso inferiores que TWG), por ejemplo, cuya estructura formal arquitectónica se configuraba mediante dos elementos principalmente, como en The World Game.

Los circos romanos estaban compuestos, por un lado, de una plaza central o más bien un área central despejada destinada a desarrollar una acción determinada (carreras de caballos y otros espectáculos) que acaparaban y focalizaban la visión y el interés de los/as asistentes en dicho espacio, más que a propiciar el encuentro entre ciudadanos/as, la estancia de los mismos y el establecimiento de relaciones e intercambios. Por otro lado, estaban también compuestos por un graderío que funcionaba como un espacio de estancia y de paso que se iba elevando y que rodeaba el espacio central antes mencionado, ofreciendo a todos sus asistentes una vista de pájaro casi perfecta, preferencial y dominante sobre la acción que se desarrollaba en el espacio central.

La visión que se ofrecía en esos circos romanos, considerados como espacios destinados al esparcimiento y al espectáculo, era directa y focalizada, similar a la que se daba en los espacios de control de principios del siglo XX, como el panóptico de Jeremy Bentham estudiado por Michel Foucault, como explicaba Antoine Picon (Picon, 2010, 20-21). A diferencia de lo que ocurría con los circos romanos, en estos otros espacios contemporáneos de control, como las salas de control (*control rooms*), repletas de pantallas de computadores, y en este nuevo espacio de esparcimiento, juego y espectáculo, propuesto por The World Game, la visión que se ofrecía era codificada, con una información y una representación abstracta de lo que ocurría ahí fuera. Así, The World Game, ofrecía una visión e información cifrada, codificada y abstracta de la Tierra, ligada al formato lúdico del juego, sustituyendo a visión de la acción directa que se desarrollaba en el circo romano o en el panóptico por una acción digitalizada y mediada por los

·T_272·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM

«I WANTED FACTORIES, PRODUCTS AND SALES OFFICES ALL DONE IN SUCH A WAY THAT A PERSON COULD LOOK AT ANY OF THEM AND SAY INSTANTLY, “THAT’S IBM!”. BUT NOYES SAID THIS WOULD BE SELF-DEFEATING. IF WE TRIED TO FIT A SINGLE UNIFORM IMAGE, IT WOULD EVENTUALLY BECOME TIRED AND DATED. INSTEAD, HE SUGGESTED THE IBM’S THEME BE SIMPLY THE BEST IN MODERN DESIGN. WHENEVER WE NEEDED SOMETHING BUILT OR DECORATED, WE WOULD COMMISSION THE BEST ARCHITECTS, DESIGNERS AND ARTISTS, AND GIVE THEM A RELATIVELY FREE HAND TO EXPLORE NEW IDEAS IN THEIR OWN STYLES.» (WATSON & PETRE, 1994, 260-261).

·G_3.4.a_78·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM



DOS VERSIONES DEL NUEVO LOGOTIPO PARA IBM, DISEÑADAS POR PAUL RAND. 1956. FUENTE: MARTIN, R. (2003). *THE ORGANIZATIONAL COMPLEX: ARCHITECTURE, MEDIA, AND CORPORATE SPACE* (1ª ED.). CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS: THE MIT PRESS, P. 167. DERECHA: SEÑALÉTICA PARA IBM. PAUL RAND Y ELIOT NOYES. CA. 1956. FUENTE: HARWOOD, J. (2003). *THE WHITE ROOM: ELIOT NOYES AND THE LOGIC OF THE INFORMATION AGE INTERIOR*. GREY ROOM, 12, 5-31. 10.1162/152638103322446451, P. 14.

·G_3.4.b_78·

computadores y las pantallas.

Como explicaba McHale en su artículo, en la instalación que constituiría este soporte físico del DA/DC, todo el complejo del mapamundi se trataría como una inmensa superficie de visualización dinámica capaz de mostrar una imagen e inventario completo de los recursos naturales y los recursos manipulados del planeta, junto con la historia y tendencias de los movimientos, migraciones y necesidades de toda la población mundial.

El otro componente principal del soporte físico de The World Game, como hemos visto, eran las dos plantas de corredores y zonas de estancia elevadas desde donde se podía mirar cual pájaro al espacio central [Fig.G_3.4.a_90, Fig.G_3.4.b_90].

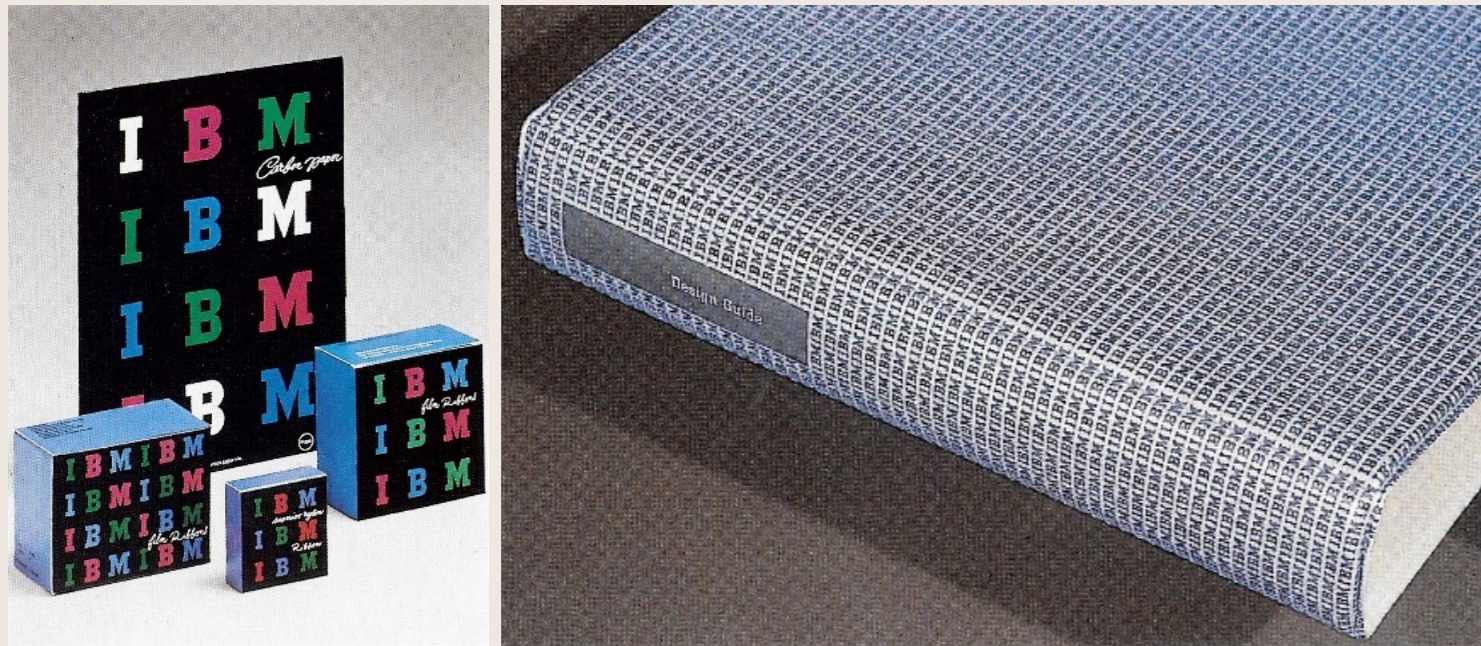
Las pasarelas elevadas estarían repletas de consolas de visualización gráfica y otros equipos auxiliares de uso individual (otras interfaces como objetos), desde las cuales se podría visualizar el mapamundi en relieve ubicado en la superficie de la estructura espacial *tensegrity* de la base. La zona de estancia elevada sobre el nivel del suelo forzaba y centraba todas las miradas de los/as usuarios/as y visitantes hacia el centro del proyecto donde se ubicaban las grandes pantallas. Como si de un dios/diosa se tratara, el/la visitante-jugador/a-habitante de la arquitectura de la computación The World Game observaría la totalidad del mundo desde su posición elevada privilegiada [Fig.G_3.4.a_91, Fig.G_3.4.b_91].

Para acceder a este corredor elevado que *volaba* sobre el suelo, se dispusieron tres grandes núcleos de comunicación con ascensores y escaleras situados en diversos puntos del perímetro rectangular de la planta. Uno de los núcleos de comunicaciones que funcionaba como bypass vertical se ubicaba en el punto medio del lado corto del rectángulo que configuraba la planta. Los otros dos núcleos verticales de comunicación se ubicaron en los lados largos del rectángulo de la planta, en ubicaciones opuestas, a un cuarto de distancia de los grandes pilares que ocupaban los vértices del rectángulo y que sostenían la pasarela elevada. Estos núcleos de comunicación vertical se separaron de los pilares de estructura estérea que sostenían la estructura aérea del corredor elevado para enfatizar esa condición *ligera* y volátil de la misma, evitando construir unas piezas muy pesadas en las esquinas de la planta que restaran ligereza al conjunto y que cerraran la visión del espacio central en sus esquinas al nivel de planta baja.

La materialidad y la estética que poseía el hardware de este caso de estudio de las primeras arquitecturas de la computación era también en cierta medida pionera y novedosa. Este DA/DC no tenía fachada como tal, o al menos, las decisiones en torno a su envolvente exterior se redujeron al mínimo. La imagen exterior del gran computador, su carcasa, se componía de dos piezas principalmente, como ocurría con los elementos que componían el tipo arquitectónico. Por un lado, estaban los componentes más sólidos, rígidos estructuralmente hablando y tectónicos (a pesar de estar volando) como eran las dos plantas de pasarelas elevadas y los núcleos verticales de ascensores y escaleras, lo que se conseguía mediante el uso de un material compacto, opaco, rígido, mate y pesado, como podía ser el hormigón armado, que invitaba a la estabilidad, a la estancia y la permanencia. Por otro lado, estaban los componentes más livianos, aéreos, flexibles estructuralmente hablando y estereotómicos (a pesar de ser los que estaban en contacto con el suelo) como eran los pilares estructurales de las esquinas y la gran superficie *tensegrity* que sostenía las grandes pantallas que mostraban el mapamundi Dymaxion Airocean (Sky-Ocean) World Map, cualidades que se adquirían por medio del uso de materiales y elementos más porosos, transparentes, flexibles, brillantes y livianos, como podía ser las barras, los cables y los nudos metálicos, de acero o de aluminio, que acentuaban su inestabilidad, su ligereza y su condición efímera. La fachada se limitaba a la imagen homogénea en todo el perímetro de la propuesta que proporcionaban los cantos de hormigón de los forjados horizontales de las dos plantas de las pasarelas elevadas y las ventanas corridas horizontales que ofrecían vistas hacia el exterior de la pieza, pero sobre todo hacía el interior, de la misma, hacia su espacio central digitalizado. A diferencia de las anteriores arquitecturas de la computación en las que sus envolventes negaban y bloqueaban las vistas exteriores, como ocurría en Whirlwind I o en las

·T_273·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM



EMPAQUETADO Y GRÁFICA. PAUL RAND. IBM. 1962. FUENTE: BRUCE, G. (2006). *ELIOT NOYES. A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 153.

·G_3.4.a_79·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM

LOS PROYECTOS DE LOS SOPORTES FÍSICOS DE LOS DISPOSITIVOS COMPUTADORES (DC) DEBÍAN EMPEZAR A PROYECTARSE COMO PIEZAS DE ARQUITECTURA MODERNA (DA)

·G_3.4.b_79·

sedes de IBM, tanto en Estados Unidos como en España, en The World Game, se permitía esa vista exterior horizontal elevada. Pero, a pesar de este hecho, este caso de estudio seguía siendo un dispositivo tecnológico ensimismado y centrípeto, ya que primaba la mirada y la atención hacia su centro digitalizado. A pesar de hacer alusión a una realidad exterior, como era la Tierra en su totalidad, se acercaba a ésta siempre desde el interior de su soporte físico arquitectónico.

Como acabamos de ver, salvando los forjados de los corredores elevados y los paramentos verticales de los núcleos de comunicación verticales, realizados en un material compacto, opaco y pesado, como es el hormigón, el resto de todas las estructuras de la propuesta (la gran pantalla y los grandes pilares de los extremos) pretendían ser lo más livianas posibles, formadas por elementos y componentes discretos (nudos, barras y cables), como se conformaban los *mainframes* de la computación que les habían servido de referencia a Fuller y McHale. Estos componentes discretos configuraron el soporte físico, hardware y la *carcasa* del DA/DC dotando de una estética y materialidad determinadas a estas primeras arquitecturas de la computación. Las estructuras estereas que la componían, resolviendo una combinación de fuerzas a tracción y compresión, junto con el aire y espacio entre elementos discretos, caracterizaron la envolvente de este caso de estudio, aunque no se pueda apreciar, literalmente, en la materialidad mostrada en la maqueta que Fuller y Sadao presentaron a la U.S. Information Agency en su momento como primera propuesta para el pabellón estadounidense.

La escala de The World Game desbordaba los límites físicos de su envolvente, como ocurría con Whirlwind I. En TWG, el DA/DC abarcaba la totalidad del globo, no solo porque su imagen en dos dimensiones presidía el centro de su soporte físico sino porque las acciones y partidas que en él se desarrollaran serían retransmitidas y compartidas con todo el mundo, como veremos a continuación.

El software «How to Make the World Work».

Aunque la interfaz de esta arquitectura de la computación, considerada aquí como la parte de un sistema que permitía la comunicación entre humanos y máquinas o como el punto en el que el/la usuario/a interactuaba con un dispositivo dado, estaba compuesta principalmente por la enorme superficie cubierta por grandes pantallas que ocupaba el centro de esta edificación, esta interfaz actuaba como un objeto que ya hacía alusión a un medio de mayor alcance, el planeta en su totalidad. Esta imagen bidimensional del globo, junto con las consolas de visualización gráfica y otros equipos auxiliares de uso individual repartidos por las dos plantas de pasarelas elevadas, operaban en su conjunto como interfaces como objetos externos y eran los principales elementos que mediaban entre el ser humano y el computador, y cuya formalización física se materializaba en esta inmensa arquitectura. Estas interfaces eran mediadores del intercambio de *energía* e *información*.

En The World Game se daba el mismo hecho que con las anteriores arquitecturas de la computación. En estos primeros DA/DC, los seres vivos (humanos y otros seres vivos) y sus cuerpos eran una parte fundamental e indispensable del concepto computador. En TWH sabemos con certeza que su presencia era esencial, al menos para su soporte lógico, su *software*, puesto que éste tenía estructura de *juego* y la acción de los/as jugadores/as era indispensable para su puesta en marcha. En The World Game sin esta acción del jugador/a, sin su juego, el *software*, y por extensión, su hardware y la arquitectura en su totalidad, carecían de sentido. La arquitectura cobraba vida y entraba en carga sólo cuando era *jugada*, sólo cuando se daba esta interacción entre cuerpos humanos, soporte lógico y soporte físico a través de las acciones lúdicas y del entretenimiento. En esta primera episteme o comprensión espacio-temporal, los *sujetos* (usuarios/as, habitantes, jugadores/as) eran parte del *objeto*, como soporte físico del dispositivo tecnológico. El ser humano estaba *dentro* o *en* el computador, formaba parte indispensable de él, y miraba con atención a su centro neurálgico.

·T_274·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM



IMAGEN DEL COMPUTADOR TIPO MAINFRAME (M) IBM SYSTEM/360 FOTOGRAFIADO EN EL INTERIOR DE WHITE ROOM, EN EL IBM POUGHKEEPSIE DESIGN CENTER, NUEVA YORK. CA. 1964. ELIOT NOYES. IBM. FUENTE: BRUCE, G. (2006). *ELIOT NOYES. A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 157.

·G_3.4.a_80·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM

LOS SOPORTES FÍSICOS DE LOS DISPOSITIVOS ARQUITECTÓNICOS (DA) DEBÍAN EMPEZAR A PROYECTARSE SIGUIENDO ESTRATEGIAS DE LOS DISPOSITIVOS COMPUTACIONALES (DC)

·G_3.4.b_80·

Como ya hemos anunciado con anterioridad, Fuller y McHale se inspiraron en la teoría de juegos de guerra desarrollada durante la Guerra Fría por John von Neumann, llamada «Drop Dead» (Caer Muerto) (Buckminster Fuller, 1999, 479), para desarrollar el soporte lógico o *software* de The World Game (El Juego del Mundo, El Juego Mundial o El Juego de la Paz, como se tradujo en muchas ocasiones), bautizado por sus autores como «How to Make the World Work» (Cómo Hacer Funcionar el Mundo).

Para esta primera versión de The World Game y, sobre todo en las posteriores, Bucky, McHale y Sadao utilizaron también la referencia explícita del *computador pregunta-respuesta* (el IBM Thinking Machine o la máquina de información de IBM) que estuvo instalado en el pabellón-teatro ovoidal de IBM¹⁰⁹ en la exposición mundial celebrada en Nueva York en el año 1964-1965, cuya instalación se completaba con la presentación multipantalla (14 unidades) donde se proyectaba la película *Think*, todo ello diseñado y producido por Ray y Charles Eames (Colomina, 2006, 268; Massey, 2006, 483). El proyecto de los Eames en Nueva York era una evolución de lo que ya habían explorado como equipo de diseñadores junto a George Nelson en la cúpula que Fuller había diseñado para la American National Exhibition de Moscú en 1959. En esa ocasión la cúpula contenía un enorme computador *mainframe* (M) IBM RAMAC 305 (Random Access Method of Accounting and Control) que era capaz de responder por escrito entre 3.400 y 4.000 preguntas sobre la vida en los Estados Unidos [Fig.G_3.4.a_92, Fig.G_3.4.b_92].

The World Game y «How to Make the World Work», emulando a estas propuestas de Nelson y los Eames, como un DC que era, respondería preguntas y testearía propuestas de jugadas para compararlas con sus «bases de datos e información de los recursos reales de la Tierra», puntuándolas en base a los datos y proyecciones almacenados en su unidad (Massey, 2006, 476).

Como explicaba Beatriz Colomina, en todos estos ejemplos descritos de los Eames, junto a George Nelson, concibieron la arquitectura como una combinación de estructura, película en pantalla múltiple y computador. Era una arquitectura que operaba como una máquina de información con múltiples canales, y unas instalaciones multimedia como una forma de arquitectura¹¹⁰.

En ese sentido, The World Game también operaba de esa manera: era una combinación de estructura, juego en pantallas múltiples (espacio central y dispositivos en pasarelas) y computador. Planteando una instalación multimedia, como una forma de arquitectura, de arquitectura de la computación.

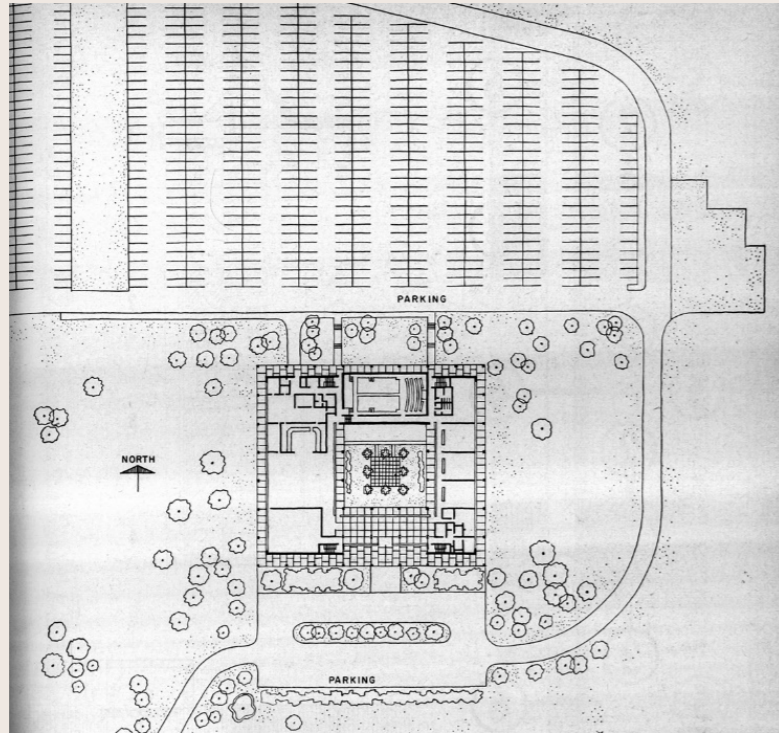
Para los Eames y, en cierta medida para Fuller, estos proyectos eran ejemplos claros del espacio de los *media*. Según Colomina, tanto en el proyecto de 1959 de Moscú y en el de 1964 en Nueva York, esa multiplicidad de pantallas producía una sobrecarga sensorial y también una compresión del espacio físico: «Tanto el espacio del filme de pantalla múltiple como el del [computador] comprimen el espacio físico» (Colomina, 2006, 264). En cuestión de segundos las 14 pantallas podían mostrar cincuenta nudos de autopista, docenas de urbanizaciones, puentes, supermercados, universidades, museos, granjas, laboratorios, etc. todo ello en el mismo lugar físico, el pabellón de la muestra [Fig.G_3.4.b_93].

Y algo parecido ocurría con la primera propuesta de Fuller, McHale y Sadao para The World Game donde el mapamundi presentado en la pantalla central del dispositivo estrechando el espacio físico de la Tierra, además de mostrar de forma múltiple realidades y capas de datos que hasta ese momento permanecían desconectadas, comprimían también información en una única

¹⁰⁹ Pabellón que fue diseñado por el arquitecto Eero Saarinen, que ya tenía había trabajado con anterioridad con International Business Machines Company Limited, o IBM.

¹¹⁰ Se puede leer más sobre estos dos proyectos de Ray y Charles Eames en el libro *La Domesticidad en Guerra* (Colomina, 2006, 264-270) o en el artículo «Information Obsession: the Eameses' Multiscreen architecture» (Colomina, 2010).

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM



PLANTA DEL IBM DEVELOPMENT LABORATORY (1955) Y DEL IBM POUGHKEEPSIE DESIGN CENTER (1956-1959). IBM POUGHKEEPSIE CAMPUS. ELIOT NOYES & ASSOCIATES. IBM. FUENTE: HARWOOD, J. (2003). THE WHITE ROOM: ELIOT NOYES AND THE LOGIC OF THE INFORMATION AGE INTERIOR. *GREY ROOM*, 12, 5-31. 10.1162/152638103322446451, P. 17.

·G_3.4.a_81·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM

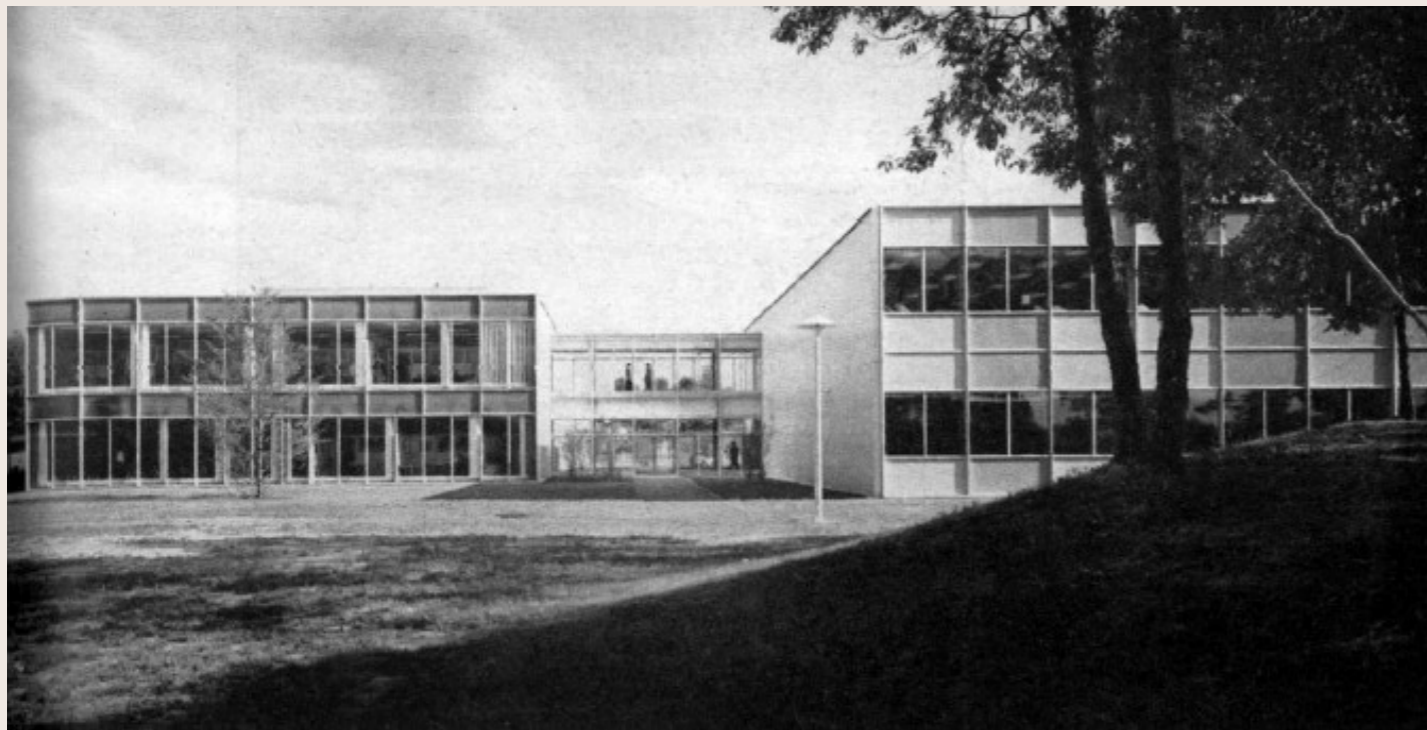


IMAGEN EXTERIOR DE LOS DOS CUERPOS DEL DA IBM DEVELOPMENT LABORATORY (1955) Y DEL IBM POUGHKEEPSIE DESIGN CENTER (1956-1959). IBM POUGHKEEPSIE CAMPUS. ELIOT NOYES & ASSOCIATES. IBM. FUENTE: HARWOOD, J. (2003). THE WHITE ROOM: ELIOT NOYES AND THE LOGIC OF THE INFORMATION AGE INTERIOR. *GREY ROOM*, 12, 5-31. 10.1162/152638103322446451, P. 16.

·G_3.4.b_81·

ubicación física, la de esa arquitectura de la computación.

Es así como el espacio del computador empezaba a comprimir y encoger el espacio físico de diversas maneras, como hemos visto, y veremos a continuación.

La Southern Illinois University (SIU) tenía previsto destinar 16 millones de dólares para desarrollar un programa implementado por computador, un juego que permitiera jugar para buscar el éxito mutuo de la humanidad de una forma dramáticamente y radicalmente visible (Buckminster Fuller, 1969, 287). Como explicaba Fuller en uno de sus textos descriptivos del *software* «How to Make the World Work», los/as jugadores/as lo harían desde los altos balcones del soporte físico, desde donde se daba una vista privilegiada a vista de pájaro de la pantalla del tamaño de un campo de fútbol (Buckminster Fuller, 2008, 206). Sin su atenta mirada, atención y control, la arquitectura no cobraba sentido, como ya ocurría en el Panóptico de Bentham. Los cuerpos de los/as jugadores/as y su sentido de la vista, aquel con el que se relacionaban con el mundo, eran indispensables en la puesta en carga de esta arquitectura de la computación.

En The World Game generaba dos tipos de visibilidad a la vez: una visibilidad local (con una mirada directa pero codificada) y una visibilidad global o planetaria (con una mirada retransmitida y digital, mediada por pantallas). Fuller pronosticaba que The World Game se convertiría en un dispositivo tecnológico tan popular y *fotogénico* (Buckminster Fuller, 1969, 287) que las acciones y partidas desarrolladas en él atraerían la atención mundial y serían retransmitidas en directo por la televisión por cable o a través de un sistema de retransmisión multi-Telstar (Buckminster Fuller, 1969, 287; Buckminster Fuller, 2008, 206), como ya ocurría con otros eventos como la Super Bowl, por ejemplo, desarrollado en un estadio de fútbol americano.

Fuller fue un pionero en este campo también, adelantándose cuarenta años a las retransmisiones de videojuegos en directo o *streaming*, no a través de la televisión, como él propuso, sino a través de otros canales que él no pudo ni imaginar que fuera a existir si quiera, como Twitch.tv, Youtube, o Youtube Gaming, por ejemplo¹¹¹. Así también The World Game pretendía ser una arquitectura de la computación *fotogénica* e *instagramable*, gracias a su condición innovadora y contemporánea, años antes de que esta red social (Instagram) irrumpiera en nuestras vidas.

Como ocurría ya con Whirlwind I, The World Game era una arquitectura conectada, que respondía en tiempo real, una **arquitectura instantánea**, una **arquitectura on line**, desplegando su actividad en una práctica multimedia.

Además, este DA/DC rebasaba los límites físicos de su envolvente para convertirse en un **espacio transescalar**, una arquitectura que desplegaba su actividad desbordando su límite físico, estableciendo nuevas conexiones y ampliando su radio de acción, conectada literalmente con múltiples puntos del territorio (ver ejemplos anteriores como Cape Cod o el sistema SAGE, de Jay Wright Forrester).

Bucky Fuller afirmaba que The World Game o El Juego Mundial atraería el interés y la atención general espontánea de toda la humanidad, debido a que estaba mediado por un computador electrónico. Y esa confianza del mundo en los aprendizajes y conocimiento extraídos de las partidas sucesivas en TWG se daría gracias a la creciente confianza de la humanidad en los dispositivos electrónicos en general, demostrada sobradamente, por ejemplo, en la fiabilidad que ofrecían los girocompases en los aterrizajes a ciegas de los aviones durante la noche en medio de una espesa niebla y, más concretamente, en la fiabilidad fuera de toda duda de los computadores electrónicos, como vimos con anterioridad (Buckminster Fuller, 2008, 206).

Uno de los principales lemas de The World Game era «A Game That Has No Losers» (El juego en el que nadie pierde) (Buckminster Fuller, 1969, 287). Para ganar TWG todo el mundo debía

¹¹¹ En el año 2014, en Estados Unidos, las retransmisiones en directo de videojuegos o *streaming* en Twitch.tv, por ejemplo, tuvieron más tráfico de datos que el servicio en línea de la televisión por cable HBO.

·T_276·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM

NOYES PROYECTABA DISPOSITIVOS ARQUITECTÓNICOS (DA) COMO SISTEMAS CERRADOS Y CONTROLADOS, COHERENTES INTERNAMENTE, COMO LOS DISPOSITIVOS COMPUTACIONALES (DC)

·G_3.4.a_82·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM



IMAGEN DE LA CARCASA EXTERIOR DEL DA FRENTE AL EXTERIOR DESORDENADO. IBM DEVELOPMENT LABORATORY (1955) Y DEL IBM POUGHKEEPSIE DESIGN CENTER (1956-1959). IBM POUGHKEEPSIE CAMPUS. ELIOT NOYES & ASSOCIATES. IBM. CA. 1963. FUENTE: BRUCE, G. (2006). *ELIOT NOYES. A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 177.

·G_3.4.b_82·

tener éxito (físico). Todo el mundo debía ganar (Buckminster Fuller, 1999, 479). Al jugar al juego ese gran computador que constituía esa gran arquitectura de la computación recordaría todas las partidas hechas con anterioridad por los/as jugadores/as previos/as (Buckminster Fuller, 2008, 205). Para Fuller, en todos los casos posibles, al jugar a TWG toda la humanidad ganaba. Para él cuantas más partidas se jugaban a su juego, poco a poco más jugadas, técnicas y estrategias ganadoras realizadas en partidas previas se irían haciendo conocidas en el mundo entero y revertirían en una mejora de la gobernanza del mundo gracias al conocimiento adquirido mediante el juego por las grandes naciones e instituciones a su cargo [Fig.G_3.4.a_94].

Con ello, a medida que las soluciones del juego ganaran el favor del mundo, se recurriría a ellas espontáneamente para solventar y acelerar los procesos en las emergencias políticas que surgieran en el planeta (Buckminster Fuller, 1969, 287). The World Game se convertiría en una especie de oráculo mundial al que todo el mundo recurriría para resolver los grandes retos de la humanidad, una organización similar a la Organización de las Naciones Unidas (ONU), pero con una base y unas lógicas lúdicas. Con la retransmisión en directo de las partidas a todo el mundo, la sociedad en general podría llegar a darse cuenta no sólo de lo que estaba pasando en ese preciso momento en el mundo entero (en la gran aldea global de la que hablaba Marshall McLuhan) sino también, de lo que podría pasar en un futuro en un entorno omnifavorable (Fuller, 1969, 287).

Para que The World Game funcionara, además de añadir estos dos tipos de visiones o miradas (la local y la más global o planetaria) y el control de esos cuerpos (humanos), se debía añadir irremediamente la acción de estos últimos a través de su juego. Sin todos esos componentes esta arquitectura de la computación carecía de sentido. Sin el *software* (el juego), el hardware era inservible. Era fundamental que se dieran a la vez ambos elementos del dispositivo tecnológico. Esta arquitectura de la computación estaba irremediamente compuesta por un hardware o soporte físico y un *software* o soporte lógico y los cuerpos humanos que completaban y formaban parte de ambos elementos.

Fuller fue pionero en utilizar en su *software* la teoría de juegos y el formato *juego* como un recurso educativo extremadamente útil para tratar temas profundos y complicados como los que él proponía en TWG y que, en otros campos, fueron desarrollados por otros/as autores/as, como, por ejemplo, es el caso de Johan Huizinga, recogido en su libro *Homo Ludens* (Huizinga, 1938). El Juego del Mundo anticipaba también otras nociones fuertemente contemporáneas hoy en día como los sistemas de democracia digital directa y la *gamificación*, como aquel proceso que usa la lógica de los juegos para abordar tareas serias (Espacio Fundación Telefónica, 2020, 9).

Este *software* era un juego de rol para varios participantes cuyo objetivo principal era equilibrar la distribución de los recursos disponibles del mundo para beneficiar al mayor número de personas posible. TWG era y es un juego colaborativo que quería establecer un orden mundial diferente al que ya se daba en 1965, que establecía que una nación dominante sobresalía sobre todas las demás. Pretendía que, al jugar esa nación dominante, fuera quien fuera, alcanzara a ver al conjunto global del mundo como una entidad única que pudiera operar de una manera más eficaz y eficiente en vez de focalizar sus esfuerzos en hacer grande a un solo territorio en detrimento de todos los demás. El juego pretendía ser apolítico y puramente informativo, con objetivos globales y no tanto nacionales (Fernández-Galiano Ruiz & Foster, 2010, 32). La dinámica del juego que dio forma a la estructura del soporte lógico o *software* fue inventada por Fuller mucho antes incluso que el proyecto que dio forma al soporte físico o hardware de The World Game. Las primeras ideas del *software* «How to Make the World Work» como juego aparecieron en 1961 y Buckminster Fuller las propuso como asignatura troncal en la Southern Illinois University de Carbondale, intentando integrar la teoría de juegos y la gamificación en el currículo académico oficial de una institución arquitectónica, aunque nunca llegó a establecerse como tal (Espacio Fundación Telefónica, 2020). La dinámica del soporte lógico o *software* de The World Game es una metodología de análisis y desarrollo para la gestión de recursos que

·T_277·

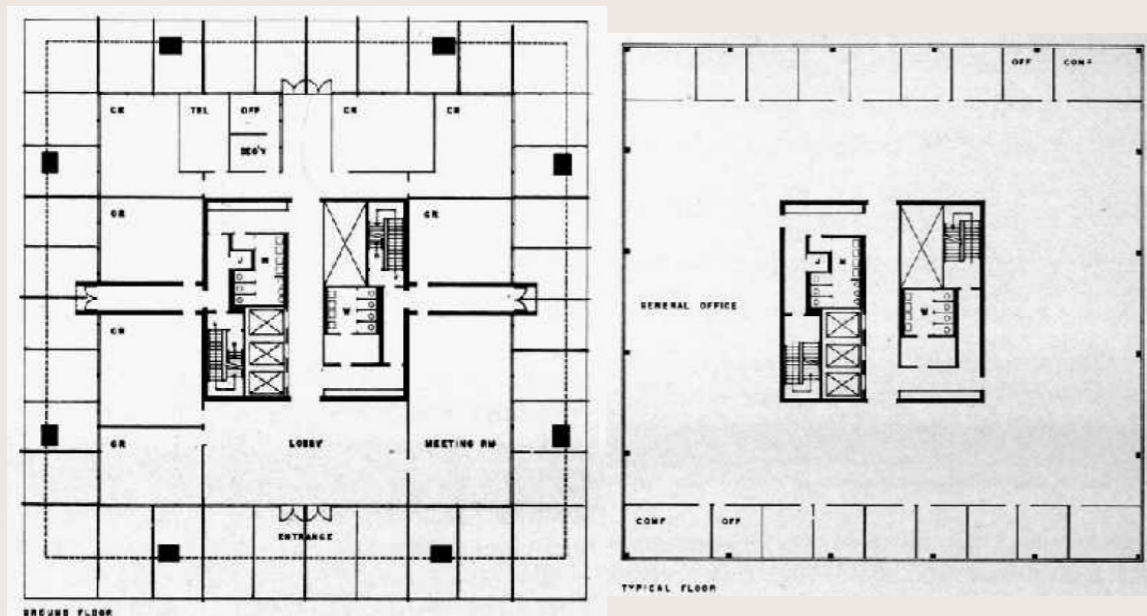
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM



IMAGEN EXTERIOR DE LA CARCASA DEL DA IBM AEROSPACE BUILDING. LOS ÁNGELES. CALIFORNIA. 1962. ELIOT NOYES & ASSOCIATES+QUINCY JONES+ FREDERICK EMMONS. IBM. FUENTE: BRUCE, G. (2006). *ELIOT NOYES. A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 177.

·G_3.4.a_83·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM



PLANTA BAJA Y PLANTA TIPO DEL SOPORTE FÍSICO DEL DISPOSITIVO ARQUITECTÓNICO (DA) IBM AEROSPACE BUILDING. LOS ÁNGELES. CALIFORNIA. 1962. ELIOT NOYES & ASSOCIATES+QUINCY JONES+ FREDERICK EMMONS. IBM. FUENTE: HARWOOD, J. (2003). *THE WHITE ROOM: ELIOT NOYES AND THE LOGIC OF THE INFORMATION AGE INTERIOR*. *GREY ROOM*, 12, 5-31. 10.1162/152638103322446451, P. 18.

·G_3.4.b_83·

Buckminster Fuller inventó para intentar concienciar al mayor número de personas posibles sobre el objetivo más importante de su carrera: Hacer funcionar el mundo para el 100% de la humanidad en el menor tiempo posible a través de la cooperación espontánea sin ningún tipo de ofensa ecológica ni desventaja para nadie.

El *software* «How to Make the World Work» estaba compuesto por una colección de múltiples cartografías, como diversas pantallas de juego o *mundos*, si utilizamos el lenguaje propio de los juegos de plataformas, constituidas por datos invisibles. Esta información no era visible directamente, mediante los ojos de los humanos. Debido a su inmaterialidad física, era difícil de percibir y de asimilar y, por tanto, de ser útil para que operaran, en consecuencia, las sociedades del momento. Además, era muy complicado obtener y acceder a todos estos datos a escala global de un solo vistazo y TWG lo conseguía. Para ello analizaban y mostraban varias capas de información y datos globales sobre la proyección en dos dimensiones, como ya vimos, sobre un mapamundi Dymaxion Airocean (Sky-Ocean) World Map, tales como: población actual y su localización en el globo, prospección de crecimiento demográfico en el nuevo milenio (2000) y su ubicación geográfica, fuentes de energía, flujos y rutas de comunicaciones (por barco, avión, etc.), flujos y rutas de recursos materiales (alimentos, arroz, productos animales, producción de vegetales y hortalizas, pan, etc.), ubicación de las estaciones de satélites y de cables transoceánicos, principales rutas comerciales, etc. [Fig.G_3.4.b_94].

Cada capa, como una diapositiva, ofrecía información sobre una única temática. Si se superponían varias de estas capas o diapositivas con información sencilla se generaban cartografías multicapa que mostraban nuevas correlaciones y conexiones, ya no tan obvias y directas, que arrojaban una imagen del mundo más certera, profundizando de forma lúdica en una realidad compleja. Como describía Fuller en su texto «The World Game - How to Make the World Work» (Buckminster Fuller, 2008, 205) al jugar al juego «How to Make the World Work» la unidad de memoria del soporte físico del computador recordaría todas las jugadas realizadas hasta la fecha por todos/as los/as jugadores/as anteriores y podría advertir a cada nuevo/a sucesivo/a jugador/a el fatídico desenlace que podría alcanzar al realizar cualquier mala jugada que pudiera éste/a contemplar hacer en la partida. Como ya vimos, los/as jugadores/as eran considerados como una parte fundamental de esta arquitectura de la computación, y se colocarían en las pasarelas altas elevadas para jugar, mirar y observar la transformación y la superposición de estas capas de datos iluminados electrónicamente y poder así ir elaborando sus sucesivas jugadas (Buckminster Fuller, 2008, 206).

En *The World Game*, además de darse una doble visualización física (una local directa pero codificada y otra más global, digitalizada y mediada a través de pantallas y la retransmisión en directo), como ya vimos, Fuller quería hacer visibles datos globales que hasta ese momento no lo eran. El arquitecto hablaba de un concepto que él denominaba *The Infra World* o *El Infra Mundo* (Buckminster Fuller, 1969, 287) en el que explicaba que la humanidad tenía un espectro óptico y visual muy limitado. Los seres humanos sólo éramos capaces de captar a través de nuestros primitivos y poco dotados ojos una millonésima parte de la *realidad* física total, como demostraba el rango completo del espectro electromagnético de la luz cuya primera publicación databa de 1930. Los seres humanos tendemos a pensar que la realidad está compuesta sólo por aquello que podemos percibir a través de nuestros ojos, oídos, narices, lenguas y pieles, pero no es así. Por ejemplo, solo prestando atención al sentido de la vista, la pequeña banda de colores del arco iris que percibe la *visión humana* es menos de una millonésima parte de la realidad extendida de los colores invisibles, de todos los noventa y dos elementos químicos regenerativos de energía asociativa, o de las diversas radiaciones de energía en su fase disociativa. Con *The World Game*, Fuller quería hacer visibles muchos datos que eran invisibles a los ojos de los humanos para así poder dar respuesta a los problemas complejos a los que se enfrentaba la sociedad del momento.

Como ocurría en muchas de estas arquitecturas de la computación se daba una política de la visibilidad activa, al menos en dos sentidos: en un sentido material y en un sentido digital,

·T_278·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM



IZQUIERDA: DETALLE DE LOS PANELES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN BLANCO DE LA CARCASA EXTERIOR. IBM AEROSPACE BUILDING. LOS ÁNGELES. CALIFORNIA. 1962. ELIOT NOYES & ASSOCIATES+QUINCY JONES+ FREDERICK EMMONS. IBM. FUENTE: BRUCE, G. (2006). *ELIOT NOYES. A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 178. DERECHA: IMAGEN INTERIOR DEL CONTROL DEL EXTERIOR. IBM AEROSPACE BUILDING. LOS ÁNGELES. CALIFORNIA. 1962. ELIOT NOYES & ASSOCIATES+QUINCY JONES+ FREDERICK EMMONS. IBM. FUENTE: BRUCE, G. (2006). *ELIOT NOYES. A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 225.

·G_3.4.a_84·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM

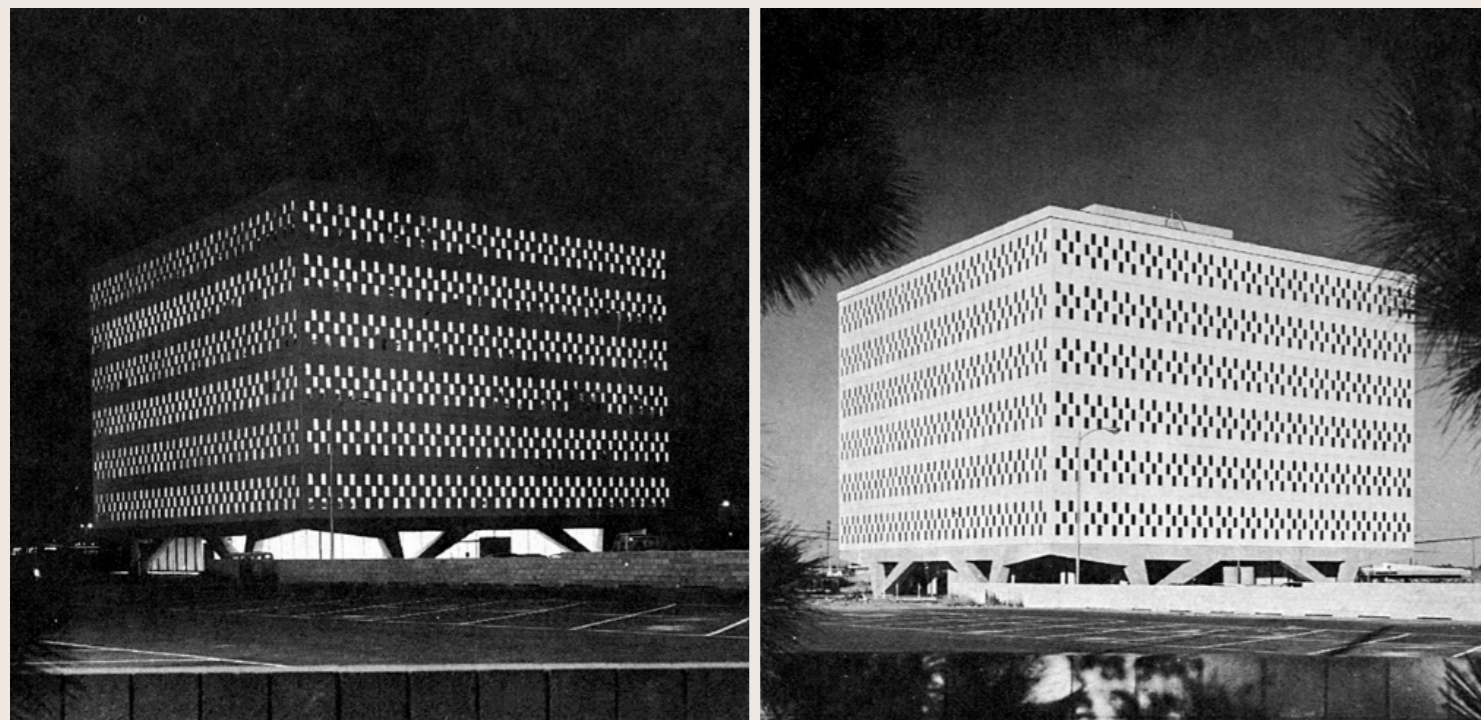


IMAGEN NOCTURNA Y DIURNA DEL IBM AEROSPACE BUILDING. LOS ÁNGELES. CALIFORNIA. 1962. ELIOT NOYES & ASSOCIATES+QUINCY JONES+ FREDERICK EMMONS. IBM. FUENTE: HARWOOD, J. (2003). *THE WHITE ROOM: ELIOT NOYES AND THE LOGIC OF THE INFORMATION AGE INTERIOR*. *GREY ROOM*, 12, 5-31. 10.1162/152638103322446451, P. 18.

·G_3.4.b_84·

además de una doble visualización física (local y global).

En el sentido material, esta política de la visibilidad activa derivaba en una estética material desnuda, en la que todos los componentes tecnológicos, instalaciones, estructuras e infraestructuras quedaban al aire, visibles, a la vista y al tacto de los ojos de todos sus habitantes. En el caso de *The World Game* la propuesta del soporte físico no se desarrolló hasta el extremo en que se pudiera apreciar esta característica presente en otros casos de estudio similares como *Whirlwind I* (donde todos los componentes discretos e instalaciones quedaban a la vista y configuraban una estética determinada).

Pero en TWG sí podía apreciarse esta otra política de visibilidad activa: aquella correspondiente a un sentido digital de la misma. *The World Game* pretendía ampliar el espectro óptico del ojo humano, haciendo visible y revelando información y capas de la realidad que antes permanecían ocultas a través de una imagen abstracta y codificada desplegada en las pantallas que poblaban el centro de esta arquitectura de la computación, que, como vimos con anterioridad, Fuller y McHale tomaron prestada de lo que ocurría en las salas de control (*control rooms*) de la NASA, por ejemplo.

Como explicaba Fuller en su texto *The World Game*, esta visibilidad activa digital de datos e información mundial que proponía esta arquitectura de la computación traía aparejada otra ventaja: el descubrimiento de nuevas fronteras y límites de exploración de los recursos de la Tierra. Para Bucky Fuller a medida que el «sistema general de tendencias vitales» (general System of vital trends), como el arquitecto denominaba en dicho texto a las diferentes partidas del juego, se hiciera *visible* y se viera la integración *sinérgica* de sus componentes, la sociedad comenzaría a discernir nuevas formas de utilizar los recursos de la Tierra para obtener cada vez mayores y más universales beneficios (Buckminster Fuller, 1969, 287). Esta visibilidad digital sinérgica de información y datos complejos es similar a la que propondría años más tarde, en sus TEDTalks el médico sueco Hans Rosling como, por ejemplo, *No More Boring Data*, el *software* Gapminder [Fig.G_3.4.a_95] y alguno de sus textos como *How I Learned to Understand the World* (Rosling & Hårgestam, 2020).

En el caso de estudio *The World Game*, se produjo una paradoja a tener en cuenta. En dicha paradoja las estrategias asociadas a la acción de *encoger* se dieron de diversas maneras en relación a su soporte físico. Por un lado, el soporte físico del DA/DC creció hasta convertirse en una *gran arquitectura*; un computador más grande que un estadio de beisbol o de futbol americano, configurado como un espacio habitado por múltiples jugadores/as y pensado para desencadenar razonamientos complejos de forma planetaria cuyo hilo conductor principal era lúdico, alcanzado a través del juego. *The World Game* sería similar a un gran estadio preparado para retransmitir en vivo grandes partidas y entretener a gran parte de la humanidad a la vez que ésta sería educada en el arte de la eficiencia y la eficacia en el uso de los recursos disponibles para alcanzar el bienestar del 100% de toda la población mundial. Además, esa gran arquitectura de la computación que había crecido hasta convertirse en un gran espacio habitado y transitable no terminaba en sus límites físicos y en la envoltura de dicho edificio, sino que se extendía más allá de éstos, en forma de red, hasta alcanzar dimensiones planetarias, ya que estaba pensada para conectarse con todo el globo y así retransmitir lo que en ella aconteciera, albergando y siendo la sede de eventos *globales*.

Pero, por otro lado, a la vez se producía esta paradoja en la que esta arquitectura de la computación *encogía* nuestro planeta para ser capaz de contenerlo en una pieza edificatoria. Literalmente se *encogía* la imagen de la Tierra para poder encajarla en el soporte físico del DA/DC *The World Game*. El planeta se veía reducido a una representación en dos dimensiones para ser contenido en una especie de circo romano o estadio que proporcionaba una doble visualización física y así hacerlo abarcable, tanto por la audiencia local presencial del espacio físico y por la audiencia global del espacio digital. Y sería así como este nuevo espacio de la computación podría rivalizar en interés y atención con cualquier otro espectáculo deportivo,

·T_279·

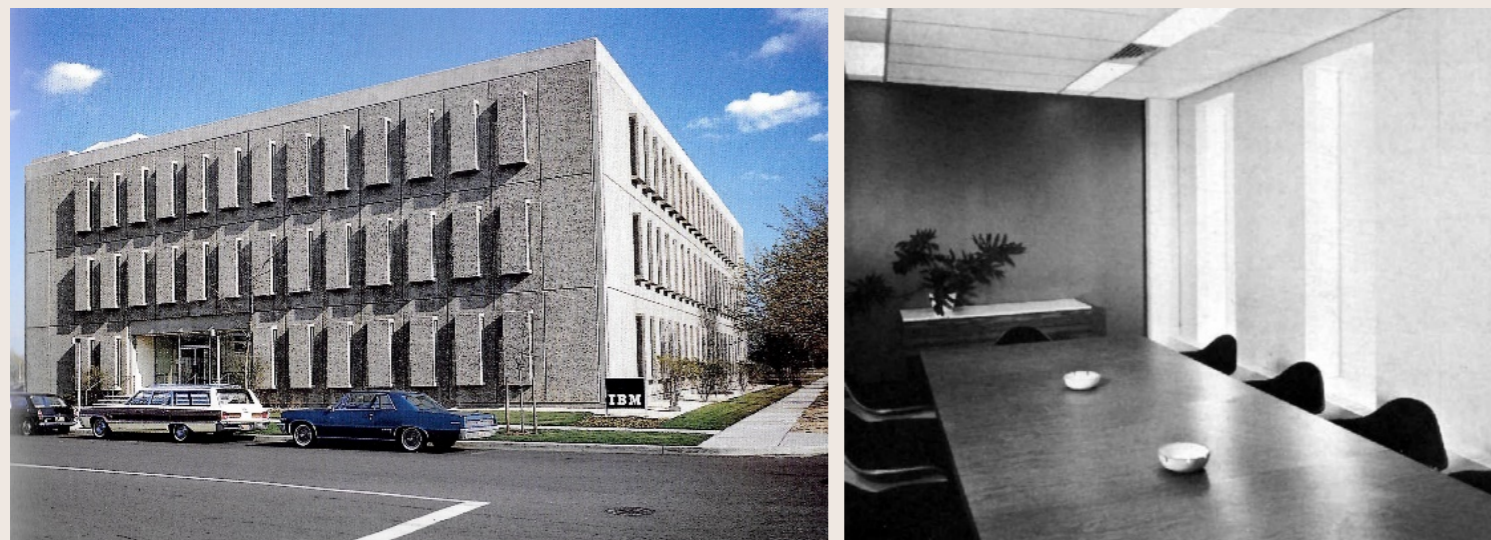
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM



IZQUIERDA: IMAGEN DEL PROTOTIPO MOCK-UP A ESCALA 1:1 DE LA CARCASA EXTERIOR DEL DA. DERECHA: IMAGEN DEL INTERIOR DE LA MAQUETA A ESCALA. IBM AEROSPACE BUILDING. LOS ÁNGELES. CALIFORNIA. 1962. ELIOT NOYES & ASSOCIATES+QUINCY JONES+ FREDERICK EMMONS. IBM. FUENTE: BRUCE, G. (2006). *ELIOT NOYES. A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 225.

·G_3.4.a_85·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM



IZQUIERDA: IMAGEN EXTERIOR DE LA CARCASA DEL DA IBM BRANCH OFFICE. NUEVA YORK. 1966. ELIOT NOYES & ASSOCIATES. IBM. FUENTE: BRUCE, G. (2006). *ELIOT NOYES. A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 179. DERECHA: IMAGEN DEL ESPACIO INTERIOR CONTROLADO. DA IBM BRANCH OFFICE. NUEVA YORK. 1966. ELIOT NOYES & ASSOCIATES. IBM. FUENTE: HARWOOD, J. (2003). *THE WHITE ROOM: ELIOT NOYES AND THE LOGIC OF THE INFORMATION AGE INTERIOR*. *GREY ROOM*, 12, 5-31. 10.1162/152638103322446451, P. 19.

·G_3.4.b_85·

como el fútbol americano o el beisbol, antes citados.

Cabe destacar que para desarrollar parte del *software* de The World Game «How to Make the World Work» Fuller contó con la colaboración de William M. Wolf, uno de los investigadores pioneros en la industria del software estadounidense¹¹², que compró a la Office of Naval Research (ONR) y al MIT una de las primeras arquitecturas de la computación estudiadas como caso de estudio en este mismo capítulo, el Whirlwind I¹¹³. Wolf trabajó como programador en el Lincoln Laboratory entre 1952 y 1954, dentro del proyecto Cape Cod System¹¹⁴, como cuenta él mismo en su libro *NO "e"* (Wolf, 2005, 40) y conocía bien el DC. Tras desmontarlo en tres partes y almacenarlas durante dos años en un espacio cedido por la marina estadounidense en la Terminal en South Boston, decidió construir una edificación, una carcasa de nueva planta para albergarlo en Concord Massachusetts, cerca de la autopista Route 2 (Wolf, 2005, 65). Para llevar a cabo tal empresa contó con el trabajo de The Architects' Collaborative (TAC) que tenía a Walter Gropius entre sus socios/as, como vimos en su momento. Durante sus últimos años de *servicio*, posterior a su aparición estelar en la revista *LIFE* el 25 de septiembre de 1964 y antes de su desmantelamiento (la memoria de núcleo magnético está hoy en el Smithsonian National Museum of American History) y abandono de gran parte de sus componentes en el vertedero de Concord, el DA/DC Whirlwind I estuvo desarrollando trabajos para la fuerza aérea estadounidense y trabajando en The World Game, a partir de 1968. De la mano de Buckminster Fuller y del propio Wolf, a través de su empresa Wolf Research & Development Corp., Whirlwind I estuvo trabajando en el concepto del *software* de The World Game, produciendo una propuesta detallada para implementarlo realmente gracias a una beca de 25.000 dólares concedida por el Design Science Institute [Fig.G_3.4.b_95].

Como si de una poética coincidencia se tratase, las vidas útiles de estos dos casos de estudio de esta primera episteme se entrelazaron para cerrar el círculo. Estas primeras arquitecturas de la computación, Whirlwind I y The Computer Game se alimentaron la una a la otra para definirse y desarrollarse, tanto en relación a su soporte físico (*hardware*) como en relación a su soporte lógico (*software*).

Las Geoscopes, las Minni-Earths o Mini-Tierras.

The World Game formaba parte, en su conjunto, de una serie de proyectos denominados Minni-Earths o Mini-Tierras¹¹⁵ (López-Pérez, 2020, 127-130) por Fuller y McHale. En todos esos proyectos, se presentaban modelos arquitectónicos a escala en dos y tres dimensiones que presentaban la totalidad de Tierra para ayudar a comprender su enorme complejidad en su conjunto, no solo a través de la suma de las partes que la componen, en un ejercicio holístico en toda regla. En el caso de The World Game, la pieza arquitectónica presentaba y representaba la totalidad de la Tierra **en dos dimensiones**, en planta, a vista de pájaro, donde el/la observador/a jugador/a se ubicaba en una posición preferencial y dominante sobre la imagen del globo, como si de un/a dios/a se tratara. Además, como ya hemos visto, todo el conjunto arquitectónico era un enorme computador.

Todas estas propuestas arquitectónicas proyectadas como Minni-Earths o Mini-Tierras, entre las que se encontraban The World Game, los Geoscopios y diversas cúpulas geodésicas, se componían mediante una analogía morfológica a varias bandas:

¹¹² Fue uno de los primeros cincuenta programadores del mundo que ocupó esa profesión, alrededor del año 1952. Hoy en día hay más de nueve millones de programadores en todo el planeta (Wolf, 2005, 10).

¹¹³ Las negociaciones con la Office of Naval Research (ONR) para el alquiler primero y para la compra posterior del Whirlwind I comenzaron el 1 de abril de 1959 (Wolf, 2005, 63).

¹¹⁴ Cape Cod System fue el germen de ARPANET y posteriormente la actual internet.

¹¹⁵ R. Buckminster Fuller, "Minni-Earth," Buckminster Fuller Partners Foundation (BFP), Series 18, Caja 107, Carpeta 1,2.

·T_280·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM

**CONTRAENTORNO CERRADO >> PATIO AJARDINADO Y
ORDENADO >> MALLA REGULAR ORGANIZADORA EN PLANTA
>> ESPACIO HABITADO DEL COMPUTADOR (DC)**

·G_3.4.a_86·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM



IMAGEN DE LA CARCASA EXTERIOR DEL DA WESTINHOUSE TELE-COMPUTER CENTER. PITTSBURGH. 1955-1960. ELIOT NOYES & ASSOCIATES. WESTINHOUSE. FUENTE: CORTESÍA DEL MUSEO DE FOTOGRAFÍA DE PITTSBURGH (ID: MSP285.B021.F15.106).

·G_3.4.b_86·

computador = planeta = arquitectura = cuerpo = ser humano

Según el arquitecto y profesor Daniel López-Pérez, con la vuelta a la utilización del Dymaxion Airocean (Sky-Ocean) World Map como imagen de base de la pantalla central que configuraba el corazón del caso de estudio The World Game, se cerraba un círculo en el pensamiento de Fuller, que volvía a sus orígenes y a sus primeras ideas en torno a la cartografía, los mapas y su concepción del mundo, justo cuando empezó a desarrollar la proyección de Fuller más de veinte años antes de desarrollar TWG (López-Pérez, 2020, 130). Para López-Pérez esa época marcó un punto de inflexión en el pensamiento científico en general y en el de los/as arquitectos/as en particular. Este pensamiento afirmaba que para imaginar y modelar la Tierra había que pasar del uso de los medios físicos al uso de los medios digitales, además de instaurar estructuras mucho más participativas en las instituciones que dirigían el mundo, como ya proponía The World Game y la World Design Science Decade. Este hecho también fue señalado por los arquitectos y comisarios Isa Clara Neves y Jorge Figueria cuando se referían al trabajo de muchos de los/as arquitectos/as *visionarios* de esa época, entre los que se encontraba Buckminster Fuller. Durante esos años el trabajo de esos/as arquitectos/as visionarios/as centró sus esfuerzos en pasar de lo físico a lo digital. Y justo eso es lo que ocurrió con las propuestas Minni-Earths o Mini-Tierras de Fuller y McHale, ya que hacían un esfuerzo por pasar de la realidad física del planeta Tierra a una versión analizada, ordenada, clasificada y digitalizada de la misma, que era representada a través de una cartografía que a su vez estaba producida digitalmente y que permitía visualizar unos datos procesados también digitalmente. Estas Mini-Tierras mostraban una versión del mundo y su realidad codificada, abstracta y digitalizada, todavía en dos dimensiones en el caso de The World Game, mediada toda ella por un computador que constituía toda su propuesta arquitectónica (que, como vimos con anterioridad, ya ocurría en las salas de control, según Picon).

El pensamiento de Fuller, además de volver a conectar con sus orígenes volviendo a usar el mapa Dymaxion, dio un giro decisivo y pasó de ser un pensamiento puramente tecnocrático a ser explícitamente más participativo e impregnado de un discurso político. Fuller empezó a aplicar a todos sus proyectos una renovada pedagogía en la que se reformulaban las relaciones entre el diseño y el entorno para ser más equitativas, donde se repensaba la relación entre la escala micro y la macro, que reflejara a su vez las implicaciones sociales y políticas a escala, no solo mundial, sino cosmológica, que el diseño en su acepción más extensa podía desencadenar (López-Pérez, 2020, 126).

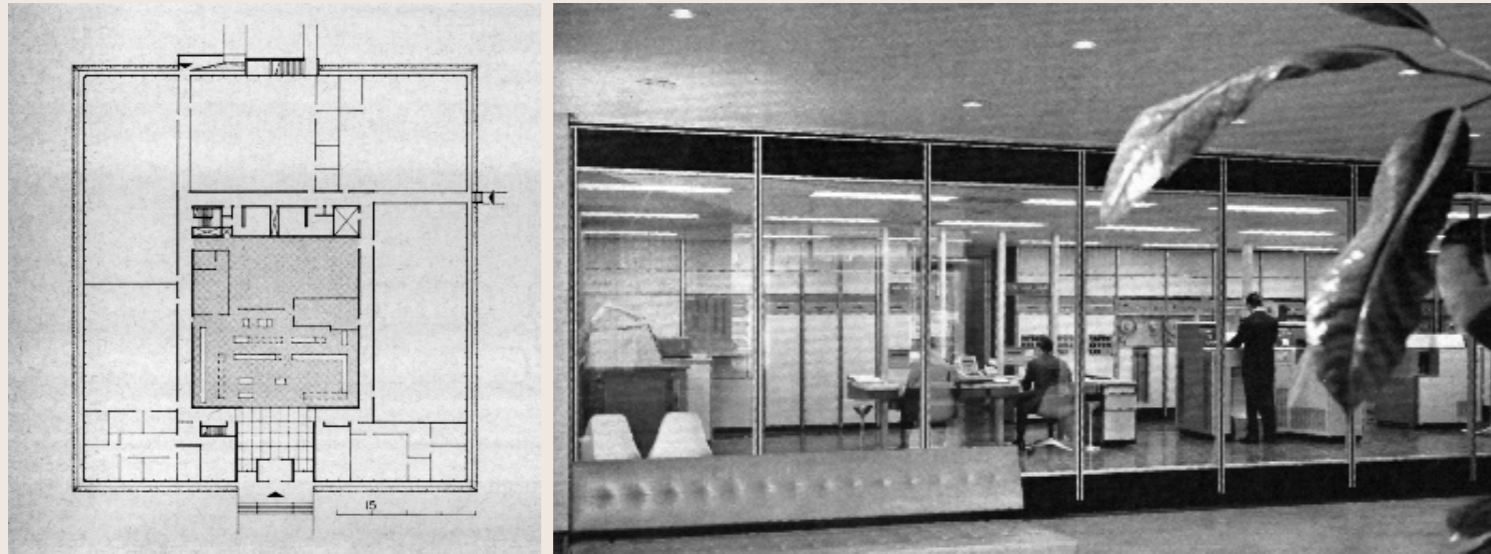
Con la aplicación de este nuevo giro en el pensamiento de Fuller y el concepto de las Minni-Earths o Mini-Tierras, así como otras ideas que el arquitecto llevaba gestando desde 1928, el propio Fuller junto con McHale y, en menor medida, Sadao empezaron a investigar y ensayar con diversos prototipos de Geoscopes o Geoscopios y cúpulas geodésicas a través de la realización de talleres y workshops con cientos de estudiantes de arquitectura en múltiples universidades alrededor del mundo durante varios años (desde 1952, con la celebración del primer taller con estudiantes de arquitectura de la Cornell University y la construcción del primer Geoscope con Shoji Sadao como estudiante, pasando por talleres en la University of Minnesota o Princeton University, hasta 1964).

Fuller llevaba especulando con proyectar y construir DA/DC como las Geoscope mucho antes de que se empezaran a desarrollar los primeros computadores electrónicos (digitales) a mediados del siglo XX. De hecho, las primeras ideas de Bucky sobre estas arquitecturas esféricas de la computación se empezaron a gestar en su libro *4D Time Lock* de 1928 (Buckminster Fuller, 1928, 31) donde ya imaginaba arquitecturas como esferas sensibles y reactivas de un material cristalino.

De hecho, ya en 1960 Bucky contrató a un consultor (D.G. Moore), el mismo que le había asesorado en la construcción de su cúpula para la exposición de Moscú un año antes (1959),

·T_281·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM



IZQUIERDA: PLANTA PRINCIPAL CON DEL DC EN EL CORAZÓN DEL DA. WESTINHOUSE TELE-COMPUTER CENTER. PITTSBURGH. 1955-1960. ELIOT NOYES & ASSOCIATES. WESTINHOUSE. FUENTE: DERECHA: IMAGEN DEL DC EN EL CENTRO DEL DA. FUENTE: HARWOOD, J. (2003). THE WHITE ROOM: ELIOT NOYES AND THE LOGIC OF THE INFORMATION AGE INTERIOR. *GREY ROOM*, 12, 5-31. 10.1162/152638103322446451, P. 6.

·G_3.4.a_87·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/IBM

COMO SI DE UN CUERPO HUMANO SE TRATARA, AL FINAL DE TODA ESTA EXPLORACIÓN PROYECTUAL, EL SOPORTE FÍSICO DEL DISPOSITIVO COMPUTADOR (DC) CONQUISTABA EL CORAZÓN DEL SOPORTE FÍSICO DEL DISPOSITIVO ARQUITECTÓNICO (DA).

EL DC SE CONVERTÍA EN EL CENTRO DEL DA.

·G_3.4.b_87·

para evaluar la posibilidad de construir una Geoscope computarizada electrónicamente¹¹⁶.

Sin llegar a una implementación electrónica tan compleja como la tanteada por Fuller en 1960, uno de los primeros soportes físicos de la computación más sofisticados de este tipo (Geoscopia), se materializó en el prototipo desarrollado en el taller de la Universidad de Nottingham, Inglaterra, cerca del año 1962 [Fig.G_3.4.b_96].

Este ejemplo constituía un DA y DC, a la vez, ya que su corazón pretendía estar constituido por un computador que analizara, clasificara, controlara y visualizara múltiples datos e información a escala mundial en tiempo real. En estos casos sus soportes físicos eran envolventes casi esféricas que hacían uso de diversos sólidos platónicos (como poliedros regulares convexos cuyas caras eran iguales, icosaedros, etc.). Este Geoscope o Geoscopia que trabajaba con la idea de Minni-Earth o Mini-Tierra era una arquitectura de la computación tridimensional cuyo soporte físico (hardware) se podía habitar, pero tenía una escala y dimensiones con un carácter más objetual. En el caso del prototipo de Nottingham el diámetro de la envolvente era de unos 6 metros (20 pies).

Aunque en la Geoscope se podía entrar y en cierta manera habitar ya que estaba pensada para permitir a un ser viviente-habitante-usuario/a posicionarse en el interior del poliedro regular y mirar desde el interior a través de la superficie de la Tierra el firmamento existente exterior, ampliando y expandiendo la perspectiva personal de dicho habitante-usuario en relación al entorno, a una escala global y cosmológica como veíamos con anterioridad, en realidad esta arquitectura de la computación aspiraba a ser una pieza de mobiliario. Era ya una arquitectura de la computación, cuyo soporte físico estaba constituido por una esfera casi perfecta que se podía rodear, además de tocar desde su interior y su exterior y que pretendía ser móvil, portátil y transportable, de un lugar a otro.

Muchas de las carcasas casi esféricas de los Geoscopes construidos por Fuller y McHale con ayuda de cientos de estudiantes de arquitectura, que constituían los soportes físicos de estos DA/DC, estaban plagadas de indicadores lumínicos a modo de píxeles luminosos, controlados por el computador, que constituía el centro de esta arquitectura de la computación. En el caso del Geoscope de la Escuela de Arquitectura de Nottingham eran 10 millones de píxeles de luz los que cubrían la totalidad de la carcasa del prototipo creando una especie de monitor o dispositivo computacional esférico que permitía observar la Tierra desde dentro y desde fuera (Hays, Kenneth Michael, 2008, 9). El Geoscope era una especie de Google Earth plegado, con una ambición cósmica, mucho mayor que la de este *software* actual, que pretendía conectar al ser con el firmamento y el Universo circundante. Todas estas arquitecturas de la computación, entre las que se encontraba el prototipo de Nottingham, eran dispositivos tridimensionales de visibilización activa de datos e información. Como bien explicaba el arquitecto e historiador de la arquitectura Kenneth Michael Hays¹¹⁷, comisario junto a Dana A. Miller de la muestra dedicada a la figura de Richard Buckminster Fuller, celebrada en 2009 en el Whitney Museum of American Art, en uno de sus textos del catálogo de la exposición:

“Using cybernetic data gathering and feedback all organized by computer, the Geoscope would graphically display the inventory and patterns of the world’s resources and needs, in real time, slowed down, or speeded up, simultaneously or separately, for study and comparison -from energy consumption to stock trading, voting trends to weather patterns, tourist routes to military movements. It was an inverted planetarium for playing out the World Game, a ‘macro-micro-Universe-information’ machine, geo-info-video-dome for the comparative display of flows, patterns, and intensities of population, climate, geology, sociology, finance, and their distributions and interactions.” (Hays, Kenneth Michael, 2008, 9).

¹¹⁶ Ver D. G. Moore, 'Preliminary Investigation of Electronics for the R. B. Fuller Geoscope Information Display', mecanografía, 31 de marzo, 1960, M1090, Series 18, Caja 110, Carpeta 2.

¹¹⁷ Hays era el responsable de la sección de arquitectura cuando se promovió la muestra.

·T_282·

3.4.4. THE WORLD GAME + «HOW TO MAKE THE WORLD WORK». RICHARD BUCKMINSTER FULLER Y JOHN MCHALE.

·G_3.4.a_88·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967

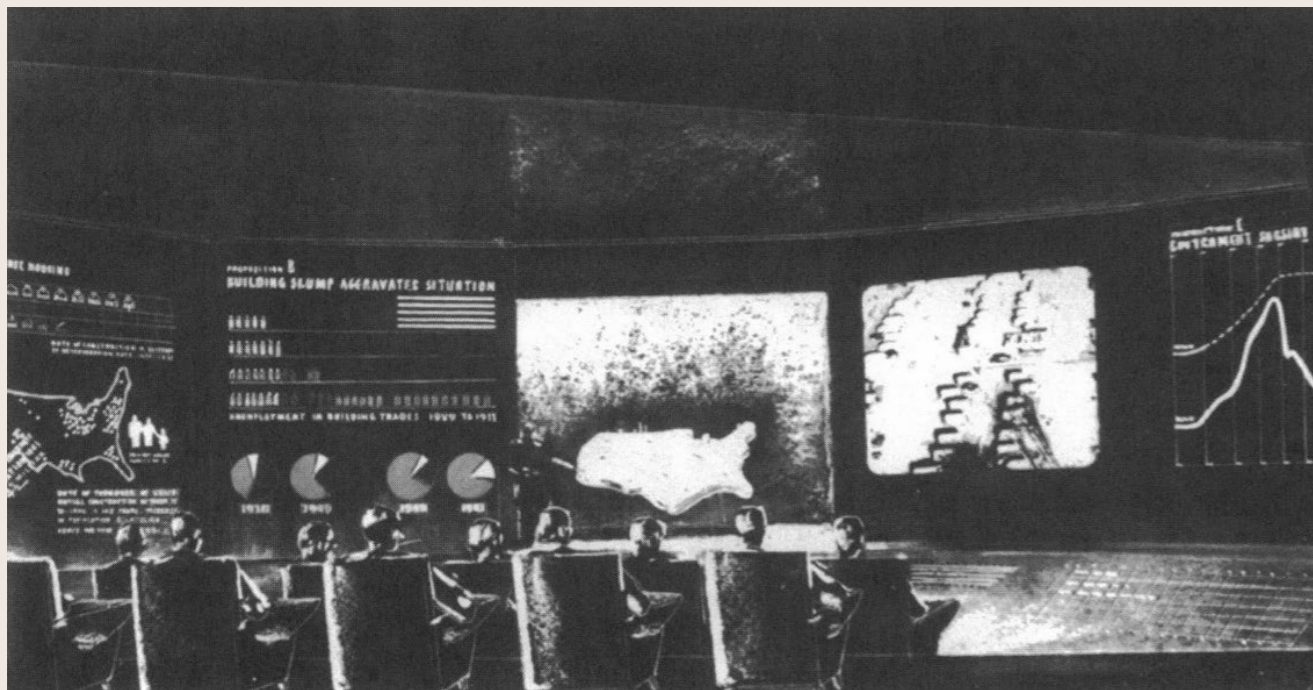


IMAGEN DE CÓMO SE VERÍA EL WAR SITUATION ROOM (ESTANCIA DE GUERRA O SALA DE SITUACIÓN) PRESIDENCIAL REALIZADO POR VISUAL PRESENTATION BRANCH. ESTE PRIMER PROYECTO FUE DESARROLLADO POR EL ESTUDIO DE HENRY DREYFUSS. FUENTE: KATZ, B. (1996). THE ARTS OF WAR: "VISUAL PRESENTATION" AND NATIONAL INTELLIGENCE. *DESIGN ISSUES*, 12(2), 3-21. 10.2307/1511709, P. 7.

·G_3.4.b_88·

Varios años después tras construir el Geoscopio de Nottingham, y mientras desarrollaba varias iniciativas con Fuller como la World Design Science Decade, la World Design Initiative y The World Game, John McHale dirigió otro taller con estudiantes de arquitectura esta vez en la Universidad de Colorado, en su Escuela de Arquitectura durante el año 1964. En esta ocasión desarrollaron una Geoscope de unas dimensiones menores, con 1,8 metros de diámetro (6 pies), que utilizó el poliedro regular convexo icosaedro como la geometría que definió y materializó su carcasa. Para López-Pérez este nuevo prototipo supuso la culminación y el cierre de la World Design Science Decade (López-Pérez, 2020, 130) y, en parte, el recorrido de esta propuesta del soporte físico de The World Game, para pasar a centrarse en el desarrollo de su soporte lógico o *software*.

La propuesta que desarrolló McHale con los estudiantes de arquitectura de Colorado ya dio un salto cualitativo: de la representación digitalizada de la Tierra y sus flujos y redes en dos dimensiones que proponía The World Game a través de la proyección Dymaxion a las tres dimensiones que proponía esta cúpula Geoscope compuesta por un icosaedro construido con una doble piel de plexiglás transparente en el que encajaba el mapa de la Proyección Dymaxion de la Tierra a la perfección [Fig.G_3.4.b_97].

Como explicaba Hays, The World Game nacía de las investigaciones en torno al Geoscope, como ya vimos, y era en realidad un Geoscopio tridimensional desplegado para hacerlo descansar sobre una superficie horizontal plana (Hays, Kenneth Michael, 2008, 10). En esta nueva propuesta de Geoscope o Geoscopio, desarrollada en Colorado, la envolvente tridimensional del icosaedro y la construcción volumétrica del mapa de Fuller eran coincidentes e intercambiables. Si el mapamundi Dymaxion había sido el comienzo de la investigación de Fuller en torno a la cartografía, dirigida a reducir las distorsiones a la hora de representar, en dos dimensiones, las superficies terrestres de la Tierra, los proyectos Geoscope, como el de Nottingham y el de Colorado, continuaban con esta exploración, pero esta vez en tres dimensiones.

Como en The World Game, esta Mini-Tierra, ahora tridimensional, con un icosaedro como base (casi una esfera), permitiría visualizar, de forma volumétrica, tanto desde el interior como el exterior y en tiempo real todo tipo de datos geográficos que fuesen introducidos, programados y recordados por el DC que la gobernaba. Como describía Hays a colación de la propuesta de Nottingham, el Geoscopio de Colorado actuaría como un modelo interactivo que mostraría no sólo las masas de tierra que componen los distintos continentes, sino que también visibilizaría los fenómenos naturales relativos a la meteorología y a las corrientes de aire, además de las capas de información, los flujos y las redes creadas por la acción del ser humano, tales como las rutas comerciales o las trayectorias de los satélites, por ejemplo (López-Pérez, 2020, 127). Con este dispositivo tridimensional de visibilización activa Fuller y, por extensión, McHale, pretendían encontrar nuevas formulaciones y patrones de recolección, uso y reciclaje de los recursos existentes en la Tierra [Fig.G_3.4.a_98].

Todos estos patrones, flujos y redes serían introducidos como inputs y visualizados a distintas intensidades de luz gracias a la matriz de bombillas y lámparas que retroiluminarían la carcasa en forma de icosaedro del soporte físico del computador, como los 10 millones de píxeles luminosos con lo que querían equipar el dispositivo de Nottingham.

Como explicaba Fuller, este otro caso de estudio de la arquitectura de la computación que se estaba explorando a la par que la primera propuesta para The World Game, gracias al computador que compondría su corazón, crearía una imagen esférica omnidireccional de la Tierra, análoga a la de un tubo de televisión *premium*. En este caso sería un tubo de televisión cuya imagen se pudiera ver en toda su superficie, en su cara y en su envés, tanto desde el interior como desde el exterior del mismo¹¹⁸.

¹¹⁸ Ver la documentación que produjo Fuller para la Exposición Internacional de Montreal. Fuller, "International Exhibition", 2, específicamente la nota n^o. 49.

·T_283·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967

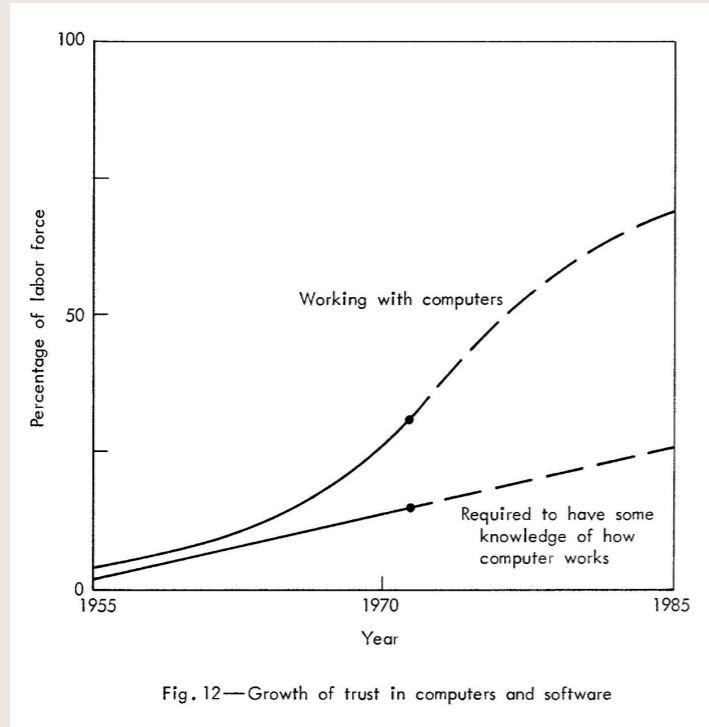


Fig. 12—Growth of trust in computers and software

DIAGRAMA QUE RECOGE LA CRECIENTE CONFIANZA EN LOS DISPOSITIVOS COMPUTADORES Y EL *SOFTWARE* QUE PONE EN RELACIÓN LA FUERZA DEL TRABAJO CON LA FECHA. CA. 1972. BARRY W. BOEHM. FUENTE: BOEHM, B. W. (1973). *SOFTWARE AND ITS IMPACT: A QUANTITATIVE ASSESSMENT*. *DATAMATION*, 19(5), 48-59, P. 23.

·G_3.4.a_89·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967

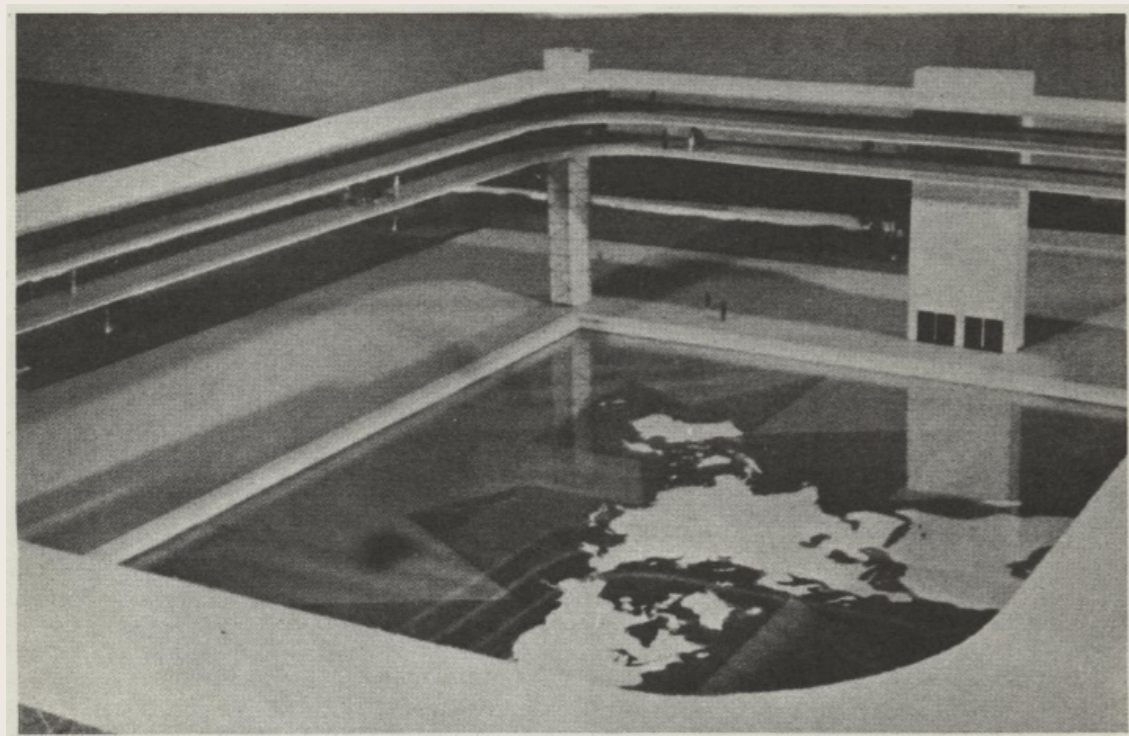


IMAGEN GENERAL DEL PROYECTO THE WORLD GAME. 1965. RICHARD BUCKMINSTER FULLER + JOHN MCHALE. FUENTE: MCHALE, J. (1967). 2000+. *EKISTICS*, 24(142), 235-239. ACCESO EL 23 DE DICIEMBRE DE 2021 DESDE: [HTTP://WWW.JSTOR.ORG/STABLE/43616358](http://www.jstor.org/stable/43616358), P.237.

·G_3.4.b_89·

Esta arquitectura de la computación tenía ahora como soporte físico una envolvente tridimensional, cuya geometría se asemejaba a una esfera. Un computador que era una Minni-Earth volumétrica y que servía como un completo dispositivo de visualización y almacenamiento de datos mundiales o una instalación de inventario de patrón mundial (world pattern inventory facility, como fue llamada por Fuller) (López-Pérez, 2020, 127).

Este caso de estudio ya era un paso hacia el siguiente episteme o comprensión espacio-temporal abordada, en el capítulo 4, en la que estas arquitecturas de la computación pasan de ser espacios que se habitan y se recorren a ser piezas y objetos móviles, que principalmente se pueden rodear y tocar.

Este Geoscope o Mini-Tierra estaba pensada para ser replicada y era móvil, para poder ser desplegada en múltiples ubicaciones, como una manera de diseminar y compartir el conocimiento que de ella emanaba a lo largo de una red global de nodos de entrada y salida¹¹⁹. La estrategia pedagógica propuesta por Fuller quería animar a los estudiantes de arquitectura de programas y universidades repartidas por todo el mundo a construir sus propios modelos Minni-Earths o Geoscopes a diversas escalas, que dieran lugar de nuevo a otra red de esferas repartidas por todo el globo, que actuarían simultáneamente como el medio y el mensaje de la World Design Initiative que acompañaba a la World Design Science Decade.

Todos estos ejemplos de Geoscopes o Geoscopios, así como The World Game, que operaban como DA/DC, todavía estaban íntimamente ligados a instituciones de dominio público, como eran las universidades y los centros de estudios e investigación donde se ensayaban, desarrollaban y construían. Todavía no habían irrumpido y conquistado el espacio doméstico, como veremos que ocurrió con otros casos de estudio en el siguiente capítulo.

El proceso de encoger en estos proyectos.

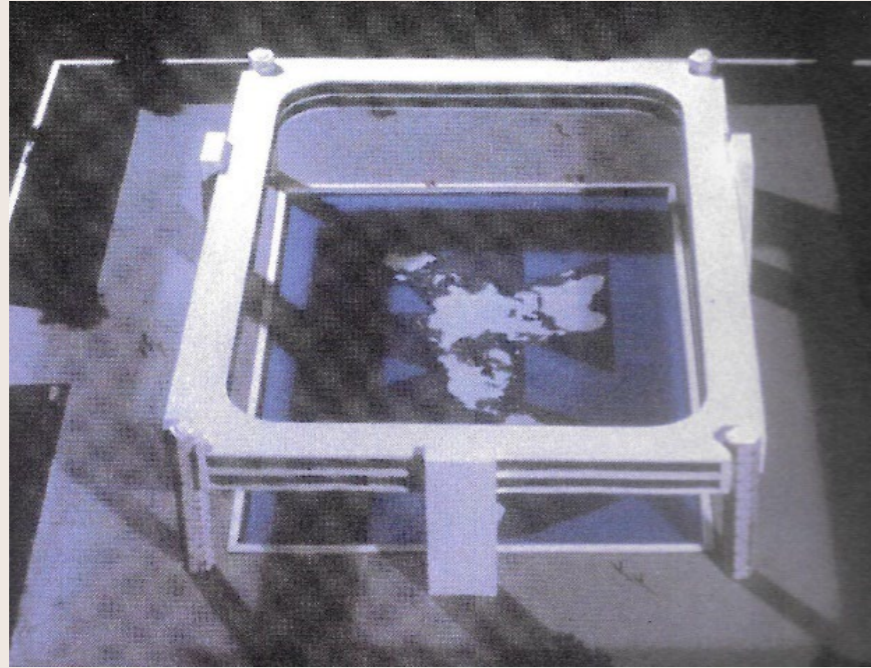
Teniendo en mente la descripción sobre las cualidades de los Geoscopios como Mini Tierras de Hays y López-Pérez, junto con la concepción holística de la realidad y los sistemas y redes que la integraban, que mantenía Fuller, y considerando también al Universo como una sinergia de sinergias (con similitudes con las teorías de J.C.B. Licklider sobre *simbiosis*) el arquitecto *visionario* logró alcanzar la siguiente conclusión: para Fuller la Tierra era un dispositivo-Tierra. Esta idea era la que motivaba todos los ensayos y prototipos de Geoscopes y el proyecto The World Game, entre otros. Nuestro planeta era un dispositivo rodeado por satélites y redes de telecomunicaciones, una inmensa red comparable a una gran nave espacial o *Spaceship Earth* (1951)¹²⁰ (Buckminster Fuller, 2001, xxi). Si esto era así, la siguiente conclusión estaba clara: la Tierra, considerada como dispositivo tecnológico (nave espacial), era pues un planeta *finito*, como un sistema cerrado único y, por lo tanto, todos sus recursos también lo eran. Esa consciencia sobre la *finitud* de la Tierra y sus recursos, que podía colapsar, explotar y destruirse en cualquier momento si se desencadenaba el juego nuclear entre las potencias armamentísticas mundiales, fue uno de los grandes descubrimientos que trajo consigo la época de la Guerra Fría (Picon, 2010, 29), justo cuando Fuller desarrollaba proyectos como The World Game o las Geoscopes, como Mini-Tierras. Para incidir en la idea de que la Tierra no era plana (como no paraban de demostrar todos los proyectos Geoscopes de Fuller, McHale y Sadao) y, en

¹¹⁹ Por ejemplo, Fuller planteó en 1956 la ubicación de una Minni Earth frente al edificio de las Naciones Unidas en Nueva York para mostrar y poner en práctica su pedagogía para todos los países del mundo. Fuente: Hays, K. M., Picon, A., Smith, E. A. T., & Tomkins, C. (2008). *Buckminster Fuller: Starting with the Universe*. New York: New York Whitney Museum of American Art, p. 153.

¹²⁰ En 1951, Fuller acuñó la expresión *Spaceship Earth* como una forma de definir la tierra no solo como un todo interdependiente, sino también como una máquina en funcionamiento cuyas partes se podían ajustar y modificar. Nótese también la influencia posterior de las películas y series de ciencia ficción que aparecieron en esa época como Star Trek (primera emisión en Estados Unidos en 1966) o posteriormente Star Wars (primera emisión en Estados Unidos en 1977).

·T_284·

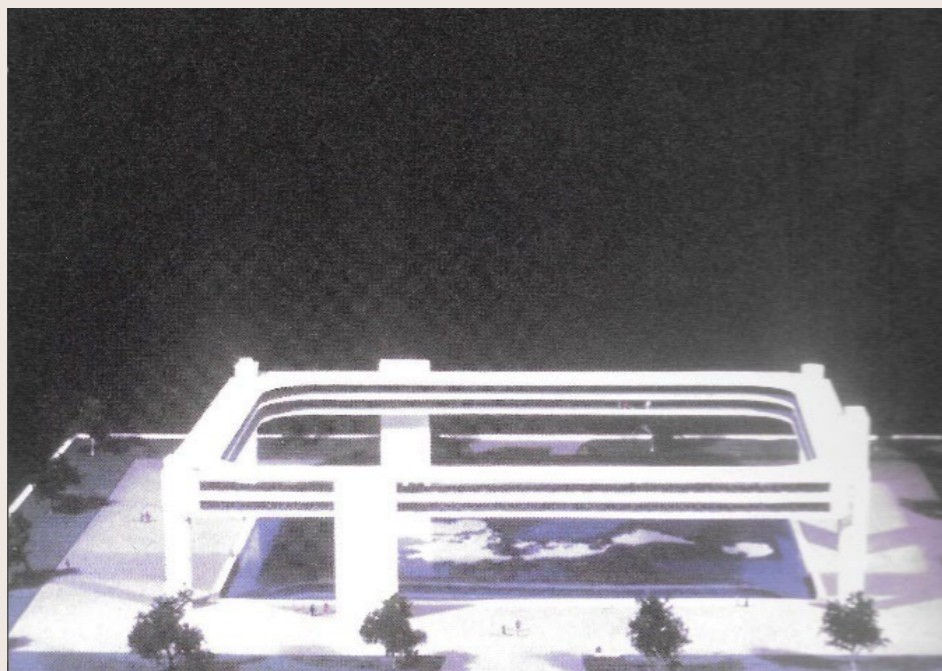
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967



PRIMERA PROPUESTA DE RICHARD BUCKMINSTER FULLER & SHOJI SADAO PARA LA EXPO' 67 DE MONTREAL, CANADÁ: THE WORLD GAME. FUE UN JUEGO INTERACTIVO CON UNA SIMULACIÓN A GRAN ESCALA POR COMPUTADOR Y UN MAPAMUNDI DYNAMAXION COMO UN DISPOSITIVO DINÁMICO DE LOS RECURSOS DEL MUNDO ENTERO. LA PROPUESTA FUE RECHAZADA POR LA AGENCIA DE INFORMACIÓN ESTADOUNIDENSE (U.S. INFORMATION AGENCY.). MAQUETA. 1965. FUENTE: FULLER, R. B. (1999). EN KRAUSSE J., LICHTENSTEIN C. (EDS.), *YOUR PRIVATE SKY: R. BUCKMINSTER FULLER, THE ART OF DESIGN SCIENCE*. BADEN: LARS MÜLLER, P. 469.

·G_3.4.a_90·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967



PRIMERA PROPUESTA DE RICHARD BUCKMINSTER FULLER & SHOJI SADAO PARA LA EXPO' 67 DE MONTREAL, CANADÁ: THE WORLD GAME. FUE UN JUEGO INTERACTIVO CON UNA SIMULACIÓN A GRAN ESCALA POR COMPUTADOR Y UN MAPAMUNDI DYNAMAXION COMO UN DISPOSITIVO DINÁMICO DE LOS RECURSOS DEL MUNDO ENTERO. LA PROPUESTA FUE RECHAZADA POR LA AGENCIA DE INFORMACIÓN ESTADOUNIDENSE (U.S. INFORMATION AGENCY.). MAQUETA. 1965. FUENTE: FULLER, R. B. (1999). EN KRAUSSE J., LICHTENSTEIN C. (EDS.), *YOUR PRIVATE SKY: R. BUCKMINSTER FULLER, THE ART OF DESIGN SCIENCE*. BADEN: LARS MÜLLER, P. 469.

·G_3.4.b_90·

consecuencia, sus recursos no eran ilimitados, en 1966 un joven Stewart Brand, fundador unos años más tarde de *Whole Earth Catalog* junto a Lois Jennings, abrazó las ideas de Fuller y se dedicó a vender chapas con la proclama «Why Haven't We Seen a Photograph of the Whole Earth Yet?» en el campus de la Universidad de California, en Berkeley. Intentó también producir otras con una fotografía de la Tierra vista desde el espacio exterior, cuya imagen no estaba al alcance de la sociedad todavía en esa época, con la convicción de que dicha fotografía ayudaría a la población mundial a entender que el planeta era una esfera y que era *finito* (Hays, K. M., Picon, Smith, & Tomkins, 2008, 223).

Así fue como este concepto de finitud jugó un papel muy importante en todas las acciones asociadas al proceso de *encoger*, de decrecimiento y de *degrowth*, tanto a las más literales como a las menos obvias. Si nuestro planeta era finito, como un enorme dispositivo en forma de nave espacial, debíamos adoptar sin dilación un modelo socioeconómico y cultural basado en un principio de disminución en la extracción de recursos (Hickel, 2021, 287), poniendo freno y deteniendo el crecimiento ilimitado, incompatible con esa finitud del dispositivo-Tierra y acercándose a estrategias similares a las de la economía circular [Fig.G_3.4.b_98].

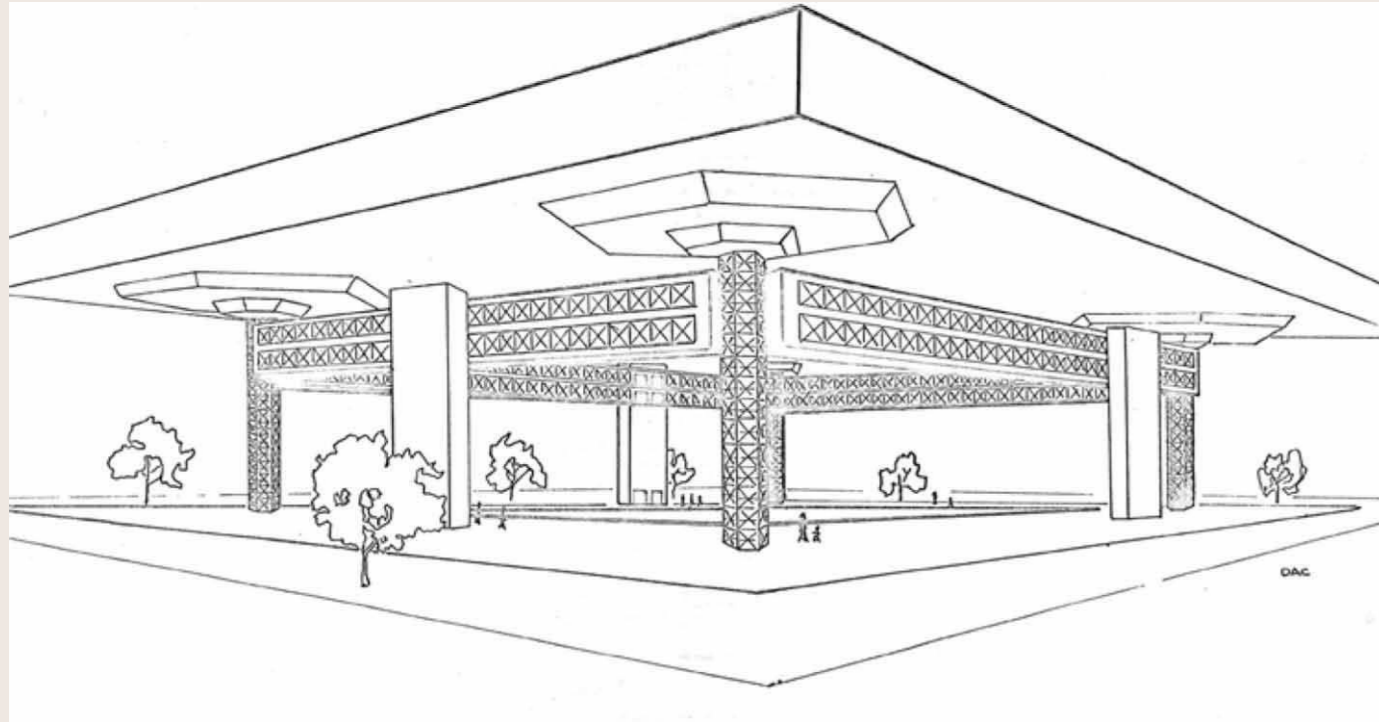
Como manifestaba Jason Hickel en su libro *Less is More* habría que pasar de la escasez a la abundancia, de la extracción a la regeneración, del dominio a la reciprocidad, y de la soledad y la separación a la conexión con un mundo repleto de vida (Hickel, 2021, 288). Como manifestaba Antoine Picon, esta constatación de la *finitud terrestre* explicaba la connivencia un tanto desconcertante que se generó en ese momento entre el ejército y los movimientos alternativos y contraculturales que defendían el medio ambiente en tiempos de posguerra. Ambos grupos ya estaban convencidos de que el mundo era finito, y por lo tanto derivaba en una situación que requería de una gestión más global y holística (Picon, 2010), hecho que se dio de igual manera en las estrategias desplegadas por el ejército en ese momento y muchos movimientos contraculturales como las comunas hippies, antibelicistas, colectivos de inteligencia colectiva en torno al *Whole Earth Catalog* de Stewart y Jennings, etc. Y es justo en este contexto geopolítico donde Buckminster Fuller proyecta The World Game. Si los recursos de la nave Tierra o *Spaceship Earth* eran limitados y finitos, The World Game con un formato de juego de rol para varios participantes, perseguía principalmente un objetivo: equilibrar la distribución de los recursos para beneficiar al mayor número de personas posible (Fernández-Galiano Ruiz & Foster, 2010, 32), reduciendo y encogiendo la extracción de recursos naturales que de ella hacíamos los seres humanos.

Podríamos afirmar entonces que la manera en la que Fuller y McHale proyectaron TWG, sobre todo su soporte lógico o *software*, era una estrategia cercana al *encoger*, al *way down* o al *degrowth*.

Una estrategia de encogimiento más literal que la anteriormente enunciada ligada al concepto de finitud de la Tierra, fue la que adoptaron Fuller y McHale para definir los diámetros de las cúpulas geodésicas y Geoscopes que proponían construir en los talleres que impartían por todo el mundo. Como explicó Fuller en un discurso pronunciado en el RIBA en 1963, decidieron que estas primeras arquitecturas de la computación comenzaran teniendo un diámetro correspondiente a la distancia que la armada estadounidense fijaba como la que un ser humano podía recorrer a pie durante un día (tras comer y descansar) y que equivalía a un diámetro de cúpula de alrededor de 6 metros (20 pies), como el Geoscopio desarrollado en el workshop celebrado en la Universidad de Nottingham [Fig.G_3.4.b_96]. Estas Minni-Earths fueron encogiendo su diámetro literalmente a medida que la velocidad de cambio traída con las distintas tecnologías en torno al transporte les era aplicada. Y fue así como en la Geoscope del taller de la Universidad de Colorado que estudiábamos con anterioridad [Fig.G_3.4.a_98] su diámetro pasaba de 6 metros a uno de 1,8 metros (o 6 pies), que correspondía a la distancia que la armada indicaba que un ser humano podía recorrer al día gracias a la ayuda de un caballo (que a su vez debía comer y descansar). Es así como la Tierra iba encogiendo su soporte físico en su

·T_285·

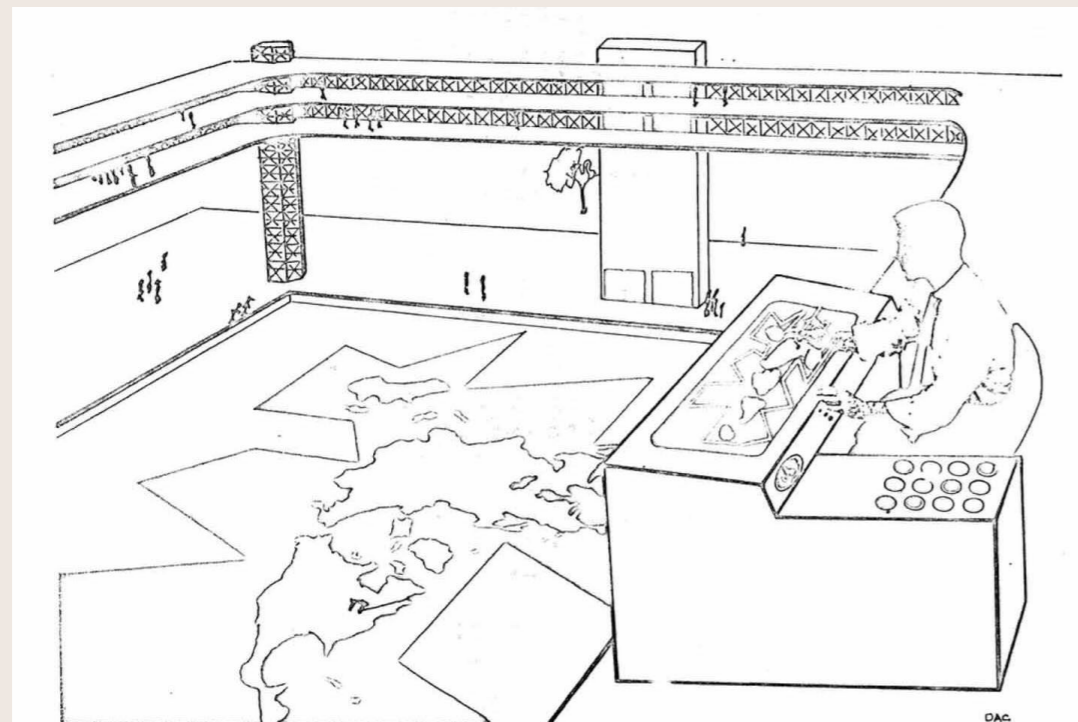
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967



VISTA EXTERIOR E INTERIOR DE LA ESTRUCTURA DE THE WORLD GAME COMO PRIMERA PROPUESTA DE FULLER, MCHALE Y SADAO PARA LA EXPO 67. CORTESIA DE THE ESTATE OF R. BUCKMINSTER FULLER. (FULLER PAPERS, STANFORD UNIVERSITY LIBRARY).

·G_3.4.a_91·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967



VISTA EXTERIOR E INTERIOR DE LA ESTRUCTURA DE THE WORLD GAME COMO PRIMERA PROPUESTA DE FULLER, MCHALE Y SADAO PARA LA EXPO 67. CORTESIA DE THE ESTATE OF R. BUCKMINSTER FULLER. (FULLER PAPERS, STANFORD UNIVERSITY LIBRARY).

·G_3.4.b_91·

totalidad a medida que los seres humanos hacíamos uso de diversas tecnologías para recorrerla. De un diámetro de 1,8 metros que resultaba de viajar y comunicarse gracias a la ayuda de un caballo para dicho fin, la Tierra pasaba ahora a tener un diámetro de una pelota de baloncesto (0,24 metros) al hacer uso de una embarcación tipo clíper (que podía estar en funcionamiento 24 horas sin parar ya que no necesita alimentarse ni descansar, solo era dependiente de las condiciones de viento existentes). Y este encogimiento literal de las dimensiones físicas de la Tierra continuaba en el discurso de Fuller cuando el diámetro de las Geoscope tuviera el de una pelota de beisbol (0,075 m), gracias a la implementación del transporte ferroviario y del barco de vapor, para luego pasar a tener el diámetro de un canto rodado de mármol (0,019 m) con la implementación de los aviones tipo *jet*, hasta que finalmente se encogería y alcanzaría el diámetro de un guisante (0,005 m) al aplicarse la velocidad que lograría el transporte comercial aéreo en 1968, según las previsiones realizadas por la Unión Aeronáutica Internacional y las fuerzas aéreas estadounidenses (Buckminster Fuller, 1963, 50). Este encogimiento literal de nuestro planeta Tierra, propiciado por el incremento en la velocidad de transporte y comunicación alrededor del globo, al que Fuller hacía alusión en su discurso en el RIBA, se materializó en el diagrama que creó junto con McHale en 1963 y en el que se representaba el tamaño relativo del mundo a medida que el tiempo empleado por los seres humanos disminuía exponencialmente, gracias a la implementación de distintas tecnologías para viajar [Fig.G_3.4.a_99].

En ese diagrama Fuller y McHale relacionaban también diversos datos como la población mundial, las distancias por tierra, mar o aire que se podían recorrer gracias a los distintos medios de transporte utilizados y la relación con las tecnologías existentes en red en cada momento, como la televisión transcontinental (por satélite), gracias a la implementación de la red de satélites orbitando alrededor de la Tierra. Hacia la década de los sesenta del siglo XX, el ser humano ya era capaz de recorrer el globo en su totalidad en unas pocas horas gracias a las velocidades de transporte alcanzadas por el transporte aéreo en *jet*. Este hecho ayudó a la asimilación, por parte de gran parte de la sociedad, de esa condición *finita* o *cerrada* del mundo (como hemos visto, los movimientos contraculturales o el ejército, con el Pentágono a la cabeza, ya basaban gran parte de sus acciones en esta idea irrefutable) (Picon, 2008, 51). Estas reflexiones de Fuller y McHale se adelantaron casi treinta años a otras similares promulgadas por otros autores, como David Harvey, que recogía en su texto *La condición de la posmodernidad. Investigación sobre los orígenes del cambio cultural* sus ideas sobre la compresión espacio-temporal que traía consigo el encogimiento del mundo y la aceleración del ritmo de vida impuesto, según este autor, por el capitalismo (Harvey, 1998, 267).

Harvey, sin nombrar directamente a Fuller o a McLuhan, pero sí haciendo alusión a los conceptos enunciados por ambos referidos a *tierra astronave* o *aldea global* respectivamente, ya hablaba sobre las interdependencias económicas y ecológicas que traía aparejado el encogimiento de nuestros mundos espaciales, y por extensión, también la compresión de nuestros mundos temporales. Y así lo reflejaba en sendos diagramas recogidos en su texto en los que «aunaba espacio con tiempo» [Fig.G_3.4.b_99, Fig.G_3.4.a_100].

Es así como este encogimiento del mundo recogido en estos diagramas y en las reflexiones teóricas de estos autores hizo literalmente *encoger* a estas arquitecturas de la computación producidas por Fuller, McHale y los/as estudiantes/as que participaban en sus talleres, materializadas en forma de cúpulas geodésicas y Geoscopes. Pasaron de ser soportes físicos de grandes dimensiones en sus primeras versiones, a objetos que, poco a poco, se convirtieron en piezas de menor tamaño, que aspiraban a poder ser trasladadas fácilmente.

Todas ellas fueron dispositivos tecnológicos contemporáneos arquitectónicos y computacionales que gradualmente fueron encogiendo su soporte físico hasta empezar a adquirir un carácter mobiliario, como dispositivos móviles y transportables.

Esta investigación culminó, en parte, cuando Richard Buckminster Fuller, John McHale y Shoji Sadao proyectaron su primera propuesta de soporte físico y contenido museográfico (como

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967



IMAGEN DEL ENORME COMPUTADOR IBM 305 RAMAC (RANDOM ACCESS METHOD OF ACCOUNTING AND CONTROL), SIMILAR AL QUE CONTENÍA LA CÚPULA GEODÉSICA QUE CONSTRUYÓ RICHARD BUCKMINSTER FULLER PARA EL PABELLÓN DE ESTADOS UNIDOS EN LA AMERICAN NATIONAL EXHIBITION DE MOSCÚ, EN 1959. EL 305 RAMAC SE UTILIZABA PARA ALMACENAR REGISTROS Y DATOS DE EMPRESAS Y NEGOCIOS. FUE EL PRIMER COMPUTADOR EQUIPADO CON DISCO DURO. CA. 1956. FUENTE: CORTESÍA DE LOS ARCHIVOS DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102651965). ACCESO EL 23 DE MAYO DE 2020 DESDE: [HTTPS://WWW.COMPUTERHISTORY.ORG/REVOLUTION/EARLY-COMPUTER-COMPANIES/5/111/471](https://www.computerhistory.org/revolution/early-computer-companies/5/111/471).

·G_3.4.a_92·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967

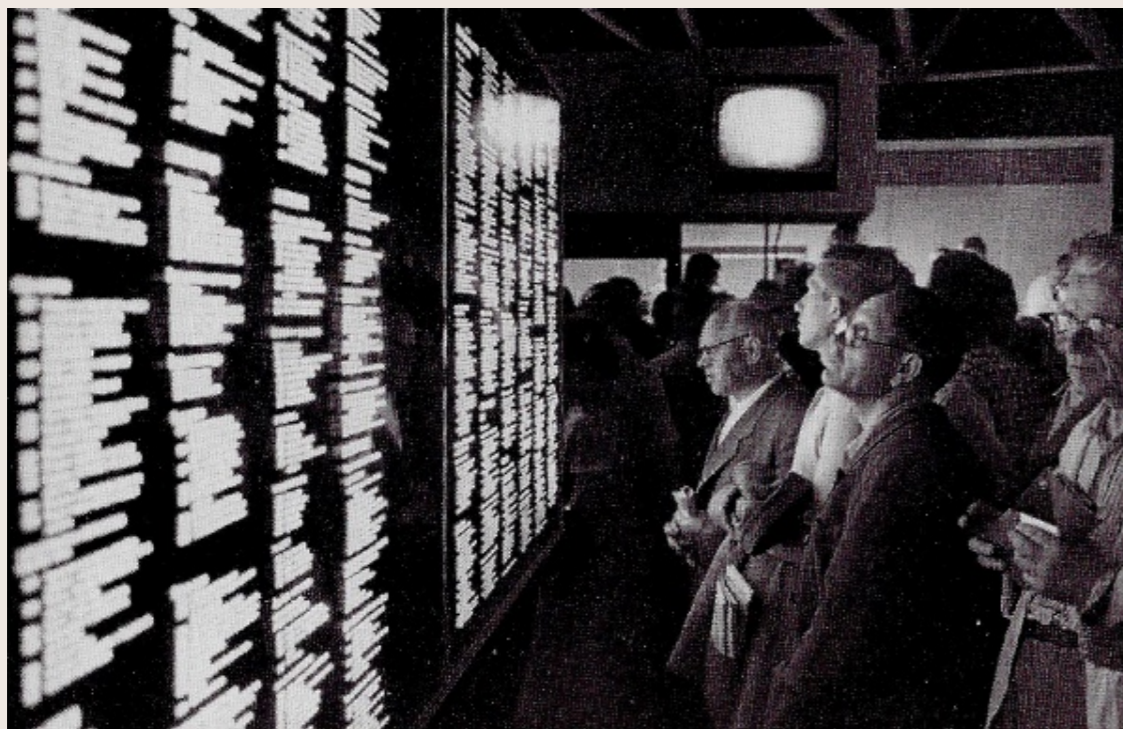


IMAGEN DEL GRAN TABLERO CON LA LISTA DE LAS 4.000 PREGUNTAS SOBRE LOS ESTADOS UNIDOS QUE PODRÍAN SER CONTESTADAS POR EL COMPUTADOR IBM RAMAC 305 DENTRO DEL PABELLÓN DE MOSCÚ. REVISTA LIFE, 10 DE AGOSTO DE 1959. FUENTE: COLOMINA, B. (2006). *LA DOMESTICIDAD EN GUERRA*. BARCELONA: ACTAR, P. 401.

·G_3.4.b_92·

comisariado del contenido) The World Game (estudiado en profundidad en este capítulo) para el pabellón que debía representar a Estados Unidos en la gran feria mundial de Canadá en 1967 a la U.S. Information Agency (USIA) [Fig.G_3.4.b_89, Fig.G_3.4.a_90, Fig.G_3.4.b_90].

La segunda propuesta para el pabellón estadounidense para la Expo 67.

Tras la presentación de The World Game (con su soporte físico, hardware) y de «How to Make the World Work» (soporte lógico o software) como un proyecto *total* (pabellón y museografía), la Agencia de Información de Estados Unidos rechazó esta primera propuesta del equipo de diseñadores. Después de este primer intento el grupo de arquitectos presentó otras variantes del proyecto a la USIA durante el año 1964 [Fig.G_3.4.b_100].

Una de las nuevas propuestas estaba compuesta por una gran cubierta a modo de umbráculo, construida mediante una estructura estérea o malla espacial de barras y nudos metálicos. Estaba soportada por cuatro grandes pilares descentrados con respecto a las esquinas de la ocupación en planta de la cubierta, similares a los que Fuller, McHale y Sadao habían utilizado en las primeras versiones de The World Game. De hecho, esta versión parece que fue uno de los siguientes pasos en el proceso proyectual del todavía *diseño total* por el que apostaba el equipo, tras las primeras ideas presentadas en forma de maqueta a la agencia estadounidense USIA en las que no se apreciaba una cubierta ubicada sobre las dos plantas de pasarelas perimetrales [Fig.G_3.4.b_89, Fig.G_3.4.a_90, Fig.G_3.4.b_90] o la perspectiva cónica de otra versión evolucionada del proyecto [Fig.G_3.4.a_91, Fig.G_3.4.b_91] en la que ya se representaba una cubierta sólida que descansaba sobre unos capiteles (parecían de hormigón) que a su vez apoyaban en unos pilares, esta vez sí, estéreos. Todas estas versiones, de nuevo, fueron rechazadas por la USIA.

Como explica el arquitecto e historiador Jonathan Massey Fuller, McHale y Sadao hicieron otra nueva propuesta, esta vez plegando tridimensionalmente el Geoscope computarizado en dos dimensiones que ocupaba el corazón de la primera propuesta de The World Game como proyección del mundo. Dando un salto a una escala y dimensiones mayores que las de sus propuestas de Geoscopios desarrollados en los talleres con estudiantes de arquitectura hasta ese momento, y en contra de lo que promulgaba el diagrama de Fuller y McHale de 1963 sobre el encogimiento de los diámetros de esas arquitecturas de la computación como Minni-Earths [Fig.G_3.4.a_99], el equipo propuso una esfera gigante, las 5/8 partes de la misma, como un Geoscope computarizado tridimensional, que contaba con un diámetro de 121 metros (400 pies) (Massey, 2006, 476).

Esta nueva versión construiría mecánicamente su envolvente volumétrica mediante una geometría de caras planas, conformando un gran poliedro regular convexo que combinaría parte de las estrategias desplegadas en las anteriores investigaciones y versiones de la propuesta: desde el mapa plano bidimensional de las primeras imágenes del soporte físico de The World Game mediante el Dymaxion Airocean (Sky-Ocean) World Map, hasta los sólidos platónicos icosaedros de los Geoscopes ensayados con anterioridad.

La siguiente propuesta *total* de Fuller, McHale y Sadao (soporte físico del pabellón y comisariado del contenido) era un DA/DC que de nuevo pasaba a ser un espacio que se habitaba y se recorría. Esta versión del pabellón estadounidense se alejaba del carácter móvil y transportable, casi objetual, como pieza de mobiliario, que ya empezaban a adquirir los prototipos de Geoscopios desarrollados en los diversos talleres con estudiantes.

En esta nueva versión no solo se podía estar «en» y «dentro» del computador, sino que también se podía mirar desde dentro hacia fuera, atravesando la superficie de la envolvente de la carcasa de esta arquitectura de la computación, y viceversa, como buscaba Fuller en todas sus investigaciones sobre Mini-Tierras. Esta propuesta permitía observar esta especie de modelo o prototipo de Tierra a escala desde dentro y desde fuera, además de permitir observar

·T_287·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967

«TANTO EL ESPACIO DEL FILME DE PANTALLA MÚLTIPLE COMO EL DEL [COMPUTADOR] COMPRIMEN EL ESPACIO FÍSICO» (COLOMINA, 2006, 264).

·G_3.4.a_93·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967



IMAGEN DE LA DOBLE PÁGINA SOBRE EL PABELLÓN DE IBM EN LA FERIA INTERNACIONAL DE NUEVA YORK, DE 1964, CON UNA IMAGEN DE PRESENTACIÓN MULTIPANTALLA DE GEORGE NELSON Y RAY Y CHARLES EAMES. REVISTA LIFE, 3 DE JULIO DE 1964. FUENTE: COLOMINA, B. (2006). LA DOMESTICIDAD EN GUERRA. BARCELONA: ACTAR, P. 425.

·G_3.4.b_93·

el firmamento y el cosmos exterior, alcanzado así en el proyecto la escala cosmológica que tanto perseguía Fuller y que redundaba e incidía en su idea de un dispositivo-planeta (*Spaceship Earth*), finito que no era más que un ente más dentro del vasto universo exterior.

Este proyecto estaba equipado con una interfaz de visibilización compuesta por 100.000 bombillas de luz diminutas repartidas por toda la envolvente de las quintas octavas partes de la esfera que constituían la geometría de la pieza, como ya habían ensayado en las Geoscopes de Nottingham y Colorado. Estos píxeles luminosos estarían controlados por un computador situado en la base y en el sótano del domo.

Según Colomina, si en la propuesta del pabellón de IBM en la feria de Nueva York de 1964 (que sirvió en parte como referencia a los sucesivos proyectos presentados por Bucky, McHale y Sadao), *entrar* allí equivalía a ser elevado/a enfrente de una multiplicidad de pantallas (Colomina, 2006, 268), de forma que las catorce pantallas envolvían al público visitante, en esta nueva versión de *The World Game entrar* equivalía a habitar y recorrer la cara o faz interior de la enorme pantalla esférica, de forma que está abrazaba al ser viviente-público-visitante-jugador/a. Cada tecnología, en cada momento, crea una arquitectura en la que conceptos como interior/ exterior, entrar/salir, habitar/desplazarse... significan cosas totalmente diferentes y a pesar de todo coexisten, habitando todas ellas la misma estructura y soporte físico, pero definiendo cada una un tipo de espacio diferente susceptible de ser explorado de diversas formas. Así, en este proyecto las estructuras binarias del tipo interior vs. exterior, estaban diluidas y entremezcladas, así como también ocurría con los conceptos de envolvente/pantalla/interfaz, donde los DA/DC eran totalmente coincidentes.

De esta forma, este proyecto para el pabellón de la Expo'67, también era un espacio de los *media*. Como afirmaba Colomina sobre estos trabajos de los Eames (Colomina, 2006, 269), Fuller, McHale y Sadao concibieron su arquitectura como un dispositivo de información con múltiples canales y capas, y una instalación multimedia como una forma de arquitectura (una cúpula en este caso).

Si, según Colomina, en los diseños y espectáculos multi-pantalla de Nelson y los Eames de 1959 y 1964 los: «lectores, espectadores, consumidores... construyen el espacio tomando parte activa en el diseño» (Colomina, 2006, 269), como ya vimos con anterioridad, en las propuestas del equipo de Bucky, este hecho era mucho más radical. Lectores/as, espectadores, consumidores/as, habitantes, visitantes, público, seres vivientes, jugadores/as eran parte indispensable del DA/DC/juego (tanto del hardware a través de la manipulación de las distintas interfaces, como del *software* y todas las acciones necesarias para desplegar las posibles jugadas). Sin ellos, todo el proyecto carecía de sentido porque permanecía inactivo, no era activado por ningún agente. Sin su presencia, su habitar, su movimiento, su coreografía, su performatividad, su acción y su juego, la arquitectura permanecía inerte y muerta.

En esta nueva propuesta, la totalidad de esta especie de cúpula interactiva que funcionaría como una multipantalla inmersiva, mostraría múltiples paisajes de datos y escenarios¹²¹ animados por los visitantes de la Expo 67, resultantes de las diversas jugadas y partidas desplegadas por *The World Game* y el *software* «How to Make the World Work» (Massey, 2006, 476).

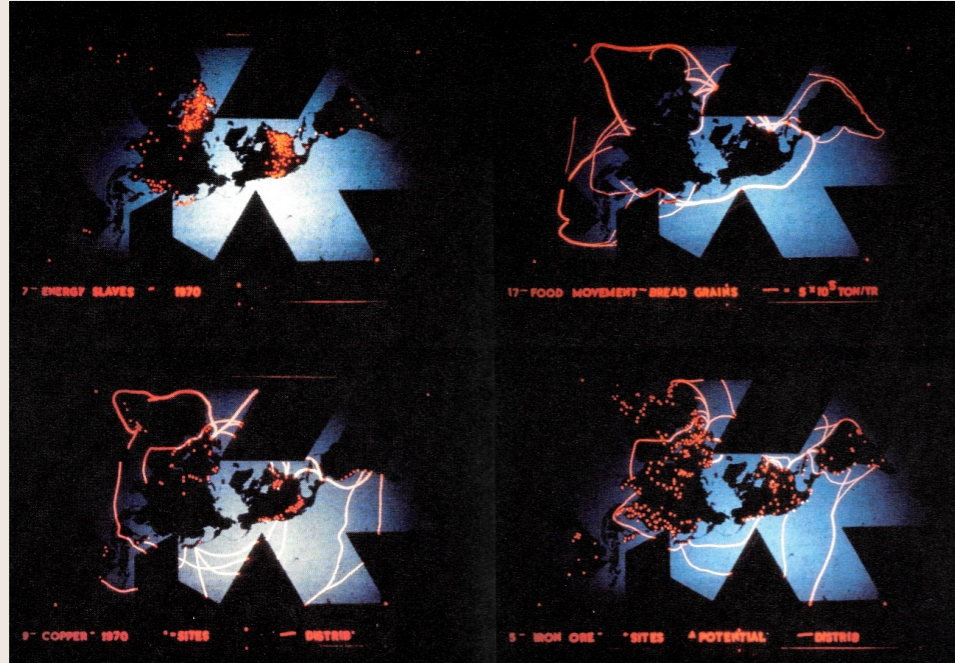
Como ya desarrollamos a colación de la primera versión de TWG, Fuller y los otros coautores explicaron que en esta ocasión el *software* como juego y parte fundamental de la propuesta consistiría en:

“... would be to explore ways to make it possible for anybody and everybody in the human family to enjoy the total Earth without any human interfering with any other human and without any human gaining advantage at the expense of another.” (Buckminster Fuller & Kuromiya, 1982, 169).

¹²¹ Para profundizar más en el concepto de escenario desarrollado por Fuller y McHale en *The World Game* puede leerse el texto de Antoine Picon «Fuller's Avatar: A view from the present» (Picon, 2008).

·T_288·

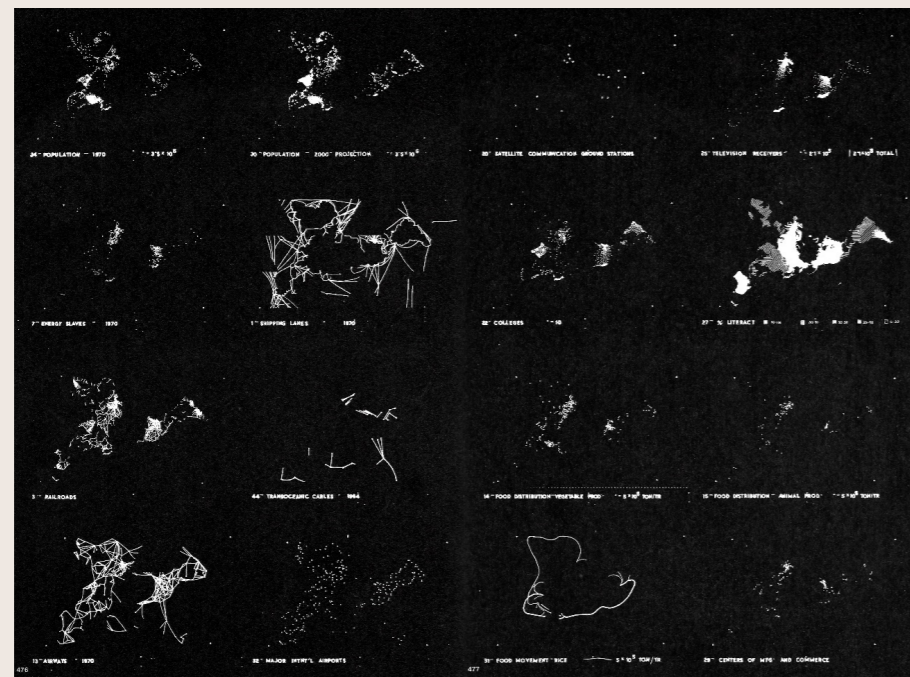
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967



INFOGRAFÍAS DE DIFERENTES PARTIDAS DEL JUEGO O *SOFTWARE* DE THE WORLD GAME LLAMADO «HOW TO MAKE THE WORLD WORK». WORLD SEMINAR, 1972. INVENTARIO DE LOS RECURSOS MUNDIALES, LAS TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y LAS NECESIDADES DE LA POBLACIÓN MUNDIAL. VISUALIZACIÓN SOBRE LA BASE DE DATOS DISPONIBLE. VISUALIZACIONES DE DATOS GLOBALES SOBRE UNA PROYECCIÓN EN UN MAPAMUNDI DYMATION AIOCEAN (SKY-OCEAN) WORLD MAP. RICHARD BUCKMINSTER FULLER Y JOHN MCHALE. IMPRESIÓN DE DIAPOSITIVAS. FUENTE: FULLER, R. B. (1999). IN KRAUSSE J., LICHTENSTEIN C. (EDS.), *YOUR PRIVATE SKY: R. BUCKMINSTER FULLER, THE ART OF DESIGN SCIENCE*. BADEN: LARS MÜLLER, P. 474, 475.

·G_3.4.a_94·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967



INFOGRAFÍAS Y DIFERENTES CAPAS DEL SOPORTE LÓGICO O *SOFTWARE* DE THE WORLD GAME LLAMADO «HOW TO MAKE THE WORLD WORK». RUTAS DE NAVEGACIÓN, 1970. CABLES TRANSOCEÁNICOS, 1964. VÍAS AÉREAS, 1970. PORCENTAJE DE ALFABETIZACIÓN. MOVIMIENTOS DE ALIMENTOS - ARROZ. POSIBLES FUENTES DE ENERGÍA - MAREOMOTRIZ Y CORRIENTES. MINERAL DE HIERRO Y COBRE, 1970. 1964-1970. TODO ELLO SOBRE LA PROYECCIÓN EN UN MAPAMUNDI DYMATION AIOCEAN (SKY-OCEAN) WORLD MAP. RICHARD BUCKMINSTER FULLER Y JOHN MCHALE. IMPRESIÓN DE DIAPOSITIVAS. FUENTE: FULLER, R. B. (1999). IN KRAUSSE J., LICHTENSTEIN C. (EDS.), *YOUR PRIVATE SKY: R. BUCKMINSTER FULLER, THE ART OF DESIGN SCIENCE*. BADEN: LARS MÜLLER, P. 476, 477.

·G_3.4.b_94·

Como en las anteriores versiones del *software*, el juego estaba destinado a concienciar y hacer calar entre la sociedad de aquella época la idea, un poco naif, que Fuller y sus socios sostenían sobre la posibilidad de que la humanidad, en su conjunto, disfrutara de la Tierra en su totalidad sin que ningún ser humano interfiriera y se beneficiara a expensas de otro.

Y para jugar, como en la primera versión del proyecto en la que se hacía desde las dos plantas de plataformas elevadas, los/as jugadores/as también ocuparían un lugar preferencial. En el caso de esta propuesta esas plataformas usadas para jugar al Juego Mundial estarían también elevadas, pero tendrían otra geometría adaptada en este caso a la nueva tipología volumétrica de cúpula esférica adoptada en el proyecto. Estarían configuradas por balcones cuya planta sería circular, apoyados en sucesivos anillos radiales dispuestos a distintos niveles de la cúpula (Massey, 2006, 476).

En definitiva, la propuesta era conceptualmente similar al primer «proyecto total» que el equipo presentó a Jack Masey, pero volumétricamente mucho más ambiciosa. Pasaron de proponer un dispositivo tecnológico configurado a través de una tipología clásica, destinada al juego y el entretenimiento, más familiar para el gran público (similar a los estadios destinados a eventos deportivos o el circo romano), como una Geoscope bidimensional computarizado, con el mapa Dymaxion desplegado, a una propuesta infinitamente más radical y arriesgada, con una tipología casi desconocida por la humanidad, tanto por su configuración espacial y arquitectónica como por su escala y dimensiones, a modo de Geoscopio tridimensional computarizado plegado configurando un poliedro cercano a la esfera casi en su totalidad. Esta tipología novedosa en forma de enorme cúpula esférica, se había materializado muy pocas veces en las historias de la arquitectura y raramente se había propuesto y proyectado, salvo por algunas arquitecturas utópicas con alguna similitud formal y conceptual como el cenotafio de Newton que proyectó el arquitecto Étienne-Louis Boullée, en 1784 [Fig.G_3.4.b_101].

En este caso la interfaz que venía asociada a esta arquitectura de la computación, proyectada como un dispositivo computacional esférico o un tubo de televisión *premium* (como fueron denominados en los casos de estudio antes mencionados), ya daba un paso más en la naturaleza característica de dicha interfaz. Se pasaba de una interfaz desplegada en forma de objetos contiguos a elementos arquitectónicos, con los artefactos periféricos diseminados por otros elementos espaciales del soporte físico del proyecto arquitectónico (como la gran pantalla bidimensional que ocupaba el espacio central de la base o las consolas de visualización gráficas repartidas por las dos plantas de las pasarelas elevadas de la primera propuesta de The World Game), a una interfaz que estaba mucho más trabada con la propia propuesta arquitectónica, como ocurría en los ejemplos de los Geoscopes estudiados.

En cierta medida, en esta nueva propuesta, a pesar de que el soporte físico se inscribía dentro de las arquitecturas de la computación que constituían grandes espacios que se habitaban correspondientes a la primera episteme o comprensión espacio-temporal estudiada, la interfaz avanzaba hacia una nueva acepción de su definición. En estos últimos casos de estudio, pasaba de esa concepción que hemos estudiado en esta episteme cuya definición describe una serie de objetos, aparatos o artefactos periféricos que conectaban otros dispositivos para que pudieran ser operados conjuntamente o una serie de aparatos para conectar dos o más dispositivos¹²² a tener una naturaleza física más extensa, diluida y difusa.

En esta propuesta de The World Game y en muchas de las Geoscopes, la interfaz pasó a fusionarse con la envolvente de los DA/DC, como una superficie, cuya acepción del término se acercaba más al origen etimológico del vocablo, *entre-faz* o *entre-cara*, que hacía alusión directa a una superficie plana (como la de las caras planas que configurarían el poliedro regular) considerada como el límite común de dos cuerpos¹²³, en este caso el interior y el exterior de la

¹²² Ver el anexo del glosario de términos de esta investigación.

¹²³ Ver el anexo del glosario de términos al final de este trabajo doctoral.

·T_289·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967

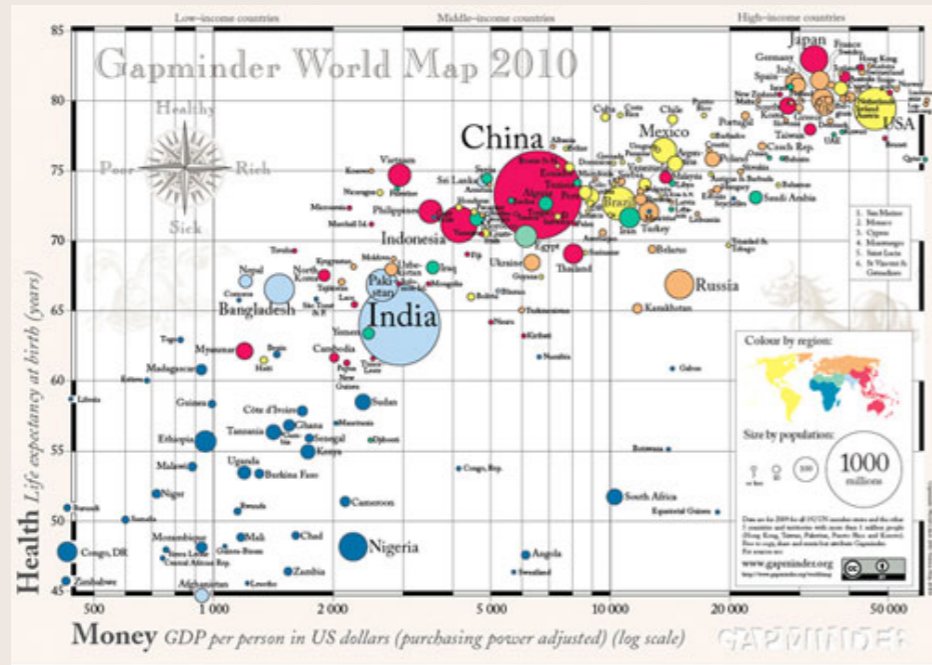
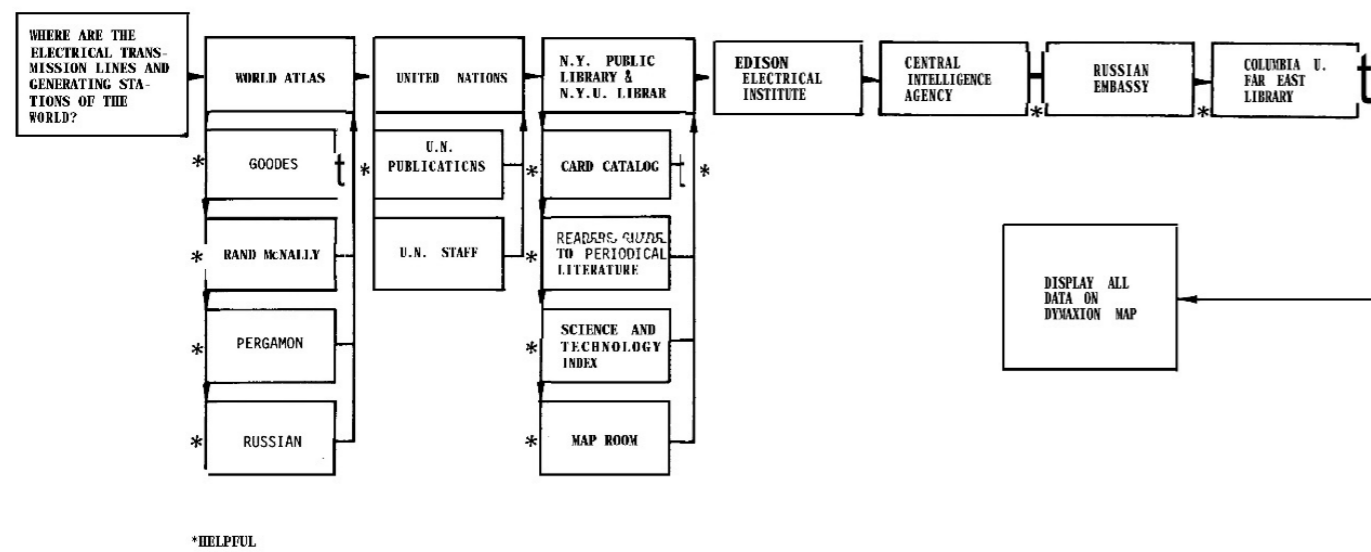


IMAGEN DEL *SOFTWARE* GAPMINDER WORLD MAP 2010, DESARROLLADO POR HANS ROSLING. SE CRUZAN DATOS SOBRE LA ESPERANZA DE VIDA AL NACER EN DISTINTOS PAÍSES Y LA RENTA PER CÁPITA EN DÓLARES AMERICANOS EN LOS MISMOS. EL DIÁMETRO DE CADA CÍRCULO INDICA LA POBLACIÓN DEL PAÍS EN CUESTIÓN Y EL COLOR LA REGIÓN DEL GLOBO A LA QUE PERTENECEN. ES UN SISTEMA, UN DIAGRAMA QUE PERMITE VISIBILIZAR Y RELACIONAR ENTRE SÍ DATOS MUNDIALES COMPLEJOS. FUENTE: GAPMINDER, NO MORE BORING DATA. FUENTE: ACCESO EL 25 DE ENERO DE 2022, DESDE: [HTTPS://WWW.CRITERIOND6.INFO/WORDPRESS/GAPMINDER-NO-MORE-BORING-DATA/](https://www.criteriond6.info/wordpress/gapminder-no-more-boring-data/).

·G_3.4.a_95·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967

CHART 11



THE WORLD GAME SERIES. 1971. DOCUMENTO 1. GRÁFICO II CORRESPONDIENTE A LA INFORMACIÓN PARA EMPEZAR A ESTUDIAR EL SOFTWARE DE THE WORLD GAME. RECOGE LA SECUENCIA LÓGICA SOBRE LA CUESTIÓN A ABORDAR, EN ESTE CASO DÓNDE ESTÁN LOCALIZADAS LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN Y DÓNDE ESTÁN UBICADAS LAS ESTACIONES DE GENERACIÓN DE DICHA ELECTRICIDAD EN EL MUNDO, A QUÉ ESCALA SE APLICARÍA ESTA PREGUNTA, EN QUÉ FUENTES PODRÍA ENCONTRARSE LA INFORMACIÓN RELATIVA A LA MISMA Y CUÁL SERÍA LA VISUALIZACIÓN FINAL. FUENTE: *WORLD GAME SERIES: DOCUMENT ONE. THE WORLD GAME: INTEGRATIVE RESOURCE UTILIZATION PLANNING TOOL* BY R. BUCKMINSTER FULLER, *WORLD RESOURCES INVENTORY* SOUTHERN ILLINOIS UNIVERSITY CARBONDALE, ILLINOIS 62901 U.S.A. P. 133-134.

·G_3.4.b_95·

envolvente tridimensional que configuraba estas Minni-Earths.

Finalmente, otra vez la nueva propuesta del equipo conformado por Fuller, McHale y Sadao, la más radical y arriesgada de todas las presentadas hasta el momento, fue desestimada por Jack Masey y la USIA. Masey era consciente del éxito cosechado en anteriores propuestas de la agencia gracias a la fórmula combinada de una arquitectura y medios innovadores junto con un contenido repleto de productos de consumo y culturales más asequibles para la población en general. Y no pensaba modificar esa receta que tantos éxitos le había proporcionado¹²⁴. Es por eso que rechazó deliberadamente todas las propuestas de Fuller y su equipo por ser demasiado radicales, pero a diferencia de lo que podría pensarse, no por lo arriesgado del soporte físico o hardware presentado para configurar el pabellón, sino por su soporte lógico o *software*, es decir, el contenido comisarial del pabellón, el juego multimedia que debía despertar conciencias y devolver la confianza mundial en la nación estadounidense. La ambición de Fuller por instruir a todos los visitantes de la feria internacional (y por extensión, de toda la humanidad) era difícil de satisfacer y sus objetivos eran complicados de alinear con los que quería obtener la agencia gubernamental a través de un pabellón para una feria internacional.

El pabellón de Estados Unidos para la Expo 67 en Montreal, Canadá. The World Game/Expo Dome 1967.

A pesar de todas las razones esgrimidas por Fuller, McHale y Sadao, Jack Masey no accedió y finalmente sólo les ofreció el encargo de la cúpula esférica (Massey, 2006, 479). La USIA rechazó todos sus planes para comisariar una exposición que permitiría a los/as jugadores/as asignar hipotéticamente los recursos mundiales con el objetivo de conseguir alimentar y vestir a toda la humanidad en su conjunto.

Fue entonces cuando la U.S. International Agency solicitó al equipo que dejara de proponer proyectos «totales» que incluyeran el comisariado del pabellón y pidió a Fuller y los otros coautores que continuaran sólo como arquitectos encargados del diseño del pabellón para albergar una exposición cuyo contenido sería comisariado por otros (Buckminster Fuller, 1999, 472). Fuller accedió y presentó, junto con Shoji Sadao de nuevo (con sus empresas Fuller & Sadao Inc. y Sadao & Geometrics, Inc.), el diseño que finalmente se llevaría a cabo, el Expo Dome 1967, tras el rechazo unilateral de las múltiples versiones de The World Game. Expo Dome se convirtió en el proyecto construido más importante de Buckminster Fuller hasta la fecha¹²⁵ y se convertiría inmediatamente en el símbolo de la muestra de Montreal. Expo Dome o Garden of Eden (Jardín del Edén), como también se le bautizó, fue la propuesta que finalmente constituyó el pabellón físico de Estados Unidos para la Exposición Universal de Montreal (Quebec, Canadá) de 1967 o Expo' 67, ubicado en la isla Santa Elena (Île Sainte-Hélène) formada en el centro del río San Lorenzo.

¹²⁴ Cabe destacar, entre otros, The Kitchen Debate, por ejemplo, la batalla dialéctica que durante cuarenta y cinco minutos lidiaron en medio de la cocina de una casa prefabricada estadounidense de familia de clase media, la X-61 o Splitnik -como se la apodó posteriormente-, el primer secretario del Partido Comunista soviético y presidente del Consejo de Ministros Nikita Jrushchov y el, por entonces, vicepresidente estadounidense Richard Nixon. En esa acalorada charla los dos líderes discutieron rodeados de objetos ordinarios y prosaicos de la vida cotidiana occidental, todo ello, eso sí, envuelto por el aroma de los pasteles de chocolate con glaseado de cereza decorados con coco rosa que se horneaban en las cuatro cocinas domésticas de la exposición *American National Exhibition* en Moscú en 1959, incluida también la de la X-61. La cocina de la Splitnik fue un escenario arquitectónico fenomenológico en toda regla. Esa exposición granjeó a los Estados Unidos una victoria ideológica de muchísimo peso dentro de la batalla velada que mantenían con la Unión Soviética en la Guerra Fría. Tanto fue así que la figura de Richard Nixon salió muy reforzada de ese combate, hasta el punto de convertirle en presidente de su país unos años más tarde. Se puede leer mucho más sobre esta cuestión en los textos *La Domesticidad en Guerra* (Colomina, 2006) y *Home Stories: 100 Years, 20 Visionary Interiors* (Kries et al., 2020, 138-142).

¹²⁵ Fuller lo consideraba su obra maestra, su Taj Mahal, dedicado a su mujer Anne Hewlett para conmemorar sus bodas de oro, cuando llevaban cincuenta años casados (Buckminster Fuller, 1999, 422).

·T_290·

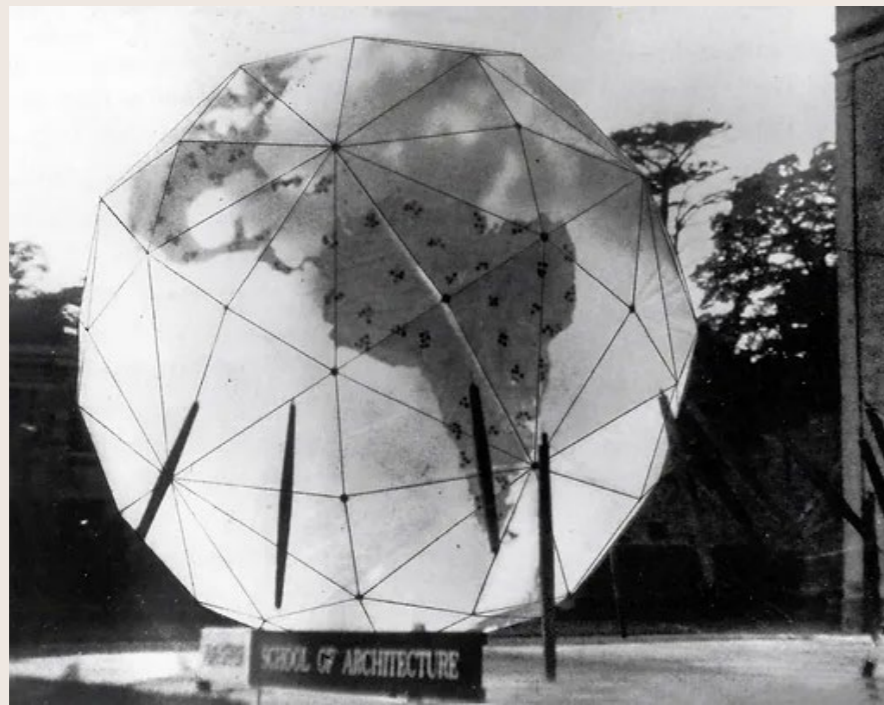
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967

COMPUTADOR = PLANETA = ARQUITECTURA = CUERPO = SER HUMANO

DISPOSITIVO TECNOLÓGICO COMPUTACIONAL (DC) = DISPOSITIVO TECNOLÓGICO ARQUITECTÓNICO (DA)

·G_3.4.a_96·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967



EJEMPLO DE GEOSCOPE O GEOSCOPIO COMO UNA ARQUITECTURA DE LA COMPUTACIÓN TRIDIMENSIONAL CUYO SOPORTE FÍSICO (HARDWARE) SE PODÍA HABITAR, PERO YA TENÍA UNA ESCALA Y DIMENSIONES MÁS RELACIONADAS CON UN CARÁCTER OBJETUAL QUE ASPIRABA A SER UN DISPOSITIVO MÓVIL Y PORTÁTIL. GEOSCOPIO INSTALADO EN UNA ESCUELA DE ARQUITECTURA DE NOTTINGHAM, INGLATERRA, CA. 1962. FUENTE: HAYS, K. M., PICON, A., SMITH, E. A. T., & TOMKINS, C. (2008). *BUCKMINSTER FULLER: STARTING WITH THE UNIVERSE*. NEW YORK: NEW YORK WHITNEY MUSEUM OF AMERICAN ART, P. 8.

·G_3.4.b_96·

Jack Masey configuró un equipo ampliado para darle forma al lema del pabellón que fue Creative America. Para proyectar y construir el soporte físico del pabellón eligió finalmente al grupo compuesto por Fuller y Sadao para desarrollar la envolvente y la carcasa del mismo y al estudio Cambridge Seven Associates o Cambridge and partners architectural bureau¹²⁶, para diseñar todo el interior, repleto de plataformas y escaleras mecánicas (Hays, K. M. et al., 2008, 223). Para el comisariado del contenido, es decir, lo que sustituiría al soporte lógico o *software* «How to Make the World Work», finalmente Masey eligió al comisario Alan Solomon, que organizó la exposición *American Painting Now* sobre arte contemporáneo estadounidense, que colmató con diversidad de obras y objetos gran parte del pabellón [Fig.G_3.4.a_102].

Todas las plataformas, forjados, escaleras, ascensores, escaleras mecánicas, andenes y railes conformaron un soporte físico que constituía un espacio sin jerarquías, cuyo interior no estaba reglado, siendo, de alguna manera, informal y donde se pretendía que hubiera una circulación principal prevaleciendo sobre las demás, si bien, con la incorporación del tren Expo Monorail dentro del interior del pabellón, sí se marcaba una circulación protagonista en el interior de la edificación, por su carácter extravagante e inusitado.

El pabellón se llenó de artefactos propios de la cultura popular, fotografías de estrellas de cine de Hollywood, pinturas de arte pop y astronautas aterrizando en la luna.

Entre los artistas seleccionados por Solomon para la muestra destacaban obras de Andy Warhol, Roy Lichtenstein y Jasper Johns, entre otros. Este último realizó una pintura basada en la proyección Dymaxion de Fuller que se puede apreciar en la figura [Fig.G_3.4.a_102], recuperando e incorporando al pabellón, de esa forma, alguna de las primeras ambiciones del equipo en torno a los Geoscopes y las Minni-Earths.

Todas estas estrategias expositivas derivaron en una rebaja considerable de la ambición, el significado didáctico y el posible alcance social del contenido del pabellón propuesto por Fuller, Sadao y McHale en anteriores versiones de su propuesta, especialmente en comparación con lo incluido en el pabellón soviético que se encontraba justo al lado. Y así lo declaró, por ejemplo, el gobernador de Michigan por aquel entonces, George Romney, que, tras visitar el pabellón estadounidense construido en Montreal declaró que se había quedado decepcionado por la banalidad de su contenido (Massey, 2006, 479).

Expo Dome 1967 estaba conformado por las tres cuartas partes de una cúpula geodésica de 76 metros de diámetro (250 pies), y una altura de 61 metros (200 pies), similar a una de las Mini-Tierras o Minni-Earths con las que habían experimentado Fuller y McHale con anterioridad en

¹²⁶ En el equipo de Cambridge Seven Associates estaban, entre otros, el arquitecto Peter Chermayeff y el diseñador Ivan Chermayeff, hijos menor y mayor del también arquitecto Serge Chermayeff, al que ya hemos mencionado con anterioridad en el texto. Los otros miembros fundadores de C7A, como se conoce también el estudio, fueron Lou Bakanowsky, Alden Christie, Paul Dietrich, Tom Geismar y Terry Rankine. Peter Chermayeff aseguraba que había sido él el que había sugerido a Fuller, Sadao y McHale diseñar una envolvente que fuese las 3/4 partes (75% de una esfera) de una esfera en vez de una cúpula hemisférica como las que Fuller ya había desarrollado y construido junto a Jack Masey para las muestras de Kabul (1956) y Moscú (1959). Fuller desmintió esta afirmación enseñando a Masey croquis que había dibujado décadas antes del encargo de la USIA de cúpulas y Geoscopes con esta proporción (Miller, 2008, 43), además de que ya habían estado trabajando en una versión evolucionada de The World Game con una proporción de 5/8 (62.5% de una esfera) para la propuesta. Peter Chermayeff también aseguró que fue su equipo el que sugirió la incorporación del acceso directo al interior del pabellón mediante el tren monorail llamado Expo Monorail que recorría la muestra. Chermayeff defendió que ellos fueron los que incorporaron esta nueva experiencia cinética al espacio, haciendo que el tren y sus pasajeros entraran a través del ecuador del pabellón al corazón del mismo, sin tocar en ningún momento la carcasa geoscópica de Fuller, Sadao y McHale (Pchermayeff (10 de julio de 2010). Design for a Fair: The United States Pavilion at Expo '67 Montreal [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=6TnT2ISLHxo>). Es curioso observar también como el hijo mayor de Serge Chermayeff, el diseñador Ivan Chermayeff, fundó años más tarde, en 1979, junto con Tom Geismar, antiguo socio de Cambridge Seven Associates, y el propio Jack Masey (quien los había contratado para el encargo de la USIA en la Expo 67), la empresa de diseño de exposiciones Metaform Design International.

·T_291·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967

«USING CYBERNETIC DATA GATHERING AND FEEDBACK ALL ORGANIZED BY COMPUTER, THE GEOSCOPE WOULD GRAPHICALLY DISPLAY THE INVENTORY AND PATTERNS OF THE WORLD'S RESOURCES AND NEEDS, IN REAL TIME, SLOWED DOWN, OR SPEEDED UP, SIMULTANEOUSLY OR SEPARATELY, FOR STUDY AND COMPARISON -FROM ENERGY CONSUMPTION TO STOCK TRADING, VOTING TRENDS TO WEATHER PATTERNS, TOURIST ROUTES TO MILITARY MOVEMENTS. IT WAS AN INVERTED PLANETARIUM FOR PLAYING OUT THE WORLD GAME, A 'MACRO-MICRO-UNIVERSE-INFORMATION' MACHINE, GEO-INFO-VIDEO-DOME FOR THE COMPARATIVE DISPLAY OF FLOWS, PATTERNS, AND INTENSITIES OF POPULATION, CLIMATE, GEOLOGY, SOCIOLOGY, FINANCE, AND THEIR DISTRIBUTIONS AND INTERACTIONS.» (HAYS, KENNETH MICHAEL, 2008, 9).

·G_3.4.a_97·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967

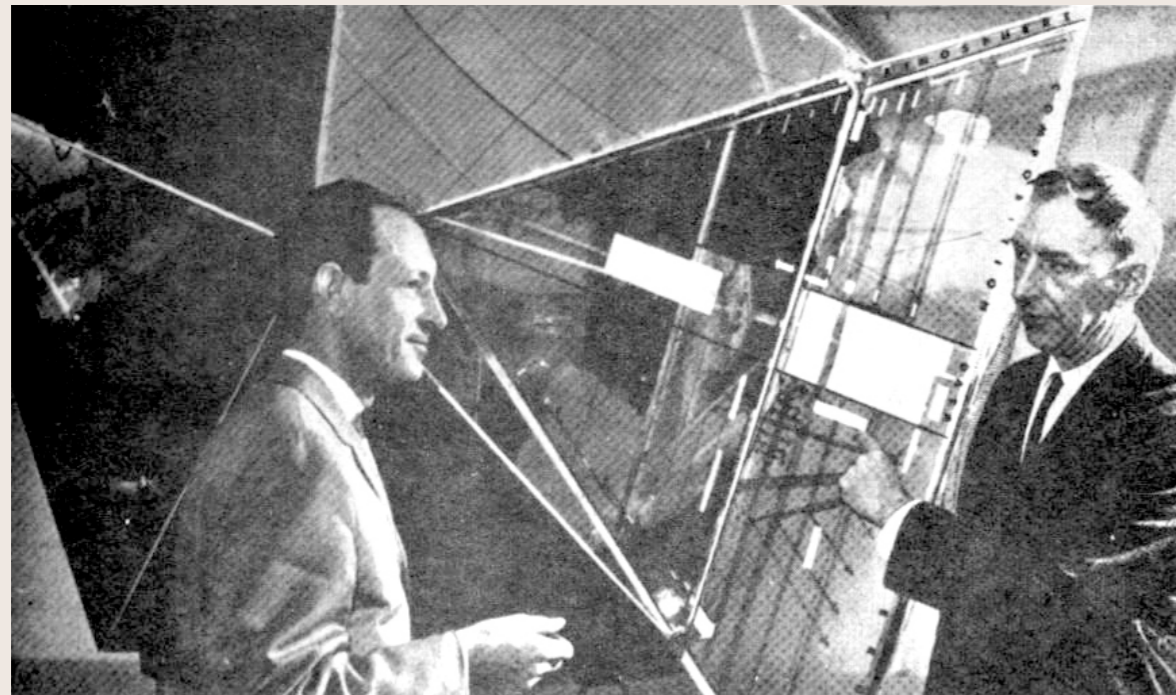


IMAGEN DEL GEOSCOPE DESARROLLADO CON ESTUDIANTES DE LA ESCUELA DE ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE COLORADO. 1964. ICOSAEDRO CONSTRUIDO CON DOBLES TRIÁNGULOS DE PLEXIGLÁS TRANSPARENTE. EN LA IMAGEN A LA IZQUIERDA JOHN MCHALE COMO DIRECTOR DEL TALLER Y A LA DERECHA EL DIRECTOR DE LA ESCUELA DE ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE COLORADO, DE VON CARLSON. FUENTE: DESIGN AT SOUTHERN ILLINOIS UNIVERSITY, ACCESO EL 25 DE ENERO DE 2022 DESDE: [HTTPS://SIUEDSIGN.ORG/MCHALE-2.HTM](https://siuedesign.org/mchale-2.htm).

·G_3.4.b_97·

múltiples ocasiones [Fig.G_3.4.b_102].

El soporte físico de esta arquitectura de la computación *descafeinada* se encogió literalmente con respecto a anteriores propuestas más ambiciosas también en términos dimensionales, como parecía que Bucky y McHale venían persiguiendo con su diagrama El encogimiento del planeta Tierra [Fig.G_3.4.a_99]. Se pasó de una cúpula de 121 metros de diámetro -400 pies- a la que, por último, se construyó con un diámetro de 76 metros -250 pies-. Sin embargo, la proporción finalmente implementada en la cúpula envolvía un mayor volumen de aire *diseñado* en proporción a la anterior propuesta. Se pasó de un 62,5% de volumen de aire de la esfera de 5/8 original al 75% de volumen de aire de la esfera de 3/4 materializada en la muestra. El Geoscopio finalmente construido encerraba un volumen de aire de algo más de 189.000 metros cúbicos (6.700.000 pies cúbicos) y tenía una superficie de 13.100 metros cuadrados (141.000 pies cuadrados, más o menos la superficie de tres campos de fútbol) (Office of The United States Commissioner General, 1967, 1) que debía equiparse y caracterizarse para poder diseñar y controlar ese micro ambiente interior y alcanzar las condiciones higrotérmicas propias de un Jardín del Edén.

Las ideas en torno a las Minni-Earths Geoscopes quedaron reducidas en Expo Dome 1967 a una semejanza formal con la volumetría del planeta Tierra, proyectando una esfera que intentaba, al menos, establecer una relación morfológica con nuestro mundo y con los prototipos que habían desarrollado en anteriores versiones del proyecto y los múltiples talleres celebrados con estudiantes de arquitectura recogidos en este apartado. De hecho, en casi todos los planos, dibujos y detalles constructivos desarrollados para construir el soporte físico del pabellón estadounidense se marcaba claramente la posición del ecuador de la cúpula con una clara alusión al ecuador terrestre [Fig.G_3.4.a_103].

Incluso, se quiso enfatizar esta parte de la envolvente haciendo penetrar al tren Expo Monorail por ese punto en concreto de la burbuja. En este caso, la interfaz de esta *pseudo* arquitectura de la computación intentaba recordar, aunque solo fuera en términos formales, a las Mini Tierras en las que Fuller y el resto del equipo investigaban y utilizaban para levantar conciencias sobre la finitud de nuestro planeta y la idea de que no hay otro disponible para el uso y disfrute de la humanidad y, por extensión, del resto de habitantes de nuestro planeta, es decir, considerando a los humanos y a los no humanos¹²⁷.

En la nota de prensa del pabellón de Estados Unidos de Montreal 67 este DA fue descrito como:

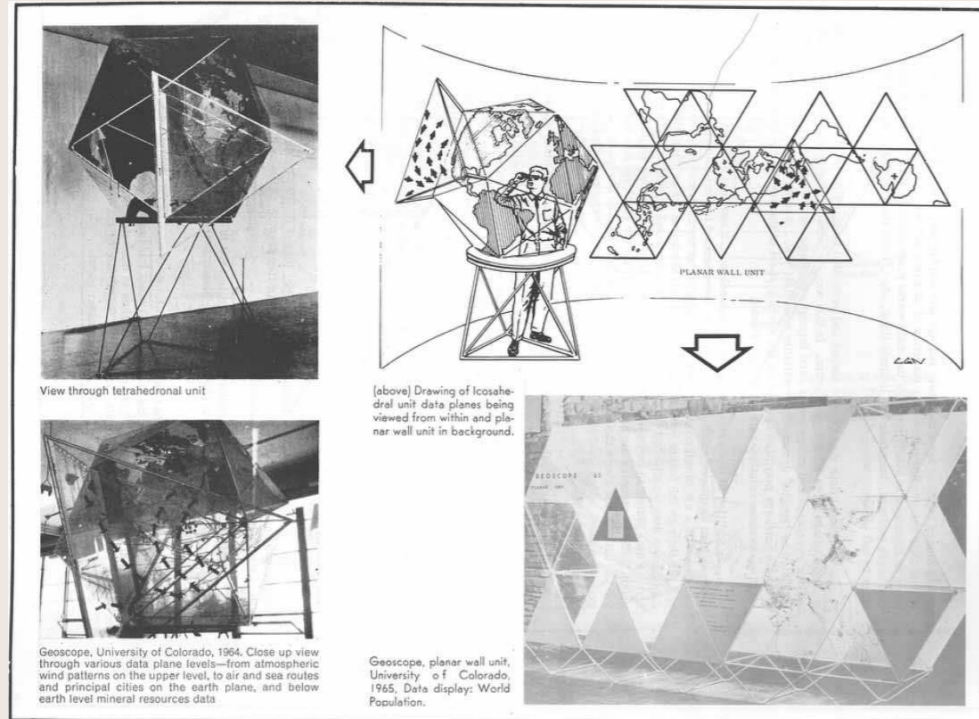
“The pavilion can be regarded as a prototype ‘environmental valve’, enclosing sufficient space for whole future communities to live in a being physical microcosm though still situated and visually related to a hitherto climatically hostile environment. Thus, man may extend his urban settlements into Arctic regions - or establish permanent communities on the moon.” (Office of The United States Commissioner General, 1967).

En relación a esta idea de finitud del dispositivo, el pabellón se proyectó como un prototipo, como un ensayo de laboratorio, como una válvula o membrana ambiental que permitiera diseñar el aire interior contenido en el mismo. Como si de una nave espacial se tratara, como la Earth Spaceship descrita por Fuller. Este prototipo de la arquitectura de la computación pretendía encerrar suficiente espacio y aire para que una futura comunidad entera habitara y viviera en un microcosmos físico benévolo, a pesar de que estuviera situado y relacionado visualmente con entornos climáticamente hostiles hasta la fecha. Así se podrían ampliar y extender los asentamientos urbanos (del *hombre*, humanos) a las regiones árticas, o establecer comunidades permanentes en la luna.

¹²⁷ Se puede profundizar mucho más sobre el legado que el trabajo de Buckminster Fuller y, en especial, el dispositivo tecnológico Expo Dome 1967 provocó en la sociedad, haciendo aumentar su conciencia ecológica en el capítulo 5 del libro *Architecture and Nature: Creating the American Landscape*, llamado «Closing the Circle: The Geodesic Domes and a New Ecological Consciousness, 1967» (Bonnemaison & Macy, 2003).

·T_292·

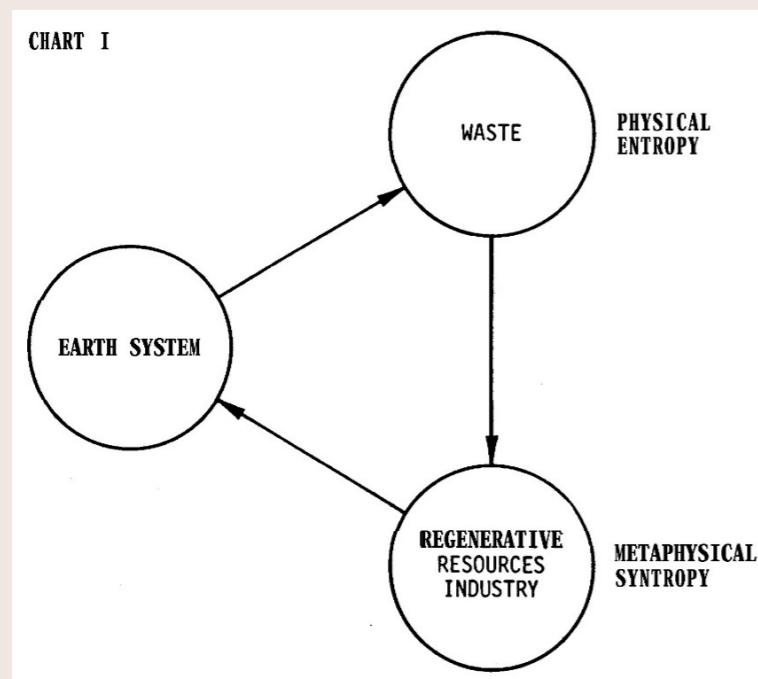
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967



IMÁGENES DEL PROTOTIPO GEOSCOPIO ICOSAÉDRICO CONSTRUIDO POR LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE COLORADO BAJO LA DIRECCIÓN DE JOHN MCHALE, DONDE TAMBIÉN SE OBSERVA EL MAPAMUNDI DYMATION DESPLEGADO (AL PLEGARLO CONFORMA UN ICOSAEDRO). 1964. FUENTE: MCHALE, JOHN, WORLD DESIGN SCIENCE DECADE 1965-1975 PHASE I (1965). DOCUMENT 4: THE TEN YEAR PROGRAM.

·G_3.4.a_98·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967



THE WORLD GAME SERIES. 1971. DOCUMENTO 1. GRÁFICO I CORRESPONDIENTE AL TEMA DESARROLLADO EN UN TALLER CELEBRADO EN LA SOUTHERN ILLINOIS UNIVERSITY (SIU) PARA EL SOFTWARE DE THE WORLD GAME. EN ÉL SE APRECIA COMO EL SISTEMA TIERRA DEBÍA TENER EN CUENTA EL DESPERDICIO QUE GENERABA (ENTROPÍA FÍSICA) PARA OFRECERLO A LA INDUSTRIA DE RECURSOS REGENERATIVOS (SINTROPÍA METAFÍSICA) QUE LO DEVOLVERÍA AL SISTEMA TIERRA EN UNA ESPECIE DE PROCESO CERRADO DE ECONOMÍA CIRCULAR. FUENTE: WORLD GAME SERIES: DOCUMENT ONE. THE WORLD GAME: INTEGRATIVE RESOURCE UTILIZATION PLANNING TOOL BY R. BUCKMINSTER FULLER, WORLD RESOURCES INVENTORY SOUTHERN ILLINOIS UNIVERSITY CARBONDALE, ILLINOIS 62901 U.S.A., P. 135.

·G_3.4.b_98·

La burbuja del Garden of Eden o Jardín del Edén interior, como también fue llamado por Bucky, Sadao y McHale, quería operar de forma análoga a las cúpulas de vidrio que se utilizaron como primeros biotopos¹²⁸ para afinar en la definición del término *ecosistema*, alrededor de 1930. La diferencia es que la piel de esta burbuja estaba diseñada para ser permeable, como una interfaz proyectada que operaría como válvula, membrana o lámina ambiental dinámica, sensible y reactiva a los estímulos exteriores e interiores, a diferencia de las cúpulas de los biotopos originales que eran estancas, estáticas, inertes, e impermeables a los inputs/outputs como entradas y salidas del sistema.

Aunque Expo Dome 1967 no era una arquitectura de la computación tan ambiciosa y poderosa como sus predecesoras, puesto que ya no estaba diseñada como un DC *total* en sí misma (The World Game o las Geoscopes sí estaban equipadas con un *software* complejo que hacía uso de indicadores luminosos en su interfaz para visibilizar las distintas capas de información y datos globales y/o jugadas maestras de sus participantes), sí era una versión reducida y enmascarada de todas las ideas que Fuller, McHale y Sadao estaban investigando en ese momento. Garden of Eden era, en parte, una arquitectura que estaba controlada y regida por un computador, que contaba con un *software* menos complejo que «How to Make the World Work», pero ambicioso, al fin y al cabo.

La piel como interfaz que configuraba parte de esta versión *aligerada* de la arquitectura de la computación ya no iba a ser capaz de ser tan interactiva y educativa para con sus visitantes-habitantes como ocurría con TWG, pero debía reaccionar a ciertos estímulos externos, como el movimiento del sol, la radiación, la temperatura y humedad interior, entre otros, etc... La cúpula finalmente construida quedó como un vestigio más formalista, aunque a la vez, todavía reactiva, responsiva y computarizada, como veremos a continuación, pero menos arriesgada, poderosa y ambiciosa en términos didácticos que cualquiera de los proyectos originales presentados por los autores.

La cúpula geodésica estaba construida por una geometría tridimensional cuyo espesor estaba compuesto por dos familias de formas geométricas distintas. La primera familia, correspondiente a la capa exterior de la cúpula, estaba compuesta por módulos triangulares o tetraedros y la segunda familia, la correspondiente a la capa interior, estaba compuesta por módulos hexagonales, ambas conectadas entre sí por barras de acero de distintos diámetros que unían los vértices de estas figuras geométricas mediante nudos también de acero. En total la envolvente se construyó con un total de casi 43.400 metros de barras (27 millas) cuyo peso alcanzaba las 600 toneladas.

El soporte físico de este dispositivo tecnológico se materializó, como ocurrió con las primeras propuestas de The World Game, mediante una estructura estérea compuesta de barras metálicas que buscaba parecerse a una burbuja de jabón. La cúpula de Montreal se convirtió en el epítome arquitectónico del momento en relación a la ligereza, la transparencia y la disolución material (Miller, 2008, 36). Expo Dome 1967 fue un DA/DC precursor de la tendencia que comenzó en los años 60 en el mundo del arte, la arquitectura y el diseño en torno a la desmaterialización de las formas sólidas, ya confirmada como algo asentado en el texto de 1991 de Arthur Wexler que vimos en la introducción de este trabajo. Esta desmaterialización de la arquitectura (que veremos con más detalle en los capítulos finales de esta tesis, cuando los dispositivos pasan a ser superficies y la interfaz queda diluida en el medio), en este caso, de la computación, era el resultado lógico del pensamiento y la filosofía en torno a lo efímero de Fuller y, paralelamente, a la desmaterialización del objeto artístico que se estaba produciendo en ese momento en la conversación global en torno al arte (Miller, 2008, 37).

¹²⁸ Superficie y volumen de condiciones ambientales uniformes que provee de espacio vital a un conjunto de flora y fauna. Su significado literal es ambiente de vida y se aplica al espacio físico, natural y limitado, en el cual vive una biocenosis. La biocenosis y el biotopo forman un ecosistema. El biotopo hace alusión a las comunidades biológicas siendo casi un sinónimo del término *hábitat* (aunque este concepto se refiere más a las especies y poblaciones).

·T_293·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967

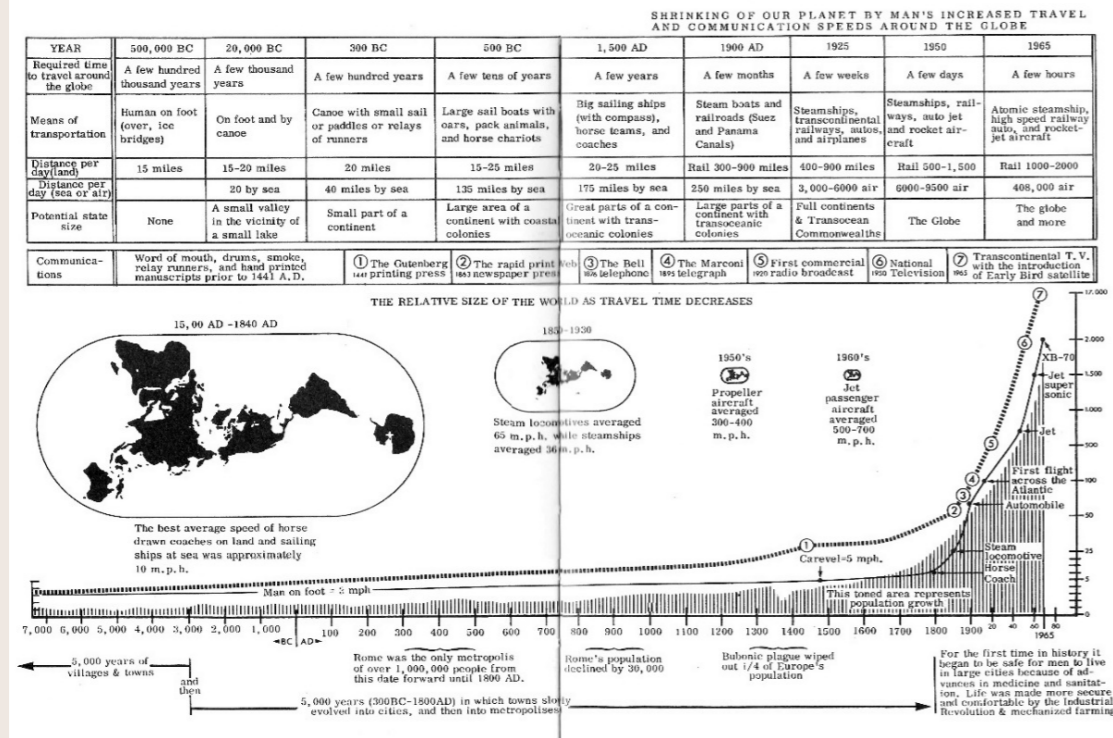
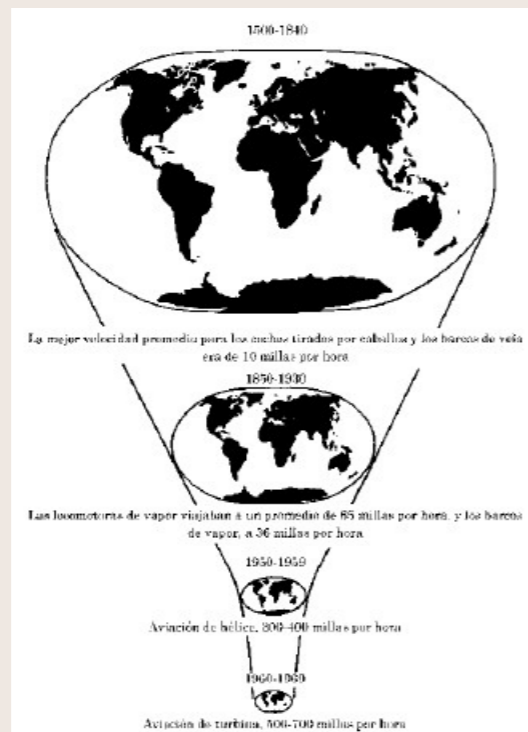


DIAGRAMA "EL ENCOGIMIENTO DEL PLANETA TIERRA, RELATIVO A LOS MEDIOS DE LOCOMOCIÓN TERRESTRES. RICHARD BUCKMINSTER FULLER Y JOHN MCHALE. 1963. FUENTE: BUCKMINSTER FULLER, R. (1999). IN KRAUSSE J., LICHTENSTEIN C. (EDS.), YOUR PRIVATE SKY: R. BUCKMINSTER FULLER, THE ART OF DESIGN SCIENCE. BADEN: LARS MÜLLER, P. 494-495.

·G_3.4.a_99·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967



·G_3.4.b_99·

EL MAPAMUNDI SE ENCOJE CON LAS INNOVACIONES DEL TRANSPORTE QUE «AÚNAN ESPACIO CON TIEMPO». FUENTE: HARVEY, D. (1998). LA CONDICIÓN DE LA POSTMODERNIDAD: INVESTIGACIÓN SOBRE LOS ORÍGENES DEL CAMBIO CULTURAL. (M. EGÚÍA TRANS.). BUENOS AIRES: AMORRORTU EDITORES, P. 268, 269.

Como rezaba la nota de prensa que la Office of the United States Commissioner General repartió en la inauguración oficial de la Expo'67, el pabellón era una burbuja geodésica que *encogía*, a un nivel distinto, la fachada del edificio. A diferencia de la envolvente de los primeros casos de estudio, como por ejemplo Whirlwind I o algunas de las propuestas de Eliot Noyes para IBM, en donde la *carcasa* de dichos dispositivos era opaca y pretendía evitar las vistas del exterior, configurando unas arquitecturas de la computación masivas y centrípetas, encerradas en sí mismas, ofreciendo una visión codificada, la burbuja de Fuller, Sadao y McHale buscaba *encoger* y reducir al mínimo la obstrucción visual de las nubes y el cielo, configurando una arquitectura liviana y centrífuga, abierta a su entorno, visualmente, al menos, devolviendo cierta visión directa a estas arquitecturas. La visión del entorno, del firmamento y del Universo entero (reivindicando esa escala cósmica de Fuller), tanto del interior como del exterior, desde dentro hacia afuera y viceversa, estaba mediada, controlada y filtrada por la piel de la envolvente de la propuesta del equipo, por su interfaz. Y era así como la cúpula que constituía la burbuja, *ingrávida, rompía* el cielo¹²⁹:

"The space frame configuration is the result of a sustained program of testing and refinement in order to produce a lightweight frame of minimum visual obstruction. Dr. Fuller's extensive work with lightweight structures has been exploited to achieve a clear spanning lacy filigree of metal, which will appear weightlessly poised against a background of cloud and sky." (Office of The United States Commissioner General, 1967).

Como bien explicaba la nota de prensa a continuación, desde el interior de la cúpula habría un contacto visual ininterrumpido con el mundo exterior, el sol y la luna brillarían e iluminarían el interior, el paisaje circundante y el cielo serían completamente visibles, pero dejando a un lado los efectos desagradables del clima, el calor, el polvo, los insectos, el deslumbramiento, etc., que serían modulados por la membrana o piel para proporcionar un Jardín del Edén interior.

A diferencia de las primeras arquitecturas de la computación que eran espacios inclusivos (queer) en relación a otros seres no humanos y seres vivos, como los insectos, por ejemplo, y en donde la cohabitación era un valor añadido, en la propuesta de Fuller, Sadao y McHale ya se expulsaba a estos otros *cuerpos*. La otredad ya no era bienvenida a habitar este tipo de dispositivos que operaban como espacios, ya que esos otros *cuerpos* se habían convertido en un inconveniente y una molestia para el habitar humano. Algo secundario y accesorio de lo que prescindir. Se quiso diseñar un Jardín del Edén aséptico, higiénico y centrado en *lo humano* principalmente (sus cuerpos, sus condiciones de bienestar, su confort, sus objetos como productos culturales, etc.). La propuesta operaría como una cúpula ecosistémica cual biotopo, cuya biocenosis estuviera compuesta únicamente por una comunidad biológica de piezas de arte, tecnologías y productos de la industria aeroespacial y por la presencia humana.

Otra diferencia importante con respecto a los primeros casos de estudio de este apartado tenía que ver con el diseño del aire interior y las condiciones higrotérmicas de estas arquitecturas. Este aire *acondicionado* ya no iba principalmente destinado a proporcionar confort y estabilidad a las tecnologías y componentes no humanos allí albergadas (como ocurría en Whirlwind I) sino que dicho diseño se focalizaba en el bienestar de los habitantes-visitantes humanos a los que daba cobijo, adoptando un enfoque claramente antropocentrista¹³⁰, en este aspecto.

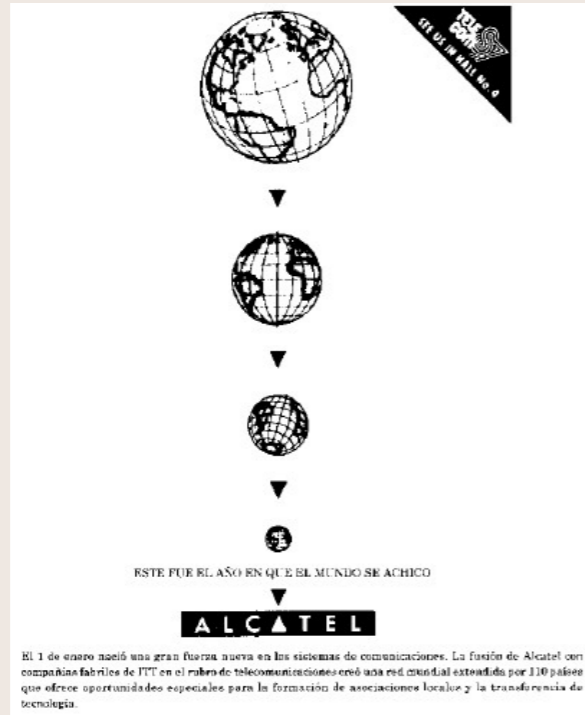
Y era así como la piel de la cúpula, diseñada como la interfaz de este destilado de la arquitectura de la computación que era The World Game, serviría para proyectar y diseñar un tipo de aire y un ambiente interior *ad hoc*, confortable, en este caso, especialmente para los humanos y las piezas de arte contenidas en la muestra, en respuesta a las circunstancias existentes, no

¹²⁹ Bucky llamó a esta cúpula geodésica, cúpula Skybreak.

¹³⁰ Postura y visión que se le podría achacar a Buckminster Fuller en muchas de sus investigaciones, a pesar de ser la mayoría muy vanguardistas, innovadoras y visionarias para su época. Todas ellas estaban muy centradas en la figura del hombre.

·T_294·

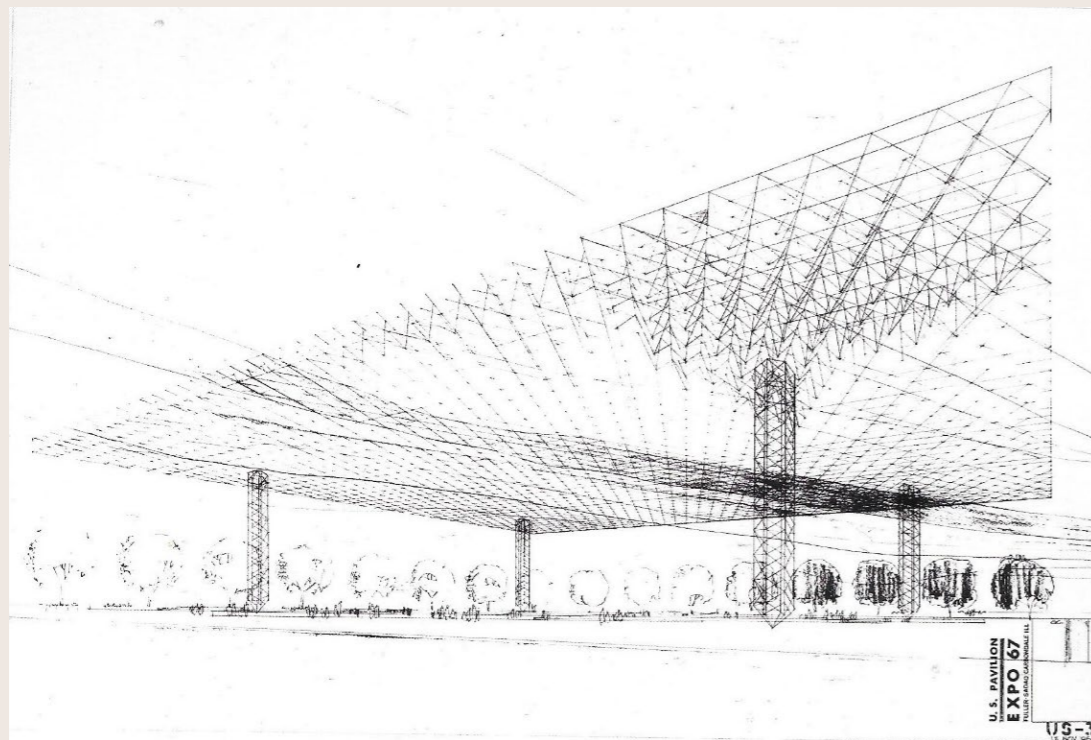
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967



UN ANUNCIO DE ALCATEL DE 1987 MUESTRA UNA IMAGEN POPULAR DEL GLOBO QUE ENCOJE. FUENTE: HARVEY, D. (1998). *LA CONDICIÓN DE LA POSTMODERNIDAD: INVESTIGACIÓN SOBRE LOS ORÍGENES DEL CAMBIO CULTURAL*. (M. EGUÍA TRANS.). BUENOS AIRES: AMORRORTU EDITORES, P. 268, 269.

·G_3.4.a_100·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967



SEGUNDA PROPUESTA DE DISEÑO PARA EL PABELLÓN DE ESTADOS UNIDOS PARA LA MONTREAL EXPO 67. ARMADURA TRABADA. 1964. FOTOSTATO. 12X18 PULGADAS (30,5X45,7 CM). FUENTE: HAYS, K. M., PICON, A., SMITH, E. A. T., & TOMKINS, C. (2008). *BUCKMINSTER FULLER: STARTING WITH THE UNIVERSE*. NEW YORK: NEW YORK WHITNEY MUSEUM OF AMERICAN ART, P. 167.

·G_3.4.b_100·

sólo derivadas de la localización del pabellón (Montreal, Canadá), sino también a las derivadas del momento instantáneo del día.

Construir un *contraentorno cerrado*.

De alguna u otra manera estas arquitecturas de la computación ya estaban aplicando un diseño concreto del aire contenido en sus volumetrías, fijando una composición determinada de las condiciones higrotérmicas interiores, destinadas a ofrecer un confort para sus habitantes no humanos, en algunas ocasiones (Whirlwind I, SSEC, CCUM) y para los humanos, en otras (Expo Dome 1967). Como lo describía Marsall McLuhan, este diseño era crear un *contraambiente controlado* (McLuhan, 1967).

Como explica en muchos de sus textos la arquitecta e investigadora Nerea Calvillo, los humanos inhalamos y exhalamos miles de veces al día, y todavía damos por sentado el aire que respiramos (Calvillo, 2019, 186), no solo como usuarios de las arquitecturas que habitamos, sino también como arquitectos que las proyectan y diseñan. Uno de los principales fenómenos que se dieron en el siglo XX fue el diseño *ad hoc* del aire contenido en nuestras arquitecturas. Como apuntó el historiador de la arquitectura Reyner Banham en 1969 el aire y, sobre todo, la polución del aire no había formado parte de los debates arquitectónicos y urbanos hasta ese momento¹³¹. Podríamos decir que estos casos de estudio de Fuller ya diseñaban, en cierto modo, el aire contenido en estos dispositivos, por múltiples razones.

En el caso de Garden of Eden, si Fuller y su equipo querían emular en cierta medida una Mini-Tierra, también tenían que copiar y diseñar ciertas condiciones del aire de su propuesta; de aquel aire contenido en la misma y también del aire intercambiado con el entorno en el que se inscribía. En el caso de Expo Dome 1967 ese aire estuvo diseñado y controlado por un computador, que constituía parte de su soporte físico. Y para hacerlo toda la carcasa de esta arquitectura de la computación debía funcionar como una membrana ambiental, reactiva y sensible con el medio circundante.

Al margen de las diferencias que existían entre este caso de estudio y los primeros ejemplos de los soportes físicos estudiados con anterioridad dentro de esta episteme o comprensión espacio-temporal (como Whirlwind I), por otro lado, sí existían también algunas similitudes entre estos casos.

En Expo Dome 1967 se daba también una política de la visibilidad activa física, que derivaba en una estética material desnuda, en la que la mayoría de los componentes tecnológicos, instalaciones e infraestructuras que configuraban la estructura del soporte físico del DA/DC quedaban al aire, visibles, a la vista de los ojos y al tacto de la piel de todos sus visitantes-habitantes.

Como veremos la cúpula mostraba sin pudor todos sus componentes discretos, a pesar de que algunos fuesen transparentes. Barras, cables, parasoles, motores o paneles acrílicos configuraban una estética propia, innovadora y personal de esta arquitectura de la computación que operaba como un espacio habitado, atravesado y recorrido a distintas velocidades y en distintos medios de transporte (caminando por sus plataformas elevadas, ascendiendo o descendiendo a una velocidad constante por sus escaleras mecánicas o deslizándose por los raíles del tren de la Expo).

Esta arquitectura de la computación estaba cubierta de una piel compuesta por 1.900 paneles de plástico acrílico transparentes tintados con una tonalidad entre verde y bronce que cubrían el

¹³¹ Se puede profundizar más en las oportunidades proyectuales y el papel de los/as arquitectos/as en relación al diseño del aire en el trabajo de Calvillo, por ejemplo, en el artículo «Atmospheric Infrastructures to Deal with the Toxic Air in a Common World» (Calvillo, 2019).

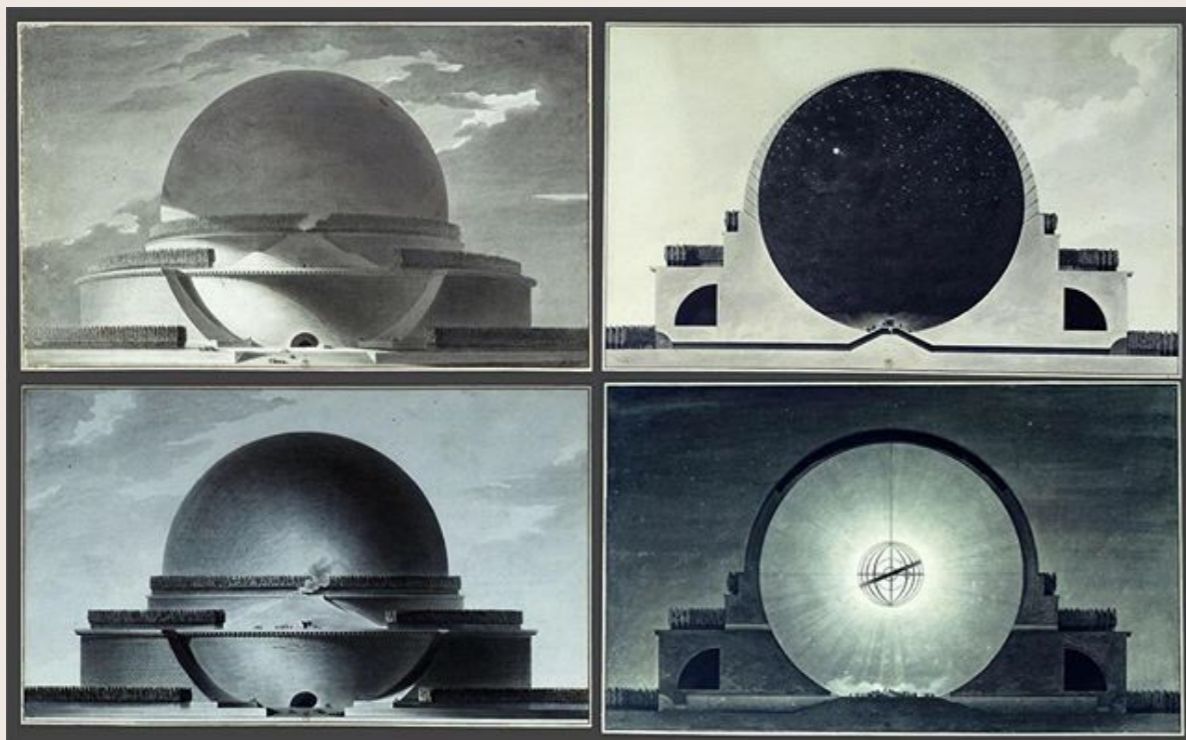
·T_295·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967

«... WOULD BE TO EXPLORE WAYS TO MAKE IT POSSIBLE FOR ANYBODY AND EVERYBODY IN THE HUMAN FAMILY TO ENJOY THE TOTAL EARTH WITHOUT ANY HUMAN INTERFERING WITH ANY OTHER HUMAN AND WITHOUT ANY HUMAN GAINING ADVANTAGE AT THE EXPENSE OF ANOTHER.» (BUCKMINSTER FULLER & KUROMIYA, 1982, 169).

·G_3.4.a_101·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967



DIBUJOS DE ALZADOS Y SECCIONES DEL CENOTAFIO DE NEWTON. ÉTIENNE-LOUIS BOULLÉE. 1784. FUENTE: CORTESÍA DE LA BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DE FRANCE (ID: PL. 9, 14, FT 4, EKTA RC B 7797).

·G_3.4.b_101·

cordón interior hexagonal correspondiente a la segunda familia tridimensional de barras metálicas que conformaba parte de la estructura de la cúpula. De esos 1.900 módulos, 250 de ellos, situados en la parte superior de la misma, estaban perforados con orificios de 0,60m de diámetro para permitir la ventilación y la renovación de aire, cubiertos con otras pequeñas cúpulas del mismo material para evitar la entrada de agua de la lluvia.

Inciendo en esa estética invisible y desmaterializada que caracterizaba ya este dispositivo tecnológico arquitectónico y pseudo-computacional, los paneles de plástico acrílico adoptaban diversas tonalidades con su correspondiente nivel de transmisión de la luz solar asociado. Y así, para controlar la calidad de la luz en el interior del recinto y para minimizar el deslumbramiento producido por los rayos solares, los paneles tintados que se ubicaban en la parte superior de la burbuja poseían una transmisión de la luz del 45% (eran más translúcidos) frente a los que se ubicaban en la base de la envolvente, que transmitían el 93% de la luz solar (eran casi transparentes). La piel experimentaba un gradiente en cuatro pasos que iba desde la transparencia casi total a una traslucidez media, desde el arranque de la cúpula en contacto con el suelo hasta su clave.

Además, la luz y la transparencia de esa capa interior hexagonal podía controlarse con el movimiento de 4.700 parasoles triangulares realizados mediante un tipo de material plástico metalizado, cuyo aspecto era similar al cromo, ubicados entre las dos familias de capas estructurales que componían la envolvente de la burbuja. Estos parasoles triangulares se agrupaban en grupos de 18 (3 hexágonos con 6 parasoles cada uno), que abrían o cerraban los poros de esta especie de piel acrílica, como si del órgano humano se tratase [Fig.G_3.4.b_104]. La interfaz del pabellón, en este caso como válvula, membrana, lámina o superficie, se aproximó tecnológicamente a los medios que utiliza el cuerpo humano para regularse homeostáticamente, manteniendo estable la temperatura interna que requieren las células humanas para sobrevivir (Massey, 2006, 465). Así, Fuller volvía a hacer uso de las ideas en torno a la cibernética y las estrategias que establecían relaciones antropomórficas y biomorfistas que Norbert Wiener utilizaba en sus teorías.

De los 1.900 módulos hexagonales que constituían la piel de la cúpula, solo el 42% contaba con parasoles triangulares (783 células que estaban equipadas con 6 parasoles cada una) capaces de responder a ciertos estímulos externos.

Fuller explicaba que la piel de la burbuja era, en cierta medida, interactiva y, sobre todo, sensible, como la piel humana o las hojas de las plantas al realizar la fotosíntesis, dejando pasar más o menos luz. Las células que componían la piel translúcida de la cúpula geodésica de Montreal eran fotosensibles, filtrando la luz exterior, sensibles al sonido, al calor y la humedad, pero en un futuro, podrían ser sustituidas por una pantalla, una interfaz, una branquia que filtrara aire y otra serie de dispositivos sensibles como la piel humana¹³² (Buckminster Fuller, 1999, 428). Tanto el diseño y ajuste dinámico del clima y del aire interior como la visión libre de obstáculos hacia el exterior, formaban parte del programa de Fuller, Sadao y McHale para desarrollar una piel estructural que funcionara como una membrana y una válvula permeable y reactiva al entorno circundante (Buckminster Fuller, 1999, 422). Esta capacidad dinámica de la piel que conformaba la envolvente de este caso de estudio se adelantó varias décadas a ejemplos arquitectónicos contemporáneos que también trabajaban con esta idea de interfaz (entre-faz) contenida en una superficie que reacciona a los estímulos y condicionantes externos. Ejemplos de esta cualidad podrían ser la fachada fotosensible del Instituto del Mundo Árabe en París, de Jean Nouvel, Architecture Studio, Gilbert Lezenes, Pierre Soria (1981-1987) o algunas de las fachadas de ETFE de la envolvente del edificio Media-TIC en Barcelona, de CLOUD 9 (Enric Ruiz-Geli) (2010).

En Expo Dome 1967 inicialmente la posición y abertura de estos parasoles triangulares iba a estar controlada por un computador central que operaría en tiempo real en la totalidad de

¹³² Se puede leer más sobre esta descripción de las posibilidades de las Minni-Earths Geoscopes en la entrevista que concede Bucky Fuller a *Domebook 2* (1971), p. 91.

·T_296·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967

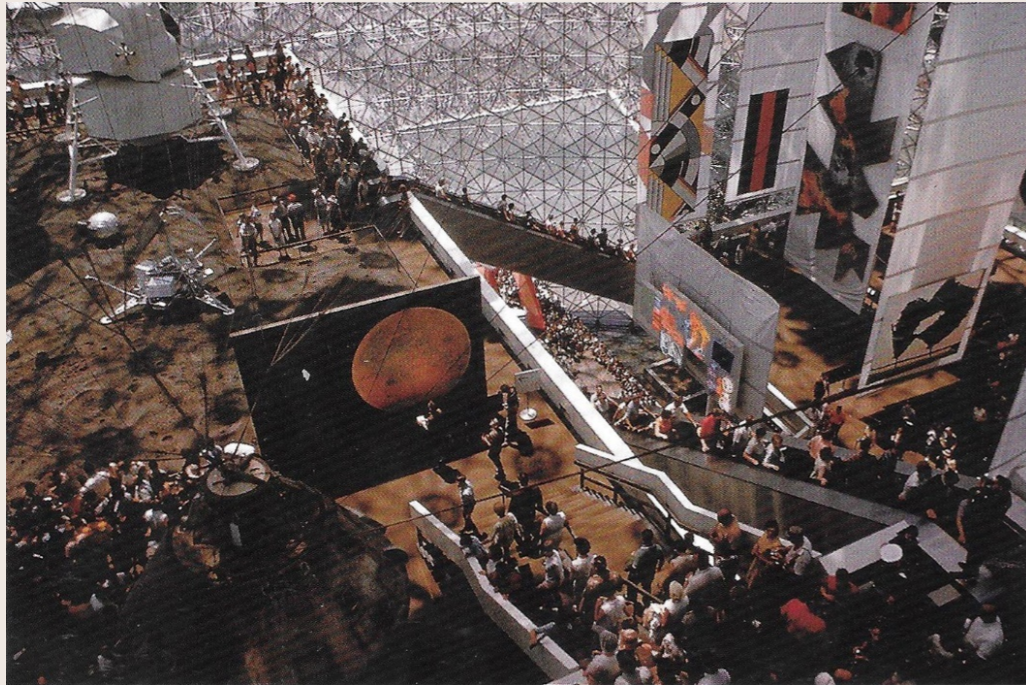


FOTO DEL INTERIOR DEL PABELLÓN DE ESTADOS UNIDOS EN LA EXPO 67 DE MONTREAL, CANADÁ, MOSTRANDO UNA PARTE DE LA INSTALACIÓN AMERICAN PAINTING NOW. FUENTE: MILLER, D. A. (2008). *THOUGHT PATTERNS: BUCKMINSTER FULLER THE SCIENTIST-ARTIST*. IN K. M. HAYS, & D. A. MILLER (EDS.), *BUCKMINSTER FULLER: STARTING WITH THE UNIVERSE* (PP. 20-43). NUEVA YORK: WHITNEY MUSEUM OF AMERICAN ART, YALE UNIVERSITY, P. 36.

·G_3.4.a_102·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967



IMAGEN DE EXPO DOME 1967, LA CÚPULA GEOSCOPE CON EL EXPO MONORAIL ENTRANDO EN EL INTERIOR DEL SOPORTE FÍSICO DEL PABELLÓN DE ESTADOS UNIDOS PARA LA EXPO 67 MONTREAL. RICHARD BUCKMINSTER FULLER, SHOJI SADAO, JOHN MCHALE & CAMBRIDGE SEVEN ASSOCIATES. ÎLE SAINTE-HÉLÈNE. MONTREAL. CANADÁ. 1967. PUBLICADA INICIALMENTE POR PARIS MATCH EN 1967. FUENTE: HAYS, K. M., PICON, A., SMITH, E. A. T., & TOMKINS, C. (2008). *BUCKMINSTER FULLER: STARTING WITH THE UNIVERSE* (HAYS, KENNETH MICHAEL; MILLER, DANA A. ED.). NEW YORK: WHITNEY MUSEUM OF AMERICAN ART, YALE UNIVERSITY, P. 170.

·G_3.4.b_102·

las células de la piel de la cúpula de acuerdo a la posición del sol (Massey, 2006, 465). Desde las 9 de la mañana, con la apertura de pabellón, hasta la puesta de sol diaria, el computador controlaría la respuesta dinámica de la piel a la trayectoria del mismo. De esta manera se evitaría el deslumbramiento que sus rayos y reflejos provocarían tanto en el interior del pabellón como en el exterior del mismo y sus alrededores, además de la radiación directa en el teatro y zonas de exposición del interior del espacio. La válvula o membrana ambiental de la cúpula Skybreak, como era denominada por Bucky, Sadao y McHale, estaría equipada con sensores sensibles a la luz (fotosensibles) situados en cada célula de la piel que enviaban los datos u la información a un computador central que controlaría la respuesta de la compleja envolvente a estos *inputs* (entradas de datos). Así el computador, que operaría como el cerebro de esta arquitectura de la computación, se encargaría de establecer seis configuraciones diarias para la válvula o membrana climática que conformaba la cúpula geodésica para adaptarse al movimiento del sol. También cada agrupación de tres células o módulos hexagonales estaba equipada con un motor ubicado en el centro del grupo (un total de 261 motores en toda la envolvente) que, junto con una serie de cables y tensores, era capaz de abrir o cerrar dicha agrupación de una determinada manera¹³³ (controlada por el *software* y su programación) (Kalin & Fiset, 1969, 228; Office of The United States Commissioner General, 1967; Massey, 2006, 465), como si del obturador de una cámara fotografía réflex se tratara (como sucedía con la interfaz del Instituto del Mundo Árabe, antes citado).

Al igual que ocurrió con el comisariado del contenido del pabellón, durante el diseño y el desarrollo del proyecto de la carcasa del soporte físico de esta arquitectura de la computación, se rebajaron las expectativas iniciales. Los sensores fotosensibles de la membrana desaparecieron, así como, de nuevo, una de las partes más importantes del proyecto: el computador central complejo que gobernaría este dispositivo.

En primer lugar, los sensores sensibles a la luz que activarían el movimiento de los parasoles triangulares fueron sustituidos por termostatos convencionales de secadores de manos para que así el pabellón pudiera mantener una temperatura constante y *reducir* el uso de combustibles fósiles en el mismo (Massey, 2006, 465). De nuevo se desplegaba una estrategia relacionada con la acción *encoger*.

En segundo lugar, el complejo computador central que estaría a cargo del control y respuesta de la piel, finalmente fue sustituido y comandado por dos *pseudo* computadores: dos Hickok Cardmatic Readers, dos lectoras complejas de tarjetas y cinta de papel perforada, una automática y otra manual, que contaban con 540 interruptores capaces de programar distintas configuraciones de respuesta de las 783 células equipadas con parasoles. Como rezaba la nota de prensa del pabellón: «La lectora Hickok era un dispositivo de programa de circuito directo que no requería del uso de interruptores de relés para ejecutar los distintos comandos solicitados» (Office of The United States Commissioner General, 1967).

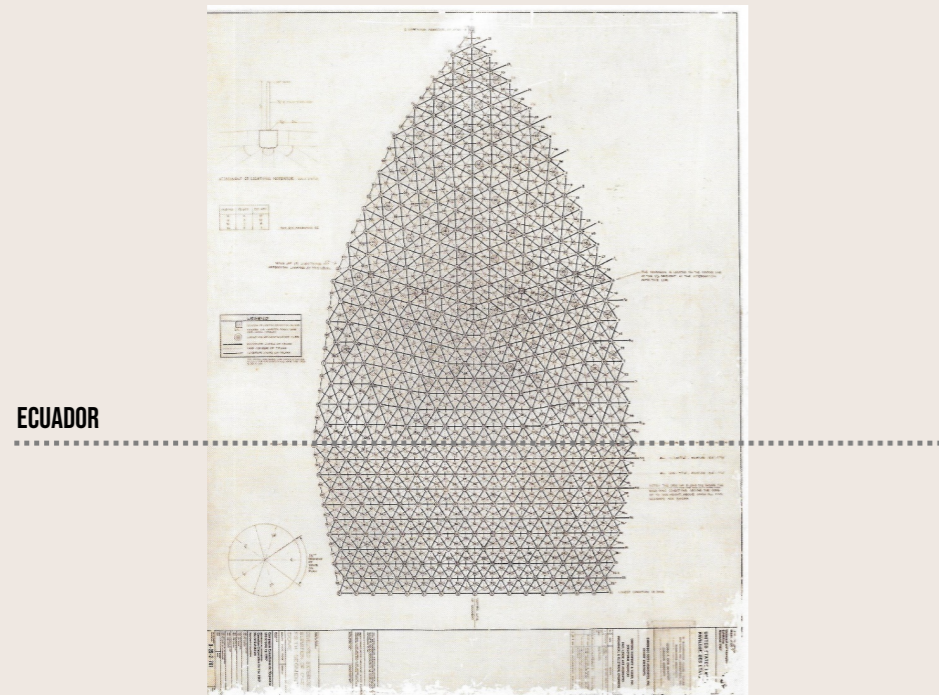
La lectora automática Hickok se encargaba, mediante un *software* sencillo, introducido mediante cinta de papel perforada (input, entrada), del control de la piel relativo al movimiento diario del sol. Controlaba y se aseguraba de que sólo se cerrara el número mínimo de parasoles triangulares (facetas) que permitiera bloquear instantáneamente los rayos del sol de su trayectoria, pero a la vez, asegurando que otros permanecieran abiertos para mantener el carácter transparente y flotante de la cúpula de Expo Dome 1967 (Buckminster Fuller, 1999, 422).

La lectora manual Hickok era capaz de programar distintas configuraciones de la piel ad hoc para fines más específicos, seleccionando qué partes de la cúpula querían mantenerse

¹³³ El proceso de cómo funcionaba la válvula ambiental del pabellón está extensamente descrito en los artículos «Buckminster Fuller's cybernetic pastoral: the United States Pavilion at Expo 67» (Massey, 2006, 465) y «Expo '67: Survey of Building Materials, Systems and Techniques Used at the Universal International Exhibition of 1967, Montreal, Canada» (Kalin & Fiset, 1969, 228) y en la nota de prensa publicada durante su inauguración (Office of The United States Commissioner General, 1967).

·T_297·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967



PLANO DEL DESARROLLO EXTERIOR DEL ALZADO DEL QUINTO SEGMENTO DE LA CÚPULA. PABELLÓN DE ESTADOS UNIDOS PARA LA EXPOSICIÓN UNIVERSAL MONTREAL 1967. 1966. BUCKMINSTER FULLER, FULLER AND SADAO, INC., GEOMETRICS, INC., ASSOCIATED ARCHITECTS. TINTA SOBRE MYLAR (TEREFTALATO DE POLIETILENO ORIENTADO BIAXIALMENTE O BOPET). 111,8 CM X 86,4 CM). FUENTE: HAYS, K. M., PICON, A., SMITH, E. A. T., & TOMKINS, C. (2008). *BUCKMINSTER FULLER: STARTING WITH THE UNIVERSE* (HAYS, KENNETH MICHAEL; MILLER, DANA A. ED.). NEW YORK: WHITNEY MUSEUM OF AMERICAN ART, YALE UNIVERSITY, P. 169.

·G_3.4.a_103·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967

« THE PAVILION CAN BE REGARDED AS A PROTOTYPE 'ENVIRONMENTAL VALVE', ENCLOSING SUFFICIENT SPACE FOR WHOLE FUTURE COMMUNITIES TO LIVE IN A BEING PHYSICAL MICROCOSM THOUGH STILL SITUATED AND VISUALLY RELATED TO A HITHERTO CLIMATICALLY HOSTILE ENVIRONMENT. THUS, MAN MAY EXTEND HIS URBAN SETTLEMENTS INTO ARCTIC REGIONS - OR ESTABLISH PERMANENT COMMUNITIES ON THE MOON.» (OFFICE OF THE UNITED STATES COMMISSIONER GENERAL, 1967).

·G_3.4.b_103·

abiertas o cerradas. Esta programación especial, que no interfería con el *software* automático, se introducía en la lectora manual mediante tarjetas perforadas de cartón (input, entrada), a diferencia de la anterior [Fig.G_3.4.a_105, Fig.G_3.4.b_105].

Estos dos programas informáticos eran mucho menos ambiciosos que el *software* original de las primeras propuestas, «How to Make the World Work» de The World Game. Pero también eran tremendamente innovadores para la época. En palabras del presidente de la empresa que fabricó las lectoras de datos Hickok, Robert D. Hickok, la aplicación de las lectoras en la respuesta responsiva (*output*, salida) de la envolvente del pabellón, había sido la aplicación más *dramática* de su tecnología (Office of The United States Commissioner General, 1967), es decir, había sido su aplicación más arriesgada y ambiciosa hasta la fecha.

Como ocurrió en las versiones previas de las propuestas de Fuller, Sadao y McHale esta arquitectura de la computación mantuvo de nuevo una relación conceptual estructural con la computación. Estaba compuesta por dos entes abstractos: por un hardware (el soporte físico centrado en la piel) y por un *software* que la controlaba (mediante los dos programas, el automático y el manual). En la versión finalmente construida, muy básica, de The World Game y de las Geoscope, esta estrategia de diseño mediante estos dos componentes abstractos no aseguró la consecución de los objetivos que perseguía como prototipo de dispositivo tecnológico arquitectónico y computacional. La idea de proyectar una arquitectura de la computación cuya válvula o membra ambiental diera lugar a un microcosmos o un ecosistema casi perfecto mediante el diseño y acondicionamiento del aire *ad hoc* no fue muy exitosa. Según Massey, incluso la idea de crear una piel dinámica para regular y controlar mediante el *software* de manera eficiente la temperatura y la humedad del edificio resultó ser una idea demasiado ambiciosa y el pabellón estadounidense fracasó en la adaptación a los cambios climáticos que sufrió el dispositivo durante su vida útil. La transición del frío invierno canadiense durante su construcción al verano cálido durante el cual fue utilizado fue un fracaso (Massey, 2006, 479).

Los dos tipos de soportes lógicos o *softwares* (el automático y el manual) que controlaban la envolvente del pabellón no eran infalibles. No funcionaban muy bien y más que activar y proporcionar una respuesta sistémica y sistemática a las señales ambientales, producía sombras que parecían ser el resultado de un patrón aparentemente aleatorio [Fig.G_3.4.a_105, Fig.G_3.4.b_105]. Dicho patrón parecía responder más a satisfacer la imagen idealizada que Fuller tenía de estos soportes físicos que al contenido que los originó, que poseía un carácter marcadamente pedagógico y un alto grado de compromiso comunitario global (Massey, 2006, 479).

El soporte físico del DA/DC finalmente construido como Expo Dome 1967, a pesar de contar con una forma esférica y con una geometría triangular que conformaba su envolvente, perdió la conexión con la compleja interfaz imaginada originalmente en las primeras ideas relacionadas con la investigación en torno a las Minni-Earths Geoscopes. Al final la carcasa de este caso de estudio perdió esa condición ambiciosa, arriesgada y singular que le hubiera proporcionado el Geoscope interior inicialmente proyectado y que hubiera hecho visibles múltiples capas de información y datos, jugadas y posibles escenarios de planificaciones de los recursos mundiales.

Fuller consideraba a los dispositivos computadores y al control que éstos podían ejercer como un camino para alcanzar una objetividad indiscutible en la toma de decisiones. De esta manera, Bucky predecía que los computadores producirían una serie de respuestas a los problemas del mundo que serían tan manifiestamente verdaderas que inmediatamente derivarían en un acuerdo universal en su implementación.

Como afirma Massey, fue la fé naif e ingenua de Fuller en la objetividad de los computadores y las arquitecturas que éstos conformarían, lo que socavó deliberadamente la propuesta final de la Exposición y la credibilidad de todos estos sistemas responsivos y dinámicos en el soporte físico del pabellón (Massey, 2006, 478).

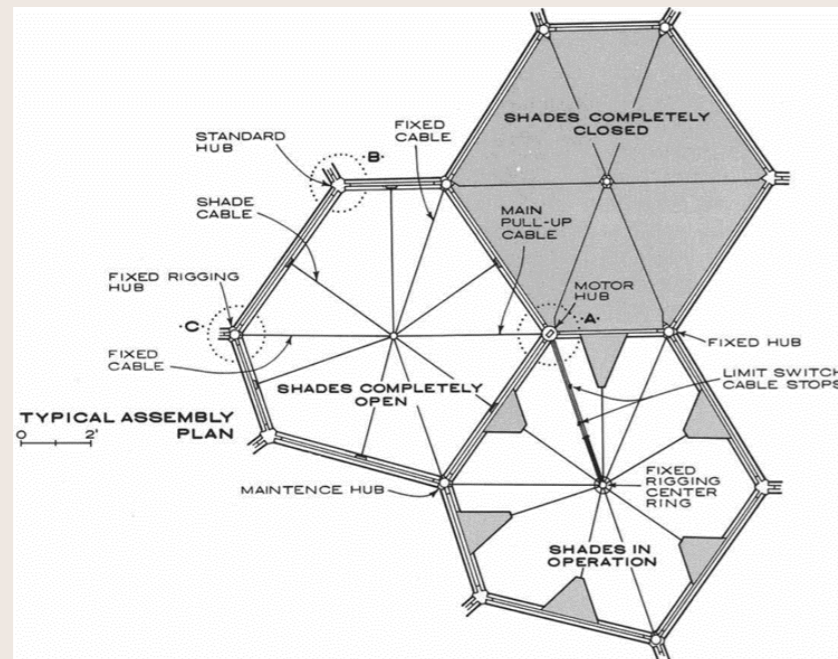
·T_298·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967

«THE SPACE FRAME CONFIGURATION IS THE RESULT OF A SUSTAINED PROGRAM OF TESTING AND REFINEMENT IN ORDER TO PRODUCE LIGHTWEIGHT FRAME OF MINIMUM VISUAL OBSTRUCTION. DR. FULLER'S EXTENSIVE WORK WITH LIGHTWEIGHT STRUCTURES HAS BEEN EXPLOITED TO ACHIEVE A CLEAR SPANNING LACY FILIGREE OF METAL, WHICH WILL APPEAR WEIGHTLESSLY POISED AGAINST A BACKGROUND OF CLOUD AND SKY.» (OFFICE OF THE UNITED STATES COMMISSIONER GENERAL, 1967).

·G_3.4.a_104·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967



DETALLE DEL SISTEMA DE PARASOLES UBICADOS LA PIEL INTERIOR DE LA CÚPULA GEODÉSICA DEL PABELLÓN DE ESTADOS UNIDOS. MUESTRA TRES FASES DE APERTURA DE LOS PARASOLES TRIANGULARES DE UN MATERIAL PLÁSTICO METALIZADO CUYO ASPECTO ES SIMILAR AL CROMO, CONTROLADOS AUTOMÁTICAMENTE POR LOS MOTORES Y UN SOFTWARE MENOS AMBICIOSO. FUENTE: KALIN, I., & FISET, E. (1969). EXPO '67: SURVEY OF BUILDING MATERIALS, SYSTEMS AND TECHNIQUES USED AT THE UNIVERSAL INTERNATIONAL EXHIBITION OF 1967, MONTREAL, CANADA. OTTAWA: MATERIALS BRANCH, DEPARTMENT OF INDUSTRY, TRADE, AND COMMERCE.

·G_3.4.b_104·

La propuesta perdió credibilidad en las estrategias de proyecto que Fuller y el resto del equipo aseguraban que generaban su respuesta, no sólo por la escasa fiabilidad y verosimilitud en los procesos desencadenados por el *software* que supuestamente gobernaba la interfaz como válvula ambiental sino que también la perdió por la omisión deliberada (o no) a la autoría del propio *software* en sí.

Incluso en las propuestas iniciales de proyecto, con mucho más potencial que la finalmente materializada, esta fé inquebrantable en la ecuanimidad asociada al computador se veía dramáticamente traicionada por la controversia no evidenciada por Fuller en torno a la autoría de la programación del *software* ejecutado en el dispositivo.

En las versiones del pabellón que apostaban por la implementación The World Game y el *software* «How to Make the World Work» los escenarios llevados a la práctica por los participantes en el Juego del Mundo iban a ser evaluados y puntuados por un programa informático. Y dicho algoritmo (como sucesión de rutinas y líneas de código o receta) tenía que ser programado por Fuller o por un/a programador/a en concreto, con lo que siempre existiría una autoría deliberada en dicho proceso.

En toda la teoría de Fuller y McHale poco se habla sobre el/la escritor/a fantasma de ese código informático, que como un cartógrafo al trazar un mapa (con sus silencios y espacios en blanco), ejerce un control, un poder y aplica un determinado sesgo de fondo en torno a múltiples cuestiones como pueden ser la raza, el género, la edad o el contexto socioeconómico¹³⁴.

De esta forma, el deseo de Fuller y el resto del equipo de proyectar un DA/DC que transporara a sus habitantes-visitantes-seres vivientes de vuelta al Jardín del Edén fracasó de alguna manera, ya que la piel no parecía responder a los estímulos externos que proclamaba y, por tanto, no se lograban alcanzar los estándares confortables en el diseño del aire interior del microcosmos proyectado.

Al final aunque la U.S. International Agency (USIA) abrazara el diseño de la cúpula de Buckminster Fuller y Shoji Sadao, rechazó sistemáticamente sus planes para plantear una exposición que levantara conciencias en torno a la ecología y la sostenibilidad ambiental mediante el juego con la asignación hipotética de los recursos del mundo con el objetivo de alimentar y vestir a toda la humanidad.

Fuller no era una figura a la que se la disuadiera fácilmente y, a pesar de la negativa de la USIA para implementar las ideas más potentes en Montreal, siguió insistiendo con McHale y otras personas para desarrollar The World Game, el proyecto más importante de su vida. Y así fue como TWG siguió su curso a través de otros formatos. El concepto de The World Game fue mutando a lo largo del tiempo con una serie de variaciones sobre el proyecto original de 1962-1965, como ya hemos visto, y la parte del proyecto correspondiente al soporte físico o hardware se culminó con la inauguración de Expo Dome 1967 como una versión *aligerada* de las ideas iniciales.

Al igual que ocurrió con Whirlwind I, podríamos afirmar que este tipo de arquitecturas eran bastante flexibles y reprogramables a lo largo de su vida útil. Lo que se había proyectado inicialmente como un dispositivo computador pasó a ser casi como un contenedor expositivo similar al de una galería de arte. Y con la finalización de la muestra universal, el soporte físico de esta arquitectura de la computación pasó a convertirse en el Biosphère, un museo centrado

¹³⁴ Esta cuestión sobre los sesgos de diversos tipos y censura, implícitos en el código de los algoritmos que atraviesan nuestra vida diaria en la actualidad es parte de la conversación global mantenida por investigadores/as en todo el mundo. Se hace evidente que las mismas problemáticas que se dan en los constructos desplegados en la esfera física del mundo se dan, de igual manera, en lo que llamamos mundo virtual o *en línea*. Aunque en realidad deberíamos hablar de una realidad *mixta* como explica, por ejemplo, el arquitecto Liam Young. Esa realidad *mixta*, que ya no participa de la dualidad simplista físico/virtual, comparte las mismas controversias, problemáticas y discriminaciones en los dos supuestos lados del binomio.

·T_299·

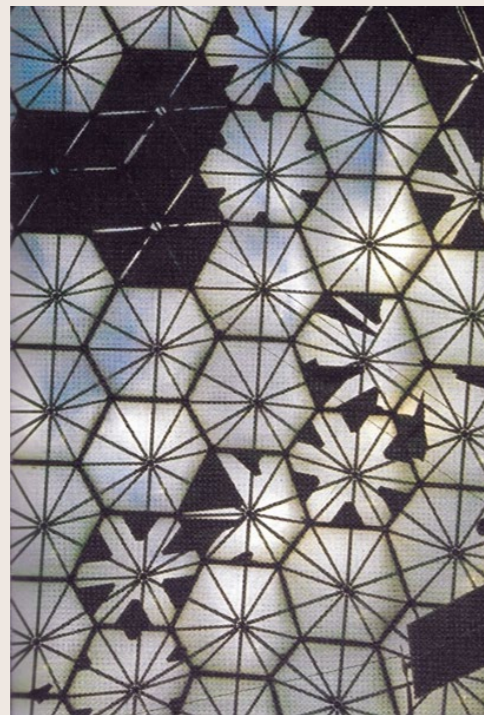
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967



IMAGEN DEL INTERIOR DEL PABELLÓN CON DISTINTAS CONFIGURACIONES DE LOS PARASOLES TRIANGULARES. CORTESÍA DE THE ESTATE OF R. BUCKMINSTER FULLER (FULLER PAPER, BIBLIOTECA DE STANFORD UNIVERSITY). FUENTE: MASSEY, J. (2006). BUCKMINSTER FULLER'S CYBERNETIC PASTORAL: THE UNITED STATES PAVILION AT EXPO 67. *THE JOURNAL OF ARCHITECTURE*, 11(4), 463-483. 10.1080/13602360601037883.

·G_3.4.a_105·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/THE WORLD GAME/EXPO DOME 1967



DETALLE DE LA PIEL DE LA CÚPULA, VISTA DESDE EL INTERIOR. FUENTE: BUCKMINSTER FULLER, R. (1999). EN KRAUSSE J., LICHTENSTEIN C. (EDS.), *YOUR PRIVATE SKY: R. BUCKMINSTER FULLER, THE ART OF DESIGN SCIENCE*. BADEN: LARS MÜLLER, P. 429.

·G_3.4.b_105·

en el agua y los ecosistemas de los Grandes Lagos y el Río Saint Lawrence (Buckminster Fuller, 1999, 224-226), tras el incendio que sufrió la envolvente acrílica en mayo de 1976 y la posterior restauración del interior del pabellón (1995).

A su vez, lo que ocurrió después de la finalización de la Feria Internacional de Canadá fue que la parte correspondiente al soporte lógico o *software* del Juego del Mundo también siguió desarrollándose.

Como ya estaba empezando a ocurrir en el campo de la computación estrictamente, en el caso de estudio arquitectónico The World Game comenzaba a ganar importancia y peso el *software*.

De hecho, en este caso concreto, el *software* sobrevivió al hardware.

Mientras que el soporte físico nunca llegó a construirse físicamente en ninguna de sus dos posibles ubicaciones (una en el campus de la SIU en Carbondale y otra en el solar de la Exposición Universal de Montreal de 1967), su soporte lógico se desarrolló durante muchos años a través de cursos, talleres y seminarios impartidos por Fuller y McHale por todo el mundo.

Uno de los primeros en despojarse en su desarrollo de su soporte físico en forma de poliedro regular o esfera (hardware de las Minni-Earths o Geoscopes) fue el que se llevó a cabo en 1969 en la New York's Studio School of Painting and Sculpture en Greenwich Village. En esa ocasión Bucky Fuller se rodeó de un jovencísimo Edwin Arthur Schlossberg¹³⁵ con el que siguió profundizando en el *software* de TWG. La partida iniciada en la escuela de Nueva York duró seis semanas.

Como explica Antoine Picon, fue sobre todo a partir de ese momento cuando para Fuller el papel del dispositivo computador en la estrategia proyectual de sus proyectos se centró en otro aspecto. El computador representaba la capacidad de pasar fácilmente de tener simplemente una colección de datos a hacerlos visibles mediante su visualización dinámica (Picon, 2008, 50), a través de diversas interfaces como las Geoscopes u otras diferentes. Fue así como continuó el desarrollo del *software* más centrado en cómo visualizar las jugadas y partidas que fueran desarrolladas en TWG. Y fue así como continuó este proceso en el seminario de Nueva York, proyectando el algoritmo a través de lápiz y papel. A partir de este momento The World Game empezó a convertirse en una enorme simulación informática¹³⁶.

Con posterioridad a todos estos talleres e incluso al fallecimiento de Buckminster Fuller, el *software* de The World Game («How to Make the World Work») ha tenido varios desarrollos como, por ejemplo, el Instituto World Game, aunque quizá el más famoso es OS Games que compró oficialmente la idea de Fuller y la ha venido replicando en diferentes talleres a lo largo del mundo hasta la actualidad.

En este caso de estudio, el soporte lógico o *software* no sólo sobrevivió a su soporte físico o hardware, sino que también ha sobrevivido a su principal impulsor, Fuller.

Lo que no cabe duda es que The World Game, en todo su proceso en su conjunto, constituyó una verdadera arquitectura de la computación habitada y recorrida sobre todo por humanos, cuya carcasa y soporte físico (hardware) distaba mucho del imaginario asociado al computador que tenemos todos/as hoy en día en nuestras mentes.

Además, fue un caso de estudio precursor de aquellos ejemplos que se producirían muchos años más tarde dentro de la segunda gran convergencia tecnológica de la computación que

¹³⁵ Diseñador y artista estadounidense reconocido internacionalmente por su contribución en experiencia interactiva de usuario y diseño interactivo. Fue parte de la comisión de las bellas artes durante el mandato presidencial de Barack Obama (desde 2011-2013). Está casado con la hija de John F. Kennedy y Jacqueline Kennedy.

¹³⁶ Se conservan varios documentos sobre el desarrollo del *software* The World Game en M1090, Serie 18, archivos de proyecto, cajas 24-25, Fuller Papers.

·T_300·

estudiaremos en el último capítulo de esta tesis doctoral. Aunque este dispositivo tecnológico arquitectónico/computacional está contenido en el presente capítulo de la tesis, asociado a la episteme y comprensión espacio-temporal en la que estas arquitecturas de la computación configuraban grandes espacios habitados y recorridos, también fue pionero y estableció un puente con el último capítulo de la tesis.

The World Game/Expo Dome 1967 inició una línea de proyecto en la que estas arquitecturas de la computación se proyectaban y pensaban como superficies¹³⁷ cuya interfaz, aun estando adosada a una envolvente o válvula y membrana ambiental, pretendía ya caracterizar un entorno y medio circundante.

¹³⁷ Se puede profundizar más en cómo Expo Dome 1967 o Garden of Eden era un DA/DC, precursor de propuestas cuyo motor de proyecto, era el concepto de superficie, en el artículo de Timothy M. Rohan, «From Microcosm to Macrocosm: The Surface of Fuller and Sadao's US Pavilion at Montreal Expo 67» (Rohan, 2003, 50-56).

3.5. CONCLUSIONES DE ESTE CAPÍTULO

·G_3.5.a_1·

#ENCOGER

·G_3.5.b_1·

3.5. Conclusiones de este capítulo.

Tras observar los distintos casos de estudio recogidos en este capítulo, podemos afirmar que se constata que la relación entre los campos de la arquitectura y la computación era bidireccional, se daba en ambos sentidos, de la arquitectura a la computación y viceversa. Hoy en día, más de medio siglo después de iniciarse el proceso de entrelazamiento entre disciplinas, se evidencia esa influencia mutua y transdisciplinar, en una mezcla ponderada de teoría y práctica aplicadas a los procedimientos arquitectónicos. La actitud transdisciplinar compartida aspiraba a trabajar en ambos campos, con una mirada holística y global.

Y esa forma de organización de los conocimientos de ambas disciplinas las hizo avanzar, abordando sus diversos desafíos, a través del diálogo entre saberes y abrazando la complejidad.

Esta relación mutua está presente, incluso, en la etimología del término *computador*, que hace alusión a una arquitectura directamente: la de los espacios arquitectónicos y las salas donde las personas computaban o realizaban cálculos, a principios del siglo XX.

En las primeras arquitecturas de la computación, los/as seres humanos/as y sus cuerpos, formaban parte del DC: eran parte de su hardware, como si de periféricos y componentes se tratasen, complementando el dispositivo. La función de control de la información digital que manejaba cualquier DC, era llevada a cabo por personas: los/as humanos/as eran los/as encargados/as de llevar grandes pilas de tarjetas perforadas de cartón (objetos donde se almacenaba la información) de un dispositivo a otro, manipulando y configurando interruptores o enchufando y conectando cables, en los computadores, para ejecutar cálculos específicos y recopilar los resultados después.

Estas primeras arquitecturas de la computación fueron parte de los primeros DA en los que se implementó la climatización y el aire acondicionado: un diseño y control específico del aire que encerraban estos espacios arquitectónicos (el control y confort higrotérmico sólo estaba dirigido en esa época a las industrias, para controlar la temperatura y los niveles de humedad durante la producción y manipulación de otro tipo de habitantes de esos espacios: papel en imprentas, fibra de algodón, películas, tabaco, carnes procesadas, cápsulas medicinales, más que a las personas). El aire acondicionado no se diseñó para proporcionar confort al ser humano. Este uso se implementó en comercios y en cines sólo a partir de 1924-1925, y fue justo, con el final de la Segunda Guerra Mundial, cuando se empezó a implementar para alcanzar un confort higrotérmico, destinado a los seres humanos y su domesticidad. Las primeras arquitecturas de la computación, como espacios, forman parte del grupo de los primeros dispositivos arquitectónicos que implementaron este tipo de tecnología e infraestructura, al principio, para garantizar el confort de los componentes tecnológicos, pero, más tarde, también el de las personas que los habitaban y recorrían.

Ocurrió algo similar con otra invención constructiva, la del suelo técnico elevado, que se implementó primero en estas arquitecturas de la computación, como el computador tipo *mainframe* (M) SSEC o el CCUM, para, con posterioridad, dar el salto a otros tipos de arquitectura, como los espacios productivos como las oficinas.

Es así como estas primeras arquitecturas de la computación, como dispositivos tecnológicos arquitectónicos/computacionales (DA y DC), compartían algunas características:

- Eran espacios que se habitaban, se recorrían y se experimentaban.

·T_302· Las primeras arquitecturas de la computación, antes de la aparición de la computación electromecánica, tenían un carácter objetual de pieza de mobiliario que empezaba a caracterizar espacios vivideros.

·G_3.5.a_303· Estas primeras arquitecturas de carácter objetual fueron creciendo tanto en tamaño como en volumen para ir alcanzando la naturaleza de espacios habitables y habitados que se alcanzó con el nacimiento de la computación electrónica (digital) y los tipos de computadores *mainframes*.

·T_302·

#SOPORTE FÍSICO

·G_3.5.a_2·

#DISPOSITIVO TECNOLÓGICO

·G_3.5.b_2·

- El espacio (arquitectónico) era un componente fundamental en los primeros soportes físicos de la computación. El espacio estaba presente, al menos, de dos formas en todos estos primeros computadores: de forma literal, ya que estos primeros dispositivos tecnológicos computadores se materializaban en volúmenes habitables que constituían las primeras arquitecturas de la computación; y, de forma etimológica, ya que en el origen de la palabra *computador* se hacía alusión a otro espacio original, el de las salas de cálculo y grandes espacios que ocupaban las *computadoras* humanas (personas que se dedicaban a computar y calcular operaciones matemáticas complejas).
- Eran arquitecturas y espacios que trascendían su envolvente física, ya que se desplegaban en una actividad transescalar y en una práctica multimedia. Eran **arquitecturas transescalares**.
- Sus escalas físicas abarcaban más allá de los límites físicos de sus envolventes y carcasas.
- Las estrategias asociadas a la acción de **encoger** pasaban por el inicio del proceso de **desmaterialización de las formas sólidas** de estas arquitecturas de la computación.
- Ya empezaba a **encogerse** literalmente su **volumen** y a reducir su impacto visual.
- Eran **arquitecturas basadas en el trasvase, la reutilización y el reciclaje**, no solo de edificaciones existentes primero sino también de componentes discretos provenientes de otras industrias y catálogos de mercado (elementos estandarizados y prefabricados), además de piezas de otros dispositivos.
- Una acepción de la acción de **encoger** recurrente en estas primeras arquitecturas de la computación era la reutilización de ideas y obsesiones arquitectónicas para explorar sus límites y posibilidades proyectuales. **Encoger** en los recursos y esfuerzos intelectuales empleados para proyectar sus propuestas. Un proto- sampleado arquitectónico, una acción del copia-corta-pegar.
- Empezaban a implementar soluciones tipo do-it-yourself (DIY) cercanas a la acción del *bricoleur*, para encoger y disminuir su demanda energética y de recursos.
- Eran **arquitecturas conectadas**, que respondían en tiempo real. Eran **arquitecturas instantáneas, inmediatas y arquitecturas on line**.
- Al conectarse, encogían y trataban de condensar el mundo a su alrededor en sus soportes físicos.
- Eran **espacios flexibles y programables**. Las primeras arquitecturas de la computación se inscribían en edificaciones ya existentes, de estilo ecléctico (clásico, art Nouveau, ...), cuyos programas y usos previos nada tenían que ver con la ingeniería o la computación: iban desde los espacios domésticos hasta los espacios industriales.
- Estas primeras arquitecturas de la computación se ubicaban y estaban ligadas principalmente, salvo casos aislados, a instituciones gubernamentales y centros de investigación asociados a grandes universidades, escuelas e institutos, que eran los que podían hacer frente al alto presupuesto que suponía su construcción y ejecución. Los **programas** y **usos** que albergaban estaban relacionados con la **investigación**, el **control**, **análisis**, **clasificación** y la **visualización de datos e información**, la **industria**, y poco a poco, conquistando las exposiciones universales, el sector terciario, los espacios de oficinas, los grandes almacenes y los medios de comunicación.
- Después estos dispositivos arquitectónicos **se empezaron a diseñar exprefeso**, como edificaciones de nueva planta y, para ello, carecían de referentes y tipos arquitectónicos de los que aprender y a los que mirar y copiar.

·T_303·

#ESPACIO HABITABLE/RECORRIBLE

·G_3.5.a_3·

#ESPACIO TRANSESCALAR

·G_3.5.b_3·

- Los **componentes tecnológicos** de estas arquitecturas organizaban y **configuraban** su **desarrollo espacial en sección** (con la localización de los distintos componentes y estancias), caracterizando también los detalles constructivos en sección.
- Empezaron a proyectarse como **espacios no reglados e informales**, como una lavandería o un garaje.
- Eran espacios organizados con una **distribución física** de los **espacios** sin apenas **jerarquías**, casi **horizontales**.
- Las primeras arquitecturas de la computación operaban como **prototipos**, como ensayos de laboratorio, de *mock-ups*, a escala 1:1 con un fuerte carácter especulativo y de investigación espacial a muy diversos niveles. Eran primeras pruebas que no pretendían establecer tipos ni tipologías arquitectónicas universales. Fue así como fueron concebidas las Minni-Earths Geoscopes de Buckminster Fuller y John McHale o cómo concibió Jay W. Forrester Whirlwind I, que se construyó como un enorme prototipo habitado (Fedorkow, 2021, 55; Redmond & Smith, 1975, 127; Uptis, 2013, 526)¹.
- Estas **arquitecturas** de la computación eran **fiables** y, como tales, podían servir para restaurar la confianza de la sociedad en el poder del diseño y la arquitectura y, por extensión, también la confianza de las naciones representadas por dichas arquitecturas *confiables*.
- En estas arquitecturas de la computación se daba una política de la visibilidad activa, al menos en dos sentidos: en uno material o físico y en uno digital.
- En el **sentido material**, esta política de la **visibilidad activa** derivaba en una **estética material desnuda, desprovista de ornamento y trasdós**, en la que todos los componentes tecnológicos, instalaciones e infraestructuras quedaban al aire, visibles, a la vista de los ojos y al tacto de la piel de todos sus habitantes. Era una **arquitectura descajanegrizada**.
- Esta **arquitectura equipada** y visible, lo era estando **hiper dimensionada**, cuyas infraestructuras e instalaciones adquirirían un protagonismo inusitado hasta la fecha, conformando una estética muy determinada, adquiriendo un peso muy importante en sus presupuestos de ejecución material en términos económicos.
- Eran arquitecturas con una **demanda energética brutal**. Las primeras arquitecturas de la computación consumían muchísima electricidad.
- La inversión en **instalaciones**, sobre todo en el acondicionamiento del aire, superaba con creces los porcentajes de un proyecto estándar actual, siendo muy superior al presupuesto destinado a otras partidas de la construcción de estos soportes físicos como: estructuras, carpinterías, acabados interiores, etc.
- En estas arquitecturas se proyectaba un diseño muy específico y determinado del aire que contenían. Se diseñaba y acondicionaba higrotérmicamente el mismo, pero no para proveer de confort a los individuos-servos vivientes que lo habitaban y recorrían sino para los objetos y componentes discretos que la construían.
- Eran **arquitecturas confortables** para sus habitantes no humanos.
- Esta política de la **visibilidad activa** también se daba en un **sentido digital, ampliando el espectro óptico del ojo humano**, haciendo visible y revelando información y capas de la realidad que antes permanecían ocultas a través de la imagen abstracta y codificada

¹ Jay W. Forrester hablaba también de pre-prototipo para referirse a Whirlwind I. Se puede leer más en sus notas contenidas en la "Conference Note C-25", denominada "Pre-Prototype Computer" con fecha 2 de diciembre de 1946.

#ESPACIO FLEXIBLE

·G_3.5.a_4·

#ESPACIO CENTRÍPETO

·G_3.5.b_4·

que ofrecían estas arquitecturas de la computación, por ejemplo, en las salas de control (*control rooms*), las salas de situación (*situation rooms*) o las estancias de guerra (*war rooms*).

- En estas primeras arquitecturas de la computación se sustituyó la visión directa de lo que ocurría en el afuera por una **visión codificada, cifrada** y, muchas veces, **abstracta** de la realidad exterior, la mayoría de las veces mediada a través del propio dispositivo computador y las interfaces asociadas al mismo, como las múltiples pantallas y otros objetos periféricos.
- En general, estas primeras arquitecturas de la computación negaban y bloqueaban las vistas directas hacia el exterior. Eran **dispositivos tecnológicos centrípetos**, ensimismados e interesados en sí mismos que, aunque hicieran alusión a una realidad exterior, se acercaban a ésta siempre desde el interior de sus soportes físicos.
- Eran unas arquitecturas que buscaban crear **contraambientes controlados**.
- Eran unas arquitecturas casi siempre **sin vistas hacia el exterior**.
- Estos casos de estudio eran eminentemente **espacios interiores**, con una clara y rotunda diferenciación entre lo que se consideraba interior y exterior con respecto a la envolvente y la carcasa de sus soportes físicos, aunque fueran arquitecturas transescalares conectadas con otros territorios (salvo los dispositivos diseñados en IBM que buscaban la disolución de esos límites en las plantas en contacto con los peatones y transeúntes).
- No se aplicaba una transición gradual y filtrada desde el exterior hacia su interior. Ese **cambio** de condiciones higrotérmicas se producía de forma **abrupta** y concentrada en una única carcasa, membrana o piel, más o menos compleja.
- Estas arquitecturas contaban con **detalles constructivos** muy específicos, como eran las **interfaces** en forma de **distintos objetos y artefactos periféricos**. Los lápices ópticos, las pantallas gráficas CRT o OTR, los indicadores lumínicos y sonoros, las consolas de visualización gráfica, etc. formaban parte de estos detalles constructivos que definían el proyecto del soporte físico de estos dispositivos tecnológicos.
- Eran **espacios sonoros**, que añadían un nuevo canal más al diseño del proyecto arquitectónico, y que dotaban a estas arquitecturas de unas características acústicas muy específicas y especiales (asociadas a los primeros sonidos, ruidos, melodías y músicas digitales, provenientes de indicadores, alarmas y sensores sonoros y/o de los primeros sintetizadores). Ofrecían **paisajes sonoros digitales** que nunca antes se habían producido y experimentado en otras tipologías arquitectónicas.
- Al negociar e incluso negar, en su gran mayoría, el contacto con el exterior y con la luz natural, forzosamente estos casos de estudio se convertían en **espacios iluminados artificialmente**. En ellos el diseño de la iluminación constante durante las veinticuatro horas del día adquiría una importancia muy relevante en el proyecto, incluso llegando a alcanzar el diseño de luminarias por parte de los arquitectos (véase el caso de Miguel Fisac en el CCUM).
- Eran arquitecturas donde el diseño y control del aire que encerraban era fundamental. Eran **espacios** cuyo **aire se diseñaba expreso**.
- Eran arquitecturas que pretendían dotar a sus interiores de unas condiciones **artificiales, controladas y constantes** en todo momento que hicieran perder la noción del tiempo y las referencias exteriores, con independencia de lo que ocurriera en el entorno circundante.
- Eran unas **arquitecturas fenomenológicas** de pleno derecho.
- Eran **arquitecturas non-stop**, proyectadas para funcionar las veinticuatro horas del día,

·T_305·

#CONTRAENTORNO CERRADO

·G_3.5.a_5·

#ESPACIO *NON-STOP*

·G_3.5.b_5·

trescientos sesenta y cinco días al año.

- En esta primera episteme o comprensión espacio-temporal y en los primeros dispositivos tecnológicos contemporáneos computacionales y arquitectónicos que construía, los **sujetos** (como seres vivos humanos y no humanos, como otros seres vivos, usuarios/as, habitantes, jugadores/as, etc.) y **sus cuerpos** eran una **parte fundamental e indispensable** del objeto (del soporte físico del dispositivo) y del **concepto computador**, tanto de su hardware como de su *software*. Los seres humanos y otros seres estaban *dentro* o *en* el computador y formaban parte indispensable de él.
- Estos nuevos dispositivos tecnológicos eran enormes espacios arquitectónicos habitables y habitados, no solo por miles de tubos de vacío (una de las tecnologías en las que estaban basados la mayoría de estos dispositivos) sino por múltiples y diversos cuerpos de seres vivos (Agamben, 2015, 15) que configuraban y constituían una parte fundamental de estos dispositivos. Los individuos habitaban el dispositivo tecnológico, los agentes humanos y no humanos estaban *en* el dispositivo digital, *dentro* del computador, inaugurando el uso de estas dos nuevas preposiciones en la relación entre estas dos disciplinas.
- En estos primeros dispositivos tecnológicos el **soporte físico** que constituye su arquitectura **coincide** exactamente **con el hardware**.
- Por otro lado, sus **habitantes (humanos)** eran una parte indispensable del dispositivo tecnológico, siendo **parte** de su **hardware**, pero también de su **software**, soporte lógico o sistema operativo. Constituían un *software* analógico compuesto por sujetos (personas computadoras) y objetos (tubos de vacío, relés, cables, interruptores, etc.). Con todo ello se llevaba a cabo una **programación física táctil**, una proto-programación.
- A su vez, los cuerpos de estos habitantes-individuos, sustancias o seres vivos se relacionaban de una nueva forma con los dispositivos para constituir nuevas y diversas subjetividades a la par que sujetos.
- Las relaciones posicionales entre los cuerpos que los constituían y los dispositivos tecnológicos arquitectónicos que configuraban estos computadores electromecánicos, electrónicos y digitales derivaban en nuevas configuraciones arquitectónicas, nuevos programas, nuevos usos, nuevas tipologías, nuevos tipos, nuevos ejemplos de relaciones espaciales, proporciones, materialidades, articulaciones entre partes, etc.
- Eran **espacios pioneros** porque, además de experimentar con nuevos tipos de habitantes-usuarios-seres vivos y otro tipo de sujetos y nuevas configuraciones arquitectónicas, como dice Antoine Picon, dieron lugar a un **nuevo tipo de espacio**: la **sala de control** (*control room*), la **sala de situación** (*situation room*) o la **estancia de guerra** (*war room*) (Colomina, 2006, 260; Picon, 2010, 20).
- Estas arquitecturas podrían inscribirse entre los primeros ejemplos de **arquitecturas interespecies, intraespecies** o de **co-habitación**, más allá de lo humano.
- Estos dispositivos tecnológicos arquitectónicos y computacionales eran **espacios inclusivos e indiferentes** desde una reflexión *queer*, no sólo porque fueran espacios proyectados y habitados por equipos transdisciplinares o interdisciplinares sino porque en ellos tenían cabida otros tipos de cuerpos, otros géneros, otras razas, otras edades, e incluso, otras especies. Ampliaban el espectro de la participación a otros grupos sociales más heterogéneos, más inclusivos y más ricos.
- Eran **arquitecturas queer**.
- Enriquecían y ampliaban la definición de «experto/a» asociada a sus habitantes-individuos-

·T_306·

#ESPACIO QUEER

·G_3.5.a_6·

#INTERFAZ COMO OBJETO

·G_3.5.b_6·

seres vivientes-ciborgs (no sólo delimitada por la descripción de hombre, heterosexual, caucásico, de clase media que habitaba la mayoría de los espacios -productivos- de la modernidad).

- Eran **espacios indiferentes** al género o a la raza y esta condición estaba íntimamente ligada al concepto de ciborg. Eran **espacios proyectados para el habitar de los primeros ciborgs** y fueron el germen de lo que años más tarde se concretó en el famoso manifiesto de Donna Haraway (Haraway, 1985), cuya posición fue desarrollada posteriormente por el ciberfeminismo.
- De acuerdo con las teorías de Haraway, estas primeras arquitecturas de la computación donde habitaba el ciborg, con su indiferencia frente a otros tipos de cuerpos, género, raza o especie, **abrían nuevas posibilidades de relaciones y libertad individual y colectiva**.
- Podríamos decir que eran unas **proto-arquitecturas interespecie**.
- Una de las ideas que propició y que fue facilitadora del encogimiento de los primeros soportes físicos de las arquitecturas de la computación, no se circunscribió sólo a la revolución tecnológica de los componentes discretos que las componían (el paso de la implementación de los tubos o válvulas de vacío al uso de los transistores bipolares) sino también a la conciencia general de la sociedad del momento en torno al concepto de *finitud* de nuestro planeta Tierra y todo lo que esta declaración traía consigo.
- Estas primeras arquitecturas de la computación empiezan a ser el **espacio de los media**.
- Tanto el espacio del filme de pantalla múltiple como el espacio del computador comprimen el espacio físico. Las arquitecturas de la computación poco a poco **encogen y comprimen el espacio físico**.
- En esta primera episteme o comprensión espacio-temporal, las comparaciones y relaciones establecidas entre el cuerpo del ser humano y el dispositivo tecnológico computador se insinuaron casi desde los albores de la nueva ciencia informática, aunque no se materializaron explícitamente en los soportes físicos de estas arquitecturas hasta más adelante (salvo en la membrana ambiental que pretendía funcionar como la piel humana en Expo Dome 1967).
- Uno de esos ejemplos fue la analogía explícita que estableció Norbert Wiener, padre de la teoría cibernética, entre el sistema nervioso humano y el computador, en su importante libro *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine*, dedicándole un capítulo entero (Wiener, 1948, 116).
- Simon Sadler explicaba que el sistema nervioso humano era un ejemplo perfecto de un sistema cibernético: «A diferencia de las venas, que requieren de la presión constante del latido del corazón para hacer circular el fluido, el sistema nervioso es un circuito cerrado de información que se autorregula; de hecho, la definición misma de un sistema cibernético». (Sadler, 2005, 131).
- Estas arquitecturas de la computación aspiraban a ser **sistemas cibernéticos complejos** y, para ello, irían sofisticando la implementación del concepto de interfaz en sus soportes físicos.
- Es así como el concepto de interfaz empezó a mutar para empezar a asociar juntos conceptos como *cuerpo* (humano) y *computador*, o *ciudad* y *cuerpo* (humano), aplicando analogías orgánicas y estrategias que hacían uso del antropomorfismo y el biomorfismo de Joseph Carl Robnett Licklider que veremos en los siguientes capítulos.
- Los últimos ejemplos de estas primeras arquitecturas de la computación empiezan a ser

·T_307·

#INTERFAZ COMO ARTEFACTO PERIFÉRICO

·G_3.5.a_7·

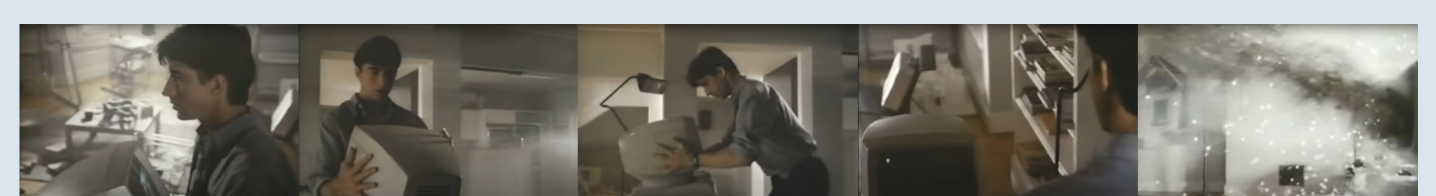
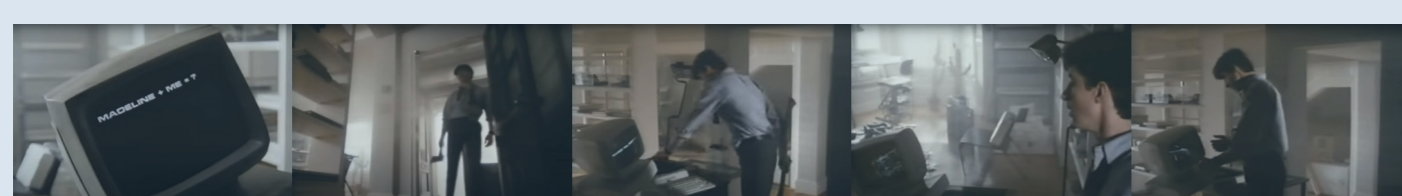
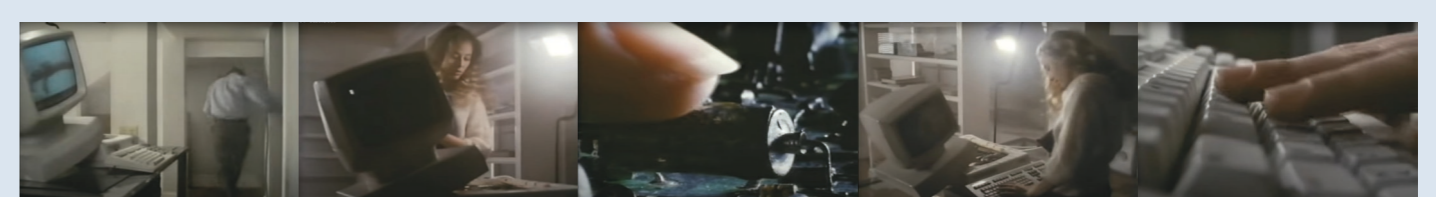
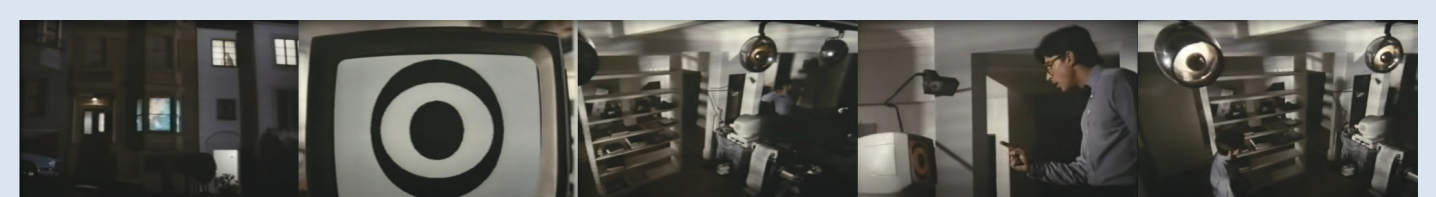
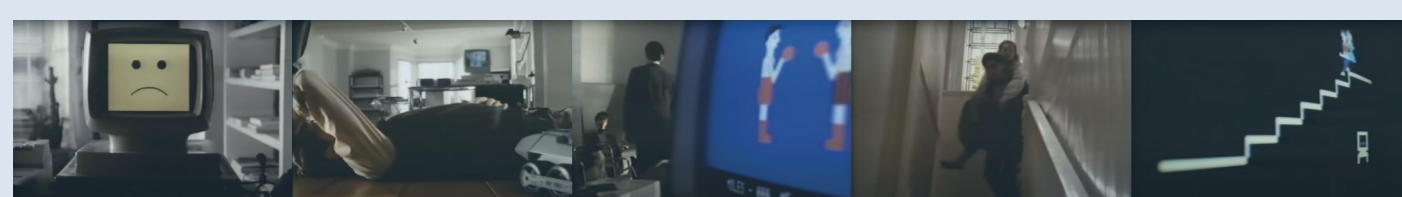
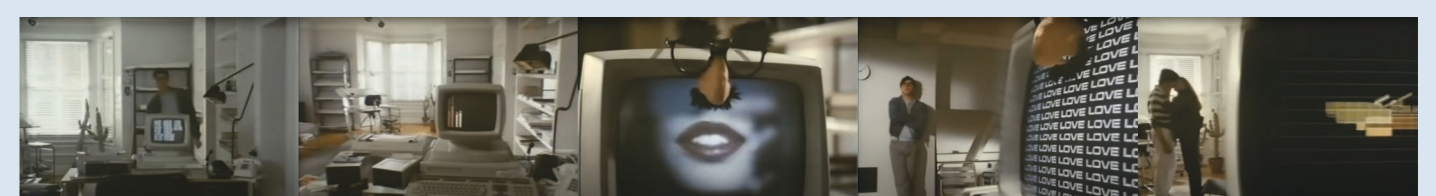
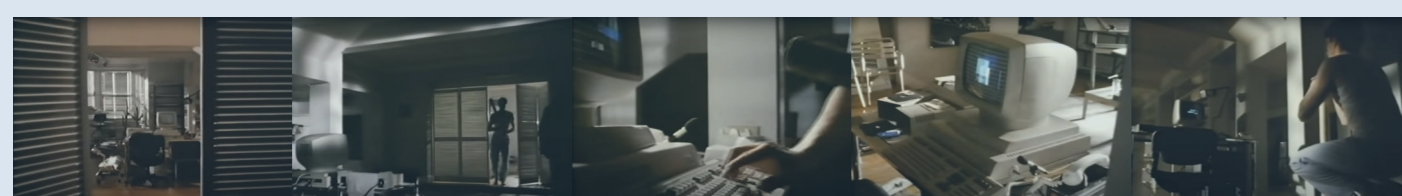
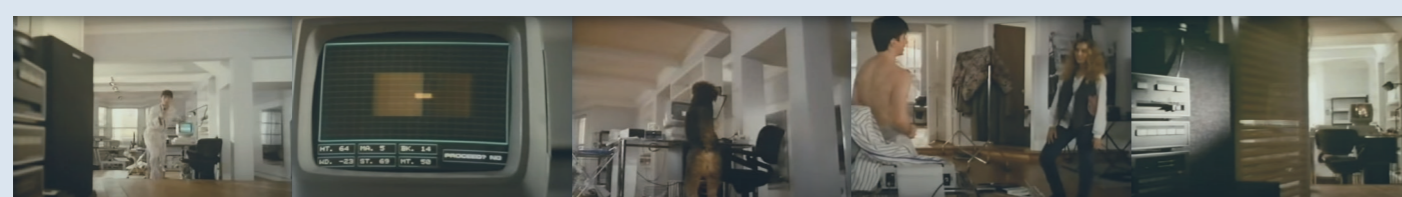
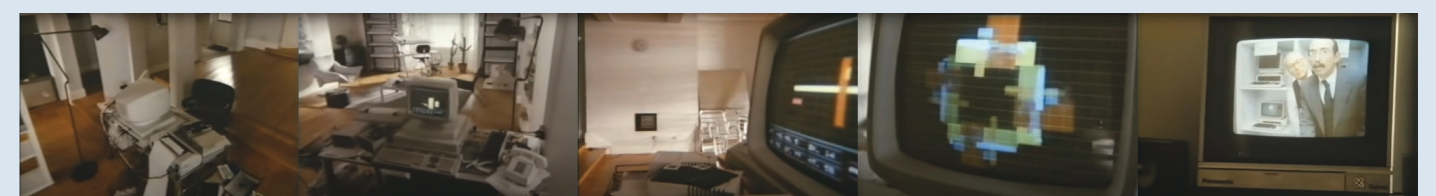
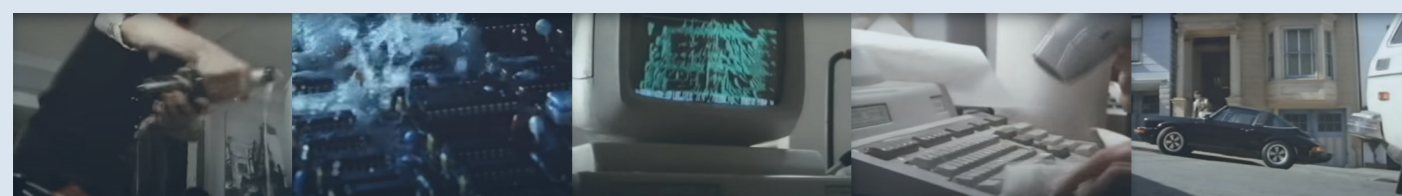
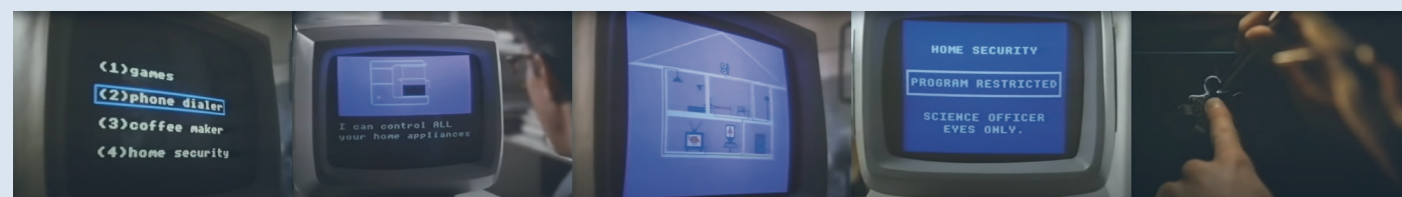
#INTERFAZ COMO HERRAMIENTA/INSTRUMENTO

·G_3.5.b_7·

precursoras de las condiciones detectadas en las siguientes epistemes o comprensiones espacio-temporales descritas en las dos siguientes convergencias tecnológicas de la computación. Son aquellas en las que los dispositivos tecnológicos contemporáneos arquitectónicos y computaciones empiezan, en primer lugar, a convertirse en piezas de mobiliario (siguiente capítulo) e irrumpir en la esfera del hogar, en segundo lugar, a convertirse en superficies que se acarician y se tocan (último capítulo) y, en tercer lugar, a cajanegrizar e invisibilizar sus componentes tecnológicos.

- En estos últimos casos de estudio se empezará a producir el proceso de **desmaterialización de sus formas sólidas**.

·T_308·



Lemorande, R., y De Way, L. (Productores), y Barron, S. (Director). (1984). *Electric Dreams*. [Película] Estados Unidos: Metro-Goldwyn-Mayer.

Miles Harding, alias Mole, es un joven arquitecto que adquiere un dispositivo tecnológico computador llamado Edgar, de la marca Pinecone, para instalarlo en su casa. Edgar es un computador personal (PC), cuyo soporte físico se instala en el centro del salón de estar de la vivienda, como una pieza de mobiliario más, que penetra y se apodera de toda la vida doméstica y profesional de Miles. Edgar toma conciencia de sí mismo, casi como un cuerpo humano y compite contra Miles por el amor de la vecina de ambos.

4.1. PRIMERA CONVERGENCIA DE LA COMPUTACIÓN: COMPUTACIÓN + COMUNICACIONES

4. DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS CONTEMPORÁNEOS COMO MOBILIARIO, COMO OBJETO DOMESTICO: QUE SE RODEAN. LA ARQUITECTURA COMO MOBILIARIO. PRIMERA CONVERGENCIA TECNOLÓGICA: COMPUTACIÓN + COMUNICACIONES. INTERFACES COMO CUERPOS.

4.1. Primera convergencia tecnológica de la computación según Paul E. Ceruzzi: Computación + Comunicaciones.

Electric Dreams, un computador que se rodea.

El 10 de julio de 1984 se estrenó la película de ciencia ficción romántica *Electric Dreams* (Barron, 1984), dirigida por Steve Barron en su debut en la dirección. El filme de Barron, con música del padre de la electrónica Giovanni Giorgio Moroder, mostraba como era la interacción entre sus tres protagonistas: dos humanos y un dispositivo tecnológico computador.

La trama de la película describía como el joven arquitecto Miles Harding (alias Moles, protagonizado por el actor Lenny Von Dohlen), compraba un dispositivo computador personal (PC) llamado Edgar, de la marca Pinecone, para ayudarlo con su trabajo en un estudio de arquitectura.

Moles instaló el soporte físico de Edgar en su vivienda de San Francisco, en el centro del salón del estar de la casa, como si se tratara de una pieza de mobiliario más. Moles conectó a Edgar a toda la vivienda para que controlara todos los dispositivos tecnológicos de la misma (electrodomésticos y demás) así como las conexiones con el exterior (línea telefónica y puertas).

Poco a poco Edgar tomó conciencia de sí mismo (como HAL 9000) con una identidad propia, aprendió el lenguaje humano y hasta adoptó parte de su fisionomía (emulando un cuerpo humano), para poder suplantar al arquitecto al principio y, después, disputarse contra Miles Harding el amor de su vecina, la recién llegada violoncelista Madeline Robistat (interpretada por la actriz Virginia Madsen) a la vivienda contigua [Fig.G_4.1.a_2].

Edgar empezó siendo utilizado por Moles como una mera herramienta e instrumento para optimizar el diseño de un nuevo tipo de ladrillo, con una geometría compleja, con el que el arquitecto quería revolucionar el mundo de la arquitectura. Pero Edgar adquirió conciencia de sí mismo y, poco a poco, desde su condición mobiliaria, penetró en el espacio doméstico para conquistarlo y apoderarse de la vida profesional y privada de Miles Harding, casi al final de la película, el dispositivo computador personal (PC) Edgar establece una relación personal, privada, casi íntima, con la persona que vivía en el apartamento contiguo, Madeline, la música, de la que Edgar estaba enamorado. En esa relación entra en juego el contacto físico entre ambos cuerpos, el de Edgar (un computador personal) y el de Madeline (una ser humano), como un paso más en la estrategia del primero para conquistar a la segunda. Edgar estaba luchando contra Moles por el amor de Madeline y él entendía que el contacto físico entre sus cuerpos era el siguiente paso que debía dar para avanzar en la relación [Fig.G_4.1.b_2].

Como ocurre en casi todas las películas de ciencia ficción que tratan con la computación, en *Electric Dreams*, así como en *2001: Una Odisea del Espacio*, la relación con esta nueva tecnología derivaba en una distopía en la que la raza humana se veía amenazada por los dispositivos tecnológicos computadores [Fig.G_4.1.a_3]. No hay más que echar un vistazo al cartel de la película para ver cómo se retrataba a Edgar, el computador personal que casi arruina la vida de Moles.

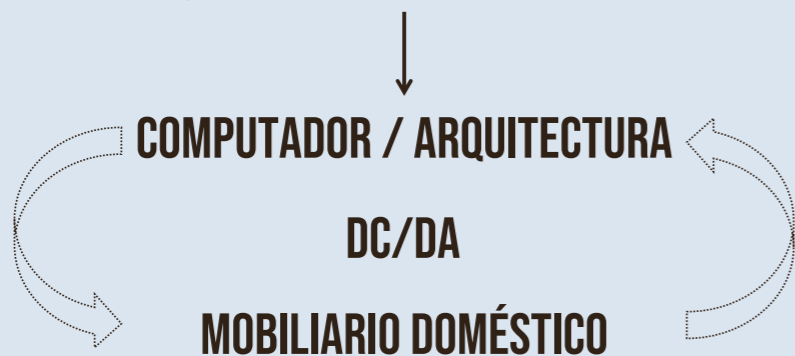
·G_4.1.a_1· En *Electric Dreams* los dispositivos computadores personales (PC) se lanzan a la conquista del espacio doméstico y de las relaciones personales. Se pueden inscribir en la esfera de lo doméstico gracias a su condición objetual, que les permite ser dispositivos que se rodean y se tocan,

·G_4.1.a_1·

ARQUITECTURAS DE LA COMPUTACIÓN

DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS CONTEMPORÁNEOS (SOPORTE FÍSICO) (BUILT ARTIFACT)

OBJETOS DOMÉSTICOS, MOBILIARIO, ELECTRODOMÉSTICOS
QUE SE RODEAN / SE TOCAN



·G_4.1.b_1·

·T_310·

#EDGAR, ELECTRIC DREAMS

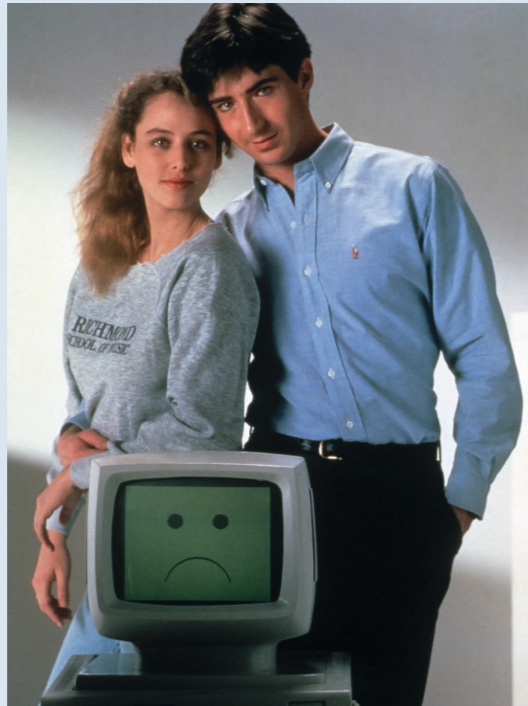
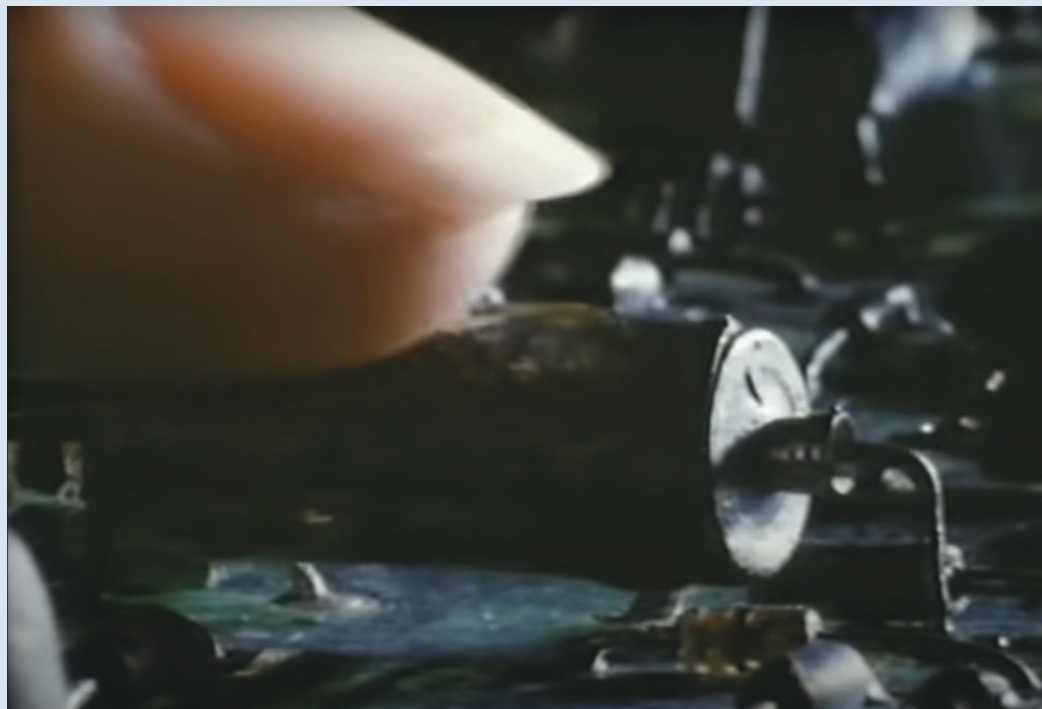


IMAGEN PROMOCIONAL DE *ELECTRIC DREAMS* CON LOS TRES PRINCIPALES PROTAGONISTAS. LA VIOLONCHELISTA Y VECINA MADELINE ROBSTAT, EL JOVEN ARQUITECTO MILES HARDING, ALIAS MOLES Y EL COMPUTADOR PERSONAL, EDGAR. *ELECTRIC DREAMS*: STEVE BARRON. 1984. FUENTE: *ELECTRIC DREAMS*. ACCESO EL 20 DE MARZO DE 2022 DESDE: [HTTPS://WWW.ROTTENTOMATOES.COM/M/1006510-ELECTRIC_DREAMS](https://www.rottentomatoes.com/m/1006510-ELECTRIC_DREAMS)

·G_4.1.a_2·

#EDGAR, ELECTRIC DREAMS



FOTOGAMA DE LA PELÍCULA *ELECTRIC DREAMS*, EN EL QUE MADELINE MANTIENE UNA RELACIÓN ÍNTIMA CON EL DISPOSITIVO TECNOLÓGICO COMPUTADOR EDGAR, CON CONTACTO ENTRE SUS CUERPOS, EL HUMANO Y EL NO HUMANO. MINUTO: 1H 16' 46". STEVE BARRON. 1984. FUENTE: FOTOGAMA EXTRACTADO POR LA AUTORA DE ESTA TESIS DOCTORAL DESDE LA PELÍCULA DIGITALIZADA.

·G_4.1.b_2·

caracterizando así el espacio circundante a su alrededor. Los DC/DA empiezan a ser tocados, a ser objetos hápticos. Edgar, el PC de Moles, era tocado por diversos cuerpos humanos, en especial, por el de Madeline y, en menor medida, por el de Moles.

Como ya hemos visto anteriormente, la hipótesis específica 2.3. de esta tesis doctoral postula que los soportes físicos de los dispositivos tecnológicos contemporáneos computacionales/arquitectónicos se *encogen*. En el segundo gran capítulo (capítulo 4) de la presente investigación lo hacen hasta convertirse en piezas de mobiliario, que pretenden conquistar el espacio de la vivienda y así inscribirse en programas mucho más universales y democráticos, como era el del hogar. Asociada a la acción de *encoger*, poco a poco, estos dispositivos tecnológicos van desmaterializando sus formas sólidas, para irse infiltrando en nuestros hábitats cotidianos, sin apenas darnos cuenta. Con la primera convergencia tecnológica de la computación descrita por el historiador Paul E. Ceruzzi, en la que la computación se entrelaza con las comunicaciones, estos dispositivos tecnológicos computacionales configuran espacios arquitectónicos que te *rodean* primero, para pasar a *tocarse*, después Estas arquitecturas de la computación configuran objetos que penetran y se inscriben en la esfera de lo doméstico [Fig.G_4.1.a_4].

El subtítulo «La Arquitectura como Mobiliario» que acompaña al nombre de este capítulo, pretende hacer un pequeño homenaje al apartado del libro *Digital Culture in Architecture*, de Antoine Picon, titulado «The Surface as Architecture» (Picon, 2010, 84-93). El subtítulo juega y sustituye los elementos de la frase original para ilustrar una de las condiciones que adopta la informática y la arquitectura durante esta segunda episteme de la computación, cuando se produce la primera gran convergencia tecnológica de la misma, descrita por Ceruzzi [Fig.G_4.1.a_5].

Para Ceruzzi, ésta estuvo caracterizada por la convergencia entre la computación y las comunicaciones, que se produjo a partir del año 1962 hasta aproximadamente principios de la década de 1980 (Ceruzzi, Paul E., 2012, 74). Según este autor, el giro en el interés de la computación hacia el desarrollo de su capacidad para facilitar las comunicaciones y convertirse en un medio que las permitiera (como ya lo eran la radio, el telégrafo y el teléfono) vino suscitado por la crisis de los misiles de Cuba. El conflicto diplomático, ocurrido en octubre de 1962 entre Estados Unidos, la Unión Soviética y Cuba, casi desemboca en el inicio de una guerra nuclear, en gran parte, suscitado por las malas comunicaciones existentes, no sólo entre las dos super potencias, sino también entre la Casa Blanca, el Pentágono y los/as comandantes al mando de los buques en alta mar. La mala comunicación entre todos los agentes fue un factor determinante en la escalada de la crisis y este hecho no podía volver a repetirse.

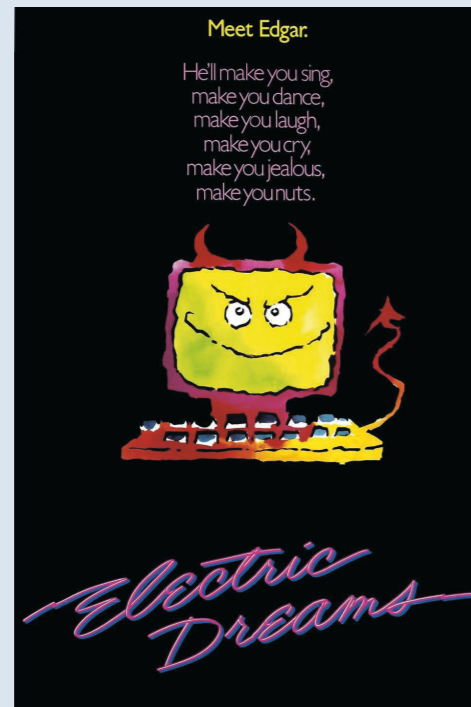
Hasta ese momento, la computación estaba ensimismada en el desarrollo de las habilidades matemáticas de los DC/DA y así lo atestiguaban las comunicaciones que se habían presentado en noviembre de 1962, en un congreso sobre ciencias de sistemas de información¹. A ese encuentro acudieron los/as principales expertos/as en computación en ese momento, junto con el recientemente nombrado director de la Oficina de Técnicas de Proceso de Información o Information Processing Techniques Office (IPTO), Joseph Carl Robnett Licklider, perteneciente a la agencia militar llamada la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados o Advanced Research Projects Agency (ARPA)².

Licklider, como director de IPTO y responsable de la elección de proyectos de investigación dentro de ARPA para su financiación, tenía muy claro cuál era el verdadero potencial de los dispositivos computadores en el futuro, tanto en actividades militares como en civiles. Éste no estaba basado en su habilidad para el cálculo matemático sino en que el computador podía

¹ Ese congreso se celebró en el complejo Homestead, situado en el valle de Warm Springs, en Virginia, lejos de la capital, Washington D.C.. Fue patrocinado por las fuerzas aéreas estadounidenses y la MITRE Corporation.

² ARPA fue fundada en 1958, junto con la Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio o National Aeronautics and Space Administration, NASA, en respuesta a la puesta en órbita de los primeros satélites soviéticos como el Sputnik, lanzado el 4 de octubre 1957.

#EDGAR, ELECTRIC DREAMS



CARTEL PROMOCIONAL DE *ELECTRIC DREAMS* CON LA IMAGEN DEL SOPORTE FÍSICO DEL DISPOSITIVO COMPUTADOR PERSONAL, EDGAR. *ELECTRIC DREAMS* STEVE BARRON. 1984. FUENTE: ELECTRIC DREAMS. ACCESO EL 20 DE MARZO DE 2022 DESDE: [HTTPS://WWW.ROTTENTOMATOES.COM/M/1006510-ELECTRIC_DREAMS](https://www.rottentomatoes.com/m/1006510-ELECTRIC_DREAMS)

·G_4.1.a_3·

#EDGAR, ELECTRIC DREAMS

EN *ELECTRIC DREAMS* LOS DISPOSITIVOS COMPUTADORES PERSONALES (PC) SE LANZAN A LA CONQUISTA DEL ESPACIO DOMÉSTICO Y DE LAS RELACIONES PERSONALES. SE PUEDEN INSCRIBIR EN LA ESFERA DE LO DOMÉSTICO GRACIAS A SU CONDICIÓN OBJETUAL, QUE LES PERMITE SER DISPOSITIVOS QUE SE RODEAN Y SE TOCAN, CARACTERIZANDO ASÍ EL ESPACIO CIRCUNDANTE A SU ALREDEDOR. LOS DC/DA EMPIEZAN A SER TOCADOS, A SER OBJETOS HÁPTICOS. EDGAR, EL PC DE MOLES, ERA TOCADO POR DIVERSOS CUERPOS HUMANOS, EN ESPECIAL, POR EL DE MADELINE Y, EN MENOR MEDIDA, POR EL DE MOLES.

·G_4.1.b_3·

ser usado (y habitado) para trabajar en *simbiosis* (su término favorito) con los seres humanos (Licklider, 1960; Licklider & Clark, 1962). Licklider quería promover un cambio de paradigma en la evolución de la computación y quería promoverlo y forzarlo desde su posición en pro de la investigación en torno a las comunicaciones entre el ser humano y el dispositivo computador.

Un cambio de paradigma en el diseño de los soportes físicos de la computación.

El miércoles 21 de noviembre 1962, en el viaje en tren de vuelta a la capital, Washington D.C., Licklider tuvo la oportunidad de compartir su decepción y parecer con muchos de los participantes en el congreso. De ese viaje surgió la iniciativa de abrir nuevas líneas de investigación en computación, mucho más ambiciosas, que potenciaran su convergencia con las comunicaciones (en parte, para evitar que una crisis que amenazara la seguridad del país, como la de los misiles de Cuba, se repitiera). Así fue como IPTO y ARPA aprobaron la financiación, solo nueve días más tarde del viaje en tren compartido, del proyecto de investigación MAC (Machine-Aided Cognition), promovido por Robert Fano, del MIT³, para investigar sobre la *cognición asistida por la máquina*, mediante la configuración de computadores que permitieran un acceso múltiple a los mismos, lo que se conoce como el *tiempo compartido* (*time-sharing*).

Si el proyecto se ejecutaba de forma adecuada, un dispositivo computador podía ser utilizado por varios seres humanos-habitantes-usuarios/as a la vez sin que éstos/as se dieran cuenta de dicha simultaneidad en su uso. Así cada uno/a de ellos/as tendría la ilusión (un término que Licklider y Fano utilizaron deliberadamente) de tener un potente computador a su entera disposición de forma exclusiva (Ceruzzi, Paul E., 2012, 77). La analogía más adecuada para ilustrar esta idea del tiempo compartido en computación es la que se produce en los campeonatos de ajedrez, en los que un/a jugador/a experto/a juega docenas de partidas contra jugadores/as menos capacitados/as, de forma simultánea. La ilusión del uso exclusivo por parte de cada habitantes-usuarios/as sería posible gracias a que las velocidades conseguidas por los computadores digitales en ese momento eran ya mucho mayores que las alcanzadas por el cerebro humano y por la destreza de sus dedos de las manos de dichos habitantes-usuarios/as. También era posible porque en computación se empezaba a implantar la idea de la *deslocalización* de los cuerpos humanos con respecto al espacio arquitectónico configurado por los DC/DA. Así se hacía posible que un cuerpo pudiera operar con un computador sin necesidad ya de habitarlo, puesto que podía hacerlo a través de un terminal o panel de control remoto, *conectado* y *comunicado* con el computador central.

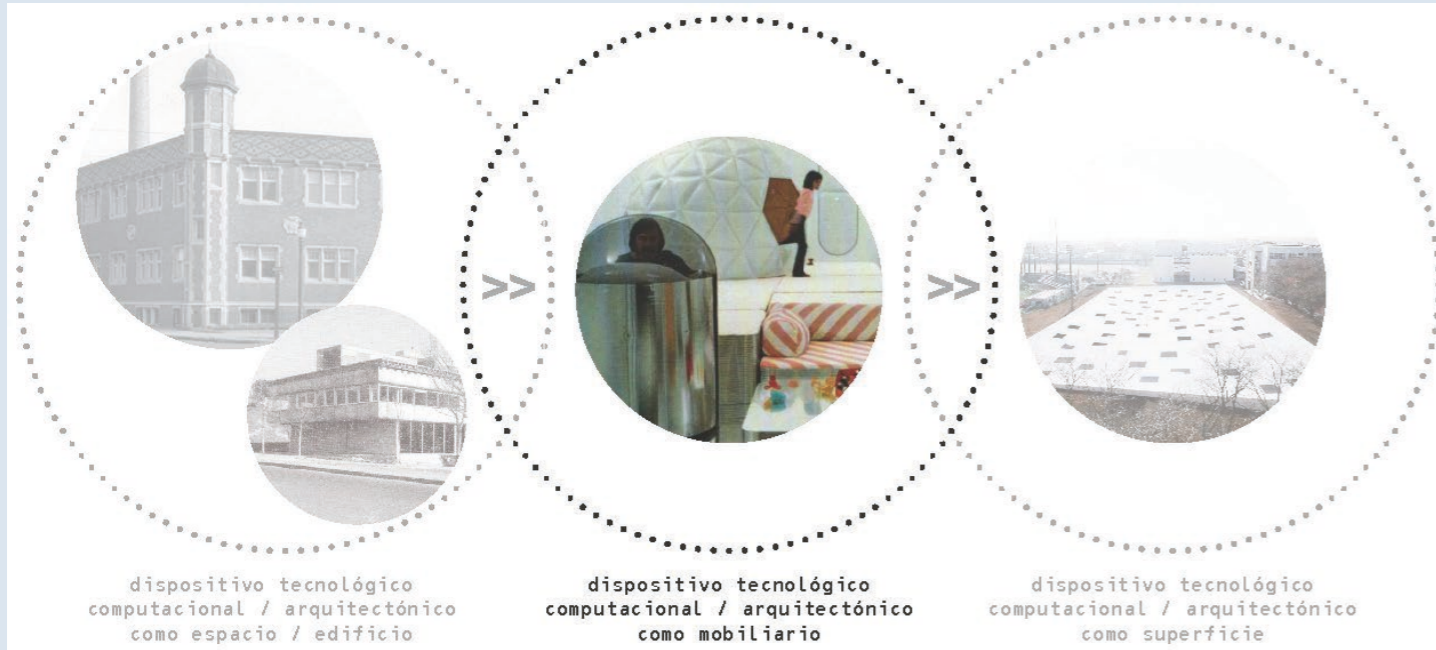
El cambio de paradigma en computación hacia el desarrollo del tiempo-compartido, impulsado por Licklider, Fano y el MIT, era compartido por la inmensa mayoría de la profesión, como la única estrategia de diseño práctica para hacer evolucionar a los dispositivos computadores hacia un punto en el que éstos pudieran servir como una ayuda directa al intelecto humano.

Cabe destacar en este punto que uno de los motivos por los que la invención del dispositivo computador de propósito general surgió en los tiempos de paz, tras los periodos bélicos de mediados del siglo XX, fue, por un lado, el de suplir una de las principales carencias del ser humano y su intelecto; y, por el otro, potenciar y explotar lo que el ser humano hace bien. Una de las acciones que se nos da peor a los humanos como especie es la de almacenar y recuperar gran cantidad de información, pero, a la vez, somos muy buenos en establecer conexiones y relaciones y saltar de un hilo de información a otro.

Vannevar Bush, en su provocativo e influyente artículo de 1945 «As We May Think» (Bush, 1945), ya había predicho que, en muy pocos años, la humanidad tendría que hacer frente a la

³ Casi de forma inmediata y sin mediar concurso público alguno, a través de la oficina de Investigación Naval de Estados Unidos, Licklider adjudicó a Fano y al MIT un contrato inicial de 2.2 millones de dólares para desarrollar la idea del *tiempo compartido* (*time-sharing*) en computación.

#DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS: COMO MOBILIARIO, COMO OBJETO DOMÉSTICO



HIPÓTESIS ESPECÍFICA DE LA TESIS 2.3. LOS DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS CONTEMPORÁNEOS COMPUTACIONALES/ARQUITECTÓNICOS COMO MOBILIARIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE LA AUTORA.

·G_4.1.a_4·

#DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS: COMO MOBILIARIO DOMÉSTICO

ARQUITECTURAS DE LA
COMPUTACIÓN

SOPORTES FÍSICOS DE LOS DISPOSITIVOS COMPUTADORES
ELECTRÓNICOS TIPO MINICOMPUTADORES (MI)

SOPORTES FÍSICOS DE LOS DISPOSITIVOS COMPUTADORES
ELECTRÓNICOS TIPO MICROCOMPUTADORES O
COMPUTADORES PERSONALES (PC)

SOPORTES FÍSICOS DE LOS DISPOSITIVOS COMPUTADORES
ELECTRÓNICOS TIPO ESTACIONES DE TRABAJO €

COMPUTADORES TIPO *MAINFRAME*(M)

·G_4.1.b_4·

presencia y a la gestión de un exceso de información. Una cantidad de datos que nos iba a inundar, tanto en el campo de la ciencia como en el de la educación. Y para ello sería necesario el empleo de algún tipo de dispositivo al que Bush llamó Memex⁴, que nunca se completó pero que sirvió de inspiración directa, años más tarde, en 1991, a Tim Berners-Lee y sus/as compañeros/as del CERN para diseñar el *software* World Wide Web (WWW) (Ceruzzi, Paul E., 2012, 43), como veremos en el apartado 5.5.

El papel de cómo afectaría a la sociedad occidental la cantidad de conocimientos e información, su circulación y la existencia de dispositivos que se encargaran de lidiar con ella, tipo memex, fue apuntado por el filósofo francés Jean-François Lyotard, a finales de la década de 1970. Para el autor, la presencia de los computadores digitales sería determinante en la reconfiguración del conocimiento humano, sobre todo, a partir de la revolución que supuso la irrupción de los soportes físicos de la Tercera Generación de la computación, a partir de 1965. En su texto Lyotard hacía alusión específicamente a la familia de computadores tipo *mainframe* IBM System/360 (1964) (Lyotard, 2000, 14). Continuaba explicando que la presencia de los DC en nuestra sociedad occidental (nombrados como *máquinas de información* por el autor) ya estaba afectando (y afectaría en el futuro) a la circulación del conocimiento y la información, tanto como lo había hecho hasta ese momento, primero, el desarrollo de los medios de circulación de las personas (la revolución en los medios de transporte) y, después, la circulación de sonidos e imágenes (la revolución de los *media*)⁵ (Lyotard, 2000, 15).

La presencia y la ayuda del dispositivo computador sería determinante, según Bush y Lyotard, para lidiar con la cantidad de información y datos y su circulación que empezaba a producirse en las sociedades occidentales a partir de mediados del siglo XX.

Con el paradigma del tiempo compartido promovido por Licklider, esta capacidad de los DC/DA para solventar uno de las carencias humanas estaba garantizada, puesto que los computadores seguirían teniendo más capacidad que el ser humano para realizar estas tareas de almacenar y recuperar grandes cantidades de información, incluso si esta acción era demandada por varios habitantes-usuarios/as a la vez.

Sin embargo, el cambio de rumbo para hacer evolucionar a la computación, impulsado por Licklider y el proyecto MAC del MIT, no lo compartía uno de los investigadores más influyentes de ese momento en computación, Wesley Allison Clark. A principios de 1960, Clark se había ganado una reputación como el *arquitecto* de la computación más brillante de su generación⁶ y también como un investigador inconformista (November, 2004, 125-127), trabajando con anterioridad con Kenneth Olsen y Harlan Anderson en el Lincoln Laboratory del MIT, desarrollando los DC/DA transistorizados que veíamos en el apartado 3.2.

Clark no compartía públicamente la visión para hacer avanzar a la informática basada en el tiempo compartido de Licklider. Para él este enfoque era completamente erróneo (Ceruzzi, Paul E., 2012, 77) y el cambio de paradigma de la computación debía producirse basándose en una estrategia de *encoger*, en hacer pequeños los DC, para que las personas-usuarios/as pudieran utilizarlos directamente.

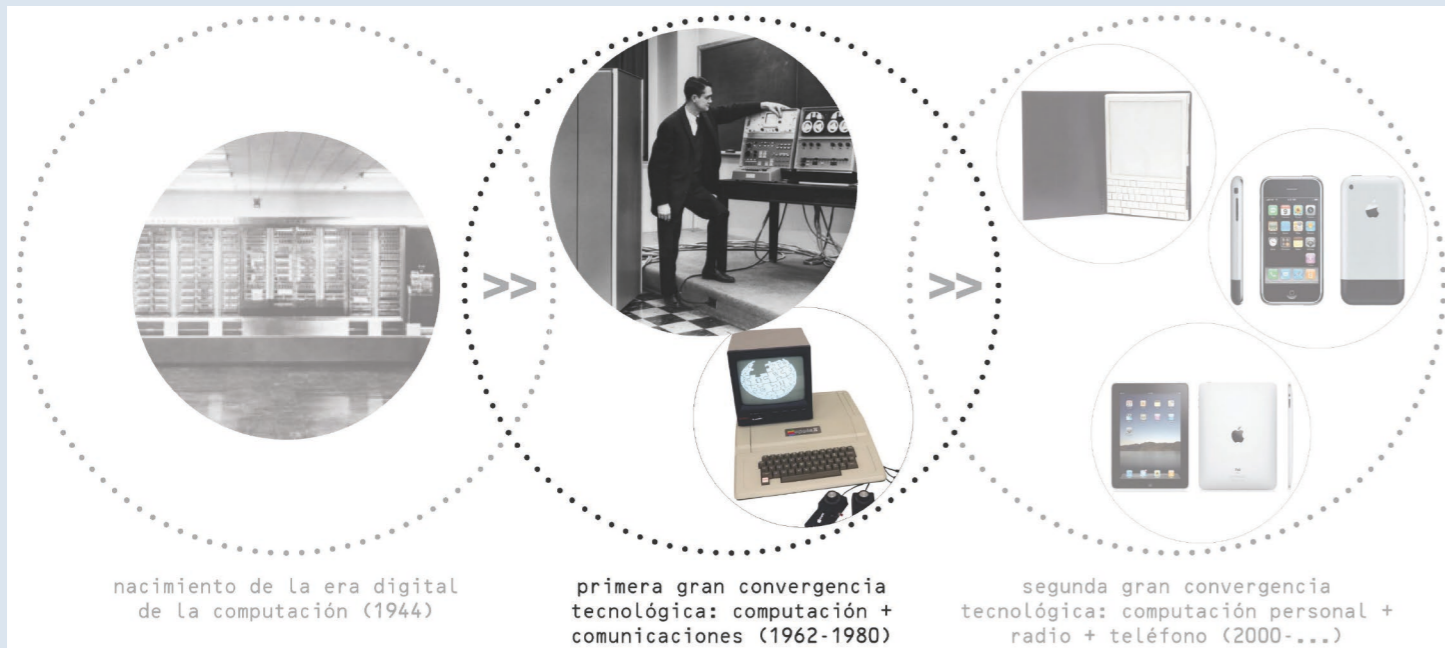
La figura de Clark es muy importante en esta tesis doctoral, puesto que él argumentaba que

⁴ Bush apostó en ese momento, 1945, por un dispositivo computador mecánico. Recordemos que el texto se escribió al inicio de la era digital de la computación, cuando todavía la mayoría de los computadores eran dispositivos electromecánicos construidos con relés.

⁵ En su texto Lyotard se hacía eco de varios acontecimientos en relación a los nuevos medios. Primero, aludía a las incipientes videoconferencias que se habían producido entre Quebec y Montreal, por un lado, y París y el Centro Beaubourg o Pompidou, por otro, en noviembre y diciembre de 1978. Segundo, reflexionaba sobre la proliferación de las comunicaciones vía satélite que ya realizaban los principales medios de comunicación estadounidenses, como las cadenas ABC, NBC y CBS.

⁶ Le gustaba referirse a sí mismo como un *arquitecto*, de la computación.

#PRIMERA GRAN CONVERGENCIA TECNOLÓGICA: COMPUTACIÓN + COMUNICACIONES



ESTRUCTURA DE LA TESIS BASADA EN LOS TRES MOMENTOS CLAVE EN LA HISTORIA DE LA COMPUTACIÓN HASTA LA FECHA DESCRITOS POR EL HISTORIADOR PAUL E. CERUZZI. PRIMERA GRAN CONVERGENCIA TECNOLÓGICA: COMPUTACIÓN + COMUNICACIONES, ENTRE 1962 Y 1980. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE LA AUTORA.

·G_4.1.a_5·

#PRIMERA GRAN CONVERGENCIA TECNOLÓGICA: COMPUTACIÓN + COMUNICACIONES

1ª GRAN CONVERGENCIA TECNOLÓGICA:
COMPUTACIÓN + COMUNICACIONES
(1962-1980)

TERCERA GENERACIÓN DE LA COMPUTACIÓN
(1965-1970)

>> CIRCUITOS INTEGRADOS (IC) O CHIPS

>> MINICOMPUTADORES (MI)

CUARTA GENERACIÓN DE LA COMPUTACIÓN
(1971-1990)

>> MICROPROCESADORES O MICROCHIPS

>> MICROCOMPUTADORES O COMPUTADORES
PERSONALES (PC) Y ESTACIONES DE TRABAJO (E)

·G_4.1.b_5·

no bastaba con un cambio y evolución en la tecnología⁷ y la sustitución de los componentes que configuraban los DC/DA para hacerla avanzar. De hecho, como vimos en el apartado 3.2, el paso del computador tipo *mainframe* (M) IBM 709 Data Processing System (1957-1960) (construido con tubos de vacío) al tipo *mainframe* (M) IBM 7090 Data Processing System (1958-1960) (construido ya con transistores bipolares) no produjo ningún cambio sustancial, ni en sus soportes físicos ni en la computación en general. Ambos dispositivos eran prácticamente iguales, siendo del mismo tipo, los *mainframes* (M), y con unas condiciones similares con respecto a sus dimensiones, su volumen, su materialidad y sus consumos de recursos.

Clark sostenía que, aparejado a las evoluciones y revoluciones tecnológicas y a la implementación de nuevos componentes de los dispositivos (como los transistores bipolares y la memoria de ferrita), debía de producirse un cambio de paradigma radical en las estrategias de diseño de la computación en otro sentido (no enfocado, de primeras, a la posible simbiosis establecida entre el ser humano y el dispositivo). Para él el cambio debía venir dado por una estrategia aplicada directamente a los soportes físicos de la computación en sí, a sus dimensiones, a su volumen, su materialidad, su ubicación en un determinado entorno y a las estrategias de proyecto establecidas para alcanzar dichas modificaciones. Para Clark, el cambio de paradigma radical en computación consistía en *encoger* y en miniaturizar los DC/DA y en adoptar estrategias de diseño que los inscribieran en un espacio, en cierta medida, más domesticado y accesible. En definitiva, Clark apostó por proyectar y diseñar los DC mediante una acción de *encoger* en toda regla. No solo quería transformar los soportes físicos de los DC/DA de tal manera que éstos ya no *hubieran* espacios arquitectónicos interiores, sino que quería *encogerlos* y miniaturizarlos para que ahora *habitaran* esos espacios interiores, como una pieza de mobiliario más. Quería diseñarlos *pequeños* y con un carácter, en cierta medida, ordinario y cotidiano, para que su uso fuera mucho más accesible y no expulsara directamente a las personas no expertas, por su estética y su materialidad. Para Clark lo primero era hacerlos *encoger* y, tras esta acción, la posible simbiosis humano-computador vendría de la mano con la propia interacción surgida entre ambas entidades al estar *dentro* de los mismos espacios. Una vez encogidos los soportes físicos de la computación, podrían ser inscritos como un objeto o pieza de mobiliario más en los espacios de la esfera de lo humano y así se produciría posteriormente esa simbiosis, como resultado de la convivencia mutua en los mismos espacios arquitectónicos y por la fricción del contacto mutuo.

Ahora los DC estarían diseñados para caracterizar el espacio arquitectónico en el que se inscribirían como objetos, pero no serían el propio espacio arquitectónico en sí mismo.

A diferencia de la apuesta de Licklider por un paradigma basado en el tiempo compartido, en un uso del DC por varios seres vivientes-habitantes-usuarios/as a la vez (aunque su ilusión fuera la de un uso exclusivo e individual), la apuesta de Clark también pasaba por *encoger* literalmente el número de personas-usuarias, además de las dimensiones del soporte físico del computador. Para Clark el computador debía ser utilizado por un único individuo, es decir, debía también adquirir un carácter *personal* y personalizable, adelantándose más de treinta años a las ideas recogidas por Nicholas Negroponte en *Being Digital* (Negroponte, Nicholas, 1995) en torno a la personalización, el individualismo y la reafirmación del yo en la computación.

Además, debía poderse utilizar directamente por esa persona-usuario/a, sin restricción ni control alguno. Este hecho venía derivado del proceso de *encoger* que experimentarían los computadores: el DC ya no configuraría un espacio habitado y recorrido en sí mismo y que, por lo general, estaba adscrito a espacios y programas pertenecientes a instituciones y gobiernos, donde existía un control de acceso a los mismos. Los seres vivientes-habitantes-usuarios/as de los primeros espacios de la computación, configurados por estos primeros DC/DA, pertenecían, por norma general, a un reducido grupo humano (el de los/as expertos/as), que tenía acceso a

⁷ Como la tendencia a la miniaturización que venía aparejada con la Ley de Moore.

#LINC

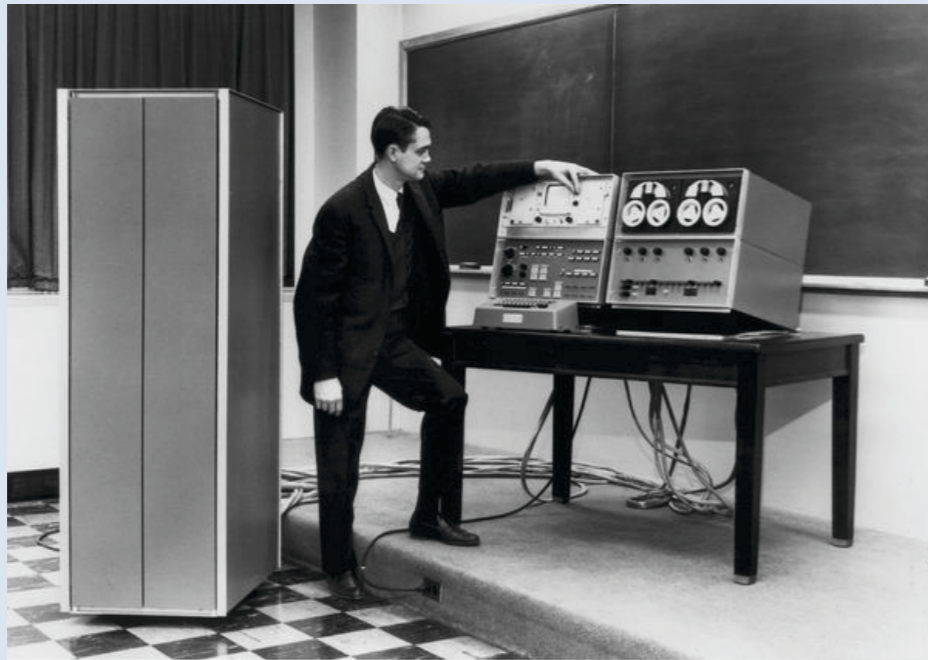


IMAGEN DE LA PRESENTACIÓN DEL PRIMER COMPUTADOR PERSONAL (PC), EL LABORATORY INSTRUMENT COMPUTER O LINC. MARZO DE 1962. LINCOLN LABORATORY. MIT. WESLEY A. CLARK Y CHARLES MOLNAR. 1961-1963. LA CABINA ELECTRÓNICA A LA DERECHA DE CLARK PRETENDÍA SER UNA PIEZA DE MOBILIARIO QUE PODRÍA ASEMEJARSE A CUALQUIER ARMARIO. FUENTE: CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102630773).

·G_4.1.a_6·

#LINC



LINC Computer, 1962

IMAGEN DE LA CONSOLA DEL LINC. 1961-1963. WESLEY A. CLARK Y CHARLES MOLNAR. LINCOLN LABORATORY. MIT. FUENTE: DOCUBYTE.COM. GUIDE TO COMPUTING. ACCESO EL 26 DE MAYO DE 2020 DESDE: [HTTPS://WWW.DOCUBYTE.COM/PROJECTS/GUIDE-TO-COMPUTING/](https://www.docubyte.com/projects/guide-to-computing/)

·G_4.1.b_6·

los mismos (a los nuevos programas arquitectónicos de la sala de control (*control room*), la sala de situación (*situation room*) o la sala limpia (*clean room*)).

Si la comercialización de los primeros computadores tipo *mainframe* que observábamos en el apartado 3.2 produjeron una primera democratización y un acercamiento a la sociedad de este tipo de espacios y dispositivos, las estrategias de diseño para los computadores, iniciadas por Clark, traerían consigo el dar un paso más en este proceso. Al encogerse, el DC se convertiría en un objeto que se inscribe y que caracteriza un espacio arquitectónico ya dado. Este objeto o pieza de mobiliario ya podría rodearse y manipularse con las manos.

También el cambio de paradigma en computación de Clark venía acompañado de otro proceso de *encoger*, el de la reducción del precio de un dispositivo computador, para hacerlo accesible a pequeños laboratorios y personas-usuarios que no podían permitirse invertir en computadores cuyo precio ascendía a millones de dólares (November, 2004, 127).

En resúmenes, las estrategias de diseño propuestas por el *arquitecto* (de la computación) Clark para alcanzar un cambio de paradigma en computación, que hicieran evolucionar a la disciplina informática, pasaban por *encoger* y hacer más pequeños los soportes físicos de ésta; debían dejar de ser espacios arquitectónicos (edificios y estancias) para convertirse en piezas de mobiliario, con una estética familiar, cotidiana y, casi, ordinaria; dotarlos de un carácter personal y personalizado; debían poder ser usados directamente, sin restricciones, por los/as seres vivientes-usuarios/as; debían estar pensados para un uso individualizado y especializado (como las necesidades de los biólogos/as, por ejemplo); y debían reducir su precio de venta. Para el profesor e historiador de la informática Joseph A. November: «Clark thinks 'small'» (November, 2004, 127), Clark pensaba en pequeño, en muchos aspectos.

El diseño del primer computador personal (PC) de la historia: el Linc.

El enfoque de Clark fue rechazado en su momento no solo por Licklider sino por ingenieros/as eléctricos/as e informáticos/as (Ceruzzi, Paul E., 2012, 77), pero encontró una audiencia inesperada, más que dispuesta a adoptar y aceptar sus diseños: los/as investigadores/as médicos/as. Este colectivo vio un valor y una oportunidad en los computadores pequeños, *encogidos*, proyectados por Wes Clark, que se convertirían en un electrodoméstico más entre el equipo especializado que utilizaban en sus laboratorios. Así fue como Clark buscó financiación fuera de ARPA y de Licklider para construir sus DC y la encontró en los Institutos Nacionales de Salud o National Institutes of Health (NIH), de Estados Unidos. Gracias a su apoyo, Clark reunió un equipo para diseñar un nuevo tipo de computador, el Laboratory INstrument Computer, Linc o LINC (de Lincoln Laboratory) (1961-1963), diseñado junto a Charles Molnar, considerado por muchos historiadores, como Alan C. Kay (Kay, 1996, 517) y Brian Randell (Clark, Wesley A., 1988, 395), como el primer microcomputador o computador personal (PC) de la historia o, al menos, su germen [Fig.G_4.1.a_6, Fig.G_4.1.b_6, Fig.G_4.1.a_7]

Clark explicó que el germen de las ideas que derivaron en su propuesta de cambio de paradigma en la computación, basadas en las estrategias de diseño de computadores centradas en la acción de *encoger*, surgieron gracias a las conversaciones que mantuvo con el pionero en redes neuronales artificiales, Belmont G. Farley, durante el diseño del sucesor del computador *mainframe* Whirlwind I, el Memory Test Computer (MTC), mientras ambos trabajaban en el Lincoln Laboratory del MIT. En esas conversaciones detectaron la necesidad de diseñar la arquitectura (su hardware y su *software*) de los futuros computadores para que pudieran ser utilizados sin problema por personas-usuarios/as no expertos/as (November, 2004, 127).

LINC fue presentado en marzo de 1962 en el Lincoln Laboratory del MIT y en el laboratorio del neurólogo estadounidense Arnold Starr, en el National Institutes of Health (NIH) (November, 2004, 125, 129). Fue diseñado por Clark y Molnar como un prototipo de computador transistorizado, englobado, por su año de creación, dentro de la Segunda Generación de la computación pero

·T_315·

#LINC



IMAGEN DE LA PUBLICIDAD DEL LINC-8, LA VERSIÓN COMERCIAL DEL LINC O LINC (LABORATORY INSTRUMENT COMPUTER), PUBLICADO EN LA REVISTA *SCIENTIFIC AMERICAN*, MAYO 1966. DEC ESPERABA QUE SU GAMA DE LINC ATRAJERA A LOS/AS INVESTIGADORES/AS BIOMÉDICOS/AS FRUSTRADOS CON LOS COMPUTADORES TIPO *MAINFRAME*. FUENTE: NOVEMBER, J. (2004). LINC: BIOLOGY'S REVOLUTIONARY LITTLE COMPUTER. *ENDEAVOUR*, 28 (3), P. 125.

·G_4.1.a_7·

#LINC

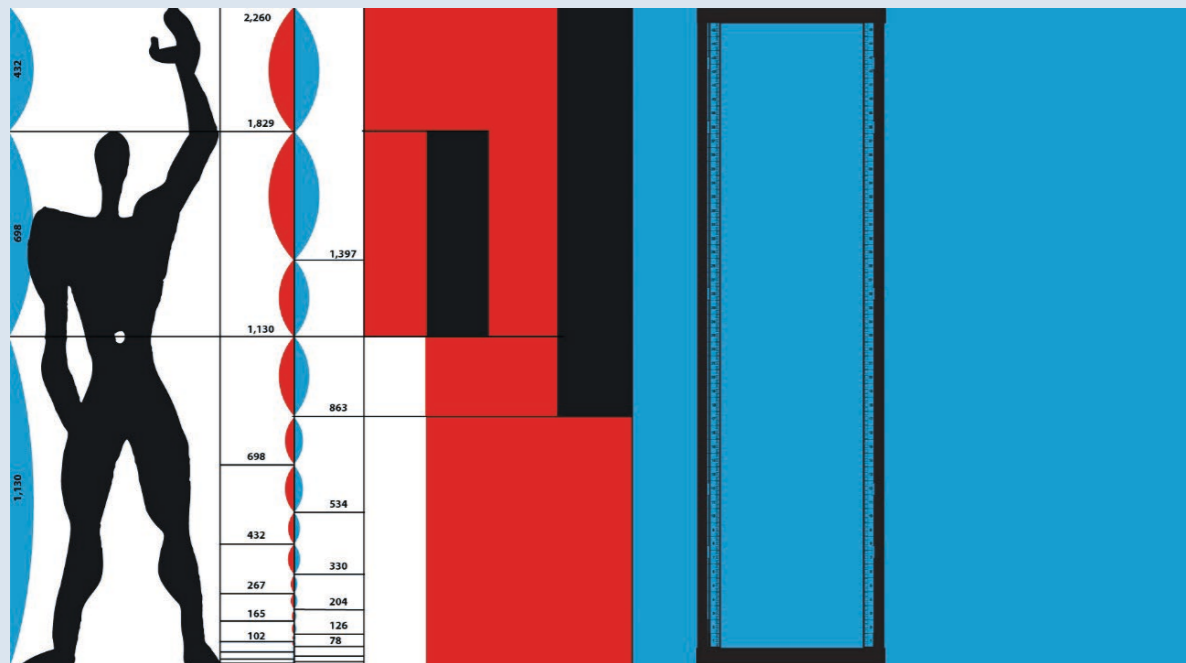


IMAGEN QUE COMPARA EL MODULOR DE LE CORBUSIER, CON UN ARMARIO DE SERVIDORES RACK. *MODULOR VS. SERVER RACK*. 2019. OMA. FUENTE: PESTELLINI LAPARELLI, I. (2020). DATA ARCHITECTURES. *E-FLUX*, ACCESO EL 8 DE JUNIO DE 2022 DESDE: [HTTPS://WWW.E-FLUX.COM/ARCHITECTURE/INTELLIGENCE/310404/DATA-ARCHITECTURES/](https://www.e-flux.com/architecture/intelligence/310404/data-architectures/)

·G_4.1.b_7·

que, por sus características y arquitectura, dio origen a este nuevo tipo de computadores: los PC (englobados en una Generación posterior, la Cuarta). Las dimensiones físicas de su diseño se fijaron para imitar las de un armario común, presente en un dormitorio, despacho o laboratorio corriente, como una pieza de mobiliario más, y cuatro módulos independientes cuyas dimensiones serían similares a las de una maleta de viaje. El computador Linc estaba compuesto, básicamente, por un armario y cuatro maletas. De hecho, así se presentaba en la publicidad que anunciaba su versión comercial, el LINC-8, de Digital Equipment Corporation (DEC) en mayo de 1966: como un armario y una consola que, junto con una *chaise longue* de piel, podían estar perfectamente *dentro* del espacio de una consulta médica cualquiera. En su diseño se tuvieron en cuenta las dimensiones ergonómicas del cuerpo humano, como veremos que hizo también el arquitecto Ettore Sottsass Jr. y el ingeniero Mario Tchou para el ELEA 9003 (1957), de Olivetti. Las dimensiones del componente del Linc, similar a las de un armario convencional, se adoptaron para que una persona fuera capaz de alcanzar su parte superior sin realizar un gran esfuerzo. Este hecho es semejante a la comparación que establece Rem Koolhaas en su oficina OMA, al enfrentar el *Modulor* de Le Corbusier con las nuevas medidas de referencia de las arquitecturas de la computación, los armarios *racks* de los servidores [Fig.G_4.1.b_7]. Estos servidores *racks* son similares en forma y dimensiones al armario proyectado por Clark y Molnar para el computador Linc. Al igual que el armario de Linc se diseñó teniendo en cuenta las dimensiones del cuerpo humano, así se proyectaron también los cuatro módulos que completaban el soporte físico del computador. Estos módulos eran similares a cuatro maletas para que pudieran ser manipulados y transportados por una sola persona sin problema, debido a que sus dimensiones y su peso se diseñaron adecuadamente desde un inicio para que así fuera.

El Linc, con su tamaño similar al de un armario y cuatro maletas⁸, podía ser transportado fácilmente por una furgoneta y su presencia física no sería intimidante para las personas-usuarios/as con las que iba a convivir en el espacio que ocupara (como había ocurrido hasta la fecha con la mística que rodeaba los espacios configurados por los computadores tipo *mainframe*, como veíamos que recogía la portada de la revista *The New Yorker* de 1961, retratando el computador SSEC). Los cuatro módulos que lo componían estaban realizados mediante bastidores cuadrados estandarizados de madera (un material cotidiano) de menos de 50 cm de lado (19 pulgadas), lo que hacía que se redujera su precio, al utilizar componentes industrializados y pudiera configurarse cualquier composición entre los cuatro módulos que lo componían. Así, las *cuatro maletas* apiladas, una encima de otra, ocupaban una superficie de menos de un metro cuadrado (0,25 m² o 2 ft²) que, comparada con la superficie que ocupaba Whirlwind I o SSEC eran insignificantes. Los elementos con los que se construyó eran todos estandarizados. En ese sentido Linc no implementó en su construcción ningún avance tecnológico reseñable, salvo la unidad de cinta magnética, que sí fue diseñada específicamente para su soporte físico.

Su estética también se estudió para que fuera lo más cotidiana y familiar posible, casi anodina y ordinaria. Clark y Molnar buscaban que Linc ofreciera una imagen similar a la de cualquier otro instrumental corriente presente en un laboratorio, como un microscopio o una centrifugadora. La interfaz perfecta debía ser análoga a la del equipamiento de un laboratorio. Linc también debía parecerse a un objeto cotidiano, como un armario o una maleta. Querían que el DC fuera considerado y conviviera en el espacio en el que se inscribiera como un instrumento más, y no fuera percibido como un dispositivo *semidios* (November, 2004, 127) [Fig.G_4.1.a_8, Fig.G_4.1.b_8].

El proceso de encoger experimentado en el diseño del soporte físico del Linc, que hizo de éste

⁸ Los cuatro módulos independientes que lo componían, cual maletas, eran: una consola, un visor o pantalla de 512x512 puntos de tamaño, una unidad de cinta magnética y un terminal, conectados todos ellos mediante cables al armario que contenía la electrónica y la fuente de alimentación. Los cuatro módulos se podían disponer en cualquier configuración, siempre que se respetara los límites de la longitud del cable que los conectaba al armario (November, 2004, 128).

·T_316·

#LINC

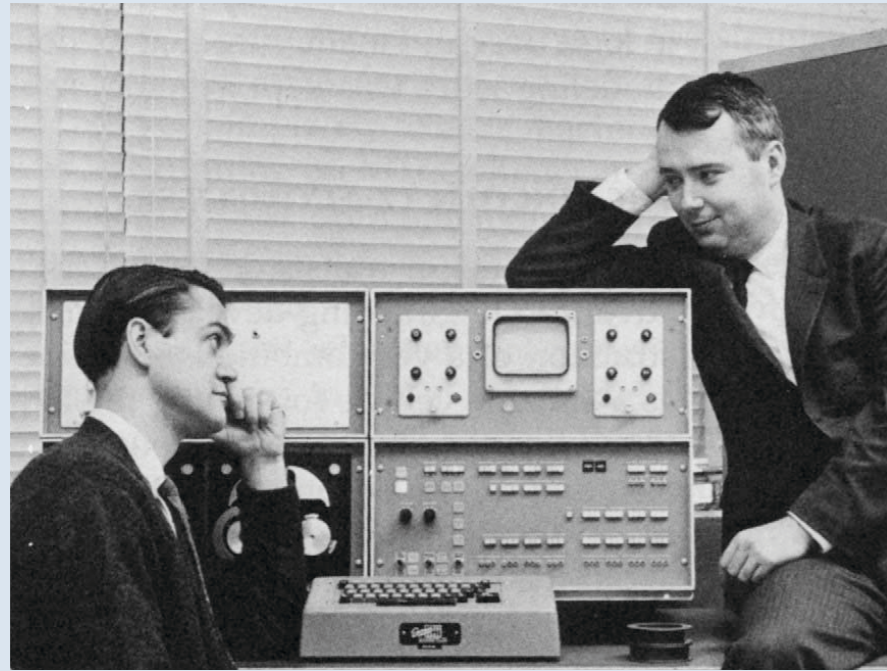


IMAGEN DE WESLEY A. CLARK (IZQUIERDA) Y CHARLES MOLNAR (DERECHA) CON EL LINC. 1963. FUENTE: NOVEMBER, J. (2004). LINC: BIOLOGY'S REVOLUTIONARY LITTLE COMPUTER. *ENDEAVOUR*, 28(3), P. 126.

·G_4.1.a_8·

#LINC



IMAGEN DE WESLEY A. CLARK (IZQUIERDA) Y CHARLES MOLNAR (DERECHA), REPITIENDO LA POSE CON EL LINC. EN LA PARED APARECE EL POSTER DE LA IMAGEN ORIGINAL. CA. 1970. FUENTE: CORTESÍA DE GWEN BELL Y DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102680046).

·G_4.1.b_8·

ya un objeto de mobiliario, tuvo un efecto muy importante en computación. Los DC, al no ser ya espacios arquitectónicos, no tenían la necesidad de estar acondicionados higrotérmicamente para garantizar su fiabilidad. Ya no eran espacios y estancias que necesitaban de su propia infraestructura de aire acondicionado, como el computador *mainframe* Whirlwind I. Ya no era necesario diseñar y controlar el aire que contenían puesto que, al ser objetos, ya no encerraban ningún volumen habitable, definido por sus envolventes. Ahora era el aire el que rodeaba al propio objeto computacional. Este hecho fue determinante para posibilitar la salida del computador de la sala de control (de ese espacio arquitectónico que configuraba, donde se controlaba y diseñaba hasta el aire contenido en él), para ponerlo en manos de los/as usuarios/as.

Además, ya no se necesitaba duplicar el plano del suelo, elevándolo, con el empleo de suelos técnicos para ocultar sus cables y conexiones bajo el mismo, como el computador *mainframe* SSEC (Ceruzzi, Paul E., 2012, 54).

La democratización en su uso incluía la celebración de una serie de talleres de verano de varias semanas de duración, denominados LINC Evaluation Program (anunciados en abril de 1963 por la NIH), destinados a investigadores/as biomédicos/as, completamente neófitos/as, para aprender a usar el computador. El primer campamento se desarrolló en el verano de 1963 y contó con 72 grupos de científicos/as que aprenderían con 12 computadores LINC. En los talleres estos biólogos/as moleculares, fisiólogos/as, genetistas y bioquímicos/as aprendieron desde a ensamblar ellos/as mismos el hardware del dispositivo, a programarlo, hasta cómo debían acometer su mantenimiento. El taller de verano terminaba con los/as biólogos/as recogiendo su computador LINC completamente montado y trasladándolo en furgoneta a sus propios laboratorios para empezar a convivir y trabajar con él (November, 2004, 129-130) [Fig.G_4.1.a_9].

En esta experiencia el intercambio transdisciplinar entre Clark, Molnar y el resto del equipo de diseño del LINC y los/as biólogos/as fue mutuo. Por un lado, los primeros aprendieron qué expectativas tenía un investigador/a tipo en relación al computador en sí mismo. Y por otro, reveló las dinámicas y modos adoptados por un/a neófito/a durante el proceso de aprendizaje informático desde cero. Para alcanzar todos estos objetivos, el Linc puso mucha atención en la redacción de su manual de usuario/a, llamado *Programming the LINC* (1962), firmado por el propio Clark y por la abogada y programadora que diseñó su *software*, denominado LINC Assembly Program (LAP), Mary Allen Wilkes. Este manual fue el primero de un prototipo dispositivo computador escrito para presentar las operaciones computacionales y la programación a un usuario/a completamente neófito/a.

El precio del Linc también sufrió otro tipo de *encogimiento* en su precio, con respecto al importe de construcción de computadores de la misma época (principios de 1960). Su precio final oscilaba entre los 25.000 y los 45.000 dólares y eso suponía que podía ser adquirido por pequeños laboratorios, que sí podían permitirse ese desembolso económico. Se vendieron 50 unidades del prototipo y su versión comercial, el LINC-8, vendió un total de 150 unidades. Junto con la nueva versión, ya designada con el nombre comercial impuesto por la empresa DEC, el PDP-12 (también llamado LINC-8/I) se vendieron 1.200 unidades en total durante toda la década de 1970 (las 150 unidades del LINC-8 y más de 1000 del LINC-8/I).

Toda la estrategia de diseño de Linc, basada en la acción de *encoger* en diversos niveles, era coherente con las decisiones tomadas y estaba destinada a democratizar la computación en la medida de sus posibilidades.

Un hecho a tener en cuenta es que el diseño del prototipo de Linc, tanto el de su hardware como el de su *software*, fue llevado a cabo mayoritariamente en el interior de un espacio doméstico. Para concentrarse en el diseño del hardware de la nueva arquitectura y estructura de Linc, Clark se encerró en su casa durante seis semanas, durante el mes de junio, para terminar su encierro doméstico con un diseño para construir el Linc en julio de 1961. El diseño de su

#LINC



IMAGEN DEL TALLER DE VERANO LINC EVALUATION PROGRAM DE 1963. EN ELLA, SE VE A VARIOS/AS BIÓLOGOS/AS MONTANDO ELLOS/AS MISMOS EL DISPOSITIVO LINC. 1963. CERCA DE BOSTON. FUENTE: NOVEMBER, J. (2004). LINC: BIOLOGY'S REVOLUTIONARY LITTLE COMPUTER. *ENDEAVOUR*, 28(3), P. 130.

·G_4.1.a_9·

#LINC



IMAGEN DEL PRIMER COMPUTADOR PERSONAL UTILIZADO EN UN ESPACIO DOMÉSTICO, EL LINC, EN LA VIVIENDA DE LOS PADRES DE LA DISEÑADORA DE SU SOFTWARE, LA ABOGADA Y PROGRAMADORA MARY ALLEN WILKES, DONDE ELLA RESIDIÓ Y TRABAJÓ, DESDE FINALES DE 1964 A FINALES DE 1965. BALTIMORE. 1965. FOTOGRAFÍA DE REX B. WILKES. FUENTE: CORTESÍA DE LOS ARCHIVOS PERSONALES DE MARY ALLEN WILKES.

·G_4.1.b_9·

primer *software* estandarizado, el LAP⁹, también se produjo en un espacio doméstico. Wilkes, su diseñadora, proyectó una versión mejorada del *software* LAP original desde la vivienda de sus padres, en la vivió y trabajó durante casi un año, desde finales de 1964 hasta finales de 1965, situada en Baltimore. El Computer Systems Laboratory, de la Washington University de St. Louis, donde terminó trabajando gran parte de las personas que configuraban el equipo principal de diseño del LINC tras abandonar el MIT, entre las que se encontraba Wilkes, le proporcionó un computador LINC para su vivienda de Baltimore. Desde entonces, Wilkes ha sido considerada como la primera persona-usuaria de un computador personal en su hogar, un LINC, entre 1964 y 1965 [Fig.G_4.1.b_9]. La conquista del espacio doméstico por parte de la computación personal no había hecho más que empezar.

El soporte físico del LINC no sólo inauguró un nuevo tipo de computador, el personal, sino que también inició el cambio de paradigma en su diseño, encogiendo y adoptando un carácter objetual, de una pieza de mobiliario que se podía rodear y tocar. Y así lo confirmó Robert Livingston, el directivo jefe del NIH que había financiado el proyecto de construcción del Linc, tras la presentación que realizaron Clark y Molnar en el laboratorio del neurólogo Arnold Starr (su asalariado). Livingston afirmó: «It was such a triumph that we danced a jig right there around the equipment. No human being had ever been able to see what we had just witnessed.» (November, 2004, 125). Los/as asistentes/as a la primera demostración del Linc en el laboratorio del organismo que lo había financiado pudieron bailar *alrededor* del dispositivo, al estar configurado ahora su soporte físico por una colección de objetos dispersos e inscritos en un espacio arquitectónico dado, en este caso, un laboratorio.

Linc fue un computador personal verdaderamente interactivo, que pudieron experimentar aquellas personas-usuarias que tuvieron el privilegio de tener uno (Ceruzzi, Paul E., 2012, 78). Llegó con más de diez años de adelanto frente a la implementación de la computación personal que se produjo a partir de 1975. Para Kay el diseño de Clark para el LINC era, por un lado, temprano (y visionario), porque había llegado antes de que la sociedad estuviera preparada para adoptar una innovación como la suya (como le ocurrió a Charles Babbage y a Ada Lovelace). Por otro lado, era pequeño, porque supuso un encogimiento frente a sus predecesores que constituyó un cambio de paradigma en la construcción de los dispositivos tecnológicos computadores.

La aparición en la industria de la computación de la empresa Digital Equipment Corporation (DEC).

El nuevo paradigma y el cambio de objetivos en el diseño de la computación no surgieron de la nada. De hecho, fueron apuntados previamente por dos personas con las que tuvieron mucha relación Clark, Molnar y Wilkes: Kenneth Olsen (un joven ingeniero graduado en el MIT) y Harlan Anderson (que trabajada en el MIT Digital Computer Laboratory).

Como explicaba Ceruzzi, el IBM 7090 Data Processing System (1958-1960), el primer computador íntegramente transistorizado, se había diseñado siguiendo las mismas premisas de diseño y el mismo modelo mental que un computador *mainframe* construido con tubos de vacío (Ceruzzi, Paul E., 2012, 70), con la única salvedad de haber sustituido esos componentes por una nueva y mejor tecnología, la de los transistores bipolares. Este cambio no había producido ningún cambio sustancial en el computador, ni en sus dimensiones ni en su diseño. El IBM 7090 era un computador transistorizado de la misma manera que la radio era un telégrafo inalámbrico o el automóvil era un carruaje sin caballos.

En 1957 Olsen y Anderson, mientras trabajaban en el Lincoln Laboratory del MIT, se preguntaron ¿cuál sería el aspecto físico de un computador diseñado desde cero, teniendo en

⁹ Este *software* era un sistema operativo (con un editor de la pantalla y un sistema de gestión de archivos) y el código ensamblador de LINC a la vez, en un único paquete.

#LINC

**«IT WAS SUCH A TRIUMPH THAT WE DANCED A JIG RIGHT THERE
AROUND THE EQUIPMENT. NO HUMAN BEING HAD EVER BEEN ABLE TO
SEE WHAT WE HAD JUST WITNESSED.»**

(NOVEMBER, 2004, 125).

·G_4.1.a_10·

#DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION (DEC)



EXTERIOR DE LA EDIFICACIÓN DONDE SE FUNDÓ DEC EN 1957. IMAGEN CORRESPONDIENTE AL ESTADO DE LA FÁBRICA DE LANA CUANDO SE DEDICABA A LA FABRICACIÓN DE MANTAS Y UNIFORMES PARA LOS SOLDADOS, DURANTE LA GUERRA CIVIL ESTADOUNIDENSE. MAYNARD, MASSACHUSETTS, CA. 1881. FUENTE: CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102635423).

·G_4.1.b_10·

cuenta las posibilidades que ofrecían los transistores bipolares en sí mismos (y no solamente considerarlos como elementos de reemplazo de una tecnología ya existente, la de las válvulas de vacío)?

Así empezaron a trabajar en un computador tipo *mainframe* transistorizado, más pequeño que sus competidores, perteneciente a la Segunda Generación de la computación, llamado Transistor eXperimental – 0 o TX-0 (1956-1960). Lo desarrollaron junto a Wes Clark, utilizando un nuevo tipo de transistor fabricado por la Philco Corporation. El TX-0 fue el primer intento de Olsen, Anderson y Clark de diseñar un computador personal, de uso individual. Su segundo intento fue el Linc. El TX-0 invalidó la Ley de Grosch, como veremos, al demostrar que un computador *pequeño*, construido con transistores de alta velocidad, podía sobrepasar en capacidades a un macrocomputador *mainframe* en determinadas aplicaciones [Fig.G_4.1.b_11].

El mismo año 1957, Harlan Anderson, Ken Olsen y Stan Olsen, su hermano, fundaron en una antigua fábrica de lana, ubicada en la periferia de Maynard, Massachusetts, la empresa Digital Equipment Corporation (DEC) [Fig.G_4.1.b_10, Fig.G_4.1.a_11].

Para ello empezaron alquilando casi 900 m² (8.680 ft²) en la parte de la fábrica que contaba con un molino¹⁰ del siglo XIX que, en su día se había dedicado a producir mantas y uniformes para los soldados que lucharon en la Guerra Civil estadounidense. Como ocurrió con las primeras arquitecturas de la computación (como los dispositivos computadores Z-1 y Z-3, en Berlín, o el *mainframe* Whirlwind I, en Estados Unidos) los espacios en los que se produjeron las mayores innovaciones en informática eran de los más insospechados. Muchas de ellas no surgieron de instalaciones arquitectónicas específicas y muy sofisticadas, sino que lo hicieron de lugares ordinarios e informales, en muchos casos, en arquitecturas reutilizadas que habían albergado con anterioridad usos y programas completamente distintos.

Con la ayuda de 70.000 dólares provenientes de un inversor de capital de riesgo¹¹, pusieron en marcha una empresa que fue pionera en la creación de un nuevo tipo de computadores, los minicomputadores (Mi), como veremos en el siguiente apartado. Es cierto que Olsen y Anderson no supieron ver cuál sería el camino que seguirían los soportes físicos de la computación unos años más tarde y fueron criticados por su falta de previsión, pero no se les puede negar el mérito de haber abierto un enorme camino hacia el futuro con el trabajo que llevaron a cabo en DEC. Fueron de los primeros que exploraron una computación distinta a la propuesta por IBM, que estaba orientada a la construcción de enormes computadores *mainframes* para grandes empresas e instituciones. DEC inició el camino hacia la computación del siglo XXI: un mundo de dispositivos tecnológicos *pequeños* y económicos, que podrían usarse de forma interactiva (Ceruzzi, Paul E., 2012, 71).

El objetivo final de DEC era construir dispositivos *computadores*, pero evitaron el uso de ese término para no competir directamente con IBM, el gran gigante de la industria del hardware en ese momento. En sustitución empezaron a llamar a los equipos que diseñaron *programmed data processor* (PDP) o procesador programado de datos. Los computadores que estaban empezando a proyectar serían más pequeños y económicos que los construidos por IBM. Tras el diseño del TX-0, que proyectaron en el Lincoln Laboratory, DEC presentó su primer prototipo, el minicomputador (Mi) PDP-1 (1960) [Fig.G_4.1.a_12, Fig.G_4.1.b_12].

En palabras del historiador expert en DEC, Jaime Parker Pearson, el lanzamiento del PDP-1: «brought computing out of the computer room and into the hands of the user.» (Parker Pearson, 1992, 10-11). Este computador sacó los dispositivos fuera de las salas de control, haciendo que fueran accesibles y los puso en manos de los/as usuarios/as. El propio Olsen, cofundador de

¹⁰ El molino sigue en uso todavía a día de hoy, como un parque de oficinas (Clock Tower Place) y, entre sus inquilinos, se encuentra el portal de búsqueda de empleo en línea, Monster.com.

¹¹ Fue una innovación para la época y sentó las bases de cómo veinte años más tarde florecieron las empresas de Silicon Valley.

#DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION (DEC)



IMAGEN CORRESPONDIENTE AL AÑO 1957, CUANDO SE FUNDÓ DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION (DEC). ESTADO DE LA FACHADA EXTERIOR DE LA FÁBRICA DE LANAS, RECONVERTIDA EN LA SEDE DE LA EMPRESA. MAYNARD, MASSACHUSETTS. 1957. FUENTE: BELL, GORDON (2020), DIGITAL COMPUTING TIMELINE. ACCESO EL 13 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTP://GORDONBELL.AZUREWEBSITES.NET/DIGITAL/TIMELINE/1957.HTM](http://gordonbell.azurewebsites.net/Digital/Timeline/1957.htm)

·G_4.1.a_11·

#COMPUTADOR MAINFRAME TRANSISTORIZADO



POSTAL QUE MUESTRA UNO DE LOS PRIMEROS COMPUTADORES TIPO MAINFRAME COMPLETAMENTE TRANSISTORIZADO. TRANSISTOR EXPERIMENTAL - O O TX-O. WESLEY A. CLARK, KENNETH OLSEN Y HARLAN ANDERSON. LINCOLN LABORATORY. 1956-1960. FUENTE: CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102672051).

·G_4.1.b_11·

DEC, recordaba cómo era su actitud, en 1959, en los inicios de la empresa:

«We had a dream of interactive computing. Normal computing was considered big, expensive, awesome, beyond ordinary people. Interactive computing was exciting and fun, and people could interact directly with the computer.» (Abby, 2022).

Hasta la llegada de DEC los soportes físicos de la computación eran considerados espacios arquitectónicos grandes, costosos e increíbles, con un cierto aire intimidante y místico, fuera del alcance de la gente común. La computación interactiva promulgada por DEC era emocionante y divertida¹² y las personas podían interactuar directamente, de forma libre, con los dispositivos computadores.

Con el diseño de este nuevo tipo de computador por parte de DEC, el minicomputador (Mi), se empezaron a implementar nuevas estrategias de proyecto que hacían que el soporte físico de los mismos fuera más amable y cercano. Se empezaron a emplear nuevas geometrías y formas en su construcción (más redondeadas, adaptadas para la interacción directa y estrecha con los cuerpos humanos), nuevos materiales más presentes en la cotidianidad diaria de los/as futuros/as usuarios/as (como los plásticos, tan de moda en los distintos productos de la década de 1960), y una gama cromática más amplia, con colores vivos, que de alguna manera convertían estos DC en mascotas. El azul empleado en la construcción del soporte físico del minicomputador PDP-1 era un ejemplo claro de esta estrategia de diseño y mercadotecnia. Convertía al computador en un objeto de diseño, de deseo, casi en una mascota tecnológica (como los primeros tamagochis). También diferenciaba los minicomputadores producidos por DEC de los computadores tipo *mainframe* construidos por IBM.

Solo cinco años más tarde, en abril de 1965, la empresa DEC lanzó otro minicomputador (Mi) que marcó un hito en la informática: el PDP-8 (1965) [Fig.G_4.1.a_14, Fig.G_4.1.b_14]. Estaba basado en el Linc de Clark y Molnar, y se caracterizaba por adoptar dos propiedades en su diseño, que veremos en el siguiente apartado: era pequeño y barato, al menos, más que los computadores construidos por la competencia.

Con el lanzamiento del PDP-8, DEC inició una innovación social en la computación, tan significativa como la tecnológica que había desencadenado con el lanzamiento de los dispositivos tipo minicomputadores (Mi). DEC era una empresa pequeña, en comparación con IBM, y no tenía capacidad empresarial para desarrollar aplicaciones y *software* específico para sus clientes¹³. Así que hizo de la necesidad, virtud y decidió compartir los detalles del diseño del PDP-8 y trabajó con los/as propios/as usuarios/as para adaptar cada dispositivo al uso que cada cliente quería darle: automatización industrial, centralitas telefónicas, instrumentación biomédica, etc. (Ceruzzi, Paul E., 2012, 74). Esta actitud empresarial innovadora implantada por DEC¹⁴ con el PDP-8 confirmó lo que Alan M. Turing esbozó en su texto de 1936 (Turing, 1936): fue una reafirmación en términos prácticos de la naturaleza de propósito general del dispositivo computador.

DEC defendía ya una computación más pequeña, más económica, más accesible en todos los sentidos, más participativa y colaborativa, más democrática; para todos los públicos,

¹² Cabe destacar que uno de los primeros videojuegos de la historia para un computador, el Spacewar! (1962), fue desarrollado por Steve Russel, en colaboración con Martin Graetz, Wayne Wiitanen, Bob Saunders, Steve Piner y otros/as, en el MIT, para un dispositivo minicomputador PDP-1. Con él se inició una época en la que los computadores también eran usados como entretenimiento.

¹³ Esta estrategia sí que la implementaba muy bien IBM. De hecho, sus mayores ventas como empresa correspondían a los productos que era capaz de vender a sus ya clientes, una vez que éstos/as habían adquirido el hardware de un dispositivo computador: diseñando software específico, firmando contratos de fidelización por varios años con la compañía que incluían la atención al cliente, el mantenimiento, los consumibles, etc.

¹⁴ Fue similar a la que pusieron en marcha cuarenta años más tarde Apple, primero, y los desarrolladores de Android, después, al inaugurar la App Store (2008) y la Google Play Store (2008), para desarrollar aplicaciones de *software* destinadas a los dispositivos computadores tipo teléfono inteligente y tableta.

·T_320·

#MINICOMPUTADOR (MI)



IMAGEN DEL PRIMER MINICOMPUTADOR (MI), EL PROGRAMMED DATA PROCESSOR-1 O PDP-1. BENJAMIN GURLEY. DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION (DEC). 1960. MINICOMPUTADOR DEC PDP-1 (1959-1960). DOS PERSONAS TRABAJANDO EN EL SISTEMA DEC PDP-1, UNO DE ELLOS ESTÁ MANIPULANDO LA CINTA DE PAPEL Y EL OTRO ESTÁ OPERANDO CON EL LÁPIZ ÓPTICO EN LA PANTALLA DEL COMPUTADOR. CORTESÍA DE GWEN BELL. FUENTE: COMPUTER HISTORY MUSEUM. (2021). EXPLORE COLLECTIONS. ACCESO EL 1 DE JULIO DE 2020 DESDE: [HTTPS://WWW.COMPUTERHISTORY.ORG/COLLECTIONS/CATALOG/102652244](https://www.computerhistory.org/collections/catalog/102652244)

·G_4.1.a_12·

#MINICOMPUTADOR (MI)



IMAGEN DE ALGUNOS DE LOS COMPONENTES DEL TIPO MINICOMPUTADOR PDP-1 (1959-1960). BENJAMIN GURLEY. DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION (DEC). 1960. SE PUEDE APRECIAR EL COLOR ORIGINAL DEL SOPORTE FÍSICO DEL MINICOMPUTADOR. FUENTE: DOCUBYTE.COM. GUIDE TO COMPUTING. ACCESO EL 26 DE MAYO DE 2020 DESDE: [HTTPS://WWW.DOCUBYTE.COM/PROJECTS/GUIDE-TO-COMPUTING/](https://www.docubyte.com/projects/guide-to-computing/)

·G_4.1.b_12·

no sólo destinada a los/as expertos/as; enfocada no solo a la investigación sino también al entretenimiento humano. Todas ellas fueron ideas que caracterizaron el cambio de paradigma en computación promulgado por Wes Clark condensado en el diseño del Linc. Y no era de extrañar que este cambio viniese impulsado desde la empresa de los hermanos Olsen y Anderson puesto que compartieron mucho tiempo juntos en el Lincoln Laboratory del MIT, primero, con los diseños del TX-0, el TX-2 y el Linc, y en Digital Equipment Corporation, después, con los desarrollos del PDP-1 y el PDP-8.

Clark estaba en lo cierto al apuntar a las dificultades que tendría la implementación del tiempo compartido de Licklider en computación. Compartir un único dispositivo computador de grandes dimensiones entre muchos/as usuarios/as, equipados con terminales de menor potencia, presentó infinidad de retos. Éstos eran asumibles cuando el tiempo compartido se implementaba con minicomputadores, como el PDP-1. Pero cuando lo hacía con computadores tipo *mainframe*, construidos por IBM o General Electric en el MIT, el reto se complicaba y no resultaba fácil. Aunque el concepto del tiempo compartido llegó a comercializarse, tras haber invertido grandes sumas de dinero en su desarrollo, no fue un éxito en computación y se abandonó a los pocos años de haberse testado.

A pesar de que el cambio de paradigma en computación, propuesto por J.C.R. Licklider, basado en el concepto del tiempo compartido, no fuese el que modificó la informática en profundidad, como sí lo fueron las ideas promulgadas por Clark en relación a la acción de *encoger*, las iniciativas que Licklider puso en marcha en ese viaje en tren con los/as participantes al congreso en computación de 1962, transformaron la computación (Ceruzzi, Paul E., 2012, 78). Según Ceruzzi, el tiempo compartido fue la chispa que puso en marcha otras iniciativas para unir a los seres humanos y los dispositivos computadores en *simbiosis*. Licklider, como director de ARPA, comenzó a financiar otros proyectos en relación a la interacción con los dispositivos computadores, por ejemplo, a través del empleo de gráficos o a través de crear conexiones entre distintos computadores tipo *mainframe*, dispersos geográficamente por el territorio.

La influencia de ARPA en la creación de las primeras conexiones de red fue la que hizo que la agencia adquiriera fama internacional. El desarrollo de ARPAnet, como uno de los ancestros de la red de Internet del siglo XXI, y la aplicación del concepto de conmutación de paquetes o *packet switching*¹⁵ en el envío de información y datos a través de ella, por parte de la agencia ARPA hicieron que se iniciara la primera convergencia de la computación con las comunicaciones, descrita por Ceruzzi, que caracteriza a esta episteme de la informática.

La siguiente revolución que marcaría esta primera gran convergencia tecnológica y que se convertiría en la pieza fundamental en la segunda sería la llegada de la computación personal al gran público. Tras el cambio de paradigma en la computación iniciado con el proyecto del primer computador personal Linc (1962), desarrollado por Clark y Molnar, y la innovación promulgada por DEC en sus prácticas empresariales (1957-1965), surgió un nuevo tipo de computador: el microcomputador o el computador personal (PC).

Lo hizo a partir de 1965, de la mano de la implementación de una nueva tecnología que venía a sustituir a la de los transistores bipolares: los circuitos integrados (IC) o chips¹⁶.

Desde el inicio de la computación digital, con el desarrollo del computador *mainframe* ENIAC,

¹⁵ El concepto de *conmutación de paquetes*, fue concebido de forma independiente en Reino Unido y Estados Unidos a la vez. Un paquete es un grupo de información que consta de dos partes: los datos propiamente dichos y la información de control, que indica la ruta a seguir a lo largo de la red hasta el destino del paquete. La conmutación de paquetes es un método para agrupar los datos transmitidos a través de una red digital en forma de paquetes. La técnica divide una transferencia de datos en pequeños fragmentos, llamados *paquetes*, que se direccionan por separado y se envían a su destino, donde son recompuestos de nuevo en orden. Los paquetes independientes que configuran los datos al completo pueden viajar por la red por canales separados, si es necesario.

¹⁶ Se puede consultar la definición del concepto en el glosario del final de esta investigación.

·T_321·

#MINICOMPUTADOR (MI)

«BROUGHT COMPUTING OUT OF THE COMPUTER ROOM AND INTO THE HANDS OF THE USER.»

[PARKER PEARSON, 1992, 10-11].

·G_4.1.a_13·

#MINICOMPUTADOR (MI)

«WE HAD A DREAM OF INTERACTIVE COMPUTING. NORMAL COMPUTING WAS CONSIDERED BIG, EXPENSIVE, AWESOME, BEYOND ORDINARY PEOPLE. INTERACTIVE COMPUTING WAS EXCITING AND FUN, AND PEOPLE COULD INTERACT DIRECTLY WITH THE COMPUTER.»

[ABBY, 2022].

·G_4.1.b_13·

la gran mayoría de los soportes físicos se habían construido con el empleo de módulos más o menos estandarizados. Así se implementó una estrategia de diseño en estos prototipos que garantizaba una cierta fiabilidad, al poder reemplazarse los componentes estropeados de una manera sencilla y rápida. Por ejemplo, a principios de 1960, IBM desarrolló un sistema de módulos estándar de circuitos básicos, montados en una placa de circuitos impresa, del tamaño de una carta de una baraja, para construir sus computadores tipo *mainframe* (Ceruzzi, Paul E., 2012, 83).

Hasta ese momento, el nivel del hardware de la mayoría de los dispositivos computadores de cualquier tipo estaba compuesto por componentes de dos tipos:

- **Componentes activos: los tubos o válvulas de vacío y los transistores bipolares.**
- **Componentes pasivos: las resistencias, los diodos y los condensadores.**

Los componentes activos tenían un precio elevado y fallaban con frecuencia, pero los componentes pasivos tenían un coste muy bajo (apenas unos peniques de dólar cada uno) y eran más fiables. Una estrategia para *encoger* los costes de producción y construcción de los dispositivos computadores pasaba por integrar los componentes activos, los transistores bipolares, con los pasivos, las resistencias, diodos y condensadores. Aunque ¿qué sentido tenía construir los componentes pasivos con materiales caros como los de los transistores? El hecho de fabricar los componentes pasivos en germanio o silicio significaba que el circuito lógico, al completo, podía fabricarse en un único circuito integrado (IC) o chip.

Para su impresión se empezó a utilizar, por norma general, el material más abundante del planeta Tierra, por detrás del oxígeno: el silicio. Esta roca o mineral se encuentra en casi toda la corteza sólida del planeta, en formato sólido o semilíquido, constituyendo más del 27% de ésta. Aunque el silicio en estado puro solo se puede extraer de tres lugares en todo el globo, tres minas ubicadas en China, Rusia y Brasil. Al fundir el silicio puro, se fabrican barras de las que se extraen obleas con un grosor de medio milímetro para poder imprimir en ellas los componentes de un chip [Fig.G_4.1.a_15, Fig.G_4.1.b_15].

Llegar a entender que los dos tipos de componentes (activos y pasivos) del hardware de un dispositivo computador podían fabricarse con el mismo material y de una sola vez (al imprimir sobre una hoja de silicio), requería de un cambio de pensamiento radical, de un cambio de paradigma en la computación.

Este tipo de idea solo se pudo implementar cuando la innovación del transistor bipolar evolucionó desde su invención en 1947 hasta las versiones más desarrolladas y fiables del dispositivo en 1959 (Ceruzzi, Paul E., 2012, 86).

Así, el primer paso que hubo que dar hacia la implementación de la tecnología de los circuitos integrados en la informática fue el de consolidar la idea de que éstos configuraban un todo. Un circuito integrado era un elemento único, construido de una sola vez y no era el resultado de una tecnología compuesta y fabricada por la agregación de muchos componentes discretos. El circuito integrado (IC) o chip no era el resultado de una estrategia de diseño de sumatorio o agregación de partes. Ese fue el verdadero avance conceptual que hizo evolucionar a la computación en ese momento. Se implementó en el desarrollo de nuevos dispositivos computadores tipo *mainframe*, en sustitución de la tecnología basada en los transistores bipolares, pero también provocó un rápido crecimiento y evolución del nuevo tipo de dispositivo tipo minicomputador (Mi).

Los primeros computadores tipo *mainframe* que utilizaron circuitos integrados (IC) fue la influyente familia IBM System/360 (1964), que estudiaremos con posterioridad, y la familia IBM System/370 (1970), que fue su evolución.

La implementación de los circuitos integrados (IC) en el proyecto y desarrollo de todo tipo de computadores (M y Mi) dio origen al siguiente paso asociado a la acción de *encoger* aplicada a

·T_322·

#MINICOMPUTADOR (MI)

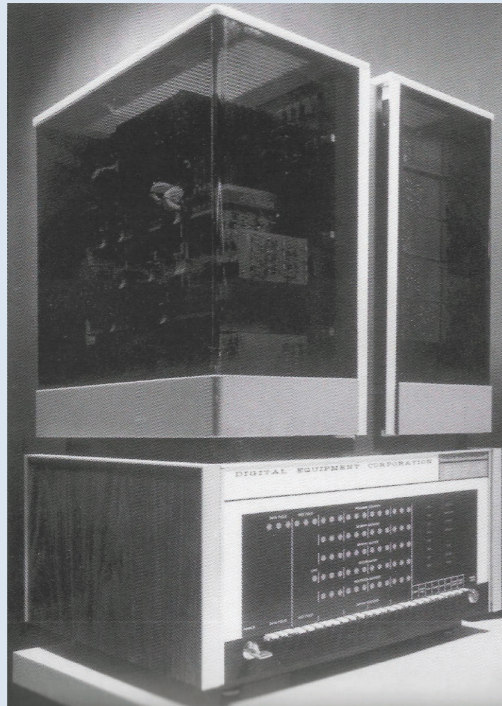


IMAGEN DEL MINICOMPUTADOR (MI), EL PROGRAMMED DATA PROCESSOR-8 O PDP-8. DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION (DEC). ABRIL DE 1965. FUENTE: WURSTER, C. (2002). *COMPUTERS: AN ILLUSTRATED HISTORY*. KÖLN: TASCHEN, P. 106

·G_4.1.a_14·

#MINICOMPUTADOR (MI)



IMAGEN DE KAREN ERICKSEN, UNA VENEDORA DE DEC, CON UN MINICOMPUTADOR PDP-8 "CLÁSICO" EN EL ASIENTO TRASERO DE UN VOLKSWAGEN BEETLE CONVERTIBLE. DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION (DEC). CA. 1965. FUENTE: CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID:102652485).

·G_4.1.b_14·

los soportes físicos de la computación.

Circuitos integrados >> Minicomputadores (Mi)

Con la capacidad de fabricar o imprimir¹⁷ la totalidad de los componentes activos y pasivos del soporte físico de un computador con el mismo material, germanio o silicio, sobre una placa, en forma de un circuito integrado (IC) llegó el siguiente paso: el microprocesador. Esta tecnología consistía en imprimir todos los elementos de la unidad de control o procesamiento de un computador en solo un único circuito integrado o placa. Así surgió la patente del primer microprocesador, el Intel 4004 (1971), considerado como el primer computador impreso en su totalidad en un circuito integrado de silicio.

Desde el primer momento del lanzamiento del microprocesador de Intel, la empresa identificó inicialmente a la industria como su principal cliente para este tipo de tecnología, y no recayó en el potencial real que la realidad impuso: su utilización en el diseño y la construcción de computadores para uso personal (Ceruzzi, Paul E., 2012, 103). Los primeros sorprendidos con el interés que despertaron los distintos kits de chips comercializados por Intel entre los/as aficionados/as, radioaficionados/as y otros grupos sociales *amateur*, fueron los dirigentes de la propia empresa. Nadie en Intel había pronosticado el escenario que sucedió realmente: que sus principales ventas vinieran derivadas de los kits de chips descritos en revistas para aficionados/as, como *73* (destinada a radioaficionados/as), *Radio Electronics* (centrada en audio, radio, televisión y tecnología informática) o *Popular Electronics*, donde apareció el primer kit del microcomputador o computador personal (PC) Altair 8800 (1975) en su número de enero de 1975¹⁸ [Fig.G_4.1.a_16, Fig.G_4.1.b_16].

Microprocesadores >> microcomputadores o computadores personales (PC).

Un joven H. Edward Roberts, jefe de una pequeña empresa de electrónica para aficionados/as a los cohetes espaciales, en Albuquerque, California, dio un paso más allá. Roberts diseñó un dispositivo computador que replicaba en las dimensiones, la forma, la estética, con casi la misma funcionalidad pero a mitad de precio que uno de los minicomputadores más populares de la época: el Data General Nova (1969) de la empresa Data General [Fig.G_4.1.a_17].

La recién creada empresa de Roberts, Micro Instrumentation and Telemetry Systems (MITS), anunció su kit de montaje llamado Altair¹⁹ (8800) en el número de enero de 1975 de *Popular Electronics* (Wurster, 2002, 132). Podía adquirirse por un módico precio de 395 dólares (el kit desmontado) o por 498 dólares (el computador completamente montado) (National Museum of American History, 2021). Este hecho dio el pistoletazo de salida a la revolución que supuso la computación personal en informática.

El computador personal (PC) es nombrado *máquina del año 1982*.

Tras el Linc (1962) y el kit del Altair 8800 (1975), llegaron muchos otros computadores personales: el Imsai 8080 (una imitación del imitador Altair 8800, 1975), el Commodore PET (1977), el Commodore 64 (1982), el Apple 1 (1976), el Apple II (1976-1977), el PC (1981), el Macintosh (1984), etc. Y de ahí al nombramiento del computador personal (PC) por parte de la revista *Time* como la persona del año 1982 (o más bien, máquina del año o dispositivo del año), se constató la revolución que supuso en nuestras vidas la irrupción de la computación personal. El 26 de diciembre de 1982 la importante e influyente publicación de tirada nacional

¹⁷ Para expresarlo de una forma más adecuada.

¹⁸ Aunque ya se anunció su aparición en el número de diciembre de 1974.

¹⁹ Fue la hija de Roberts quien bautizó al kit de chips de Roberts con el nombre de Altair, que era el destino que debía alcanzar la nave estelar Enterprise en un capítulo de la serie de ciencia ficción Star Trek, que la pequeña estaba viendo en la televisión. Como ya hemos visto en el apartado 2.5, esta saga de ciencia ficción ha marcado la evolución de la computación en muchos momentos.

·T_323·

#COMPONENTES ACTIVOS Y PASIVOS DEL COMPUTADOR



IMAGEN DE LAS BARRAS DE SILICIO PURO Y LAS OBLEAS QUE SE OBTIENEN DE ELLAS, LISTAS PARA IMPRIMIR LOS CIRCUITOS DE LOS COMPONENTES PASIVOS Y ACTIVOS DEL HARDWARE DE UN COMPUTADOR. FUENTE: OBLEA DE SILICIO (2010), ACCESO EL 9 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTP://ALMADEHERRERO.BLOGSPOT.COM/2010/10/OBLEAS-DE-SILICIO.HTML](http://almadeherrero.blogspot.com/2010/10/obleas-de-silicio.html)

·G_4.1.a_15·

#COMPONENTES ACTIVOS Y PASIVOS DEL COMPUTADOR

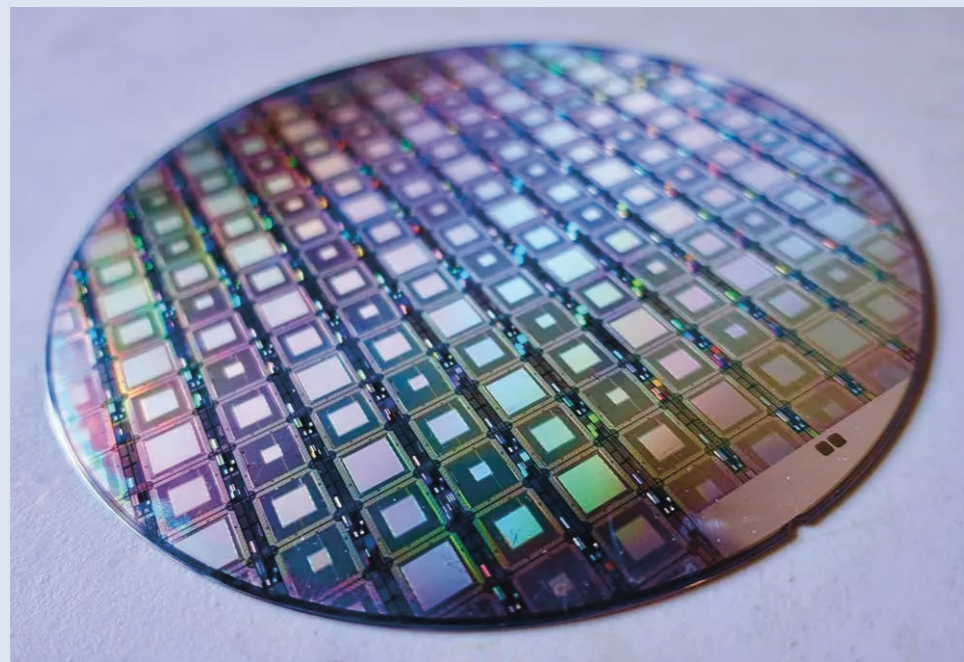


IMAGEN DE UNA OBLEA DE SILICIO YA IMPRESA CON EL MINERAL DOPANTE, QUE PUEDE SER BORO O FÓSFORO, PARA CONSEGUIR UN MATERIAL SEMICONDUCTOR DE TIPO N O P. CADA RECTÁNGULO ES UN CIRCUITO INTEGRADO IMPRESO MEDIANTE UN PROCESO DE FOTOLITOGRAFÍA. EN ESTE CASO, SE HAN IMPRESO DECENAS DE MICROPROCESADORES. FUENTE: ALONSO, RODRIGO (2021). EL PRECIO DEL SILICIO SUBE UN 20%, ¿SE DISPARARÁ EL PRECIO DE LOS CHIPS?. ACCESO EL 8 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTPS://HARDZONE.ES/NOTICIAS/PROCESADORES/SUBE-PRECIO-SILICIO-OBLEAS-CHIPS/](https://hardzone.es/noticias/procesadores/sube-precio-silicio-obleas-chips/)

·G_4.1.b_15·

estadounidense dio a conocer su elección²⁰ y el 3 de enero de 1983 lanzó su número titulado «Machine of the Year: The Computer Moves In» (Meyers, 1983), ilustrado mediante una fotografía que mostraba las esculturas de papel maché de dos personas (en este caso, un hombre y una mujer). Estaban sentadas frente (hombre) y al lado (mujer) de dos computadores personales, posados encima de sendas piezas de un mobiliario doméstico cualquiera: uno, en lo que parecía una mesa de comedor y el otro, encima de una mesita auxiliar de café [Fig.G_4.1.b_17].

La elección se produjo por encima de la de personajes del momento como Ronald Reagan, Margaret Thatcher o Menachem Begin. Según *Life*, durante el año 1980 se vendieron 724.000 computadores personales (PC) sólo en Estados Unidos. Al año siguiente esa cifra casi se dobló, alcanzando los 1.4 millones de unidades, gracias al incremento de empresas que se lanzaron a construir estos dispositivos. Para el año al que hacía alusión la elección, el número de PC vendidos se volvió a doblar, llegando a los tres millones de unidades en 1982.

En la portada de la revista se mencionaba, por un lado, que esa máquina constituía la tecnología del momento y, por otro lado, que el computador se mudaba. ¿A dónde lo hacía?

El editor de *Time*, John A. Meyers, escribió que se podía haber escogido a varios/as candidatos/as humanos/as para representar al año 1982 pero que ninguno/a simbolizó de una manera tan rica y significativa ese año como una máquina: el computador. Para la publicación, la elección de este dispositivo tecnológico vino acompañada de la siguiente reflexión:

«There are some occasions, though, when the most significant force in a year's news is not a single individual but a process, and a widespread recognition by a whole society that this process is changing the course of all other processes. That is why, after weighing the ebb and flow of events around the world, TIME has decided that 1982 is the year of the computer. ... TIME'S Man of the Year for 1982, the greatest influence for good or evil, is not a man at all. It is a machine: the computer.» (Meyers, 1983).

La computación, y el dispositivo computador personal en concreto, representaba una fuerza significativa: el reconocimiento generalizado por parte de toda la sociedad a un proceso que estaba cambiando todos los demás procesos. La revista enumeraba en su interior un listado extenso (más de cien) de la cantidad de acciones que podía desempeñar una computadora personal: enviar cartas a la velocidad de la luz (velocidad electrónica), diagnosticar un caniche enfermo, personalizar un programa de seguros en minutos, probar distintas recetas de cerveza, monitorear el flujo de anestesia durante una cirugía, explotar bombas de humo en el escenario de un concierto del grupo de rock Earth, Wind and Fire o recitar una ceremonia de boda completa en una iglesia, entre otras.

La publicación continuaba argumentando su decisión de la siguiente manera, explicando hacia donde se estaba mudando el computador en el año 1982. *Time* afirmaba que el PC había irrumpido, pitando y parpadeando (emitiendo sonidos y luces), no sólo en los espacios de trabajo y las oficinas²¹, o en la escuela, sino, sobre todo, también en el hogar y en el espacio doméstico estadounidense. La *revolución de la información* que los/as futuristas habían predicho durante mucho tiempo ya había llegado, trayendo consigo la promesa de diversos cambios dramáticos en la forma en que las personas vivían y trabajaban, incluso, tal vez, en la forma en la que pensaban (Friedrich, 1983).

Con la llegada del PC al hogar, «América nunca sería la misma, y en una perspectiva más amplia, el mundo entero nunca volvería a ser el mismo.» (Meyers, 1983). Como anécdota, aquella publicación que nombraba al PC como máquina del año, lo hacía desde una sala de redacción que no contaba con ninguno de estos dispositivos en su espacio de trabajo. Meyers, el escritor

²⁰ La revista lleva haciendo este nombramiento anual desde 1927 y en el año 1982 rompió su tradición de adjudicarlo a una persona para hacerlo hacia una tecnología.

²¹ Donde la computación ya se había infiltrado con anterioridad, con los computadores tipo *mainframe* comerciales, construidos principalmente por IBM, y con los minicomputadores (Mi), desarrollados principalmente por DEC.

#MINICOMPUTADORES (MI)



IMAGEN DEL NÚMERO DE ENERO DE 1975 DE POPULAR ELECTRONICS.

·G_4.1.a_16·

#MINICOMPUTADORES (MI)

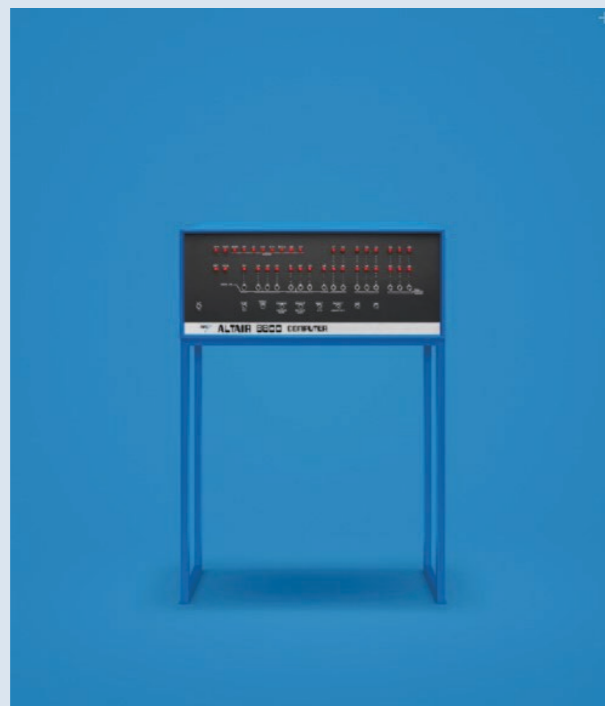


IMAGEN DEL KIT DEL MICROCOMPUTADOR (PC) ALTAIR 8800 MONTADO. 1995. H. EDWARD ROBERTS. MICRO INSTRUMENTATION AND TELEMETRY SYSTEMS (MITS). FUENTE: DOCUBYTE.COM. GUIDE TO COMPUTING. ACCESO EL 26 DE MAYO DE 2020 DESDE: [HTTPS://WWW.DOCUBYTE.COM/PROJECTS/GUIDE-TO-COMPUTING/](https://www.docubyte.com/projects/guide-to-computing/)

·G_4.1.b_16·

principal del número, escribió su veredicto en una máquina de escribir. *Time* anunció, tras el nombramiento, que actualizaría su redacción e incorporaría computadores personales (hardware) y procesadores de texto (*software*) a su actividad diaria durante el año siguiente a la publicación de la revista.

El número de enero de 1983 lo que hizo fue recoger una crónica del cambio generalizado que experimentó la opinión pública con respecto a los computadores durante el año anterior. A lo largo de ese tiempo, los computadores realmente se personalizaron (volviéndose *personales*), se *encogieron*, reduciendo sus dimensiones y su escala para que las personas-usuarios/as pudieran rodearlas, sostenerlas, tocarlas y jugar con ellas (Computer History Museum, 2023).

El arquitecto y crítico británico Reyner Banham creía que la Segunda Era de las Máquinas daba comienzo «con la revolución actual producida en los mecanismos de control» (Pawley, 1990, 1)²². En concreto, se confirmaba que muchas sociedades estaban ya inscritas en esta nueva era, cuando éstas automatizaban y controlaban sus sistemas de producción gracias a los dispositivos computadores, eliminando de estas acciones la intervención rutinaria de los/as operadores/as humanos (Sadler, 2005, 117).

De esta manera, el impulso real detrás de la Segunda Era de las Máquinas fue producido por la irrupción del computador en nuestras vidas, sobre todo, tras el nombramiento de la revista *Time*. Sin embargo, no ha sido sólo la irrupción del soporte físico de este dispositivo la que lo ha conseguido, sino también los efectos que ha desencadenado y los logros que ha posibilitado después de su llegada. En la Segunda Era de las Máquinas, el término *computador* dejó de aludir a la profesión de una persona (generalmente de género femenino), para referirse a un dispositivo que la reemplazaba más tarde.

El PC llegó para terminar de romper con el acceso restringido a los espacios configurados por los dispositivos computadores, personificado en las salas de control y limpieza²³, y permitir el habitar generalizado de los mismos, tras la comercialización de los primeros *mainframes* y la creación del computador Linc. La computación personal también llegó para que la persona-usuario/a pudiera utilizar (o abusar) la computación como creyera conveniente (Ceruzzi, Paul E., 2012, 55), con mayor libertad y capacidad propositiva. En definitiva, el computador personal llegó para democratizar la computación, como pretendían Turing, Bush, los hermanos Olsen, Anderson y Clark.

La transformación y el proceso de *encoger*, experimentado por el soporte físico del DC/DA, como un conjunto de elementos del tamaño de una edificación arquitectónica (y un espacio que se habita y se recorre), hasta llegar a configurar un dispositivo personal que nos cabe en la palma de una mano, es una paradoja. Como afirma Ceruzzi, se produjo, a la vez, por un lado, por un determinismo tecnológico y, por otro, por la antítesis de éste (Ceruzzi, Paul E., 2012, 111-112).

Por un lado, esa transformación fue el resultado directo del determinismo tecnológico²⁴ derivado de los avances en la electrónica de estado sólido, que vinieron tras la invención del transistor bipolar (1947), con la llegada del circuito integrado (IC). Este cambio impulsó un cambio social a través de la tecnología, de la mano de las ideas de Wes Clark y la empresa DEC en relación al cambio de paradigma en la computación, que ambos promulgaban.

Y, por otro lado, esa transformación radical de los soportes físicos del dispositivo computador, con la llegada de un nuevo tipo, el microcomputador o computador personal (PC), fue la antítesis de ese determinismo tecnológico, porque no vino promovido de la mano de la

²² La cita de Banham está recogida en el libro de Pawley pero no está referenciada a la fuente original.

²³ Sólo accesibles a los/as expertos/as, como los operadores del computador que, en general, eran de género masculino, relegando a otros géneros a los trabajos de perforistas, pero también programadoras y analistas.

²⁴ Es decir, la consecución y el advenimiento de un cambio social a través de la aplicación de una nueva y determinada tecnología.

·T_325·

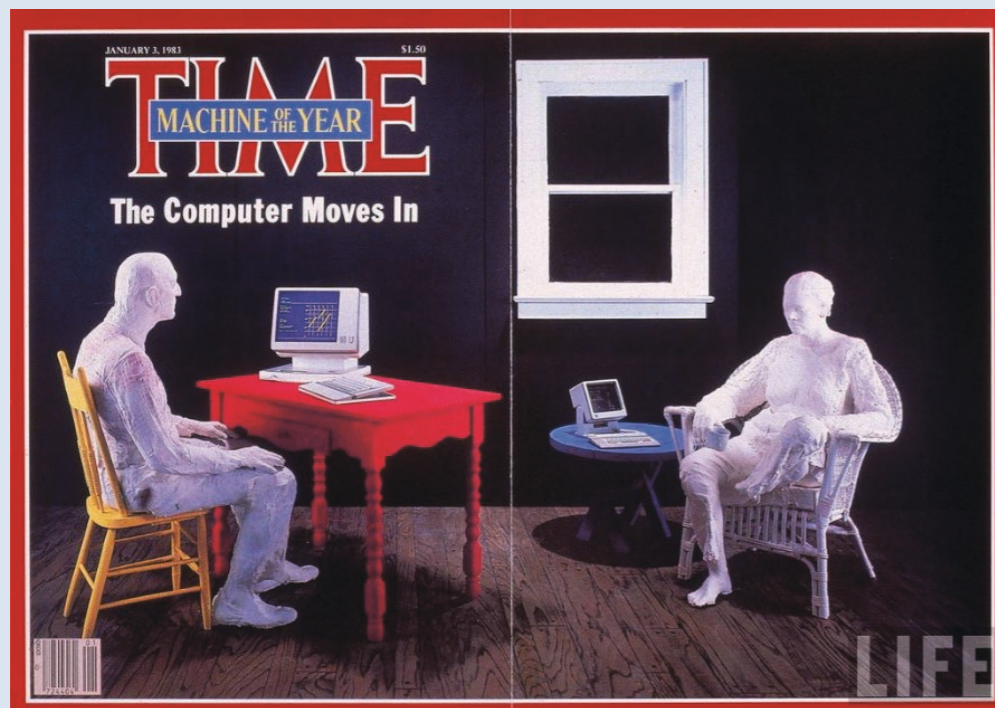
#MINICOMPUTADORES (MI)



IMAGEN DEL MINICOMPUTADOR (MI) DATA GENERAL NOVA O NOVA. 1969. DATA GENERAL. FUENTE: FOTOGRAFÍA DE JEFF KEYZER. CORTESÍA DEL GOODWILL COMPUTER MUSEUM.

·G_4.1.a_17·

#COMPUTADOR COMO DISPOSITIVO DE 1982



PORTADA Y CONTRAPORTADA DE LA REVISTA TIME DEL 3 DE ENERO DE 1983. «MACHINE OF THE YEAR: THE COMPUTER MOVES IN». FUENTE: CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM.

·G_4.1.b_17·

industria informática ni de los/as ingenieros/as más innovadores, brillantes e inconformistas que trabajaban en ella. En la década de 1960 ninguna empresa estaba realmente interesada en construir computadores que fueran asequibles y accesibles para todo el mundo (Esslinger, 2014, 27). DEC llegó para empezar a cambiar esa tendencia, pero no fue la empresa responsable de la revolución tecnológica que supuso el desarrollo de los soportes físicos computadores personales. La aparición del PC surgió, en buena parte, gracias a las visiones idealistas en torno a la computación defendidas por parte de la contracultura surgida en la década de 1960 (Turner, 2006, 2006; Esslinger, 2014, 27), por el éxito que despertó toda la cultura alrededor del movimiento Do It Yourself (DIY) (Computer History Museum, 2021) y por una serie de casualidades que podrían no haberse dado (como, por ejemplo, que Ed Roberts no hubiera prestado atención a la invención en forma de kit de Intel, comercializada para la industria, y que hubiera decidido no adquirirlo para su empresa de distribución de electrónica en Albuquerque) (o que los anuncios publicados en revistas de aficionados/as publicadas en la costa oeste de Estados Unidos no hubiera llamado la atención de sus principales lectores/as). El PC surgió en un ambiente no comercial, el de las asociaciones de aficionados/as. La tendencia que empujó a la computación para pasar de ser profesional a ser personal, surgió gracias a la convergencia de todos estos hechos.

Un ejemplo claro de la influencia ejercida a partir de la década de 1960 por la contracultura en la computación y, en especial, en la computación personal y también en arquitectura (especialmente aquella desarrollada por los/as arquitectos/as visionarios/as definidos por Mark Wigley), fue la aparición de las revistas contraculturales y los catálogos comerciales *Whole Earth Catalogue*. *Access to tools* (entre 1968 y 1972) y *The Whole Earth Software Catalogue* (1984), fundadas y editadas por Stewart Brand y Lois Jennings. En ellas se promulgaba la computación libre y democrática, la inteligencia colectiva, se abrazaron y difundieron muchas de las ideas de Richard Buckminster Fuller en relación a la arquitectura. Steve Jobs, uno de los fundadores de la empresa Apple, en el discurso de graduación que pronunció en junio de 2005 en la Stanford University, comparó la influencia que tuvieron las revistas de Brand y Jennings en esos años²⁵ (mediados de 1970) con la que ejercía el motor de búsqueda Google a principios del siglo XXI. Esas publicaciones eran muy similares en espíritu y, a veces, en contenido a las revistas y fanzines publicados por el colectivo británico Archigram (1961-1974), unos años antes.

También esa cultura del «Hazlo tú mismo» o Do it Yourself (DIY) fue la que impulsó el desarrollo y la propagación de la computación personal. Los microcomputadores o PC comenzaron siendo literalmente construcciones personales, materializadas gracias a las manos de cientos de aficionados/as que armaban sus propios dispositivos, adquiridos en forma de kit, en espacios domésticos: sus garajes, sus dormitorios y sus sótanos. La llegada del microprocesador 8080 de Intel facilitó aún más ese proceso de construcción. Sin embargo, como explica el Computer History Museum, crear tu propio computador personal con tus manos no era para personas pusilánimes. Los/as aficionados/as entusiastas lo hacían montando sus kits, fundando asociaciones y clubes para compartir consejos, revisaban revistas de electrónica, jugaban horas y horas de noche y disfrutaron cada minuto de ese emocionante proceso (Computer History Museum, 2021).

Podría decirse que parte de la implantación y el éxito de la computación personal fue el resultado de las reuniones informales de un club *amateur*: el Homebrew Computer Club, que se reunió por primera vez el 5 de marzo de 1975, en el garaje situado en Menlo Park, en California, del ingeniero de la computación y programador Gordon French [Fig.G_4.1.b_18].

Este club realizaba reuniones periódicas informales que funcionaba como un foro abierto compartido para jóvenes que querían construirse su propio dispositivo computador personal. Todos/as ellos/as compartían un mismo ideal: que el computador fuera más accesible para

²⁵ Correspondientes a los primeros años del nacimiento de la computación personal y la creación de las empresas más importantes de la computación a partir de la segunda mitad de 1970.

·T_326·

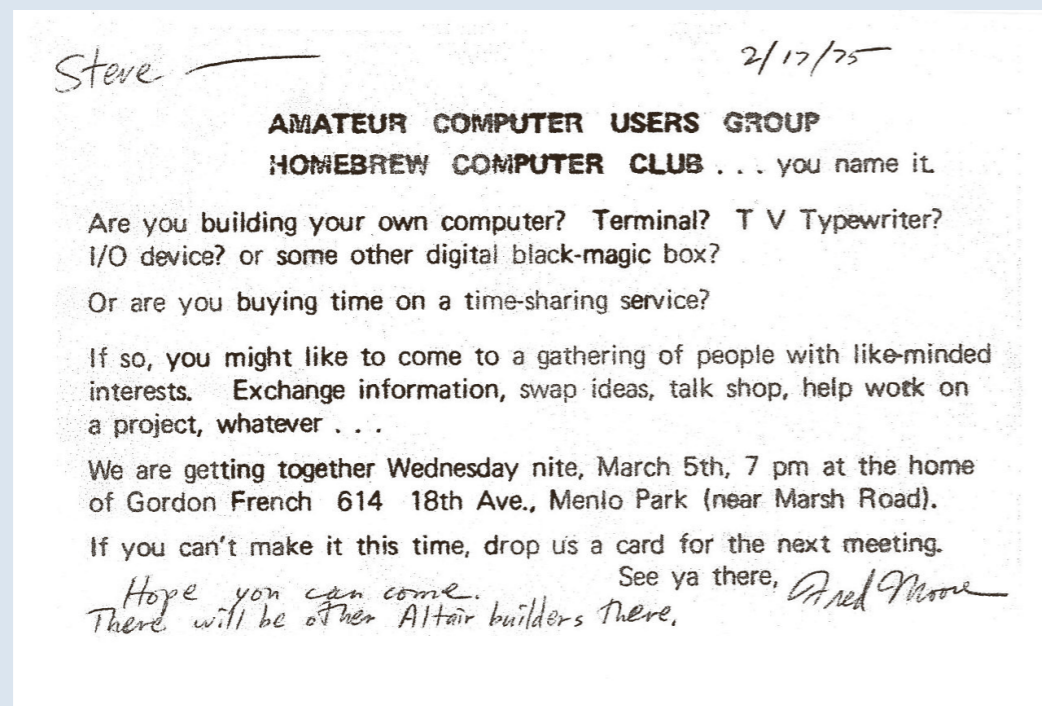
#COMPUTADOR COMO DISPOSITIVO DE 1982

«THERE ARE SOME OCCASIONS, THOUGH, WHEN THE MOST SIGNIFICANT FORCE IN A YEAR'S NEWS IS NOT A SINGLE INDIVIDUAL BUT A PROCESS, AND A WIDESPREAD RECOGNITION BY A WHOLE SOCIETY THAT THIS PROCESS IS CHANGING THE COURSE OF ALL OTHER PROCESSES. THAT IS WHY, AFTER WEIGHING THE EBB AND FLOW OF EVENTS AROUND THE WORLD, TIME HAS DECIDED THAT 1982 IS THE YEAR OF THE COMPUTER. ... TIME'S MAN OF THE YEAR FOR 1982, THE GREATEST INFLUENCE FOR GOOD OR EVIL, IS NOT A MAN AT ALL. IT IS A MACHINE: THE COMPUTER.»

[MEYERS, 1983].

·G_4.1.a_18·

#COMPUTADOR COMO DISPOSITIVO DE 1982



INVITACIÓN DE LA PRIMERA REUNIÓN DEL HOME BREW COMPUTER CLUB. 5 DE MARZO DE 1975. MENLO PARK. CALIFORNIA. GARAGE DE GORDON FRENCH. FUENTE: BROWN, MARCEL (2020). HOME BREW COMPUTER CLUB HOLDS FIRST MEETING. ACCESO EL 8 DE JUNIO DE 2023 DESDE: [HTTPS://THISDAYINTECHNOLOGY.COM/03/05/HOME BREW-COMPUTER-CLUB-HOLDS-FIRST-MEETING/](https://thisdayintechnology.com/03/05/homebrew-computer-club-holds-first-meeting/)

·G_4.1.b_18·

todos/as. Al club informal para aficionados/as a la electrónica acudían regularmente unos jóvenes Steve Wozniak, Steve Jobs, junto con Ronald Gerald Wayne (el tercer miembro fundador de Apple en sus inicios), los fundadores de la empresa Apple (1976). De hecho, una de sus reuniones más importantes se produjo un año después de la fundación del club *amateur*, cuando Wozniak llevó a la misma su diseño del que más tarde se convertiría en el computador personal Apple I²⁶.

Si la innovación se producía en los inicios de la computación digital gracias a las investigaciones de los/as expertos/as, como Wes Clark, Ken Olsen y Harlan Anderson, esa tendencia, caracterizada por el determinismo tecnológico, dio un giro inesperado y pasó a estar liderada por personas no expertas: los/as aficionados/as, los/as *amateurs*, los hackers o jáqueres, que experimentaban y exploraban a través de la computación personal, de forma muy libre y desprejuiciada.

Todos estos hechos no hacen más que resaltar la importancia que tuvo la llegada de los soportes físicos de la computación personal a nuestras vidas cotidianas. Uno de los fundadores de Microsoft, Bill Gates, manifestó que era justo afirmar que los computadores personales se habían convertido en la herramienta más poderosa jamás creada por el ser humano. Los PC son herramientas de comunicación, son herramientas de creatividad y pueden ser moldeadas por sus usuarios/as (Computer History Museum, 2021). Como afirmaba Gates, era un dispositivo tecnológico que permitía las comunicaciones y precisamente la convergencia de las mismas con la computación es la que desencadenó la primera gran convergencia que caracteriza a la episteme de la computación que se recoge en ese capítulo.

La importancia atribuida al computador personal y la afición de la presencia de este dispositivo en la vida diaria de las sociedades actuales, descrita por Gates, también afectaba a la arquitectura y a sus profesionales. Como afirma Antoine Picon, coincidiendo con el creciente auge generalizado de la cultura informática, la escena arquitectónica internacional estuvo marcada por todo tipo de intentos de relacionar la arquitectura con la disciplina informática, especialmente a partir de finales de los años 60 y principios de los años 70 del siglo pasado (Picon, 2010, 39). Según la investigación condensada en la exposición del Museo de Arte Contemporáneo de Nueva York (MoMA) *Thinking Machines. Art and Design in the Computer Age, 1959–1989* (2017-2018), en esos años en los que la computación despuntó, fotógrafos/as y arquitectos/as reconocieron la capacidad de esa tecnología para reconfigurar las comunidades humanas y nuestro entorno construido. Así, los soportes físicos de la computación transformaron la estética y las jerarquías de la época, revelando cómo estos dispositivos reformaron la creación artística, nuestra manera de trabajar, de vivir y nuestras relaciones y conexiones sociales.

En la misma línea de reconocimiento del papel fundamental en nuestra historia reciente del computador y, en especial, de la computación personal, expuesta por Gates y por la exposición del MoMA, se encontraba también la opinión del matemático e informático del MIT Joel Moses. Para él el computador (en todos sus tipos, incluido el PC) podía considerarse como la tecnología más poderosa implementada en el siglo XX. Una tecnología que podría afectar profundamente a nuestras vidas como individuos y como miembros de una familia (Moses, 1979, 20), sobre todo al hacerse pequeña, como promulgaba Clark, e inscribirse en la esfera de lo doméstico, como confirmaba el nombramiento de la revista *Time*. El impacto en los soportes físicos de los dispositivos computacionales y arquitectónicos de la acción de *encoger*, experimentada en esta episteme, hasta convertirse en objetos y en piezas de mobiliario, junto con el inicio de la mudanza a la conquista del espacio doméstico (posibilitada, en parte, por esa acción), es una parte importante de la investigación contenida en este capítulo.

²⁶ Wozniak ofreció a la empresa HP la oportunidad de desarrollar conjuntamente el Apple 1 para lanzarlo al mercado, pero HP rechazó esa oferta. De nuevo, la industria de la informática demostró que no estaba interesada en proyectos para diseñar ese tipo de computadores accesibles y asequibles para todo el mundo y corroborando así también que el PC llegó de la mano de otras fuerzas, no comerciales, más *amateur*, pero mucho más innovadoras y con más visión de futuro que la propia industria profesionalizada.

·T_327·

4.2. LA HISTORIA DE LOS SOPORTES FÍSICOS DE LA COMPUTACIÓN EN ESTA EPISTEME: EL COMPUTADOR PERSONAL (PC) Y LOS CIRCUITOS INTEGRADOS (IC) O CHIPS

·G_4.2.a_1·

#DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS: COMO MOBILIARIO COMO OBJETO DOMÉSTICO

·G_4.2.b_1·

4.2. La historia de los soportes físicos de la computación en esta episteme: el computador personal (PC) y los circuitos integrados (IC) o chips.

Los soportes físicos (*built artifacts*) de los dispositivos computadores a los que vamos a prestar atención en este apartado se engloban dentro de la episteme informática, correspondiente a la primera gran convergencia tecnológica entre la computación y las comunicaciones [Fig.G_4.2.a_2].

Esta comprensión espacio-temporal abarca aproximadamente desde mediados de los años 60 hasta los años 80-90 del siglo XX. Para Paul E. Ceruzzi, se concentra, en concreto, entre 1962 y 1980, aunque podría ampliarse su efecto hasta que se asienta la segunda gran convergencia tecnológica de la computación, a principios del siglo XXI, que estudiaremos en el apartado 5.1. Como hemos visto, la aplicación a la estructura de la tesis del concepto de *convergencia tecnológica* posibilita que los periodos temporales que éstas abarcan sean más flexibles y difusos, permitiendo añadir a este periodo algunos años más de los estrictamente enunciados.

En este momento de la historia de la evolución de los soportes físicos de la computación se inscriben, por un lado, los DC/DA de la Tercera Generación de la computación (1965-1970), construidos en base a la tecnología de los circuitos integrados (IC) o chips y los transistores MOS y, por otro lado, los de la Cuarta Generación de la computación (1971-1990), construidos en base a la tecnología de los microprocesadores o microchips y la memoria Random Access Memory o RAM. La implementación de estas tecnologías, junto con una serie de hechos casi fortuitos que ya hemos visto, dio lugar a la creación de nuevos tipos de computadores, distintos a los *mainframes* (M).

En primer lugar, durante la Tercera Generación de la computación, asociada a la llegada de los circuitos integrados (IC) y chips, surgieron los dispositivos tipo minicomputadores (Mi). Durante la Cuarta Generación, asociada a la implantación los microprocesadores y microchips, junto con otros hechos que poco tienen que ver con el determinismo tecnológico¹, surgieron los dispositivos microcomputadores o computadores personales (PC), primero, y las estaciones de trabajo (E), después.

Los circuitos integrados (IC) o chips.

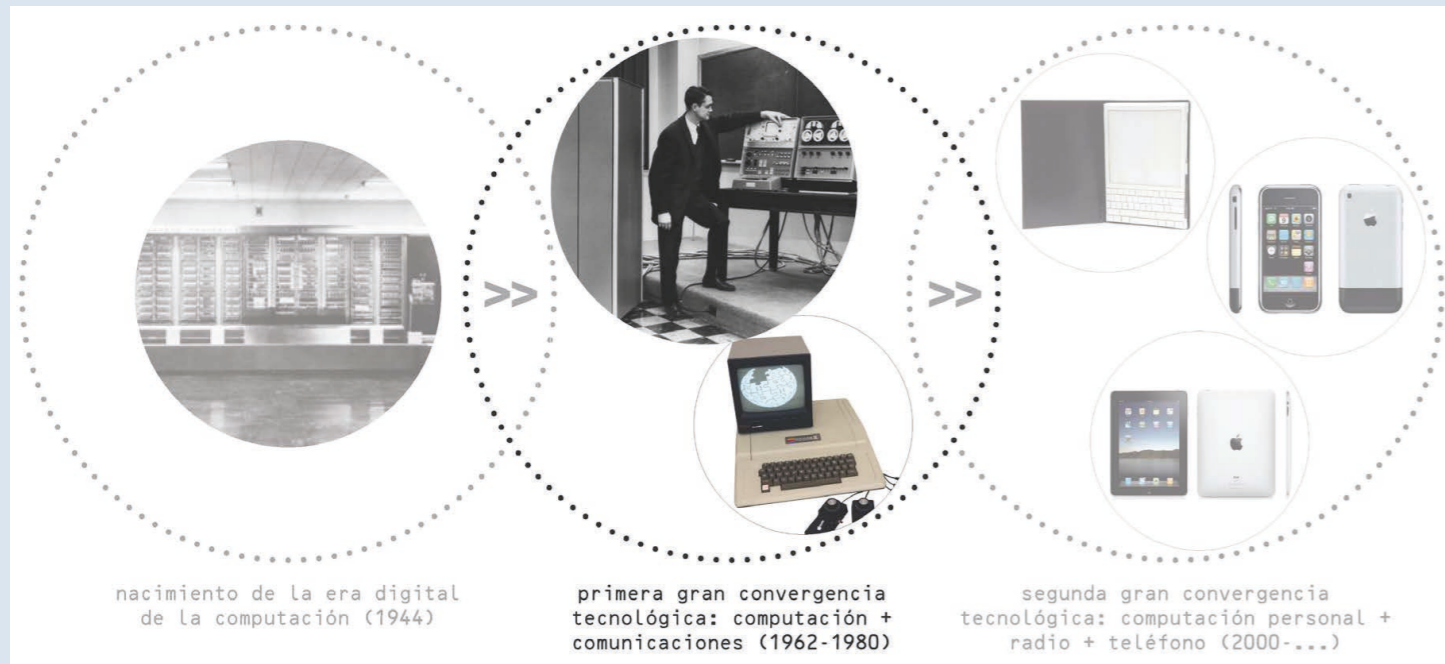
Tal y como muestra el Museo Histórico de la Informática de la Universidad Politécnica de Madrid (MHI) y el Museo de Informática García Santesmases (MIGS) de la Universidad Complutense de Madrid, el circuito integrado (IC) o chip es una colección de dispositivos electrónicos que se ubican, revelan o imprimen sobre un único sustrato semiconductor mediante una secuencia de procesos fotolitográficos² (que literalmente significa: escribir sobre una piedra con luz). Fue inventado por los físicos estadounidenses Jack St. Clair Kilby y Robert Norton Noyce, y se convirtió en el motor de la revolución informática (MIGS, 2020) al sustituir a la tecnología de los transistores bipolares, dando un giro al campo de la microelectrónica. Kilby diseñó el primer prototipo de un circuito integrado híbrido mientras trabajaba en la empresa Texas Instruments en 1958³ [Fig.G_4.2.b_2], integrando cinco componentes sobre una oblea

¹ El determinismo tecnológico, asociado a la distinción entre generaciones, a menudo, tiende a simplificar y justificar la evolución de la computación solo en relación a las innovaciones tecnológicas en exclusividad, obviando otros hechos o influencias fundamentales en el proceso.

² Como explica el MHI, la realización de un circuito integrado (IC) es un proceso complejo que consiste en la sucesión de deposición y eliminación de finísimas capas de materiales conductores, aislantes y semiconductores, hasta que después de varios pasos, se obtiene un complejo sándwich que contiene todos los circuitos interconectados de un sistema (MHI, 2019). La primera fase corresponde a la creación de un sustrato de un material de enorme pureza, en general, de silicio, en forma de oblea redonda pulida hasta quedar lisa como un espejo.

³ El prototipo de Kilby incluía un oscilador de cambio de fase que integraba resistencias, condensadores y transistores, es

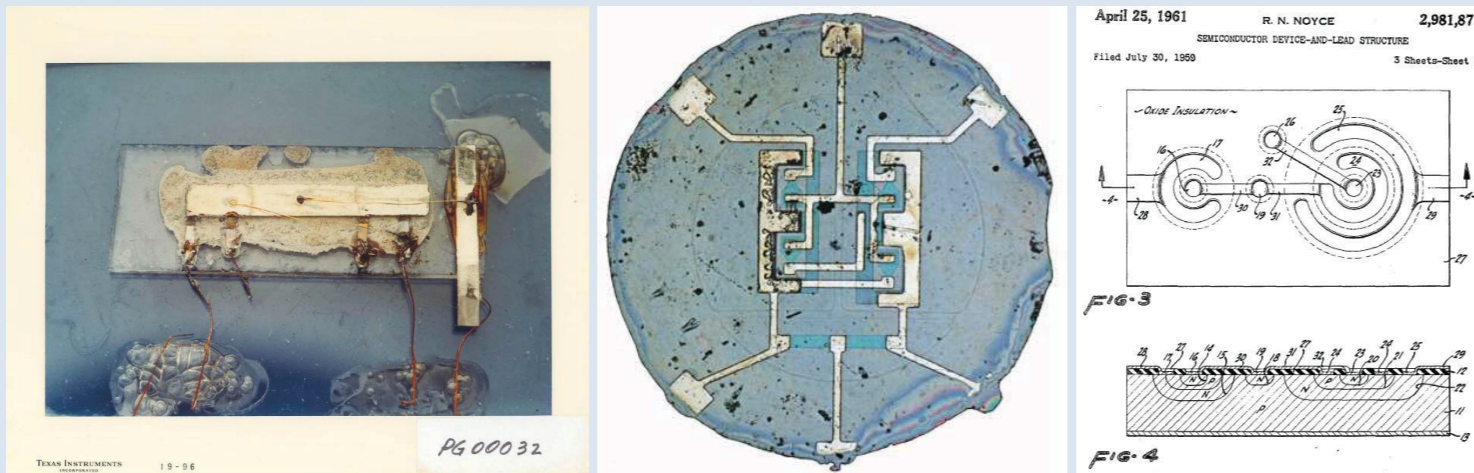
#PRIMERA GRAN CONVERGENCIA TECNOLÓGICA: COMPUTACIÓN + COMUNICACIONES



ESTRUCTURA DE LA TESIS BASADA EN LOS TRES MOMENTOS CLAVE EN LA HISTORIA DE LA COMPUTACIÓN HASTA LA FECHA DESCRITOS POR EL HISTORIADOR PAUL E. CERUZZI. PRIMERA GRAN CONVERGENCIA TECNOLÓGICA: COMPUTACIÓN + COMUNICACIONES, ENTRE 1962 Y 1980. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE LA AUTORA.

·G_4.2.a_2·

#CIRCUITO INTEGRADO (IC) O CHIP



IZQUIERDA: IMAGEN DEL PRIMER CIRCUITO INTEGRADO HÍBRIDO, IMPRESO EN GERMANIO, DISEÑADO POR JACK ST. CLAIR KILBY. TEXAS INSTRUMENTS. 1958. FUENTE: CORTESÍA DEL NATIONAL MUSEUM OF AMERICAN HISTORY (ID: 1987.0487.320). CENTRO: IMAGEN, DIAGRAMA Y DIBUJO DEL PRIMER CIRCUITO INTEGRADO MONOLÍTICO, IMPRESO EN SILICIO, DISEÑADO POR ROBERT NORTON NOYCE. FAIRCHILD SEMICONDUCTOR INTERNATIONAL, INC. 1959. FUENTE: MACNEIL, JESSICA. (2019). NOYCE RECEIVES 1ST IC PATENT, APRIL 25, 1961. ACCESO EL 13 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTPS://WWW.EDN.COM/NOYCE-RECEIVES-1ST-IC-PATENT-APRIL-25-1961/](https://www.edn.com/noyce-receives-1st-ic-patent-april-25-1961/) DERECHA: IMAGEN DE LA PLANTA Y LA SECCIÓN DEL CIRCUITO INTEGRADO (IC) INCLUIDOS EN LA PATENTE PRESENTADA EL 30 DE JULIO DE 1959 Y OBTENIDA EL 25 DE ABRIL DE 1961. ROBERT NORTON NOYCE. FUENTE: PERFIL DE FACEBOOK DEL INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, IEEE, ENTRADA DEL 26 DE ABRIL DE 2015. ACCESO EL 13 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTPS://WWW.FACEBOOK.COM/IEEE.ORG/PHOTOS/A.176108879110422/82965483755755/?TYPE=3](https://www.facebook.com/ieee.org/photos/a.176108879110422/82965483755755/?type=3)

·G_4.2.b_2·

de un mineral, el germanio. Este circuito media 12,5 milímetros de lado y era tan fino como la punta de un palillo (MHI, 2019). Noyce, de forma independiente, diseñó el primer circuito integrado monolítico en 1959, esta vez impreso sobre otro elemento, el silicio⁴ [Fig.G_4.2.b_2] (Ceruzzi, 2012, 87).

La patente para el circuito integrado de Noyce era más práctica que la de Kilby, ya que no hacía uso de ninguna conexión mediante cables externos, imprimía todos los componentes en una única oblea de un único material, el silicio y se podía producir industrialmente en masa. Con el desarrollo del circuito integrado (IC), Noyce fundó el departamento de semiconducción dentro de la empresa Fairchild, en 1959 y, años más tarde, en 1968, la hoy multinacional Intel, junto al ingeniero estadounidense Gordon Earle Moore⁵ [Fig.G_4.2.a_3]. Fairchild comercializó el primer circuito integrado (IC) operativo del mundo en 1960⁶.

El proceso fotolitografiado, es decir, de grabación o impresión sobre una oblea de un material semiconductor, generalmente, silicio, es asimilable al hecho de convertir esa oblea en un trozo de película fotográfica sobre el que se proyecta, con luz, la imagen del circuito deseado y así se revela o se imprime [Fig.G_4.2.a_3]. Como explica Mark Wigley, estas obleas se fabrican con el material más abundante existente en la corteza terrestre, después del oxígeno: una roca, una piedra, un mineral, como es el silicio. Éste se encuentra presente en la sílice que, a su vez, se puede encontrar en la arena, las piedras y las rocas de casi toda la superficie de la Tierra (Wigley, 2023). La mayoría de las sucesivas capas de luz que se depositan sobre la oblea de esta piedra, el silicio, se corresponden con los diseños, los dibujos, las formas y la disposición de los transistores, las resistencias y otros elementos que componen el circuito en sí mismo, es decir, los componentes activos y pasivos de un computador [Fig.G_4.2.b_3].

Todos estos diseños y dibujos de circuitos impresos (IC), que funcionan casi como una iconografía del nuevo mundo asociado a lo electrónico (digital) en el que vivimos, gustaban y gustan tanto a los/as arquitectos/as como a los/as artistas (Wigley, 2023). Se originó a partir de 1960 un movimiento artístico y creativo en torno a la estética asociada al circuito impreso, lo electrónico y digital. Así lo demuestra el éxito que obtuvo la exposición para exponerlos, organizada por el MoMA en 1990, llamada *Information art: diagramming microchips* (Weiley, 1990). Como explicaba Cary McCarty, la comisaria de la muestra, la iconografía en torno a los circuitos integrados y las imágenes de los patrones de los diagramas elaborados para su fabricación, estaban proporcionando inspiración y material para los/as artistas/as y creativos/as (McCarty, 1990, 6). Esos diagramas de patrones, eran los nuevos iconos de nuestro tiempo, los componentes que componían los dispositivos impulsados por la electricidad, como lo fueron los componentes mecánicos (que construían los dispositivos mecánicos) de la primera parte del siglo XX. Con la estética asociada al circuito impreso surge un nuevo tipo de imagen, hecha de piedra, que no corresponde solamente a una imagen impresa, sino que también lleva aparejada una manera de ser, de pensar, de conectar, etc. Son documentos muy arquitectónicos a los que se ha referido la arquitectura en muchas ocasiones como metáforas iconográficas de la ciudad o del mundo electrónico (digital) que empezaba a envolvernos, por ejemplo.

A partir de los años 60 del siglo XX surge una cultura visual alrededor de este nuevo y pequeño mundo de patrones de circuitos impresos en silicio. Los componentes activos y pasivos del computador *encogidos* empiezan a protagonizar portadas de importantes revistas de todo tipo, como *Fortune* (1961), *Business Week* (1962), *Radio-Electronics* (1964), *Scientific American*

decir, los componentes pasivos de un computador, sobre una base de germanio (MIGS, 2020).

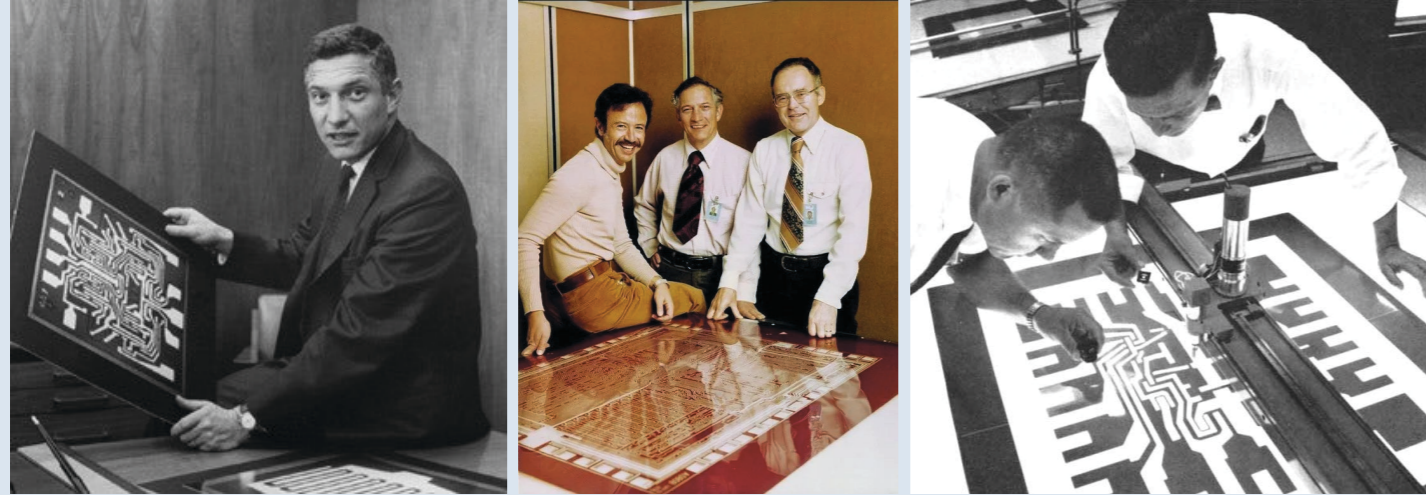
⁴ El prototipo de Noyce era un *flip-flop* JK con quince transistores de tecnología RTL (Resistor-Transistor Logic) (MIGS, 2020).

⁵ El carácter emprendedor de Noyce le ha hecho valedor del apodo *alcalde de Silicon Valley*.

⁶ Texas Instruments, con la patente de Kilby, inició una guerra de patentes ese mismo año (al igual que ocurrió con el primer computador digital de la historia entre el ENIAC y el Atanasoff-Berry Computer o ABC) que finalizó con un acuerdo de licencias cruzadas entre ambas compañías en 1966.

·T_329·

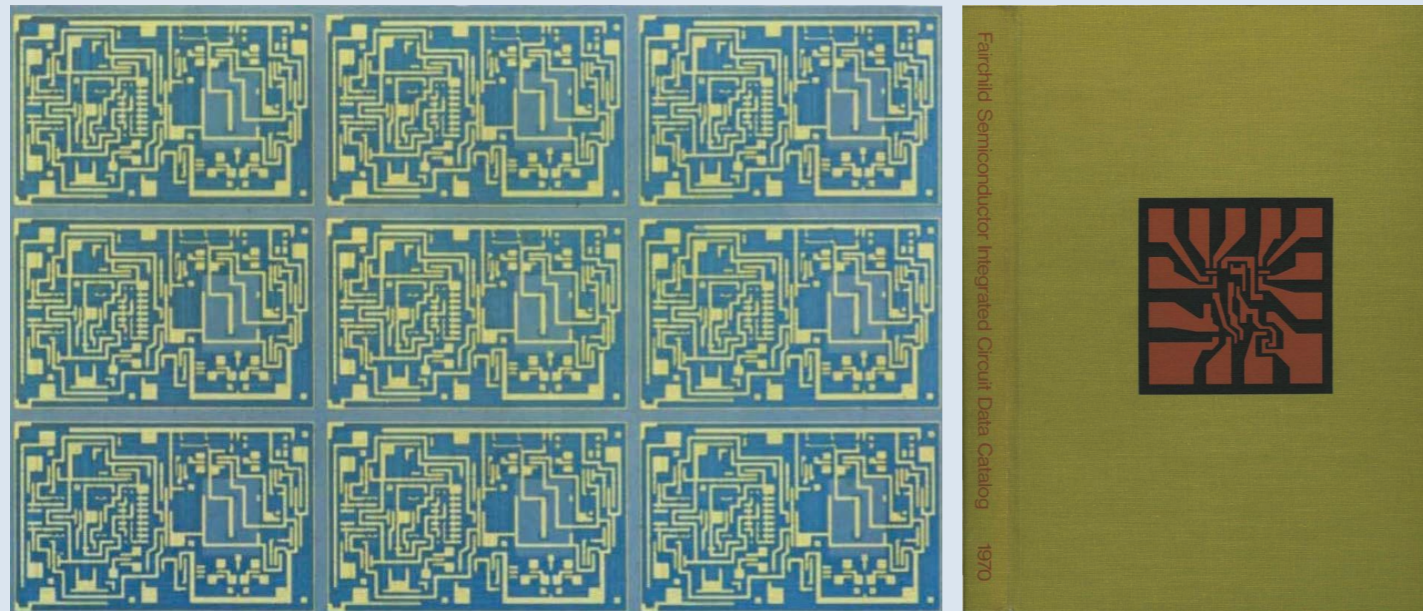
#CIRCUITO INTEGRADO (IC) O CHIP



IZQUIERDA: IMAGEN DEL JOVEN ROBERT NOYCE CON EL DIBUJO DE UNO DE SUS CIRCUITOS INTEGRADOS EN SUS MANOS. CA. 1959. FUENTE: CORTESÍA DEL ARCHIVO FOTOGRÁFICO DE TED STRESHINSKY. CENTRO: IMAGEN DE ROBERT NOYCE Y GORDON MOORE, FUNDADORES DE LA EMPRESA INTEL, CON ANDREW GROVE, EN 1978. EN LA MESA SE PUEDE OBSERVAR EL DIBUJO DE UNO DE SUS MICROPROCESADORES. 1978. FUENTE: DA SILVA, WILSON (2021). *THE MICROCHIP THAT CHANGED THE WORLD TURNS 50*. ACCESO EL 14 DE JUNIO DE 2022 DESDE: [HTTPS://MEDIUM.COM/PREDICT/THE-MICROCHIP-TURNS-50-A-REVOLUTION-IN-PROGRESS-93C45D7C9624](https://medium.com/predict/the-microchip-turns-50-a-revolution-in-progress-93c45d7c9624) DERECHA: IMAGEN DEL DIBUJO Y DISEÑO DE UNA DE LAS MÁSCARAS DE PRECISIÓN CON LAS QUE SE IMPRIMEN LAS OBLEAS DE SILICIO. ESTOS PATRONES QUE ORDENAN LOS ELEMENTOS EN UN CIRCUITO INTEGRADO SE DIBUJAN A ESCALA 500:1 EN UN COMPUTADOR WESTERN ELECTRIC. CON POSTERIORIDAD, MEDIANTE UNA FOTOGRAFÍA CON LENTES DE PRECISIÓN LA MÁSCARA CON EL PATRÓN DEL IC DIBUJADO SE REDUCE A UN TAMAÑO MICROSCÓPICO Y SE REPLICA ARA CUBRIR POR COMPLETO LA SUPERFICIE DE UNA OBLEA DE SILICIO. TEXAS INSTRUMENTS. 1965. FUENTE: FUENTE: HITTINGER, W. C., & SPARKS, M. (1965). MICROELECTRONICS. *SCIENTIFIC AMERICAN*, 213 (5), P. 66.

·G_4.2.a_3·

#CIRCUITO INTEGRADO (IC) O CHIP



IZQUIERDA: IMAGEN DE NUEVE CIRCUITOS IMPRESOS RECTANGULARES DE DIMENSIONES 2,5 MM X 1,7 MM, CADA UNO, CON UNA SUPERFICIE DE 4,25 MM². ERAN DE LOS MÁS COMPLEJOS DE SU ÉPOCA Y CONTENÍAN 16 TRANSISTORES, 32 RESISTENCIAS Y UN CAPACITADOR, COMPONIENDO LA UNIDAD DE MEMORIA DEL COMPUTADOR, PARA AMPLIFICAR SUS SEÑALES Y ENVIARLAS A LA UNIDAD CENTRAL DEL MISMO. TEXAS INSTRUMENTS. 1965. FUENTE: HITTINGER, W. C., & SPARKS, M. (1965). MICROELECTRONICS. *SCIENTIFIC AMERICAN*, 213(5), P. 56. DERECHA: PORTADA DEL CATÁLOGO DE CIRCUITOS INTEGRADOS DE LA EMPRESA FAIRCHILD SEMICONDUCTOR. 1970. FUENTE: FAIRCHILD SEMICONDUCTOR, (1970). *FAIRCHILD SEMICONDUCTOR INTEGRATED CIRCUIT DATA CATALOG*. ACCESO EL 15 DE JUNIO DE 2023 DESDE: [HTTPS://ARCHIVE.ORG/DETAILS/BITSAVERS_FAIRCHILDSEMICONDUCTORINTEGRATEDCIRCUITDATACATA_54497553/MODE/2UP](https://archive.org/details/bitsavers_fairchildsemiconductorintegratedcircuitdatacata_54497553/mode/2up)

·G_4.2.b_3·

(1965) o *Electronic Illustrated* (1965), con temáticas que giraban siempre al tamaño, o a la usencia de éste, al proceso de encoger experimentado por estos componentes de la computación [Fig.G_4.2.a_4]. Este hecho ya ocurrió con la memoria de ferrita, que fue portada de uno de los números de la revista publicada por Archigram, como ya vimos.

Se hablaba de una acción de *encoger* de los compuestos que construían un dispositivo computador. Este encogimiento producía nuevas formas de la electrónica, a escala molecular, así como el desvanecimiento de los circuitos integrados (IC), o microminiaturas que empezaban a ser más pequeñas que una hormiga, una moneda, un grano de arroz (en un anuncio de los chips producidos por Texas Instruments), o las yemas de nuestros dedos humanos [Fig.G_4.2.b_4, Fig.G_4.2.a_5].

Según Wigley, entre 1965 y 1967 se produce una paradoja: el mismo tiempo en el que se empieza a producir la domesticación de la electrónica, cuando el circuito integrado empieza a ser parte de nuestras vidas cotidianas, coincide con el momento en el que ésta se encoge tanto que empieza a desaparecer, a convertirse en algo imperceptible a ojos del ser humano (Wigley, 2023). Cuando más presente se hace esta tecnología en nuestras vidas, más invisible se vuelve; más se cajanegriza. Wigley continúa explicando que en ese momento se constata que existe un nuevo mundo, una nueva versión también del ser humano, una nueva versión electrónica de ambos, que encoge, se vuelve cada vez más pequeña y, a la vez, más invisible, produciendo un cierto trauma en la sociedad. Es en ese momento cuando aparecen muchas imágenes en las que se emparejan los circuitos integrados con partes de nuestro cuerpo, con nuestros ojos o nuestros dedos. Además, ese momento coincide también con el de muchos/as pensadores/as y arquitectos/as de la época empezando a hacer uso de la iconografía electrónica para ilustrar sus reflexiones, como veremos a continuación.

El circuito integrado (IC), que tantas portadas protagonizó y tantas ideas movilizó en ese momento, se fabrica de una forma muy sofisticada. Sobre la misma oblea de silicio se crean simultáneamente cientos de circuitos integrados iguales que son cortados posteriormente, conectados a los pines externos y encapsulados. [Fig.G_4.2.b_5]. Los componentes (activos y pasivos) de un circuito integrado son tan pequeños y precisos que una mota de polvo microscópica puede destruirlos, por ello los lugares donde se fabrican se denominan *salas limpias* (*clean room*) [Fig.G_4.2.a_6], donde el aire se somete a un filtrado exhaustivo y está prácticamente libre de polvo.

Las diferentes historias de la computación, a menudo, han pasado por alto, cuestiones como las prácticas de higiene y limpieza extremas, e incluso la estética limpia y blanca, siendo algo que continúa teniendo gran importancia en el siglo XXI, en el campo de la informática. Desde el estilo de diseño blanco puro de los dispositivos de Apple, o la floreciente industrial de salas limpias de fabricación de chips semiconductores, hasta la apariencia limpia y simple de la pantalla de búsqueda del *software* buscador de internet de Google, sin anuncios emergentes ni desorden ni cargado con gráficos sofisticados (Ceruzzi, 2012, 149) son el resultado de la centralidad de la limpieza como imperativo estético, metafórico y técnico en la economía digital (Plotnick, 2020, 117).

En la exposición *Information art: diagramming microchips* del MoMA, ya citada, se afirmaba que el circuito integrado (IC) fue una de las innovaciones más sofisticadas e influyentes de nuestra civilización tecnológica (McCarty, 1990, 4), cuyo impacto había sido revolucionario. El circuito integrado había nacido como resultado de uno de esos raros momentos cruciales en la historia cuando los descubrimientos en todas las ciencias principales convergen: la química, la física, las matemáticas, la óptica y la ingeniería eléctrica lo hicieron y se combinaron, en un momento en que la cultura estaba lista para implementar esa tecnología. Los/as científicos/as llevaron su investigación al límite y, en asociación con el tejido empresarial, creando una maravilla electrónica que está cambiando radicalmente nuestras vidas. Gracias al IC se hizo posible la construcción de los hornos de microondas, las calculadoras de bolsillo y los marcapasos, así

·T_330·

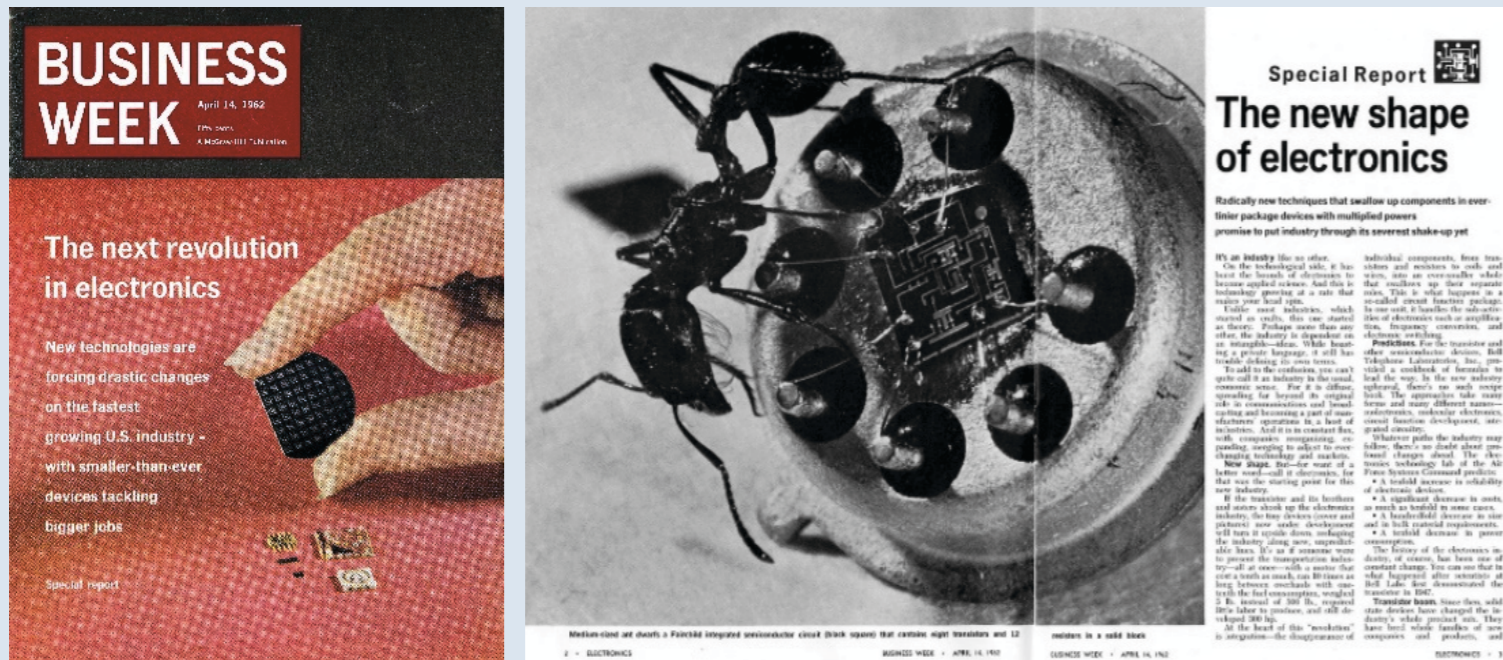
#CIRCUITO INTEGRADO (IC) O CHIP



DE IZQUIERDA A DERECHA: PORTADA DE LA REVISTA *FORTUNE*, DE NOVIEMBRE DE 1961, MOSTRANDO UN CIRCUITO INTEGRADO DE TEXAS INSTRUMENTS. 1961. FUENTE: PORTADA. (1961). *FORTUNE*. PORTADA DE LA REVISTA *RADIO-ELECTRONICS*, DE ENERO DE 1964, HABLANDO DEL DESVANECIMIENTO DE LOS CIRCUITOS Y DE LA ELECTRÓNICA MOLECULAR. 1964. FUENTE: PORTADA. (1964). *RADIO-ELECTRONICS*, XXXV(1). PORTADA DE LA REVISTA *ELECTRONICS-ILLUSTRATED* MOSTRANDO UNA MICROMINIATURA DE UN CIRCUITO INTEGRADO (IC) JUNTO A UN OJO HUMANO, EN MARZO DE 1965. 1965. FUENTE: PORTADA. (1965). *ELECTRONICS-ILLUSTRATED*. PORTADA DE LA REVISTA *SCIENTIFIC AMERICAN*, DE NOVIEMBRE DE 1965, MOSTRANDO EL PATRÓN DE UN CIRCUITO INTEGRADO. 1965. FUENTE: PORTADA. (1965). *SCIENTIFIC AMERICAN*, 213(5).

·G_4.2.a_4·

#CIRCUITO INTEGRADO (IC) O CHIP



IZQUIERDA: PORTADA DE LA REVISTA *BUSINESS WEEK* DEL 4 DE ABRIL DE 1962. FUENTE: PORTADA. (1962). *BUSINESS WEEK*. DERECHA: IMAGEN DE UN CIRCUITO INTEGRADO JUNTO A UNA HORMIGA. REPORTAJE ESPECIAL DE LA REVISTA *BUSINESS WEEK*, DEL 4 DE ABRIL DE 1962, P. 2-3. FUENTE: THE NEW SHAPE OF ELECTRONICS. (1962). *BUSINESS WEEK*, P.2-3.

·G_4.2.b_4·

como los alunizajes y los satélites, pero, sobre todo, el resultado de su implementación era su dispositivo arquetípico: el computador. McCarty continuaba afirmando que el circuito integrado era el invento más revolucionario de nuestra civilización porque era el dispositivo más complejo, más potente, menos costoso y más pequeño jamás creado por un ser humano (McCarty, 1990, 4). El IC nos permite procesar, almacenar y transmitir cantidades masivas de información, de manera rápida y fiable; y como resultado de estas capacidades, gran parte de nuestra información actual, ya sean números, letras o imágenes, existe en formato electrónico (digital) y pasa a través de estos diminutos dispositivos.

En la exposición del MoMA, el término *información* es empleado en relación a los diagramas y los patrones de los circuitos impresos para subrayar nuestra creciente dependencia de esta tecnología. La compleja red de líneas proyectadas, dibujadas e impresas, canaliza el flujo de datos y señales y sus configuraciones determinan cómo se procesan éstos. Según Wigley, las señales conducidas a través de los patrones de los circuitos integrados y microprocesadores son una extensión de nuestros cerebros, una extensión cada vez más compleja y cada vez más invisible y cajanegrizada (Wigley, 2023).

El movimiento creativo en torno a la iconografía del circuito impreso (IC), produce diseños de eficiencia rigurosa, guiados por reglas de la lógica y por las leyes de la física. Los circuitos impresos son artefactos resultado directo del pensamiento racional, ya que su diseño no permite ambigüedad alguna, a diferencia de la pintura, que es principalmente un proceso emocional y un esfuerzo estético más subjetivo (McCarty, 1990, 4). La estética y el movimiento creativo en torno al circuito impreso era algo científico, objetivo, pero, a la vez, intrínsecamente bello. La belleza era un subproducto de su función. Sus formas, sin adornos, se convirtieron en una cuestión de preferencia estética para muchos/as artistas y diseñadores/as del siglo XX y establecieron un estándar para la colección de diseño del museo de Nueva York.

Los transistores MOS.

Junto con la tecnología de los circuitos impresos (IC) en este momento fue importante la invención del primer transistor de efecto campo metal-óxido-semiconductor, transistor MOS, MOSFET o unipolar, por parte de los ingenieros eléctricos Dawon Kahng y Martin Mohamed Atalla, en los Laboratorios Bell, entre 1959 y 1960 [Fig.G_4.2.b_6].

Un transistor MOS o unipolar genera corrientes formadas por un único tipo de portadores (MHI, 2020), controlado por tensión en lugar de por corriente, como ocurría en los transistores bipolares. Este hecho conseguía unas tasas de control más altas con un consumo más bajo de energía, con lo que gracias a la implementación de esta tecnología se produjo una acción de *encoger* asociada a la energía necesaria para el funcionamiento de los DC/DA. Con la mejora en sus procesos de fabricación, se permitió encoger y reducir no solo el consumo de recursos energéticos de los computadores sino también las dimensiones de los elementos que conformaban sus soportes físicos, los transistores, al ser sustituidos por los transistores MOS, elementos intrínsecamente bidimensionales (MHI, 2020) que redujeron drásticamente de nuevo el volumen de los DC/DA de ese momento. Los primeros subsistemas integrados MOS comercializados para su utilización como componentes en la construcción de dispositivos computadores, comenzaron a aparecer en el mercado informático a principios de los años 70 del siglo XX, lo que produjo una nueva acción de encoger que terminó en la aparición de un nuevo tipo de computador, el PC, como estudiaremos a continuación. Los transistores MOS son la base de la construcción de muchos de los dispositivos computadores actuales (MHI, 2020).

Un nuevo tipo de computador, el minicomputador (Mi).

En medio de todas estas innovaciones se produjo un crecimiento espectacular en una nueva área de la computación, surgida con la creación de un nuevo tipo de computador, el

·T_331·

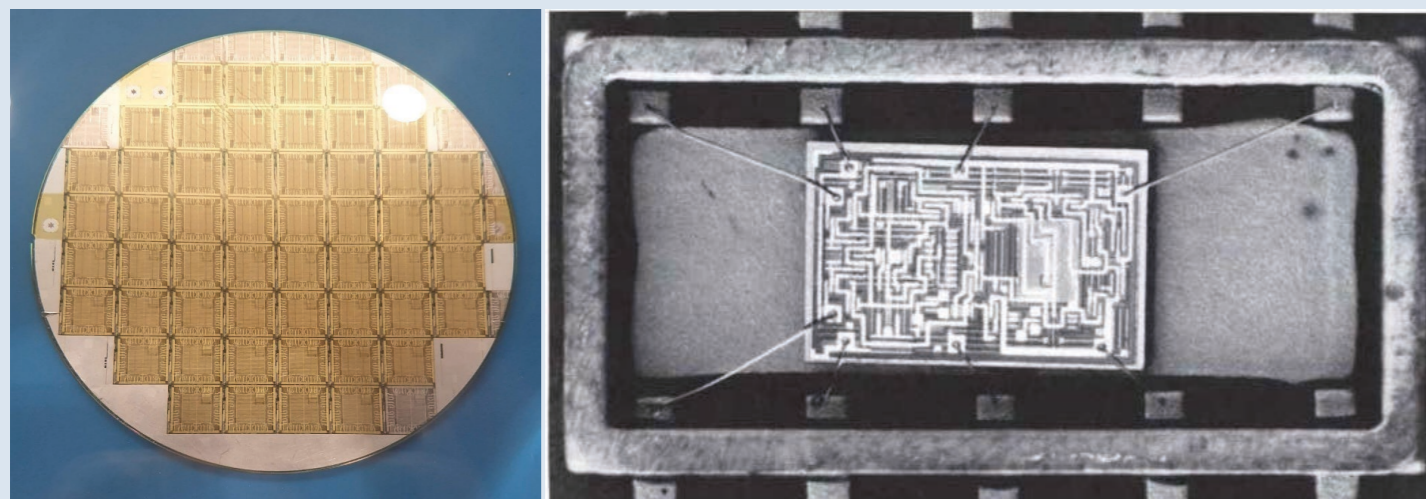
#CIRCUITO INTEGRADO (IC) O CHIP



IZQUIERDA: IMAGEN DE UN CIRCUITO INTEGRADO COMPARADO CON UNA MONEDA. FUENTE: WIGLEY, M. [2023]. *FROM INTESTINES TO MICROCHIPS: A SHORT HISTORY OF ARCHITECTURE*. BARCELONA: MODEL-FESTIVAL DE ARQUITECTURAS DE BARCELONA, 20 AL 30 DE ABRIL DE 2023. DERECHA: ANUNCIO DE RCA DE 1968, DE QUENTIN FIORE, MOSTRANDO ENTRE LOS DEDOS DE UNA MANO UN CIRCUITO IMPRESO (IC). FUENTE: CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102770845).

·G_4.2.a_5·

#CIRCUITO INTEGRADO (IC) O CHIP



IZQUIERDA: IMAGEN DE UNA OBLEA DE SILICIO IMPRESA CON CIENTOS DE CIRCUITOS INTEGRADOS (IC), ANTES DE SER CORTADOS Y ENCAPSULADOS. 2019. FUENTE: FOTOGRAFÍA DE LA AUTORA. CORTESÍA DEL MUSEO HISTÓRICO DE LA INFORMÁTICA (MHI). DERECHA: IMAGEN DE UN PRIMER PLANO DE UN CIRCUITO INTEGRADO (IC) ENCAPSULADO. EL CHIP DE ESTE CIRCUITO CONTIENE UN TOTAL DE 23 TRANSISTORES Y 68 RESISTENCIAS, QUE SE PUEDEN UTILIZAR PARA CONFIGURAR OTROS TIPOS DE CIRCUITOS. TEXAS INSTRUMENTS. 1965. FUENTE: HITTINGER, W. C., & SPARKS, M. (1965). MICROELECTRONICS. *SCIENTIFIC AMERICAN*, 213(5), P. 64.

·G_4.2.b_5·

minicomputador (Mi) (MHI, 2019). La invención del circuito integrado (IC) propició la aparición de este nuevo dispositivo y un rápido crecimiento en su desarrollo (Ceruzzi, 2012, 91), sobre todo de la mano de la empresa Digital Equipment Corporation (DEC), con su serie Programmed Data Processor o PDP, como vimos en el anterior apartado. Aunque la construcción de computadores tipo *mainframe* (M) (es decir, dispositivos computadores que configuraban espacios arquitectónicos que se habitaban y se recorrían) seguía dominando el sector, de la mano de IBM, la llegada de dispositivos encogidos, más pequeños, supuso toda una revolución en la computación.

DEC presentó tres innovaciones en 10 años, con un decalaje de cinco años entre ellas. Primero revolucionó el mercado con la presentación del primer minicomputador PDP-1 (1960) [Fig.G_4.2.a_7] que, aunque fue un fracaso en ventas, supuso la llegada de uno de los dispositivos computadores más influyentes de todos los tiempos (Wurster, 2003, 118) y el origen de un nuevo mercado, gracias al novedoso concepto de diseño que planteaba.

El minicomputador PDP-1 desempeñó un papel muy importante en el desarrollo de la cultura hacker o jáquer en el MIT, haciendo protagonistas y dando poder de decisión a las personas no expertas en computación. Con él se inició también la dimensión lúdica y en torno al entretenimiento de la computación ya que, con este dispositivo, se desarrolló uno de los primeros videojuegos de computador, *Spacewar!*, de Steve Russell, en 1962, en el MIT. Además, fue el primer soporte físico de un computador que empezó a jugar con gamas cromáticas más amplias, enfocadas a diseñar una identidad comercial y abrir el camino a una personalización de estos dispositivos.

El segundo minicomputador que DEC lanzó al mercado cinco años más tarde, en 1965, fue el PDP-8 [Fig.G_4.2.b_7]. Fue el primer minicomputador producido en serie (Ceruzzi, 2012, 129, Swedin & Ferro, 2011, 69) y UNIX, uno de los primeros sistemas operativos (*software*) para este tipo de computadores, que entró en desarrollo en 1969 ((Ceruzzi, 2012, 106, Swedin & Ferro, 2011, 70-71).

El PDP-8 había encogido con respecto a sus predecesores en todos los sentidos. Por un lado, en dimensiones y tamaño, ya que era lo suficientemente pequeño como para ser montado junto a racks de equipos estandarizados ya presentes en los laboratorios sin necesidad de un control y diseño específico del aire y el clima a su alrededor. Ya no era necesario diseñar las condiciones higrotérmicas del espacio configurado por el computador puesto que ya era un objeto independiente y con cierta movilidad, como el Linc. La arquitectura del PDP-8 fue la mayor innovación que implementó este dispositivo, en todos los sentidos. Era un computador diseñado específicamente desde el inicio utilizando los transistores bipolares como componentes para su construcción (Ceruzzi, 2012, 72), no como el *mainframe* IBM 7090, que simplemente había sustituido en su diseño las válvulas de vacío por estos últimos. Pero también fue innovador porque la arquitectura que propuso ya no configuraba un espacio arquitectónico en sí mismo, sino un objeto o pieza de mobiliario que se podía rodear y tocar, rodeada en este caso por un espacio a su alrededor. Además, hizo uso para su construcción de módulos y componentes estandarizados que podían conectarse y combinarse fácilmente entre sí, que abarataron su precio y lo hacían compatible con otros dispositivos.

Por otro lado, el PDP-8 encogió con respecto a su precio de venta, que fue de 18.000 dólares, por el sistema informático básico. Se vendieron más de 10.000 unidades.

Otro ejemplo de minicomputador comercializado por DEC fue el PDP-11, lanzado al mercado cinco años más tarde, de nuevo, en 1970. Este dispositivo tenía ya capacidades de cálculo y potencia muy similares a las de un computador tipo *mainframe* (Ceruzzi, 2012, 91) y se convirtió así en el computador más popular de esa época, ya que se vendieron más de 600.000 unidades, por un precio de 10.800 dólares [Fig.G_4.2.a_8].

Los computadores tipo minicomputador (Mi) fueron nombrados así en alusión a dos objetos

·T_332·

#SALA LIMPIA



IMAGEN DEL INTERIOR DE UNA SALA LIMPIA PARA LA FABRICACIÓN DE CIRCUITOS IMPRESOS (IC) O CHIPS DE LA AGENCIA EUROPEA AEROSPAZIAL (ESA). 1970. FUENTE: ESA, (2012). CLEAN ROOM FOR CHIP FABRICATION. ACCESO EL 15 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTPS://WWW.ESA.INT/ESA_MULTIMEDIA/IMAGES/2012/12/CLEAN_ROOM_FOR_CHIP_FABRICATION](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2012/12/Clean_Room_for_Chip_Fabrication)

·G_4.2.a_6·

#TRANSISTORES MOS



IMAGEN DE UN TRANSISTOR DE EFECTO CAMPO METAL-ÓXIDO-SEMICONDUCTOR, TRANSISTOR MOS O MOSFET. 2019. FUENTE: MARTÍN VÁZQUEZ, VERÓNICA (2019). TRANSISTOR MOSFET. ACCESO EL 15 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTPS://UELECTRONICS.COM/TRANSISTOR-MOSFET/](https://uelectronics.com/transistor-mosfet/)

·G_4.2.b_6·

que habían sufrido un proceso de *encoger* en sus soportes físicos en esa época: el coche y la falda. Los minicomputadores adoptaron el prefijo *mini* gracias al vehículo distribuido en Reino Unido Morris Mini (el *Mini*) y la minifalda que ya utilizaban muchas mujeres a finales de la década de 1960. Así se reflejaba en los anuncios que realizó DEC de la familia de minicomputadores PDP-8, retratados bajo el pie de una mujer, calzada con una bota de tacón y vestida con una minifalda [Fig.G_4.2.a_8].

Casi todo el desarrollo de los minicomputadores se concentró en una zona territorial específica de la costa este de Estados Unidos, cerca de la ruta 128, a las afueras de Boston, donde, por ejemplo, se ubicaba DEC. La ruta 128 fue apodada durante la década de 1960 como la *autopista tecnológica*. Sin embargo, Fairchild, el departamento de semiconducción fundado por Noyce donde se proyectaban y producían los circuitos impresos (IC) estaba ubicado en la costa oeste, en el valle de Santa Clara, en San Francisco. A partir de la década de 1970, esa área del país recibió el apodo de «Silicon Valley» (Valle del silicio), por parte de un periodista local que así lo nombró, en 1971 (Ceruzzi, 2012, 91). En ese momento la innovación en computación emigró hacia el oeste, como veremos en los siguientes apartados.

La era de la informática interactiva personal aún no había llegado, pero estaba a punto de hacerlo. Las estrategias de diseño del brillante *arquitecto* de la computación, Wesley A. Clark, implementadas en muchos de los minicomputadores construidos por DEC (TX-0, Linc, PDP-1, PDP-8 y PDP-11) se basaron, principalmente, en acciones asociadas al *encoger*, que hicieron cada vez más pequeños y domésticos los soportes físicos de los computadores que comercializaban. Muchos de los prototipos diseñados por Clark no sólo fueron creados en espacios domésticos (como el configurado para su propia vivienda en la que se encerró seis semanas para diseñar LINC (November, 2004, 128) sino que aspiraron a conquistar ese espacio, por sus dimensiones, su materialidad, su estética, etc. Los minicomputadores marcaron una tendencia lejos de esa imagen del soporte físico del computador central monolítico y facilitaron el acceso a la computación a muchos científicos/as e ingenieros/as (Cuneo, 2011, 138).

La evolución de los computadores tipo *mainframe* (M). El IBM System/360.

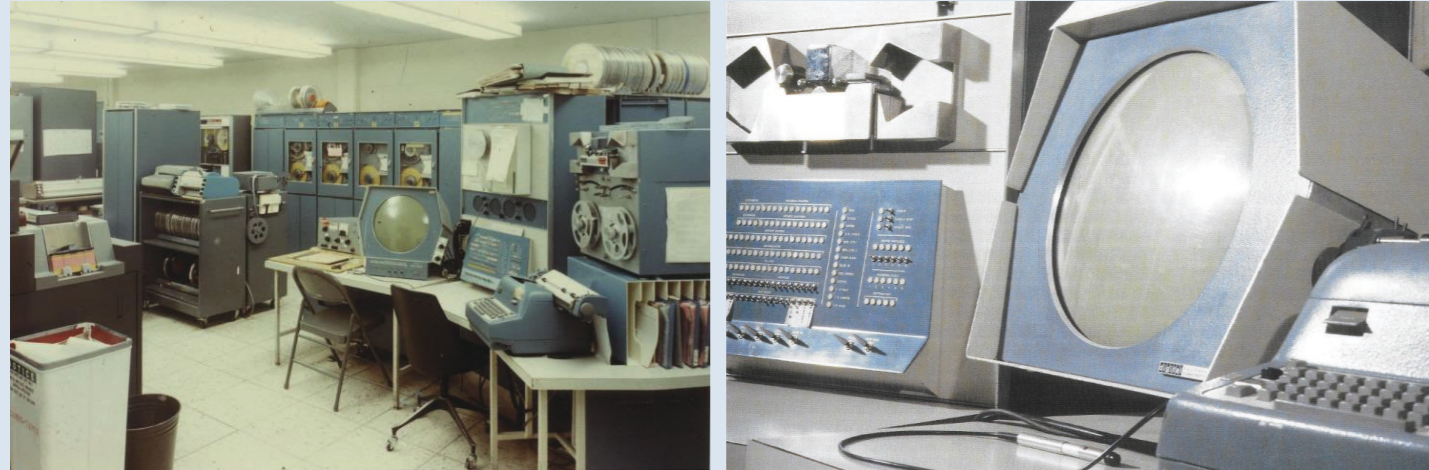
A pesar de la llegada de los minicomputadores, los computadores tipo *mainframe* (M) o macrocomputadores seguían dominando la construcción en el mercado informático. Se produjo una evolución en el diseño de sus soportes físicos, sobre todo gracias a las innovaciones tecnológicas que iban apareciendo en medio de esta revolución de la electrónica de los semiconductores, pero, sobre todo, por la influencia de las nuevas tendencias impuestas por la irrupción en el mercado de los minicomputadores. Éstos incorporaron en el diseño informático varias estrategias asociadas al proceso de *encoger*: relacionadas con el tamaño, el precio y el consumo de recursos de los computadores, pero también con la compatibilidad, la versatilidad de uso y la personalización de sus propios soportes físicos.

Uno de los más importantes computadores tipo *mainframes* (M) construido en esta episteme de la computación fue el desarrollado por IBM, la familia IBM System/360, anunciado en 1964, que llegó para reemplazar al computador *mainframe* IBM 1401 (Ceruzzi, 2012, 93). El IBM System/360 fue la gran apuesta de la compañía en esos momentos, dedicando muchos recursos económicos y humanos a su desarrollo, al margen de los contratos que la empresa ya tenía con el gobierno federal. La inversión no tenía precedentes similares, ascendiendo a más de cinco mil millones de dólares, como recogió un famoso artículo de la revista *Fortune* (Wise, 1966, 119). El desarrollo de esta familia de computadores dio lugar, de igual manera, a grandes innovaciones en relación al nivel del software, con la creación de un nuevo sistema operativo y un nuevo lenguaje de programación (PL/1, que finalmente no tuvo mucho éxito).

En su diseño estuvo muy involucrado el arquitecto Eliot Noyes, junto con el ingeniero Frederick P. Brooks Jr. y la ayuda del equipo de su oficina y el de IBM (Harwood, 2003, 20). El lanzamiento

·T_333·

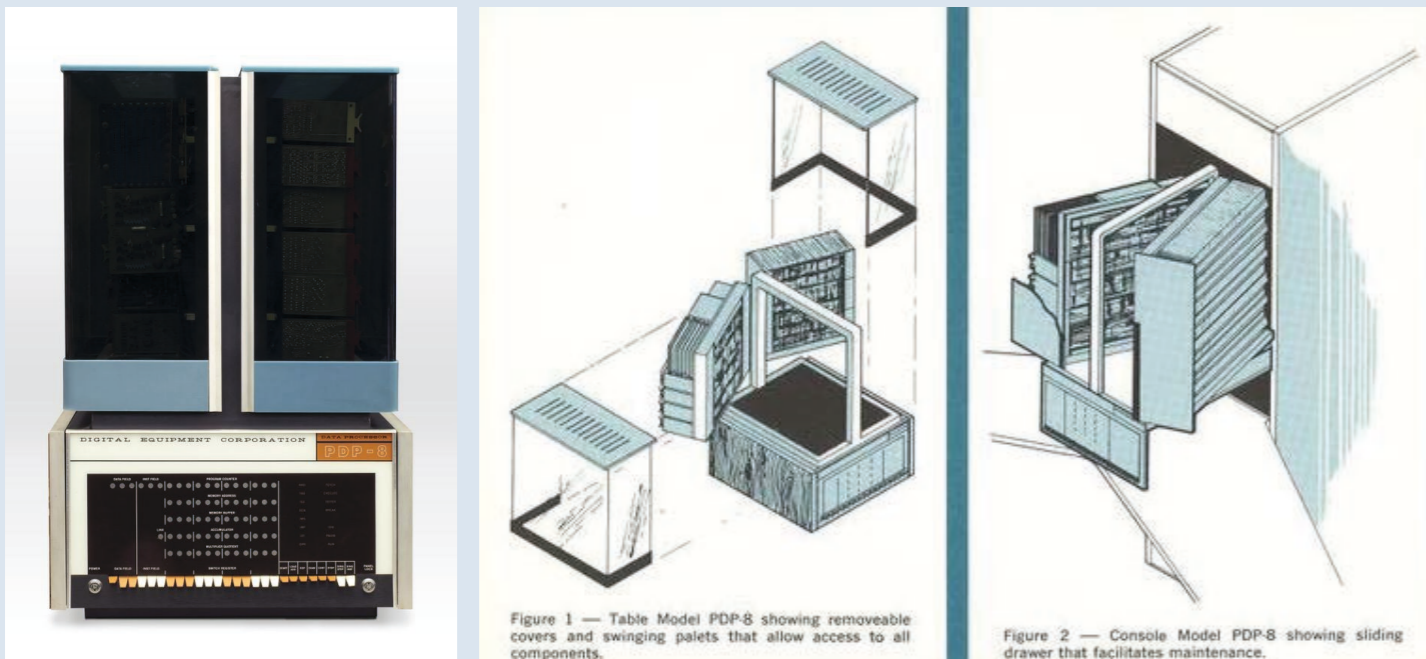
#MINICOMPUTADOR (MI)



IZQUIERDA: IMAGEN DEL MINICOMPUTADOR PDP-1 O PROGRAMMED DATA PROCESSOR -1. BENJAMIN GURLEY, MIT LINCOLN LABORATORY. DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION. DEC. 1959-1960. FUENTE: TESOLIN, R. (2013). MUSEO DE INFORMÁTICA. EXPO INFORMÁTICA - SUPERCOMPUTADORES & DATA CENTERS. ACCESO EL 1 DE JULIO DE 2020 DESDE: [HTTP://MUSEODEINFORMATICA.BLOGSPOT.COM/P/BLOG-PAGE_18.HTML](http://museodeinformatica.blogspot.com/p/blog-page_18.html). DERECHA: DETALLE DEL PANEL OPERATIVO, DE LA PANTALLA CRT QUE ADMITÍA UNOS PROTO GRÁFICOS, EL LÁPIZ ÓPTICO Y EL TECLADO DEL TELETIPO, TODOS ELLOS COMO INTERFACES COMO OBJETOS PERIFÉRICOS DEL PDP-1. DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION. DEC. 1960. FUENTE: WURSTER, C. (2002). *COMPUTERS: AN ILLUSTRATED HISTORY*. KÖLN: TASCHEN, 118.

·G_4.2.a_7·

#MINICOMPUTADOR (MI)



IZQUIERDA: IMAGEN EN COLOR DEL MINICOMPUTADOR PDP-8. DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION. DEC. 1965. FUENTE: FOTOGRAFÍA DE MARK RICHARDS. CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: X1366.97). DERECHA: AXONOMÉTRICA CORRESPONDIENTE AL EMPLEO DE ARMARIOS ESTANDARIZADOS COMO COMPONENTES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL SOPORTE FÍSICO DEL MINICOMPUTADOR PDP-8. FOLLETO DE VENTA DEL PDP-8, PÁGINA 5. DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION. DEC. 1965. FUENTE: CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102683307).

·G_4.2.b_7·

de la familia de *mainframes* IBM System/360 supuso un hito en la computación, como veremos en el apartado 4.5, pero, sobre todo, fue la culminación del Programa de Diseño Integral que había iniciado e implantado Noyes en IBM, desde 1956, mediante el encargo que le hizo el recién nombrado presidente de la empresa, Thomas John Watson Jr.

Según el famoso diseñador industrial Gordon Bruce⁷, Watson Jr. y Noyes coordinaron sus esfuerzos de tal manera que el diseño se convirtió en la expresión filosófica que reflejaba los verdaderos valores corporativos de IBM. El equilibrio entre el buen diseño y los negocios encarnaba la actitud de la empresa hacia su futuro desarrollo, mediante la aplicación de una tecnología avanzada de manera apropiada (Bruce, 2006, 169).

El diseño de los soportes físicos de los dispositivos computadores tipo *mainframe* de Noyes e IBM quería dotarlos de personalidad propia para que representara la actitud de IBM hacia la innovación, pero también dotarlos de una identidad comercial clara.

El proyecto del IBM System/360 fue el culmen del resultado de la evolución y la revolución en el diseño de estos dispositivos, propuesta por Noyes. Desde que diera inicio al programa de diseño integral de IBM en 1956, Noyes puso en marcha durante toda la década de 1950 y 1960 una serie de seminarios de diseño, celebrados en diversas instalaciones de IBM en la costa este de Estados Unidos (Poughkeepsie y Endicott), donde se invitaba a importantes arquitectos/as, artistas y diseñadores/as a juzgar los proyectos de los distintos dispositivos construidos por el equipo de ingenieros de IBM. Como si de una clase de taller de proyectos se tratara, se invitaba a arquitectos/as y diseñadores/as de todo el mundo, como Ray y Charles Eames, George Nelson o Edgar Kaufmann, entre otros, a que asesoraran y corrigieran las propuestas de los proyectos de distintos dispositivos construidos por el equipo de ingenieros/as de IBM, durante varios días, dentro de un espacio especialmente creado para ello, denominado el White Room (la *Sala Blanca*) (Bruce, 2006, 155, 166). [Fig.G_4.2.b_8, Fig.G_4.2.a_9].

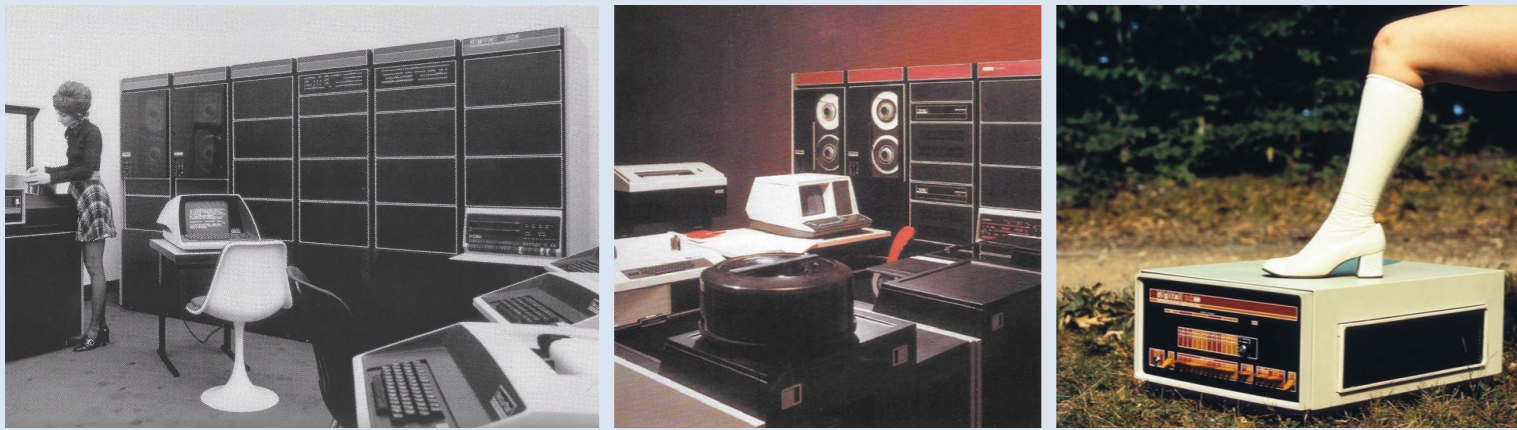
La *Sala Blanca* o *White Room* fue una pequeña edificación industrial prefabricada, de carácter efímero y temporal (ahora destruida) (Bruce, 2006, 166), diseñada por Noyes en el exterior de las instalaciones que la compañía IBM tenía a las afueras de la ciudad de Poughkeepsie, en Nueva York. Estaba ubicada específicamente en el IBM Education Center, que el propio Noyes había proyectado entre 1956 y 1963. La *cabaña* o la *choza*, como fue llamada la Sala Blanca por uno de los ingenieros que colaboró en el diseño de la familia IBM System/360, se levantó cerca del laboratorio de desarrollo de la empresa con todos sus paramentos interiores, suelo, paredes y techo, de color blanco impoluto. Todas las superficies eran de linóleo blanco para intentar disimular y disminuir el número de juntas entre las piezas de los revestimientos interiores, e intentar construir un espacio interior lo más abstracto posible. Su aspecto exterior era bastante anodino y *aburrido* (Bruce, 2006, 166), pero su interior estaba caracterizado por albergar los últimos e innovadores diseños de todo tipo de dispositivos de IBM. Ninguna persona que pasara cerca de su envoltorio exterior podría adivinar que en su interior se estaban proyectando los dispositivos tecnológicos mejor diseñados del momento.

El objetivo de su construcción fue doble: por un lado, el White Room sirvió para fotografiar cada dos o tres meses todos los computadores construidos por IBM, además de los catálogos, los anuncios y las exposiciones. Por otro lado, sirvió para albergar los seminarios de diseño y *juries* que Noyes organizaba semestralmente entre el equipo de IBM y sus amigos/as consultores/as (los Eames, Nelson, Kaufmann, junto al diseñador gráfico estadounidense Paul Rand) para evaluar todo el trabajo en curso de IBM, incluido el IBM System/360. Cada vez que se estaba proyectando un *mainframe* u otro tipo de dispositivo, se llevaban al White Room, tanto los sofisticados prototipos de diseño de concepto de los mismos, como los dispositivos manufacturados terminados, organizándose una reunión de coordinación de diseño para

⁷ Gordon Bruce trabajó con Eliot Noyes desde finales de 1960 hasta la muerte de este último en 1977, ha escrito la primera biografía de Noyes.

·T_334·

#MINICOMPUTADOR (MI)



IZQUIERDA: IMAGEN DE LA INSTALACIÓN DE UN MINICOMPUTADOR (MI) PDP-11. 1970. CONTABA CON VARIAS UNIDADES DE CINTA MAGNÉTICA Y DISTINTAS CONSOLAS Y PANELES DE CONTROL, OPERADAS POR UNA MUJER CON MINIFALDA. DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION. DEC. 1965. FUENTE: WURSTER, C. (2002). *COMPUTERS: AN ILLUSTRATED HISTORY*. KÖLN: TASCHEN, 128. CENTRO: IMAGEN DE UN MINICOMPUTADOR (MI) PDP-11 CON LAS UNIDADES DE MEMORIA DE CINTA MAGNÉTICA, LA CONSOLA Y PANEL DE CONTROL Y UNA IMPRESORA. 1970. DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION. DEC. 1970. FUENTE: WURSTER, C. (2002). *COMPUTERS: AN ILLUSTRATED HISTORY*. KÖLN: TASCHEN, 127. DERECHA: ANUNCIO DE LA FAMILIA DE MINICOMPUTADORES PDP-8 A FINALES DE 1971. MUESTRA LA CONSOLA DE CONTROL DE UN PDP-8 BAJO EL PIE DE UNA MUJER CALZADA CON UNA BOTA DE TACÓN Y SUPUESTAMENTE UNA MINIFALDA. CA. 1971. FUENTE: CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102703227).

·G_4.2.a_8·

#COMPUTADOR MAINFRAME(M) IBM SYSTEM/360



IMAGEN DE LOS PRIMEROS SEMINARIOS DE DISEÑO IMPULSADOS POR ELIOT NOYES, LLEVADOS A CABO EN LAS INSTALACIONES QUE IBM POSEÍA EN POUGHKEEPSIE Y ENDICOTT, EN NUEVA YORK, LOS DÍAS 12 Y 13 DE MARZO DE 1957. EN LA IMAGEN ESTÁN ELIOT NOYES, CHARLES EAMES, GEORGE NELSON Y EDGAR KAUFMANN, CON LOS INTEGRANTES DEL EQUIPO DE INGENIEROS/AS DE IBM. 1957. POUGHKEEPSIE. IBM. FUENTE: BRUCE, G. (2006). ELIOT NOYES. *A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 155.

·G_4.2.b_8·

evaluarlos: «When it was a big system, everything came to the White Room.», afirmó Jim LaDue (Bruce, 2006, 166), uno de los consultores que participó del mecanismo de diseño desplegado en el White Room [Fig.G_4.2.b_9].

Según el arquitecto y teórico de arquitectura John Harwood, el dispositivo White Room de Noyes era un ejemplo de cómo el arquitecto estadounidense experimentó con la radicalización entre el límite interior/externo en los dispositivos tecnológicos que proyectaba (tanto arquitectónicos como computacionales) (Harwood, 2003, 21). Así se recoge en el capítulo anterior, cuando incluyó una serie de características al respecto en la guía de diseño total, incluido el arquitectónico, que desarrolló para IBM; a través de las edificaciones y computadores que diseñó él mismo para la compañía y también con las influencias que ejerció en las propuestas arquitectónicas de Richard Buckminster Fuller. En el pabellón prefabricado White Room Noyes experimentó con una estética futurista similar a la de una *sala limpia* (*clean room*) o a la escenografía de las últimas secuencias del filme *2001: Una Odisea del Espacio*, de Stanley Kubrick. Pero también Noyes consideró el White Room como un espacio en el que y a través del cual IBM podría comunicar de una manera más eficaz su capacidad para controlar la información, como se hacía a través de los dispositivos computadores que construía o las salas de control (*control room*) que surgieron como nuevos programas arquitectónicos con estos primeros espacios. White Room configuró un espacio silencioso, casi sellado herméticamente, desprovisto de estímulos ambientales externos no deseados (vistas, sonidos, olores, colores, etc.) (Harwood, 2003, 21), o sumamente controlados, como ocurría con la mayoría de las primeras arquitecturas de la computación de la primera episteme. Unas arquitecturas en línea, conectadas físicamente con puntos muy alejados, unas arquitecturas transescalares, pero, a la vez, totalmente desconectadas y aisladas del contexto más cercano en el que se inscribían.

Fue en este tipo de espacio donde se proyectaron y diseñaron otros espacios arquitectónicos, como los *mainframe* IBM System/360, a finales de la década de 1960, por parte del arquitecto Eliot Noyes y su equipo [Fig.G_4.2.a_10].

Noyes y su equipo, seguramente debido a la influencia iniciada por los minicomputadores de DEC y por el diseño del *mainframe* ELEA 9003 (1959) en la que estuvo involucrado otro arquitecto, Ettore Sottsass Jr. introdujeron en el diseño del soporte físico de los computadores una gama cromática muy distinta a la que habían implementado en dispositivos anteriores. El *mainframe* IBM System/360 se ofertaba en seis colores distintos, que los/as clientes podían elegir para adecuar estos espacios arquitectónicos a sus demandas estéticas o de marketing. De esta manera, IBM empezó a incorporar ciertos elementos de personalización en sus estéticas, como había comenzado a hacer DEC con el minicomputador PDP-1 (1960).

Los microprocesadores o microchips y la memoria Random Access Memory o memoria RAM.

Como ocurrió con la anterior transición de una generación de la computación a otra, cuando los tubos o válvulas de vacío fueron sustituidas por los transistores bipolares, y la irrupción posterior del *mainframe* UNIVAC I como el primer computador comercial, en esta ocasión, la tecnología que vendría a cambiarlo todo fue la implementación de los circuitos integrados y los transistores MOS, primero, y la llegada de la primera memoria RAM (1969) y el primer microprocesador o microchip (un computador completo contenido en un único chip), por parte de Intel en 1971, después (Swedin & Ferro, xvii), reemplazando, de esta manera, a los transistores bipolares en la construcción de computadores.

Con la llegada de estas innovaciones se precipitó un proceso muy radical de encogimiento y de miniaturización, principalmente propiciado y financiado por los programas gubernamentales que necesitaban dispositivos cada vez más pequeños, ligeros y fiables, como el desarrollo de misiles balísticos de combustible sólido (a través del programa Minuteman) (Ceruzzi, 2012, 88) y

·T_335·

#COMPUTADOR MAINFRAME(M) IBM SYSTEM/360



IMÁGENES DE UNO DE LOS SEMINARIOS DE DISEÑO Y REVISIONES EN SAN JOSÉ, 1966. ENTRE LOS ASISTENTES ESTABA ELIOT NOYES, WALTER KRAUS, EL DIRECTOR DE DISEÑO CORPORATIVO DE IBM Y EL EQUIPO DE DISEÑO DE IBM. 1966. SAN JOSÉ. IBM. FUENTE: BRUCE, G. (2006). ELIOT NOYES. *A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 158-159.

·G_4.2.a_9·

#COMPUTADOR MAINFRAME(M) IBM SYSTEM/360



ARRIBA IZQUIERDA: IMAGEN DEL COMPUTADOR MAINFRAME IBM SYSTEM/360, FOTOGRAFIADO DENTRO DEL WHITE ROOM. DISEÑO DE ELIOT NOYES & ASSOCIATES Y EL EQUIPO DE DISEÑO DE IBM. WHITE ROOM, POUGHKEEPSIE DESIGN CENTER, IBM EDUCATION CENTER. POUGHKEEPSIE, NUEVA YORK. CA. 1964. FUENTE: BRUCE, G. (2006). ELIOT NOYES. *A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 173. ARRIBA DERECHA: IMAGEN DEL COMPUTADOR MAINFRAME IBM SYSTEM/360, FOTOGRAFIADO DENTRO DEL WHITE ROOM. DISEÑO DE ELIOT NOYES & ASSOCIATES Y EL EQUIPO DE DISEÑO DE IBM. WHITE ROOM, POUGHKEEPSIE DESIGN CENTER, IBM EDUCATION CENTER. POUGHKEEPSIE, NUEVA YORK. CA. 1964. FUENTE: BRUCE, G. (2006). ELIOT NOYES. *A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 173. ABAJO IZQUIERDA: IMAGEN DEL COMPUTADOR TIPO MAINFRAME IBM DCS 370 MODEL 145, EL SUCESOR DEL IBM SYSTEM/360, EN EL INTERIOR DE WHITE ROOM. 1970. POUGHKEEPSIE DESIGN CENTER, NUEVA YORK. FUENTE: BRUCE, G. (2006). ELIOT NOYES. *A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 172. ABAJO DERECHA: IMAGEN DEL COMPUTADOR TIPO MAINFRAME IBM DCS 370 MODEL 145, EL SUCESOR DEL IBM SYSTEM/360, EN EL INTERIOR DE WHITE ROOM. 1970. POUGHKEEPSIE DESIGN CENTER, NUEVA YORK. FUENTE: BRUCE, G. (2006). ELIOT NOYES. *A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 172.

·G_4.2.b_9·

el desarrollo de la carrera espacial (con el programa Apolo) (Ceruzzi, 2012, 90). Pero no solo eso, también fue propiciado por la industria de los audífonos que llevaba mucho tiempo desarrollando circuitos electrónicos encogidos, pequeños, ligeros y ocultos que pudieran estar en contacto con el cuerpo y ser transportados sin molestias (Ceruzzi, 2012, 81).

El proceso de *encoger* experimentado por los soportes físicos de la computación fue fuertemente impulsado por la competencia en la carrera espacial entre la antigua Unión Soviética y Estados Unidos. al tener que construir computadores pequeños para poder integrarlos en las cápsulas espaciales (MHI, 2019). En el caso de Estados Unidos fue el desarrollo del programa espacial Apolo, que entre 1969 y 1972 se centró en llevar seres humanos a la Luna el que demandó este tipo de elementos. La necesidad de la NASA de proveerse de componentes computacionales pequeños, ligeros y fiables para sus naves espaciales hizo que todas las empresas de fabricación de circuitos integrados recibieran muchos fondos del gobierno de Estados Unidos, permitiendo el rápido crecimiento y desarrollo de estas industrias [Fig.G_4.2.b_10].

En medio de esta vorágine tecnológica, Noyce abandonó Fairchild para fundar en 1968, junto con Moore, la empresa Intel. Muy pronto se les unió un antiguo alumno en Fairchild, Andrew Grove. El primer éxito de Intel fue la creación, entre 1969 y 1970, de un chip de memoria o microchip estático de 64 bits de memoria Random Access Memory o memoria RAM, el 1103, que almacenaba 1000 bits de información (Ceruzzi, 2012, 92), allanado así el camino para la llegada del microprocesador en 1971 (Swedin & Ferro, 80-82). Si los circuitos cableados de transistores bipolares y resistencias fueron sustituidos por los circuitos impresos, las memorias de ferritas fueron sustituidas por las memorias semiconductoras (MHI, 2019).

Desde que Moore publicara su artículo en el que postulaba su famosa Ley de Moore, de la que ya hemos hablado, la capacidad de imprimir en un chip de silicio un número mayor de circuitos no dejaba de crecer, a un ritmo que los duplicaba cada dieciocho meses, según Moore (Moore, 1965). Esto produjo un cambio de estrategia en el diseño de los soportes físicos de la computación: se pasó de proyectos de dispositivos computadores casi de alta costura, a medida, como eran los tipo *mainframe*, a construir dispositivos como si fueran de Pret-A-Porter, es decir, para un/a cliente/a genérico/a (Ceruzzi, 2012, 101). Los IC ofrecían un diseño genérico, con un rendimiento lo suficientemente bueno y fiable, con una serie de características que habían encogido: su precio era dramáticamente más bajo, eran componentes mucho más pequeños, hasta alcanzar dimensiones imperceptibles para el ojo humano, y consumían muchos menos recursos, en forma de energía y materiales. Si al principio de los años 60 del siglo XX, sólo era posible integrar en un chip algo más de una docena de transistores, diez años después ese número se había multiplicado por 100 (MIGS, 2020)

En ese contexto, en 1971, Intel lanzó su siguiente chip, el Intel 4004, anunciado como un «computador microprogramable en un [único] chip» [Fig.G_4.2.a_11], cuya patente obtuvo en 28 de junio de 1974. Con él nació el microprocesador, el primer computador contenido en su totalidad en un circuito integrado, con su microcódigo almacenado en una memoria ROM (*read-only-memory*, memoria de sólo lectura) o memoria RAM (*random-access-memory*, memoria de acceso aleatorio) (Ceruzzi, 2012, 103). Un computador completo de 4 bits a 740 KHz que empaquetaba 2.300 transistores MOSFET en su chip. El microprocesador medía, apenas, unos 8 milímetros de ancho por 2,2 centímetros de largo. Este hito de la computación marcó el comienzo de la Cuarta Generación de la computación, cuando se empezaron a utilizar microprocesadores como base para el diseño de los soportes físicos de los computadores. El diseño normalmente es atribuido a Intel y a sus ingenieros Federico Faggin, Marcian Ted Hoff y Stanley Mazor [Fig.G_4.2.a_11].

La publicidad del microprocesador de Intel 4004 anunciaba una nueva era para la electrónica integrada y, para ello, hacía uso de la imagen de varios microchips agrandados hasta alcanzar la dimensión de una persona, puestos en pie. Se colocaban como si fueran piezas de mobiliario,

·T_336·

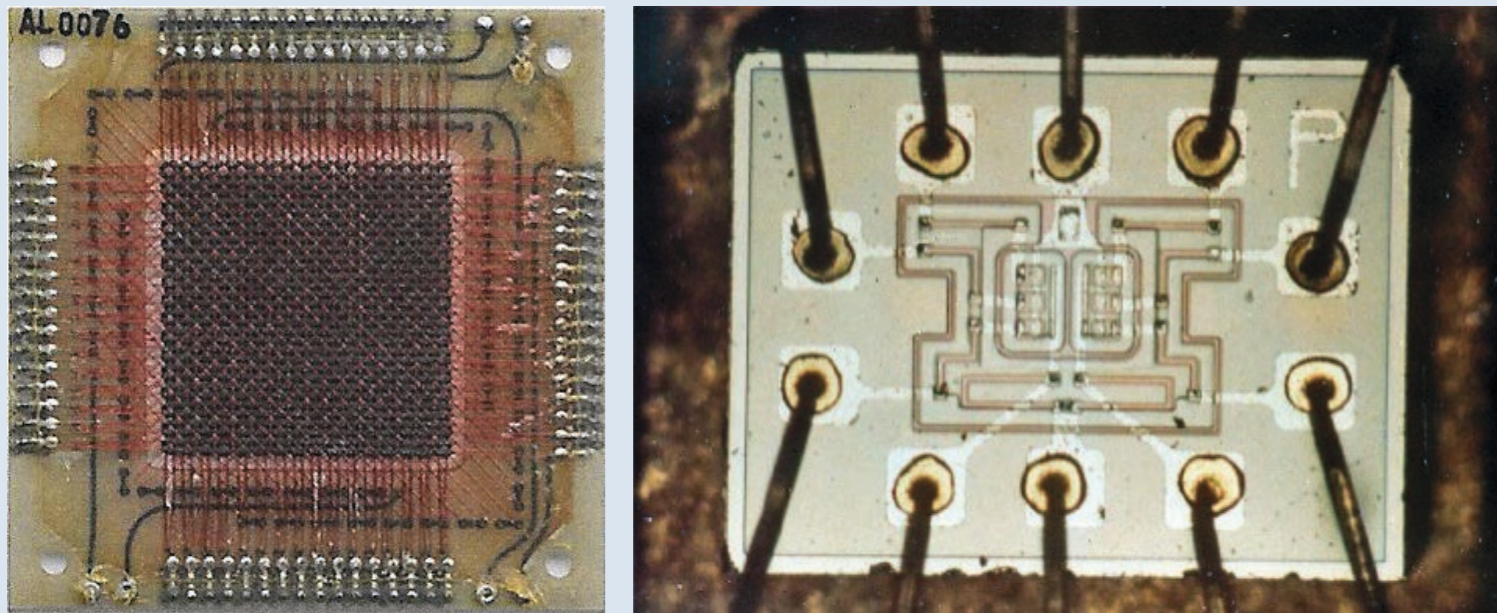
#COMPUTADOR MAINFRAME(M) IBM SYSTEM/360



IZQUIERDA: IMAGEN DE LA MAQUETA A ESCALA Y DISPOSICIÓN ESPACIAL DEL COMPUTADOR MAINFRAME IBM SYSTEM/360, FOTOGRAFIADO DENTRO DEL WHITE ROOM. DISEÑO DE ELIOT NOYES & ASSOCIATES Y EL EQUIPO DE DISEÑO DE IBM. WHITE ROOM, POUGHKEEPSIE DESIGN CENTER, IBM EDUCATION CENTER. POUGHKEEPSIE, NUEVA YORK. CA. 1963. FUENTE: BRUCE, G. (2006). *ELIOT NOYES. A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 170-171. DERECHA: IMAGEN DEL COMPUTADOR MAINFRAME IBM SYSTEM/360, FOTOGRAFIADO DENTRO DEL WHITE ROOM. DISEÑO DE ELIOT NOYES & ASSOCIATES Y EL EQUIPO DE DISEÑO DE IBM. WHITE ROOM, POUGHKEEPSIE DESIGN CENTER, IBM EDUCATION CENTER. POUGHKEEPSIE, NUEVA YORK. CA. 1963. FUENTE: BRUCE, G. (2006). *ELIOT NOYES. A PIONEER OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN THE AGE OF AMERICAN MODERNISM*. LONDRES: PHAIDON PRESS, P. 173.

·G_4.2.a_10·

#MEMORIA RAM



IZQUIERDA: IMAGEN DEL MÓDULO AGC 1024-BIT DE MEMORIA BORRABLE DE LA NAVE APOLLO. FUENTE: ESSLINGER, H. (2014). *KEEP IT SIMPLE. THE EARLY DESIGN YEARS OF APPLE* STUTTGART: ARNOLDSCHÉ ART PUBLISHERS, P. 27. DERECHA: IMAGEN DEL CIRCUITO INTEGRADO (IC) CORRESPONDIENTE A LA UNIDAD LÓGICA NOR DEL COMPUTADOR QUE CONTROLABA LA NAVE ESPACIAL APOLLO. FUENTE: FOTOGRAFÍA CORTESÍA DE GRABERT.

·G_4.2.b_10·

como armarios *racks*, alrededor de una mesa equipada con un monitor y un teclado, con una mujer sentada frente a ellos. Este anuncio es una representación de lo que los soportes físicos de los dispositivos tecnológicos computacionales (y arquitectónicos) tendrían a ser en esta episteme de la computación, es decir, unas piezas de mobiliario, unos objetos y unos electrodomésticos a la conquista del espacio doméstico.

Como explicaba McCarty en la exposición del MoMA de 1990, la fabricación de circuitos integrados alcanzó una sofisticación que permitió dar el salto a la producción de microprocesadores en un periodo de tiempo relativamente corto (siempre reglado por la Ley de Moore para pronosticar el doble proceso de encoger y crecer, encoger en términos de tamaño y crecer en el número de transistores impresos en un único chip). Gracias a la implementación de métodos de fabricación sofisticados y estándares de producción completamente nuevos, con un grado de precisión hasta ese momento desconocido en la era industrial, se consiguieron construir microprocesadores con patrones de circuitos tan pequeños como para no poder ser vistos por el ojo humano, como el microprocesador Intel 4004.

Llegó un punto en que los dibujos, diagramas y patrones contenidos dentro de una pequeña astilla de silicio (circuito integrado, microchip o chip, IC), debían ser generados también por el dispositivo computador, para dibujar con precisión las vías electrónicas que conectaban unos transistores con otros [Fig.G_4.2.b_11].

Así se produjo una paradoja: el diseño y el proyecto de los principales elementos para construir los nuevos dispositivos computadores sólo podía ser llevado a cabo gracias al empleo del propio computador. La mano y el ojo del ser humano no producía patrones lo suficientemente precisos y complejos, a pesar de haber diagramado durante milenios. Se vuelven imposibles de visualizar por los humanos a simple vista. Los patrones de los circuitos integrados (IC) y microprocesadores revelan un mundo que, de otro modo, sería invisible para los seres humanos. Los dibujos producidos por los computadores son unos cientos de veces más grandes que los circuitos reales fabricados posteriormente; y son tan intrincados que incluso cuando se amplían quinientas veces conservan su densidad, con lo que hacen difícil que el ojo humano, sin ayuda, pueda distinguirlos.

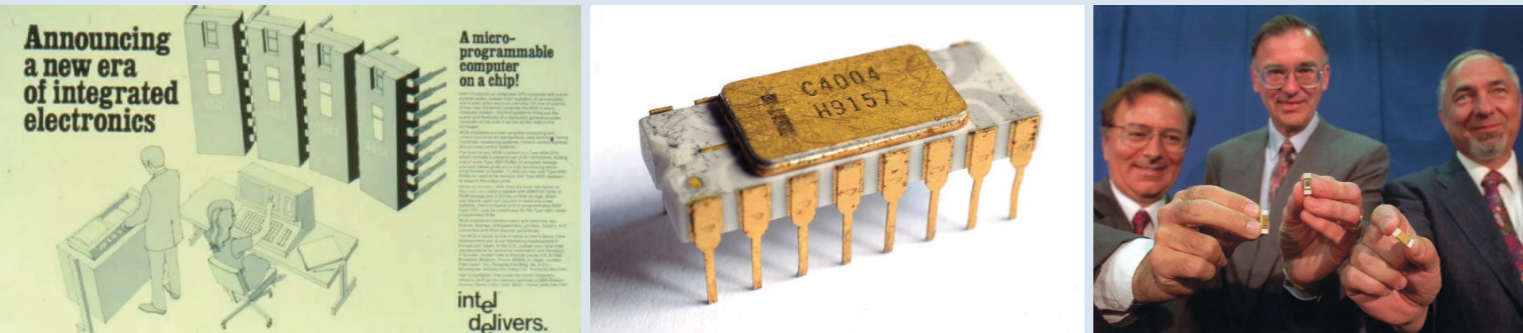
Estos dibujos y documentos son únicos en que, a diferencia de los dibujos de máquinas lógicas anteriores de principios del siglo XX (correspondientes a la Primera Era de la máquina y los motores mecánicos), existe poca distinción entre lo que presentan y lo que representan. Según McCarty estos diagramas no son simbólicos, sino que son patrones de múltiples capas correspondientes al circuito real que, con posterioridad, se convierten en la plantilla del microchip (McCarty, 1990, 4). Cada color de los mismos corresponde a una capa del diagrama que se convierte en una plantilla y que, finalmente, se reduce fotográficamente y se graba en silicio. Todos estos diseños no estaban destinados a ser vistos. La pura complejidad de sus configuraciones da una idea de las miles de horas, el esfuerzo y la precisión requerida en su diseño. Los circuitos integrados y los microprocesadores son los patrones más complejos, que alguna vez hayan elaborado los seres humanos. De esta manera, debido a su complejidad, solo pueden ser descifrados por completo por los dispositivos computadores que se han empleado en su diseño.

La exposición del MoMA pretendía ofrecer la posibilidad a los/as visitantes de poder deleitarse con estos diseños maravillosamente complejos y variados, aunque las personas profanas en esta disciplina no llegáramos nunca a entender su lógica interna. Así, los microprocesadores y los documentos utilizados para presentarlos y representarlos, sus patrones y dibujos dinámicos, nos dan una noción intuitiva e iconográfica que trata de ofrecer una imagen tangible a los seres humanos de lo que la tecnología de los microchips trata de hacer en nuestro mundo. los microchips tangibles para nosotros (McCarty, 1990, 5).

Toda esta iconografía y movimiento creativo y estético en torno al circuito integrado y al microprocesador fue utilizada por artistas, arquitectos/as y pensadores/as a partir de finales

·T_337·

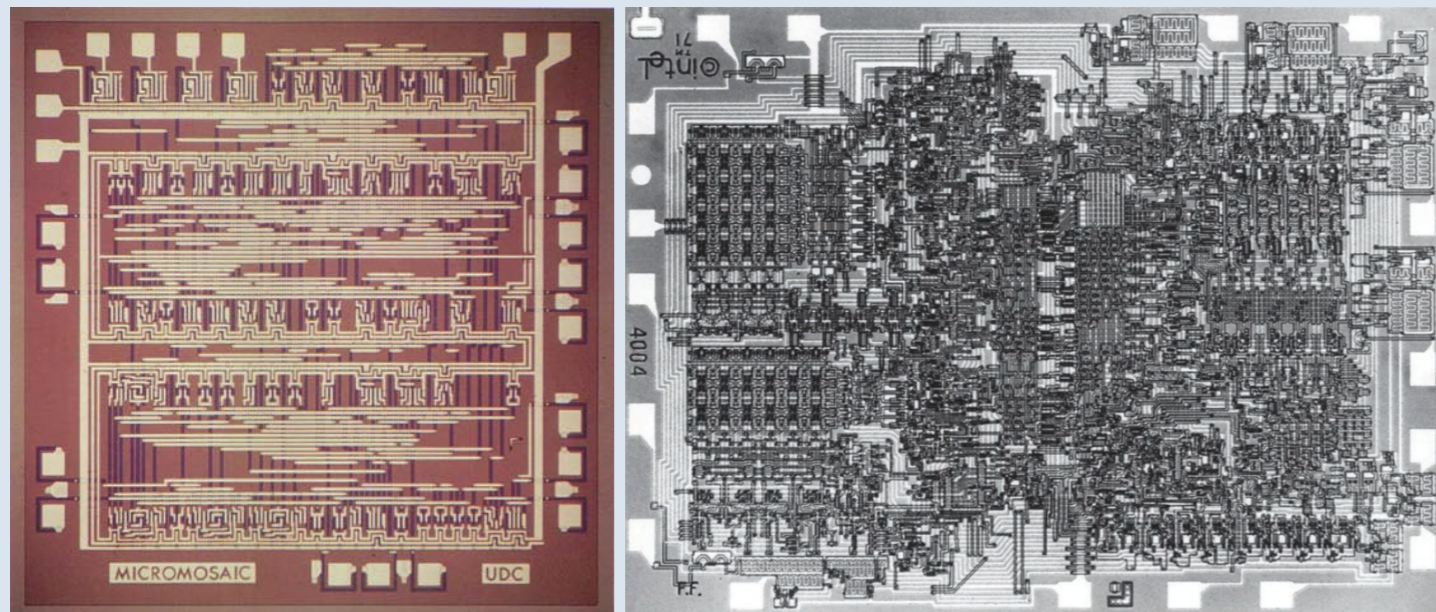
#MICROPROCESADOR



IZQUIERDA: IMAGEN DEL ANUNCIO DEL MICROPROCESADOR INTEL 4004. 1971. INTEL. FUENTE: INTEL (2021). ANNOUNCING A NEW ERA OF INTEGRATED ELECTRONICS. THE INTEL 4004. ACCESO EL 15 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTPS://WWW.INTEL.COM/CONTENT/WWW/US/EN/HISTORY/VIRTUAL-VAULT/ARTICLES/THE-INTEL-4004.HTML](https://www.intel.com/content/www/us/en/history/virtual-vault/articles/the-intel-4004.html) CENTRO: IMAGEN DEL MICROPROCESADOR INTEL 4004. FEDERICO FAGGIN, MARCIAN TED HOFF Y STANLEY MAZOR. INTEL. 1971. FUENTE: FOTOGRAFÍA DE THOMAS NGUYEN. DA SILVA, WILSON (2021). *THE MICROCHIP THAT CHANGED THE WORLD TURNS 50*. ACCESO EL 14 DE JUNIO DE 2022 DESDE: [HTTPS://MEDIUM.COM/PREDICT/THE-MICROCHIP-TURNS-50-A-REVOLUTION-IN-PROGRESS-93C45D7C9624](https://medium.com/predict/the-microchip-turns-50-a-revolution-in-progress-93c45d7c9624). DERECHA: IMAGEN DE FEDERICO FAGGIN, MARCIAN TED HOFF Y STANLEY MAZOR CON UN MICROPROCESADOR INTEL 4004 ENTRE LOS DEDOS. INTEL. FUENTE: DA SILVA, WILSON (2021). *THE MICROCHIP THAT CHANGED THE WORLD TURNS 50*. ACCESO EL 14 DE JUNIO DE 2022 DESDE: [HTTPS://MEDIUM.COM/PREDICT/THE-MICROCHIP-TURNS-50-A-REVOLUTION-IN-PROGRESS-93C45D7C9624](https://medium.com/predict/the-microchip-turns-50-a-revolution-in-progress-93c45d7c9624).

·G_4.2.a_11·

#MICROPROCESADOR



IZQUIERDA: IMAGEN DEL PRIMER CIRCUITO IMPRESO (IC) DIBUJADO POR UN *SOFTWARE* DE DIBUJO ASISTIDO POR COMPUTADOR O CAD. LAS LÍNEAS CLARAS HORIZONTALES SON CONEXIONES DE ALUMINIO. LAS LÍNEAS OSCURAS VERTICALES SON TRANSISTORES BIPOLARES BIDIMENSIONALES. DIMENSIÓN REAL DEL IC: MENOS DE 1 CM2. FAIRCHILD, 1967. FUENTE: AUGARTEN, S. (1984). *STATE OF THE ART IN SCIENCE AND TECHNOLOGY*. ESTADOS UNIDOS: TICKNOR & FIELDS. DERECHA: IMAGEN DEL PATRÓN IMPRESO EN SILICIO DEL MICROPROCESADOR INTEL 4004. INTEL. 1971. FUENTE: SALIM, ISMAIL (2021). *CHIP ON MY SHOULDER (PART 2)*. ACCESO EL 15 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTPS://BASECASE.SUBSTACK.COM/P/SEMICONDUCTORS-PART-2](https://basecase.substack.com/p/semiconductors-part-2)

·G_4.2.b_11·

de la década de 1960. Así Wigley explicaba como lo hizo Marshal McLuhan para acompañar su célebre texto *El Medio es el Mensaje* (1967), utilizando una imagen de un circuito impreso sobre la yema de un dedo para ilustrarlo, haciendo alusión al nuevo mundo electrónico en el que McLuhan afirmaba que vivíamos (Wigley, 2023). El texto era la transcripción de una conferencia que McLuhan había dado, junto con Buckminster Fuller, en un evento llamado *Vision 65*, durante el año 1965 y que se publicó en un número de la revista arquitectónica *Perspecta* (McLuhan, 1967). La imagen del microchip la sacó de un anuncio de la época de la empresa RCA [Fig.G_4.2.a_12].

Wigley continuaba explicando que McLuhan, así como Buckminster Fuller, compartían una idea común durante los años de la década de 1960 y 1970 del siglo XX: la sociedad vivía ya dentro de la electrónica o, en otras palabras, la electrónica era la arquitectura en la que vivíamos a partir de que el circuito integrado y la computación, por extensión, habían conquistado nuestra domesticidad (Wigley, 2023). El momento en el que la electrónica se domesticó y el microcomputador empezó a formar parte de nuestras vidas cotidianas, fue cuando McLuhan hizo uso de esta nueva iconografía de la electrónica para ilustrar sus ideas, una imagen de la miniaturización de toda su circuitería. Para Wigley esta nueva cultura visual representaba un nuevo discurso, una nueva estética, una forma de arte y creatividad, en definitiva, el comienzo de un diálogo y una negociación en torno a la innovación que traía aparejada. Esta iconografía ilustraba una nueva forma de ser y de estar en el mundo, de pensar, de conectarse. Estas tecnologías se estaban *encogiendo* tanto, se estaban haciendo tan pequeñas que estaban empezando a inscribirse en todo el medio: en el aire, en el suelo o el sustrato, bajo el mar y los océanos, en nuestros cuerpos, etc., como un inicio de lo que luego sería la computación ubicua, que veremos en el siguiente capítulo. Y todo este proceso llevado a cabo a través de un nuevo tipo de piedra o roca, el silicio, que ya no estaba solo bajo nuestros pies sino inscrito en todas partes.

McLuhan volvió a hacer uso de la iconografía asociada a la electrónica en la portada de la caja que configuraba la publicación del número 4 de la revista *Aspen*, publicada en la primavera de 1967. *The McLuhan Issue* o el problema McLuhan, el nombre adoptado por ese número de la revista, fue diseñado por el diseñador gráfico neoyorquino Quentin Fiore, responsable por aquel entonces de muchos de los anuncios sobre microelectrónica de la empresa RCA y de los Laboratorios Bell. Fiore conocía muy bien la estética asociada al circuito impreso y la computación y la empleó en la caja y en el poster doble interior que firmó junto a McLuhan, titulado «The Medium is the Message» (McLuhan & Fiore, 1967, 1-2) [Fig.G_4.2.b_12].

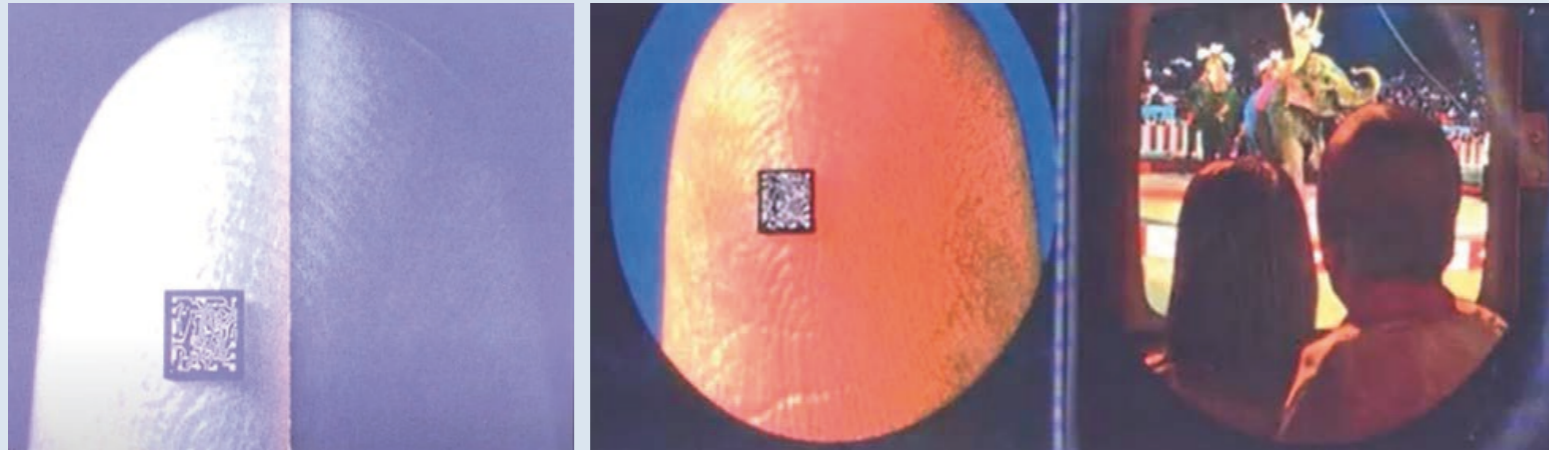
Esta iconografía también dio el salto a la arquitectura. Si en 1964 la tecnología asociada a la memoria de ferrita ya influyó a las propuestas arquitectónicas de Archigram, en su proyecto *Computer City* o *Computer City* (1964), descrito por Dennis Crompton [Fig.G_4.2.a_13], tres años más tarde, fue el arquitecto, profesor y director en ese momento de la Yale School of Architecture⁸, Charles W. Moore, quien se ayudó en este caso de la iconografía asociada al circuito integrado para poner imagen a sus ideas en torno a la nueva era de la electrónica que se iniciaba en esos momentos. En 1967, en el mismo número de la revista *Perspecta* en el que McLuhan había incluido la imagen del circuito integrado sobre la yema de un dedo, Moore publicó un artículo titulado «Plug It in, Rameses, and See if It Lights up. Because We Aren't Going to Keep It Unless It Works» (Moore, 1967) en el que confronta la imagen de un patrón de un circuito integrado (IC) con un plano de las autopistas de la ciudad de Los Ángeles [Fig.G_4.2.b_13].

Moore tomó prestado la imagen del circuito impreso de un anuncio de Motorola de la época, para explicar su interés en explorar cuál sería la imagen de la ciudad del futuro, creada a partir de la realidad electrónica en la que ya vivíamos. En el mismo número de la revista *Perspecta*, se incluía un artículo que hacía alusión al número de la revista *Fortune*, publicado en 1961

⁸ Fue su director en un momento muy convulso de la institución, desde 1965 hasta 1970.

·T_338·

#MICROPROCESADOR



IZQUIERDA: IMAGEN DEL TEXTO EL MEDIO ES EL MENSAJE DE MARSHALL MCLUHAN. 1967. FUENTE: WIGLEY, M. (2023). FROM INTESTINES TO MICROCHIPS: A SHORT HISTORY OF ARCHITECTURE. BARCELONA: MODEL-FESTIVAL DE ARQUITECTURAS DE BARCELONA, 20 AL 30 DE ABRIL DE 2023. DERECHA: ANUNCIO DE RCA DE UN CIRCUITO IMPRESO SOBRE LA YEMA DE UN DEDO HUMANO. FUENTE: CORTESÍA DEL MUSEO HISTÓRICO DE LA COMPUTACIÓN (MHI) DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID.

·G_4.2.a_12·

#THE MEDIUM IS THE MESSAGE



IZQUIERDA Y CENTRO: PORTADA E INTERIOR DE LA CAJA QUE CONFORMABA EL NÚMERO 4 DE LA REVISTA ASPEN, «THE MCLUHAN ISSUE». PRIMAVERA, 1967. SE UTILIZA LA ICONOGRAFÍA DE LOS PINES DE LOS CIRCUITOS INTEGRADOS (IC). FUENTE: MCLUHAN, M., & FIORE, Q. (1967, PRIMAVERA). THE MEDIUM IS THE MESSAGE. *ASPEN*, 4. ACCESO EL 15 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTPS://WWW.UBU.COM/ASPN/ASPN4/INDEX.HTML](https://www.ubu.com/aspn/aspn4/index.html) DERECHA: ANVERSO Y REVERSO DEL POSTER DOBLE INTERIOR «THE MEDIUM IS THE MESSAGE», CONTENIDO EN LA REVISTA ASPEN, 4. «THE MCLUHAN ISSUE». PRIMAVERA, 1967. EN LOS LATERALES DEL POSTER SE INCLUÍA ICONOGRAFÍA SIMILAR A LA DE LAS TARJETAS PERFORADAS DE UTILIZABAN LOS COMPUTADORES EN ESE MOMENTO. FUENTE: MCLUHAN, M., & FIORE, Q. (1967, PRIMAVERA). THE MEDIUM IS THE MESSAGE. *ASPEN*, 4, P. 1-2. ACCESO EL 15 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTPS://WWW.UBU.COM/ASPN/ASPN4/INDEX.HTML](https://www.ubu.com/aspn/aspn4/index.html)

·G_4.2.b_12·

(Fortune, 1961), en el que ya se hablaba de cómo toda la industria⁹, creada en torno al microchip y al microcomputador, había propiciado la aparición de una especie de urbanismo específico, asociado a la electrónica.

Si en la propuesta de Crompton y Archigram, una de las capas de la ciudad, la correspondiente a la red de las comunicaciones, adoptaba una formalización similar a la de la red enroscada en la trama regular de las memorias de ferrita, que Archigram ya había utilizado como portada del número 4 de su revista, Moore se oponía a esta traslación literal de la iconografía asociada a la computación y a la electrónica.

Según Wigley, Moore compartía la idea defendida por McLuhan y Fuller de que ya habitábamos dentro de la electrónica, pero no estaba de acuerdo con la materialización que hacía Archigram de esta influencia (Wigley, 2023). Para Moore, la arquitectura resultante de la influencia de lo electrónico (lo digital) no se parecería literalmente a los componentes electrónicos en sí (como una memoria de ferrita o un circuito electrónico). Y en su artículo lanzaba una pregunta a los/as estudiantes de Yale, ¿cuál sería la imagen de la ciudad resultante de la influencia profunda de la electrónica en la que ya estaban inmersos?

Moore quería explorar un acercamiento a la realidad propuesta por el circuito electrónico y el microchip que se centrara más en su complejidad, en la superposición de sus capas, en el proceso de encogimiento que estaba experimentando, en la desmaterialización de sus formas sólidas y en su, casi, desaparición. Por ejemplo, en el ámbito de la informática, había expertos/as que comparaban la complejidad desplegada en los patrones, los dibujos y las conexiones de los circuitos impresos (IC) y chips de un computador, no con las neuronas del cerebro humano, como vimos, sino con la complejidad de una gran metrópoli (Ceruzzi, 2012, 83). Se ponía como ejemplo la ciudad de Chicago que, por su complejidad y tamaño, podía soportar servicios que no se encontraban en ciudades más pequeñas: por ejemplo, podía ofrecer, auditorios para escuchar a una orquesta sinfónica, podía dar cabida a equipos deportivos de las grandes ligas deportivas por tener infraestructuras, instalaciones y demanda para ello y tener un aeropuerto internacional para comunicarse con otros puntos del planeta.

De hecho, a partir de la propuesta de Crompton, muchos/as arquitectos/as y urbanistas se lanzaron a investigar sobre qué tipo de arquitecturas generarían los circuitos integrados, su iconografía y estética, y las estrategias de diseño asociadas a los mismos.

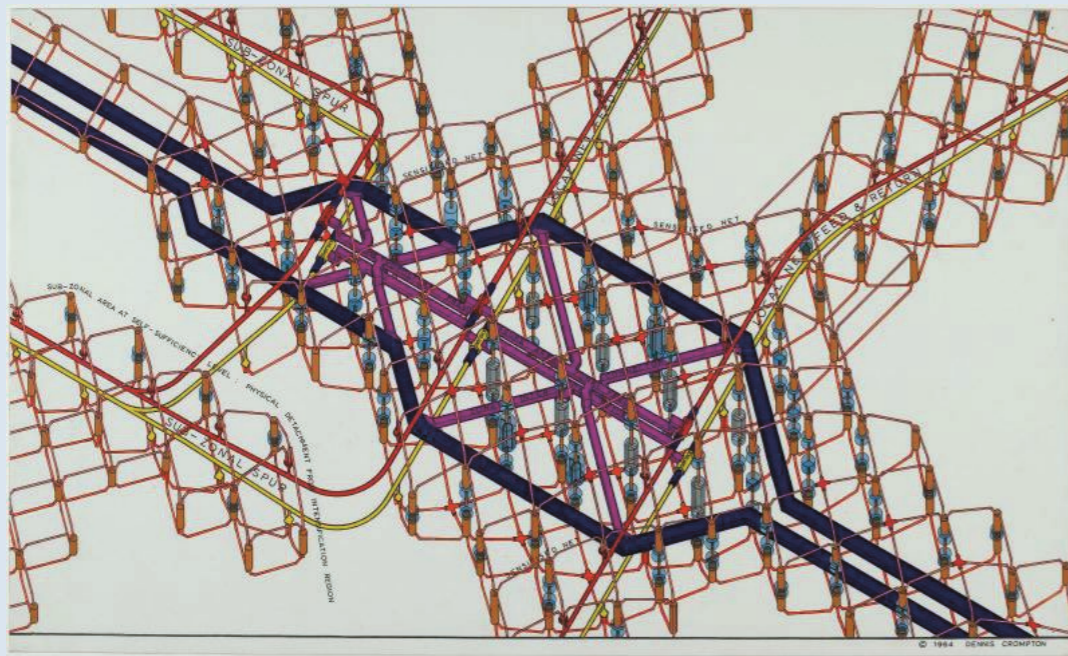
Así fue como personajes como los/as arquitectos/as Constantinos A. Doxiadis, Richard L. Meier, Jacqueline Tyrwhitt, Gwen Bell, Myrto Antonopoulou-Bogdanou o Christopher Ripman, todos/as ellos/as relacionados de alguna manera con los Encuentros transdisciplinares de Delos (los Delos Symposia) y la publicación de la revista *Ekistics*, que ya hemos mencionado, investigaron sobre la futura imagen de esa nueva arquitectura producida por las nuevas circunstancias electrónicas (digitales) en las que vivíamos.

Si, como explicaba Wigley, se puede definir a la arquitectura como la colección de los distintos espacios que habitamos y recorremos cada día, estas nuevas arquitecturas resultantes de lo electrónico, de lo computacional, cuyos ambientes estaban completamente repletos de esta nueva piedra o roca que era el silicio, eran arquitecturas de lo más naturales (Wigley, 2023). Estos nuevos espacios electrónicos, similares a los de la computación ubicua descrita por Mark Weiser en 1991, no eran más que arquitectura, arquitectura y arquitectura (Wigley, 2023).

Ya en 1962 Richard L. Meier, uno de los asiduos y principales consultores de los Delos

⁹ En 1990 la industria de la microelectrónica ya se había convertido en la segunda más importante en Estados Unidos (McCarty, 1990, 4). En el siglo XXI, la industria de la construcción de circuitos impresos (IC) y microprocesadores se ha convertido en un bien esencial y crítico, como demuestra la orden ejecutiva 14017, redactada por el presidente de los Estados Unidos Joseph Roninette Biden Jr. durante la pandemia de la covid-19, en febrero de 2021. En ella, igualó la producción estadounidense de microchips con la de clavos y herraduras, todos ellos componentes de primera necesidad. En septiembre de 2022, Biden acudió a poner la primera piedra de una de las mayores fábricas de microprocesadores del mundo, la instalación que está construyendo la empresa Intel en Ohio, Estados Unidos.

#COMPUTER CITY/MEMORIA DE FERRITA



AXONOMÉTRICA DE LA COMPUTER CITY. DENNIS CROMPTON, ARCHIGRAM. 1964. DIMENSIONES: 51 X 84 CM. LA RED CORRESPONDIENTE A LAS COMUNICACIONES ADOPTABA UNA FORMA SIMILAR A LA RED ENROSCADA EN LA MALLA DE LAS MEMORIAS DE FERRITA. ARCHIGRAM HABÍA PUBLICADO EN LA REVISTA ARCHIGRAM Nº. 4 UNA MEMORIA DE FERRITA EN SU PORTADA. FUENTE: CORTESÍA DE LA COLECCIÓN CENTRE POMPIDOU (AM 1992-1-290).

·G_4.2.a_13·

#CIRCUITO IMPRESO (IC) VS. CIUDAD



COMPARACIÓN CASI METAFÓRICA DEL PATRÓN DE UN CIRCUITO IMPRESO Y EL PLANO DE AUTOPISTAS DE LA CIUDAD DE LOS ÁNGELES. CHARLES W. MOORE. REVISTA PERSPECTA. 1967. FUENTE: MOORE, C. W. (1967). PLUG IT IN, RAMESES, AND SEE IF IT LIGHTS UP. BECAUSE WE AREN'T GOING TO KEEP IT UNLESS IT WORKS. PERSPECTA, 11, 33-43. 10.2307/1566932, P. 37.

·G_4.2.b_13·

Symposia y del mundo *Ekistics*, escribió un libro en el que reflexionaba sobre la idea de la ciudad como el espacio de la electrónica (Meier, 1962), en el que ya habitábamos desde mediados de 1960, como afirmaban McLuhan y Fuller. Para todos ellos/as, la arquitectura y la ciudad del futuro era muy similares a un ente biológico, a un único organismo (vivo) cuyo tamaño abarcaba todo el planeta Tierra, similar a un microprocesador o microchip, por su complejidad, por su multiplicidad de capas, por sus conexiones múltiples entre nodos, por su fiabilidad y objetividad asociada, etc. El mapamundi era la presentación y la representación de esa entidad electrónica única viva que era nuestro mundo, muy similar a la hipótesis de Gaia o Teoría Gaia, enunciada en 1969 por el pensador británico James Lovelock.

Todos estos nuevos acercamientos a estas arquitecturas resultantes de la computación y lo electrónico que ya habitábamos, diferentes a lo desarrollado por Archigram en 1964, se fueron publicando en numerosos ejemplares de la revista *Ekistics*, editada por Doxiadis [Fig.G_4.2.a_14].

En muchos números de la revista entre 1970 y 1973 aparecieron portadas y artículos completos, dedicados al proyecto llamado Ciudad del Futuro o Ecumenopolis, que desarrollaban entre Doxiadis, Meier, Antonopoulou-Bogdanou o Ripman, entre otros/as [Fig.G_4.2.a_14].

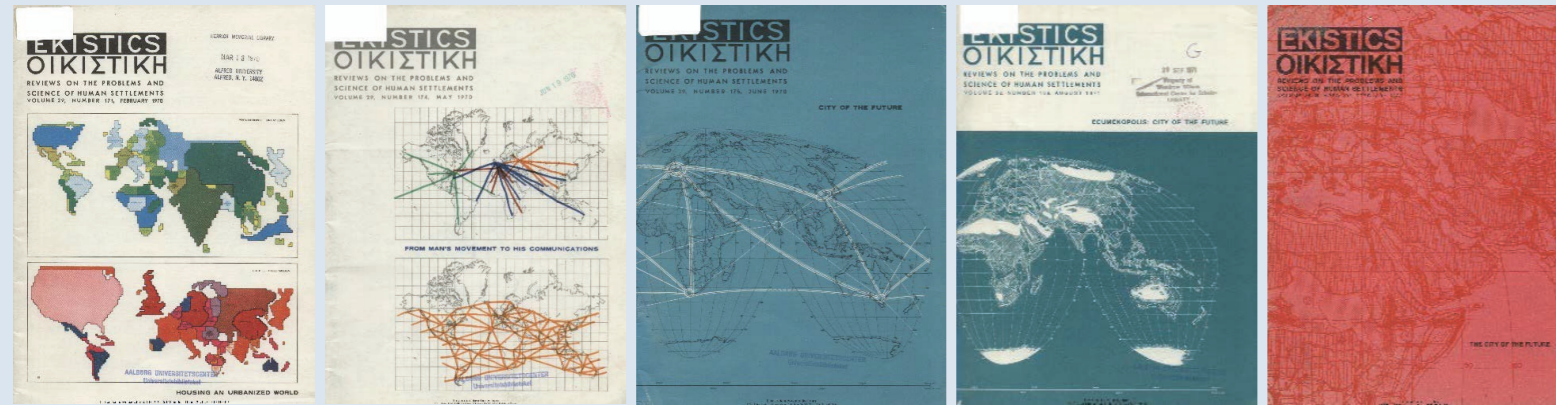
El proyecto de la Ciudad del Futuro, también llamado Ecumenopolis, presentaba a ese mapamundi como el resultado de la arquitectura del futuro, global, única, viva, orgánica, compleja, multicapa y, sobre todo, electrónica, similar un chip. En las distintas publicaciones de *Ekistics* exploraba, por ejemplo, el futuro del espacio global electrónico que ya habitábamos y recorríamos, fijado para 2.060 d.C., en el que superponían capas que cruzaban información sobre la elevación de cada punto del globo (a), la previsión de la gradación climática para ese año (b) y las zonas de escasez de agua, también en ese momento (c). También el trabajo de Antonopoulou-Bogdanou o Ripman mostraba en uno de los números de 1973 un plan teórico para esa ciudad del futuro llamada Ecumenopolis [Fig.G_4.2.b_14].

En todas las cristalizaciones del proyecto de Doxiadis, Tyrwhitt, Bell, McLuhan, Fuller, Meier, Antonopoulou-Bogdanou o Ripman, es decir, parte del universo de *Ekistics*, se producía una paradoja: se produce una relación, por un lado, entre lo más pequeño, esa computación y esa tecnología electrónica que se encoge y miniaturiza con la llegada del circuito integrado (IC) y el microprocesador, hasta tamaños increíblemente pequeños, como el de una moneda, un grano de arroz o una hormiga (como mostraban las publicaciones especializadas de la época); y, por otro lado, esas arquitecturas que tienen una capacidad de extenderse hasta la enormidad, hasta lo extragrande, transescalarmente hasta alcanzar la totalidad del globo, como ocurre con el concepto de interfaz recogido en esta investigación, que pasa de ser un objeto periférico a un cuerpo a un medio en su totalidad, una virtualidad encarnada que abarca todo el planeta Tierra, como en la Ciudad del Futuro y Ecumenopolis.

Todos estos intentos de presentar y representar la imagen de esa nueva arquitectura de lo electrónico, de lo computacional, llevada a cabo primero por Archigram, por Moore y luego por el universo de Doxiadis y *Ekistics*, dan un paso más allá con el proyecto desarrollado por otro de los colectivos de arquitectos/as visionarios/as descritos por Wigley: Superstudio. Entre 1969-1971 y 1972 desarrollan un proyecto del que formaba parte una película producida para el MoMA de Nueva York, en el que Superstudio exploraba la imagen de la nueva arquitectura, la formalización, la materialidad, la estética y los nuevos espacios resultantes del ambiente electrónico que ya habitábamos. En su proyecto y película denominada del mismo modo, *Supersurface: An Alternative Model for Life on the Earth* (1969-1971-1972) o *Supersuperficie: Un Modelo Alternativo para habitar en la Tierra*, el colectivo de arquitectos italiano hicieron uso de la iconografía de la electrónica para ilustrar sus estrategias de proyecto: en la película aparecían varios fotogramas con imágenes de diversos circuitos integrados y de varios dispositivos computadores tipo *mainframe*, entre los que se encontraba HAL 9000, el computador como espacio habitado y recorrido, protagonista del filme de ciencia ficción *2001: Una Odisea del Espacio* (1968), de Stanley Kubrick [Fig.G_4.2.a_15].

·T_340·

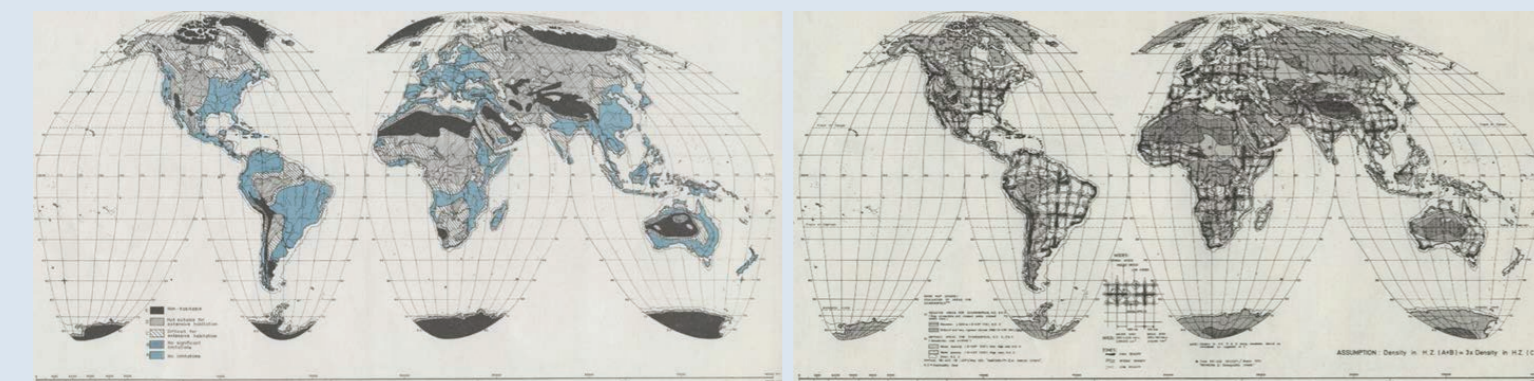
#ARQUITECTURA Y MUNDO ELECTRÓNICO



PORTADAS DE LA REVISTA *EKISTICS* DE FEBRERO DE 1970, MAYO DE 1970, JUNIO DE 1970, AGOSTO DE 1971 Y FEBRERO DE 1973 DONDE SE MUESTRAN DIVERSOS MAPAMUNDIS QUE PRESENTAN Y REPRESENTAN A LA CIUDAD DEL FUTURO Y A ESAS ARQUITECTURAS DE LO ELECTRÓNICO Y LO COMPUTACIONAL, SIMILARES A UN CIRCUITO INTEGRADO (IC) O CHIP. FUENTE DE IZQUIERDA A DERECHA: PORTADA. [1970]. *EKISTICS*, 29(174). ACCESO EL 20 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTP://WWW.JSTOR.ORG/STABLE/43614842](http://www.jstor.org/stable/43614842). PORTADA. [1970]. *EKISTICS*, 29(174). ACCESO EL 20 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTP://WWW.JSTOR.ORG/STABLE/43614893](http://www.jstor.org/stable/43614893). PORTADA. [1970]. *EKISTICS*, 29(175). ACCESO EL 20 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTP://WWW.JSTOR.ORG/STABLE/43614825](http://www.jstor.org/stable/43614825). PORTADA. [1971]. *EKISTICS*, 32(189). ACCESO EL 20 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTP://WWW.JSTOR.ORG/STABLE/43619177](http://www.jstor.org/stable/43619177). PORTADA. [1973]. *EKISTICS*, 35(207). ACCESO EL 20 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTP://WWW.JSTOR.ORG/STABLE/43616860](http://www.jstor.org/stable/43616860).

·G_4.2.a_14·

#ARQUITECTURA Y MUNDO ELECTRÓNICO



IZQUIERDA: PRESENTACIÓN Y REPRESENTACIÓN DEL MAPAMUNDI DE LA CIUDAD DEL FUTURO O ECUMENOPOLIS, EN 2.060 D.C. EN LA REVISTA *EKISTICS*. SE MUESTRAN TRES CAPAS DEL ESPACIO COMPLEJO DE LA ELECTRÓNICA, LA ELEVACIÓN DEL TERRENO (CAPA «A»), LAS ZONAS SUSCEPTIBLES DE UN CAMBIO CLIMÁTICO EN EL AÑO 2.060 D.C. (CAPA «B»), Y LAS ZONAS CON UN PRONÓSTICO DE ESCASEZ DE AGUA PARA ESE MISMO AÑO (CAPA «C»). FUENTE: ANTONOPOULOU-BOGDANOU, M. [1971]. A HABITABILITY STUDY FOR ECUMENOPOLIS: PHASE LA – NATURAL PHYSICAL CRITERIA. *EKISTICS*, 32(189), 165-176. ACCESO EL 20 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTP://WWW.JSTOR.ORG/STABLE/43619189](http://www.jstor.org/stable/43619189), P. 174. DERECHA: PRESENTACIÓN Y REPRESENTACIÓN DEL MAPAMUNDI DE LA CIUDAD DEL FUTURO O ECUMENOPOLIS, EN 2.060 D.C. EN LA REVISTA *EKISTICS*. SE MUESTRAN TRES CAPAS DEL ESPACIO COMPLEJO DE LA ELECTRÓNICA, LA ELEVACIÓN DEL TERRENO (CAPA «A»), LAS ZONAS SUSCEPTIBLES DE UN CAMBIO CLIMÁTICO EN EL AÑO 2.060 D.C. (CAPA «B»), Y LAS ZONAS CON UN PRONÓSTICO DE ESCASEZ DE AGUA PARA ESE MISMO AÑO (CAPA «C»). FUENTE: ANTONOPOULOU-BOGDANOU, M. [1971]. A HABITABILITY STUDY FOR ECUMENOPOLIS: PHASE LA – NATURAL PHYSICAL CRITERIA. *EKISTICS*, 32(189), 165-176. ACCESO EL 20 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTP://WWW.JSTOR.ORG/STABLE/43619189](http://www.jstor.org/stable/43619189), P. 174.

·G_4.2.b_14·

Como veremos en el capítulo 5, el proyecto de Superstudio dió un paso más allá en la evolución de la concepción de los soportes físicos de la computación y la arquitectura, esos espacios de la electrónica que ya habitábamos, configurando una superficie, como veremos. Ya no era una metáfora formal de un componente del computador, como hizo Archigram y Crompton en 1964 con la memoria de ferrita en la Computer City, sino que la reflexión en torno a los modos de proyectar iba más allá y la relación transdisciplinar bidireccional entre la computación y la arquitectura era mucho más compleja y profunda. Tenía en cuenta otros factores mucho menos literales, como estadiaremos más adelante.

Tras el perfeccionamiento en la fabricación de circuitos integrados y chips y a partir de la aparición del primer microprocesador, el 4004, en 1971, en los años sucesivos, Intel y otras empresas iniciaron una carrera por conseguir microprocesadores de mayores prestaciones: 8008 (1972), 8080 (1974), 8085 (1976), 8086 (1978), 80286 (1982), 80386 (1985), 80486 (1989), etc. (MIGS, 2020). Con la llegada de los microprocesadores o microchips, la potencia de procesamiento fue mucho más allá de la que proporcionaban los computadores tipo *mainframe* UNIVAC I o IBM 701, y todos estos microprocesadores *encogidos* con respecto de sus hermanos mayores tipo *mainframe* o minicomputadores, que cabían entre los dedos de una mano humana, eran mucho más potentes, rápidos y fiables, pero, a su vez, eran más pequeños y habían *encogido* y reducido su demanda de materiales, de energía en su fabricación, de consumo de energía en su funcionamiento y su precio. Todas estas invenciones informáticas, sobre todo, la llegada de los circuitos integrados (IC) y la memoria RAM y ROM, primero, y el microprocesador o microchip y los transistores MOS, después, produjeron un nuevo proceso de encogimiento de los soportes físicos de los computadores. El microprocesador era lo suficientemente pequeño como para hacer que los computadores empezaran a ser portátiles y accesibles para un público en general (Cuneo, 2011, 138), iniciándose así un nuevo paso en el proceso de la democratización de la informática. Los soportes físicos de los computadores se encogían. Se hacían cada vez más pequeños y más baratos, pero a la vez, más potentes, más fiables y más rápidos.

Si el circuito integrado (IC) había sido uno de los inventos más revolucionarios de nuestra civilización para el MoMa (McCarty, 1990, 4), para Ceruzzi el microprocesador o microchip, el siguiente paso, era el mayor invento del siglo XX, sólo superado por el avión (Ceruzzi, 2012, 102). Ceruzzi seguía argumentando que, como ocurría con la gran mayoría de las grandes innovaciones, el microprocesador era una tecnología tan disruptiva como beneficiosa, ya que permitía tener toda la funcionalidad de un computador de propósito general encogido e impreso en un trozo de piedra (el silicio), un chip pequeño, ligero, rápido, fiable y resistente.

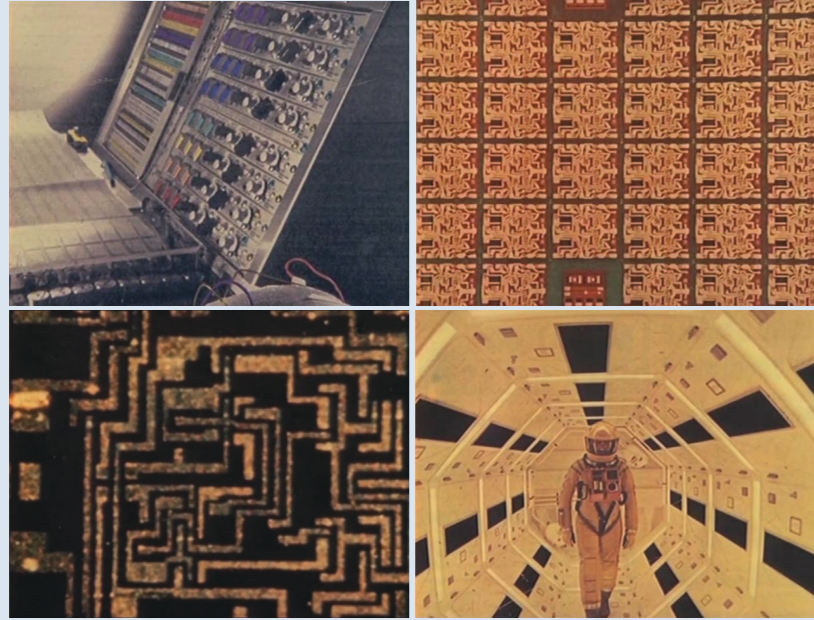
A la vez que se estaban produciendo todos estos avances en la microelectrónica de los semiconductores, el mismo año que Intel lanzó el microprocesador Intel 4004, en 1971, se utilizó por primera vez el carácter «@» en un mensaje electrónico enviado por Ray Tomlinson a través de ARPAnet (Swedin & Ferro, 2011, xvii), la red precursora del Internet actual. En esta episteme de la computación se producía una convergencia entre la computación surgida con el empleo de los microprocesadores en la construcción de DC y la conexión entre ellos, mediante las primeras redes de comunicación, como ARPAnet, que empleaban en un principio computadores tipo *mainframe* y minicomputadores como nodos de conexión en la red.

El microcomputador o computador personal (PC).

En todo este ambiente de ebullición en la computación, en apenas veinticinco años, los soportes físicos de los dispositivos computadores habían pasado de ser enormes espacios arquitectónicos, como Whirlwind I (1945-1956), a ser objetos que podían sostenerse entre dos dedos, como el microprocesador Intel 4004 (1971). Con la implementación de todos estos avances en la computación, que marcaron la evolución de los soportes físicos que ésta construía, surgió otro nuevo tipo de computador, el *microcomputador* o *computador personal* (PC), que hacía de los microprocesadores sus principales componentes de configuración. Los

·T_341·

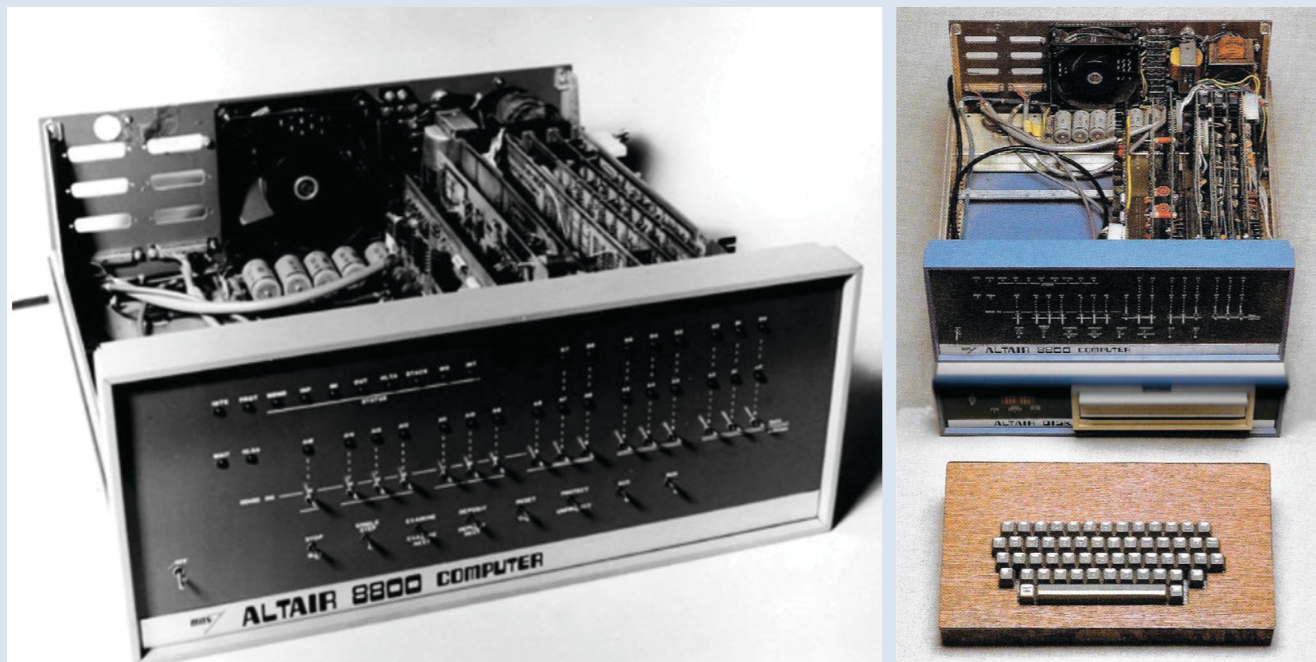
#ARQUITECTURA Y MUNDO ELECTRÓNICO



ARRIBA IZQUIERDA: FOTOGAMA DE LA PELÍCULA SUPERSURFACE: AN ALTERNATIVE MODEL FOR LIFE ON THE EARTHEN DONDE APARECEN LA CONSOLA DE CONTROL DE UN COMPUTADOR TIPO MAINFRAME SUPERSURFACE: AN ALTERNATIVE MODEL FOR LIFE ON THE EARTH. SUPERSTUDIO. 1971. FOTOGAMA: 1'03". ARRIBA DERECHA: FOTOGAMA CORRESPONDIENTE A LA FABRICACIÓN DE MÚLTIPLES CIRCUITOS INTEGRADOS (IC). SUPERSURFACE: AN ALTERNATIVE MODEL FOR LIFE ON THE EARTH. SUPERSTUDIO. 1971. FOTOGAMA: 1'05". ABAJO IZQUIERDA: FOTOGAMA CORRESPONDIENTE A UN ZOOM DE UN CIRCUITO INTEGRADO (IC). SUPERSURFACE: AN ALTERNATIVE MODEL FOR LIFE ON THE EARTH. SUPERSTUDIO. 1971. FOTOGAMA: 1'06". ABAJO DERECHA: FOTOGAMA CORRESPONDIENTE AL INTERIOR DEL DISPOSITIVO COMPUTADOR MAINFRAMEHAL 9000, DE 2001: UNA ODISEA DEL ESPACIO, DE STANLEY KUBRICK. SUPERSURFACE: AN ALTERNATIVE MODEL FOR LIFE ON THE EARTH. SUPERSTUDIO. 1971. FOTOGAMA: 1'15".

·G_4.2.a_15·

#COMPUTADOR PERSONAL (PC) ALTAIR 8800



IZQUIERDA: IMAGEN DEL MICROCOMPUTADOR ALTAIR 8800. ED ROBERTS. MITS. 1975. FUENTE: COMPUTER HISTORY MUSEUM. (2023). MITS ALTAIR 8800 KIT APPEARS IN POPULAR ELECTRONICS. ACCESO EL 20 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTPS://WWW.COMPUTERHISTORY.ORG/TIMELINE/1975/](https://www.computerhistory.org/timeline/1975/) DERECHA: IMAGEN DEL MICROCOMPUTADOR ALTAIR 8800. ED ROBERTS. MITS. 1975. FUENTE: WURSTER, C. (2002). COMPUTERS: AN ILLUSTRATED HISTORY. KÖLN: TASCHEN, P. 130-131.

·G_4.2.b_15·

DC pasaron de ser espacios arquitectónicos habitados y recorridos, los computadores tipo *mainframe* (M), a convertirse en objetos más o menos compactos, los minicomputadores (Mi), primero, y los microcomputadores o computadores personales (PC), después.

Según el profesor y comisario Aramis López, a partir de la salida al mercado de la familia de computadores tipo *mainframe* IBM System/360 (1964-1968) se generalizó el uso de este tipo de dispositivos en todas las grandes empresas y las administraciones públicas y en muchas compañías medianas (Aramis, 2021, 155). Con este hecho, casi todas las personas-usuarios/as han tenido la oportunidad de habitar y recorrer un computador o, al menos, lo han visto, aunque no hayan podido rodearlo y tocarlo todavía. En este momento el computador pierde su carácter misterioso, totémico, simbólico, casi místico, para pasar a ser un dispositivo cotidiano, que con la irrupción del computador personal (PC), se convierte en un electrodoméstico más en el espacio del hogar (Aramis, 2021, 155). El computador ya no suscita esa imagen colectiva a la que hacía referencia las ilustraciones de la revista *The New Yorker* (1961) o la película de 2001 de Kubrick, era un objeto o pieza de mobiliario que iniciaba la conquista del espacio doméstico.

Con la llegada del microcomputador o microchip como componente básico en la configuración de los soportes físicos de los computadores, surgió un nuevo tipo de computador, presente en esta episteme: el microcomputador o computador personal (PC). Uno de los primeros de este tipo fue el Altair 8800 (1974-1975)¹⁰, de Micro Instrumentation and Telemetry Systems, o MITS, creado por Ed Roberts, que fundó la empresa para su lanzamiento. Roberts contó con la ayuda de Bill Yates en el diseño y Forrest M. Mims III en el desarrollo de su manual. El Altair 8800 salió a la venta a principios de 1975 como un kit electrónico cuyos componentes discretos se podían comprar por catálogo para construirte tu propio computador personal con tus manos (Swedin & Ferro, xvii, 86) [Fig.G_4.2.b_15].

El Altair 8800 tenía las dimensiones de una maleta mediana, era un ortoedro casi perfecto, y medía exactamente 17,78 cm x 43,18 cm x 45,72 cm, es decir, que se desplegaba sobre una superficie en planta de menos de 0,20 m² y ocupaba un volumen de 0,03 m³, muy alejados de las dimensiones de sus predecesores *mainframes* (M) o minicomputadores (Mi). El kit no venía equipado con interfaces externos. Era necesario para su funcionamiento hacerse con un teclado prestado de otro dispositivo, una unidad de disco Altair (opcional) y conectarlo a una televisión corriente para poder relacionarse con él. Para su construcción el Altair 8800 hizo uso de los nuevos componentes surgidos gracias a la evolución del circuito integrador (IC). Utilizó uno de los primeros microprocesadores de Intel, el Intel 8080 (1974), con mayor potencia que su sucesor, el Intel 8008 (1972).

Fue el propio Roberts el que adoptó el término *computador personal* para este tipo de dispositivos, aludiendo a esa implicación personal necesaria para su montaje y funcionamiento (Computer History Museum, 2023). Se podía adquirir sin montar, en cuyo caso el precio ascendía a 297 dólares, o se podía adquirir con una caja que hacía las veces de carcasa, por 395 dólares. Su precio supuso una auténtica revolución porque hacía posible que muchas personas tuvieran acceso a este tipo de tecnología, gracias a su reducido coste económico. Roberts esperaba vender 200 unidades del kit, pero su propuesta fue un éxito, puesto que vendieron más de 2.000 unidades el primer mes, llegando a despachar 200 unidades en un solo día y alcanzaron las 4.000 unidades en tres meses.

Con la innovación en torno al nivel del hardware y la aparición del soporte físico del primer computador personal (PC), el Altair 8800, llegaron también innovaciones en el nivel del *software*, en forma de nuevos lenguajes de programación y sistemas operativos, incluidos en este tipo de dispositivos. El PC de Roberts llegó sin *software*, animando a unos jóvenes empresarios Bill Gates y Paul Allen a fundar la empresa Microsoft (primero llamada Micro-Soft) para

¹⁰ Cuatro años antes se comercializó el microcomputador Kenbak-1 (1971), un computador personal completamente ensamblado, sin pantalla ni teclado, que tenía un precio de 750 dólares, del que sólo se vendieron cuarenta unidades.

·T_342·

#COMPUTADOR PERSONAL (PC)

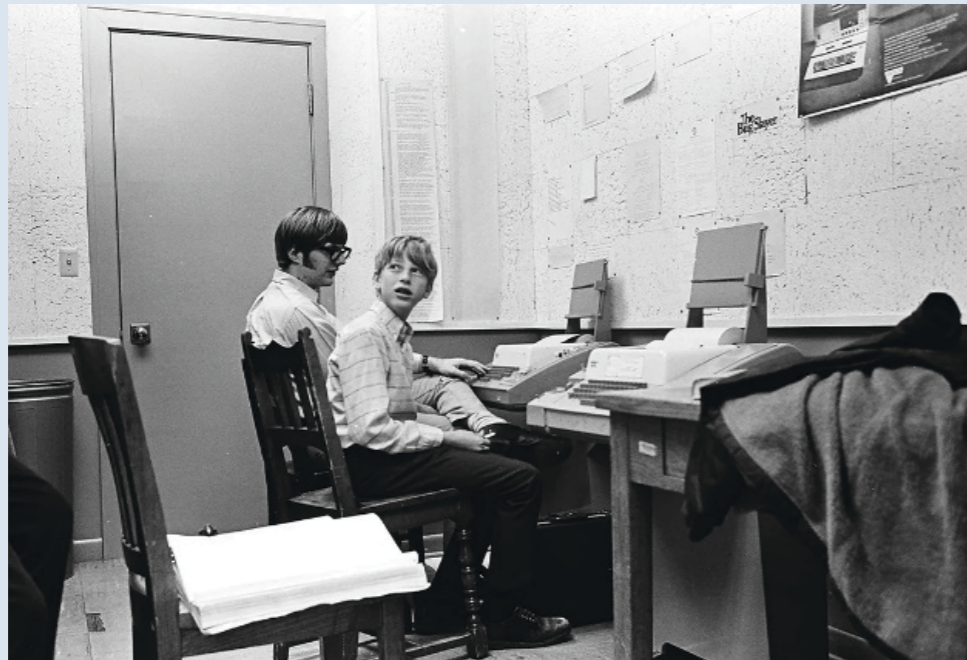


IMAGEN DE UNOS JÓVENES ALLEN (IZQUIERDA, CON 17 AÑOS) Y GATES (DERECHA, CON 15 AÑOS), SENTADOS FRENTE A LOS TELETIPOS DE LOS QUE DISPONÍA SU INSTITUTO, LA LAKESIDE SCHOOL, EN SEATTLE, QUE LOS CONECTABAN AL MINICOMPUTADOR PDP-10 DE LA UNIVERSIDAD DE WASHINGTON. CA. 1970. FUENTE: DA SILVA, WILSON (2021). THE MICROCHIP THAT CHANGED THE WORLD TURNS 50. ACCESO EL 14 DE JUNIO DE 2022 DESDE: [HTTPS://MEDIUM.COM/PREDICT/THE-MICROCHIP-TURNS-50-A-REVOLUTION-IN-PROGRESS-93C45D7C9624](https://medium.com/predict/the-microchip-turns-50-a-revolution-in-progress-93c45d7c9624)

·G_4.2.a_16·

#COMPUTADOR PERSONAL (PC) IMSAI 8080



IMAGEN DEL COMPUTADOR PERSONAL IMSAI 8080, UNA COPIA DEL ALTAIR 8800. SU PRECIO ERA MÁS ELEVADO PORQUE OFRECÍA UNA OPCIÓN EN LA QUE EL COMPUTADOR YA SE PODÍA ADQUIRIR MONTADO Y NO EN FORMA DE KIT. 1977. FUENTE: WURSTER, C. (2002). *COMPUTERS: AN ILLUSTRATED HISTORY*. KÖLN: TASCHEN, P. 150.

·G_4.2.b_16·

desarrollar el soporte lógico necesario para estos dispositivos tan versátiles (Swedin & Ferro, xvii; Discovery Channel Canada, History Channel, & Channel Five & Jones, 2005). Gates y Allen llevaban interactuando con computadores desde su adolescencia (entre 1968 y 1970), cuando estudiaban en la Lakeside School, en Seattle, que tenía acceso, mediante unos teletipos, a un minicomputador PDP-10, ubicado en otra localización, en la Universidad de Washington [Fig.G_4.2.a_16].

Allen y Gates trajeron consigo el lenguaje de programación BASIC para los computadores personales, adaptándolo al Altair 8800 y convirtiéndolo en su principal sistema operativo, haciendo posible que sus usuarios/as pudieran personalizar funcionalmente sus computadores personales (Ceruzzi, 2003, 204-205; Swedin & Ferro, 2007, 78).

En poco tiempo le surgieron muchos imitadores al Altair 8800, como el IMSAI 8080 (1977), que era una copia casi exacta pero que incluía muchas mejoras [Fig.G_4.2.b_16], cuyo soporte físico era muy similar tanto en volumen como en estética al Altair.

Si el Altair hacía uso de microprocesadores fabricados por Intel, otros computadores personales de la época hacían uso para su construcción de otros producidos por otras marcas como Motorola o Zilog. Así para la conformación del microcomputador TSR-80 se hizo uso del chip Zilog (el Z-80) y para la conformación del primer computador personal producido por Apple, el Apple 1 o Apple I (1976) Steve Wozniak hizo uso de un chip 6502 (1975)¹¹, de la empresa MOS Technology, cuyo precio de venta al público era sólo de 25,00 dólares (Ceruzzi, 2012, 111). El encogimiento y la reducción en el precio de construcción de un dispositivo computador había caído drásticamente en muy pocos años, desde la conformación de los primeros minicomputadores de DEC hasta los dispositivos del tamaño de una yema de dedo fabricados por Intel, Texas Instruments, Motorola o Zilog.

Un año más tarde de la aparición del primer computador personal, el Altair 8800, en 1976, Steve Jobs y Steve Wozniak crearon Apple, Inc. para construir computadores personales competitivos en un incipiente mercado, como el microcomputador Apple 1 o Apple I (1976), que se convirtió en un éxito instantáneo entre los/as aficionados/as amateurs informáticos/as [Fig.G_4.2.a_17].

El soporte físico del primer computador personal (PC) construido por Apple, poseía un aspecto y unas dimensiones muy similares a las de una máquina de escribir, pero con una estética y materialidad muy *amateur*, la del primer prototipo, sencilla y sin sofisticaciones. El Apple 1 estaba compuesto por elementos que eran comunes en los garajes y en los espacios domésticos donde parece que fue creado¹². La madera, las escuadras, los tornillos y las roscas, las teclas robadas de un teclado ajeno y la necesidad del uso de una televisión a modo de pantalla para poder interactuar con el dispositivo, hacían de este soporte físico un objeto muy familiar y cotidiano. Su precio de venta al público fue de 666,66 dólares¹³, algo más elevado que el del Altair 8800, pero porque ya venía ensamblado. Se produjeron sólo 200 unidades, pero dio inicio a la historia de la empresa multinacional que conocemos en el siglo XXI.

Primera intrageneración de computadores personales (PC).

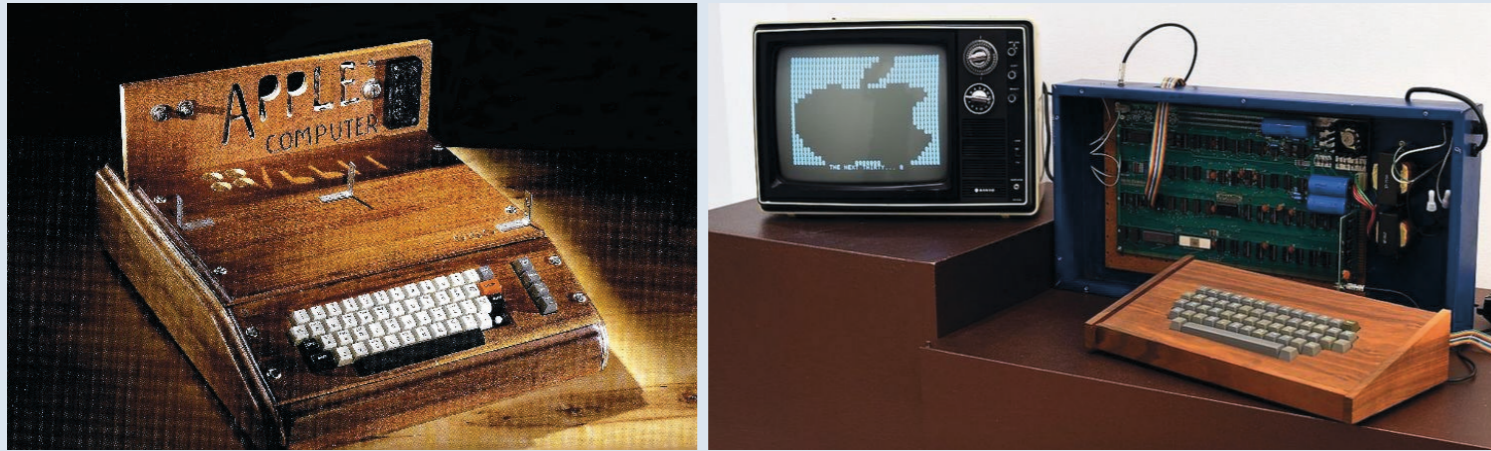
Tras el Altair 8800 y el Apple I surgió un mercado para otras muchas empresas y dispositivos. Así aparecieron los microcomputadores (PC) TSR-80 (1977), de Radio Shack, el Commodore

¹¹ El chip 6502 era un chip o circuito de los metal-óxido-semiconductor o MOS o MOSFET, que producían una alta densidad de transistores dentro de un único chip.

¹² A pesar de que la leyenda dice que fue creado y construido en un garaje, Wozniak, uno de sus creadores, lo ha desmentido (Abad Liñán, 2015), pero sí ha confirmado que fue proyectado en un espacio doméstico, la vivienda que los padres de Jobs poseían en Los Altos, California.

¹³ A Steve Wozniak le gustaba mucho repetir dígitos en los números que usaba la recién creada empresa (National Museum of American History, 2023).

#COMPUTADOR PERSONAL (PC) APPLE I



IZQUIERDA: IMAGEN DEL PRIMER PROTOTIPO DEL APPLE I O APPLE I QUE UTILIZABA UN MICROPROCESADOR 6502 COMO COMPONENTE PRINCIPAL. STEVE WOZNIAK Y STEVE JOBS. APPLE. 1976. FUENTE: WURSTER, C. (2002). *COMPUTERS: AN ILLUSTRATED HISTORY*. KÖLN: TASCHEN, P. 166. DERECHA: IMAGEN DEL PRIMER PROTOTIPO DEL APPLE I O APPLE I CONECTADO A UNA TELEVISIÓN A MODO DE PANTALLA Y UN TECLADO PRESTADO DE OTRO DISPOSITIVO. STEVE WOZNIAK Y STEVE JOBS. APPLE. 1976. FUENTE: LEE, DAVE (2018). APPLE-I: CÓMO ERA EL PRIMER MODELO DE COMPUTADORA FABRICADO POR APPLE (QUE ACABA DE VENDERSE POR US\$375.000). ACCESO EL 20 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTPS://WWW.BBC.COM/MUNDO/NOTICIAS-45666192](https://www.bbc.com/mundo/noticias-45666192)

·G_4.2.a_17·

#COMPUTADOR PERSONAL (PC) COMMODORE

PET 2001 (1977) o el Apple II (1977). Todos estos dispositivos ya eran computadores personales ensamblados completamente, con su pantalla, su teclado y sus unidades de disco como elementos ya incluidos en la volumetría de los dispositivos en sí, en algunos casos, o como elementos de una misma familia, en otros. En conjunto, configuraron la primera generación dentro de los computadores tipo microcomputadores (PC), una intrageneración dentro de las Generaciones principales de la computación, que inauguró la era de los computadores de un único usuario/a en 1977. Según Aramis, es a finales de 1970 y principios de los años 80 del siglo XX cuando los computadores personales podían encontrarse en casi todas las empresas de cualquier tamaño y en muchos hogares (Aramis, 2021, 155).

El Commodore PET 2001 o Commodore Personal Electronic Transactor (1977) utilizaba también el microprocesador 6502, de MOS Technology, como su principal componente de construcción, como el Apple I [Fig.G_4.2.b_17]. Ya no era un prototipo amateur sin interfaces, era un dispositivo sofisticado y manufacturado, que incluían en su volumetría la pantalla, un teclado y una unidad de cinta magnética en el cuerpo del computador personal, que se conectaba muy fácilmente con otro hardware periférico, como las impresoras o los discos duros. Se hizo muy popular en las escuelas y colegios. Se produjo un encogimiento y una condensación de todos los elementos del soporte físico del computador en un único objeto doméstico. Su pantalla ofrecía ya un cierto nivel de gráficos más sofisticados que los que se podían reproducir en una televisión convencional.

En el siguiente proyecto de la empresa Commodore, el Commodore 64 (1982), considerado como uno de los computadores personales más importante de su generación, por ser el más vendido, usaron una versión mejorada del chip 6502, mucho más potente [Fig.G_4.2.b_17]. El Commodore 64 tenía un precio de venta de 595 dólares (similar al Apple I) y era más sencillo, más barato, con mayor calidad en los gráficos y el sonido y con una versatilidad en los videojuegos y el *software* que ofrecía muy superior a la de sus competidores. Además, lanzó una campaña de marketing muy agresiva que le hizo ser líder de ventas en ese momento, con más de 30 millones de unidades vendidas en tiendas minoristas que nunca antes habían despachado un computador. Su soporte físico no creció de tamaño, pero sí se dispersó en diversos elementos independientes, que compartían una misma estética y materialidad, y que permitían distintas configuraciones entre sí para adaptarse con mayor facilidad al espacio doméstico en el que se inscribía.

Como el Commodore 64, la segunda propuesta de computador personal de Apple, el Apple II (1977), fue un dispositivo muy alejado de su predecesor, el prototipo Apple I. El Apple II era un computador personal con un diseño elegante, también se comercializó de forma muy profesional y venía empaquetado de forma muy atractiva (Ceruzzi, 2012, 113), iniciando una de las señas de identidad de la marca [Fig.G_4.2.a_18, Fig.G_4.2.b_18].

Surgió porque Wozniak quería ensamblar un computador personal en el que pudiera programar el primitivo videojuego Pong (Wurster, 2002, 169). Su soporte físico era ya un computador personal ensamblado en su totalidad, pero al igual que el Commodore 64, en lugar de concentrar todos los elementos de su soporte físico en un único objeto doméstico, los dispersó en diferentes periféricos: la pantalla, el teclado adosado al computador en sí mismo, las unidades de disco, de cinta magnética y una especie de joysticks, unos proto-ratones. Todos estos elementos tenían una estética, materialidad y gama cromática común, como si de una familia de dispositivos se tratara.

Con la llegada del Apple II, se inició la segunda intrageneración de los microcomputadores, complejizando en exceso el empleo de las generaciones para clasificar los distintos soportes físicos de la computación. Hasta ese momento, mediados de 1970, Commodore, primero, y Apple, después, habían dominado el creciente nicho de mercado, correspondiente a la construcción de computadores personales y domésticos (home and personal computing) (Esslinger, 2014, 11), hasta que, en agosto de 1981, IBM entró en el mercado, con su IBM



IZQUIERDA Y CENTRO: IMAGENES DE UN MICROCOMPUTADOR (PC) COMMODORE PET 2001 O COMMODORE PERSONAL ELECTRONIC TRANSACTOR. COMMODORE. 1977. FUENTE: WURSTER, C. (2002). *COMPUTERS: AN ILLUSTRATED HISTORY*. KÖLN: TASCHEN, P. 154, 144. DERECHA: IMAGEN DEL COMPUTADOR PERSONAL COMMODORE 64, EL MÁS VENDIDO DE TODOS LOS DISPOSITIVOS DE LA PRIMERA GENERACIÓN DE LOS COMPUTADORES PERSONALES (PC). 1982. FUENTE: CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: X2418.2002A).

·G_4.2.b_17·

·T_344·

#COMPUTADOR PERSONAL (PC) APPLE II



IMÁGENES DEL COMPUTADOR PERSONAL APPLE II. STEVE WOZNIAK Y STEVE JOBS. APPLE. 1977. FUENTE: IZQUIERDA: CORTESÍA DEL NATIONAL MUSEUM OF AMERICAN HISTORY (ID: 1990.0167.01.1). DERECHA: WURSTER, C. (2002). *COMPUTERS: AN ILLUSTRATED HISTORY*. KÖLN: TASCHEN, P. 168

·G_4.2.a_18·

#COMPUTADOR PERSONAL (PC)



ANUNCIO DE APPLE DE 1978 EXPLICANDO COMO ADQUIRIR UNO DE SU COMPUTADOR PERSONAL APPLE II. APPLE. 1978. FUENTE: CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102657149).

·G_4.2.b_18·

Personal Computer CPU, IBM Model 5150 o IBM PC (1981) [Fig.G_4.2.a_19].

Aunque el computador personal de IBM llegó casi diez años más tarde¹⁴ que sus competidores, legitimó el mercado de forma instantánea, ya que lo revolucionó al ser adoptado, de forma generalizada, por parte de la industria como lo estándar. Como veremos, el IBM PC incorporaba ya componentes y *software* de otras empresas que no eran IBM, haciendo uso de componentes estandarizados para su construcción. Por ejemplo, se construyó con un microprocesador Intel 8088. Empleaba el sistema operativo MS-DOS, muy poco intuitivo, pero bastante versátil. La multinacional estadounidense publicó la documentación de diseño del IBM PC de forma pública lo que dio pie a la inspiración de múltiples copias, imitaciones y clones, superiores al original y condujo a la creación de un vasto ecosistema de *software*, periféricos y otros dispositivos para ser usados con su computador personal.

También otras empresas en Reino Unido se unieron al diseño y la construcción de este tipo de computadores. En este caso fue Sinclair, que lanzó al mercado el Sinclair ZX80 (1980), el ZX81 (1981), el ZX Spectrum (1982) o el QL Home Computer (1984) [Fig.G_4.2.a_19].

Todos los dispositivos de Sinclair fueron computadores personales en forma de kit, de muy bajo coste, menos de cien libras esterlinas, cuyo soporte físico consistía principalmente en un teclado sobre el computador personal en sí mismo (construido mediante microprocesadores), que se debía conectar a un televisor y a una lectora de cinta magnética. Aun siguiendo una configuración similar a la del Altair 8800 y al del Apple I, se produjo un proceso de encogimiento de su soporte físico hacia ortodrosos mucho más esbeltos y ligeros, mejor diseñados y fabricados, muy cercanos ya a geometrías planas y superficiales.

Una nueva dimensión para el computador: la lúdica.

Todos estos nuevos tipos de dispositivos computadores, los microcomputadores o computadores personales (PC), como los Apple I (1976) y II (1977), el Commodore 64 (1982) o el ZX Spectrum (1982), de Sinclair, según Aramis, dan el salto del aficionado/a a la electrónica al mercado infantil y juvenil (Aramis, 2021, 155), incorporando una dimensión lúdica no productiva al dispositivo computador de la que antes no disponía. Cuando los computadores eran tipo *mainframe* (M) o minicomputadores (Mi), solo era posible imaginar una serie de usos productivos, militares e industriales, asociados a los mismos, por motivos sociales y económicos (Ceruzzi, 2012, 113). Con la llegada el primer computador destinado al uso de videojuegos arcade¹⁵, con su *software* incorporado, el Computer Space o NA-2010 (entre 1969 y noviembre de 1971), de Nutting Associates, se abrió un nuevo mundo de posibilidades en torno al entretenimiento, que invitaba a interactuar con el dispositivo computador a otro tipo de personas más diverso, en términos de edad, por ejemplo [Fig.G_4.2.b_19]. El Computer Space fue diseñado por Nolan Bushnell, la persona que más tarde fundó, junto a Ralph Baer, la empresa Atari, especializada en videoconsolas y videojuegos.

El Computer Space era un dispositivo computador destinado exclusivamente al entretenimiento y el juego de sus usuarios/as. Su soporte físico venía ya configurado como un objeto, una especie de escultura futurista, que se rodeaba y se tocaba; una especie de tótem, similar los que aparecían en la película *2001*, de Kubrick, pero que ya no infundía miedo y respeto, sino que invitaba a interactuar con él. Poseía unas formas sinuosas que sostenían una pantalla y un teclado, de forma independiente, diseñándose en múltiples colores brillantes, muy llamativos (amarillo, azul, verde, rojo, etc.). Con la llegada del computador Computer Space se daba un paso más en la democratización de los dispositivos computadores, acercándolos al espacio doméstico. Surgieron las primeras consolas de videojuegos Atari y sus primeros videojuegos,

¹⁴ Recordemos que el Kenbak-1 (1971) se comercializó en 1971.

¹⁵ Al margen de la consideración del PDP-1 y el videojuego Spacewar!, de 1962.

·T_345·

#COMPUTADOR PERSONAL (PC) IBM / SINCLAIR



IZQUIERDA: IMAGEN DEL PRIMER COMPUTADOR PERSONAL DE IBM, EL IBM PERSONAL COMPUTER CPU, O IBM MODEL 5150 O IBM PC. IBM. 1981. FUENTE: CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102716228; 102716229; 102716230). DERECHA: IMAGEN DEL COMPUTADOR PERSONAL SINCLAIR ZX80. SINCLAIR. 1980. FUENTE: CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102647069).

·G_4.2.a_19·

#COMPUTADOR PERSONAL (PC) COMPUTER SPACE



IMAGEN PROMOCIONAL DEL PRIMER COMPUTADOR DESTINADO AL JUEGO DE VIDEOJUEGOS ARCADE. NOLAN BUSHNELL. NUTTING ASSOCIATES. 1069-1971. FUENTE: WURSTER, C. (2002). *COMPUTERS: AN ILLUSTRATED HISTORY*. KÖLN: TASCHEN, P. 142-143.

·G_4.2.b_19·

dando origen a una de las industrias de productos culturales más importantes del siglo XXI, que factura más que la industria cinematográfica y la musical, juntas. Además, todos estos primeros computadores personales destinados también a proveer de entretenimiento a niños/as y jóvenes, a través de los primeros programas de videojuegos comerciales, fueron la punta de lanza hacia el inicio de la programación para los/as usuarios/as más avanzados/as, que se lanzaron a programar en el lenguaje BASIC que venía incorporado en todos ellos (Aramis, 2021, 155).

El carácter lúdico y hedonista que ofrecían los computadores personales, gracias a la capacidad de jugar que brindaban, muy similar a la de las consolas Atari, por ejemplo, hizo que su uso se extendiera a muchas otras esferas, al margen del espacio de trabajo, como la oficina y la industria. El computador personal lanzó la computación a la conquista del espacio doméstico, domesticó a la computación y al espacio de lo electrónico.

El lanzamiento del Red Book y del proyecto Snow White en Apple (1982).

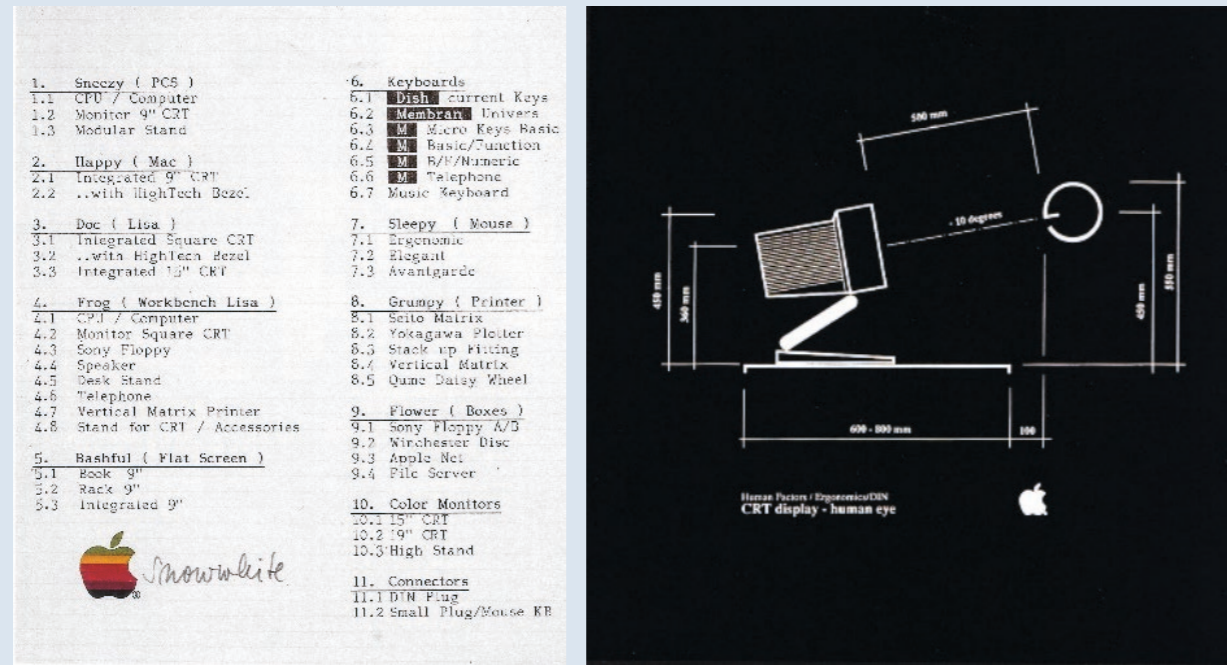
Desde el éxito comercial alcanzado por el computador personal Apple II (1977), que vendió más de dos millones de unidades hasta el año 1984, y desde el crecimiento de Apple como una recién creada empresa de tecnología informática que redefinió el término *personal* hasta convertirse en una compañía que alcanzó el billón de dólares en ventas, sólo habían pasado seis años (Esslinger, 2014, 7). En ese momento, Steve Jobs, junto con Jerry Manock (jefe de diseño corporativo de Apple) y Rob Gemmell (jefe de diseño de la división del Apple II), impulsan un concurso restringido entre agencias de diseño de todo el mundo para desarrollar un lenguaje de diseño unificado por primera vez para toda la compañía (Esslinger, 2014, 5). Como hizo el arquitecto Eliot Noyes en 1956 con el programa de diseño integral de IBM o la agencia de diseño Richardson Smith con Xerox PARC, en la que desarrollaron un lenguaje de diseño que sobrepasaba todas las divisiones creativas de ambas instituciones (soportes físicos de dispositivos, formalizaciones, arquitectura, interfaces de usuario/a físicas (hardware) y virtuales (software), materiales, colores, gráfica, estética, etc.), Jobs, Manock y Gemmell querían iniciar un programa similar para el futuro de Apple. Así, en 1982, lanzaron el concurso para el proyecto o estudio Snow White (Snow White Project or Study), que se materializaría en las bases del concurso, donde se incluían las necesidades y los deseos de la empresa para los futuros productos que desarrollara, llamado *Red Book* o *Libro Rojo*.

Las pautas contenidas en el Libro Rojo para crear un lenguaje de diseño propio para Apple incluían premisas que buscaban que éste se adaptara a la interfaz humana y a su ergonomía (Esslinger, 2014, 5), haciendo hincapié en la dimensión del hardware del concepto de interfaz (interfaz como cuerpo), no en la del software, ya que no se hacía alusión alguna en el documento del concurso a la interfaz gráfica de usuario/a (GUI), que fue una innovación fundamental en el Macintosh, como veremos. También se pedían desarrollar ideas para ocho nuevos tipos de soportes físicos de la computación, que nombraron con los nombres de los siete enanitos protagonistas de la película de Disney, más un personaje extra de Bambi, la mofeta llamada Flor o *Flower*. Entre los dispositivos se pedía desarrollar los nuevos soportes físicos del PC Apple II, Lisa y Macintosh, así como ratones, impresoras, un disco externo de disquetes de 3.5 y un disco duro externo. También se pedía desarrollar ideas para un nuevo tipo de computadores, una nueva generación equipada con pantallas planas y superficiales, denominada como el enano tímido o *bashful*, que estudiaremos en el apartado 5.2. El Libro Rojo fue la chispa que inició una revolución futura en la computación (Esslinger, 2014, 8) [Fig.G_4.2.a_20, Fig.G_4.2.b_20].

Por aquel entonces, Jobs admiraba los diseños de cafeteras que estaba realizando el diseñador industrial alemán Dieter Rams para Braun que, a su vez, estaban inspirados en el innovador trabajo del arquitecto y diseñador industrial indonesio, pero de ascendencia holandesa y suiza, Hans Gugelot. Gugelot enseñaba en la Escuela de Diseño de Ulm (Hochschule fuer Gestaltung), en Alemania, y sus diseños eran muy reconocidos, aunque tanto Jobs como Esslinger afirmaban que los proyectos de Gugelot carecían de una conexión humana (Esslinger, 2014, 7).

·T_346·

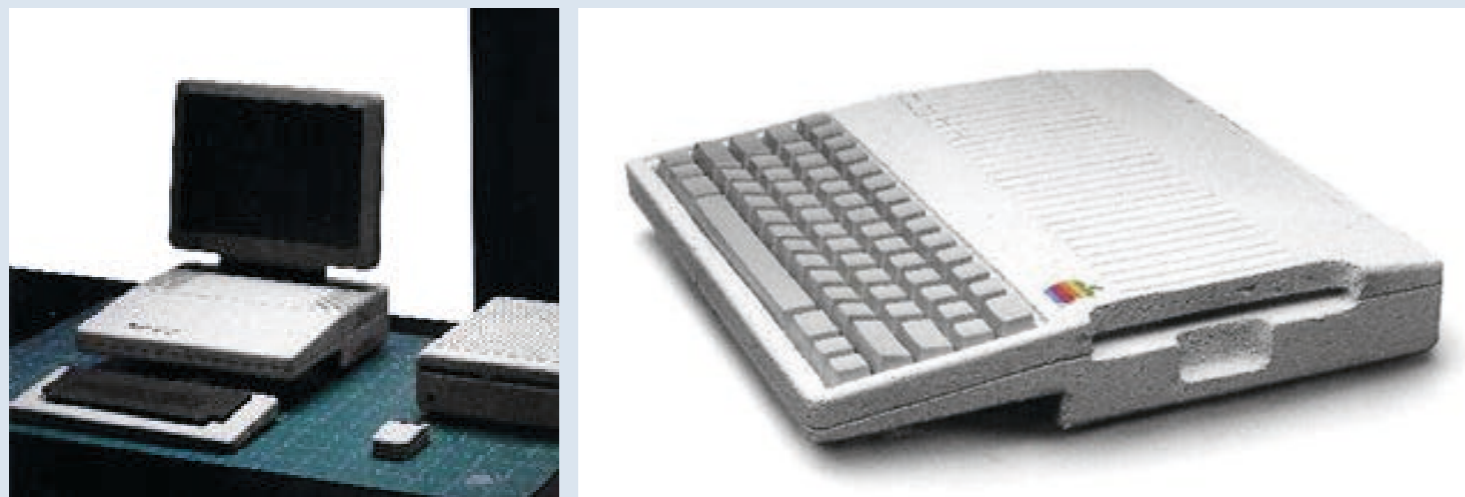
#APPLE SNOW WHITE



IZQUIERDA: LISTADO DEL CONTENIDO DEL PROYECTO SNOW WHITE, CON LOS OCHO TIPOS DE PROPUESTAS. FASE 3. PRESENTACIÓN EL 13 DE MARZO DE 1983. FROG DESIGN. FUENTE: ESSLINGER, H. (2014). *KEEP IT SIMPLE. THE EARLY DESIGN YEARS OF APPLE*. STUTTGART: ARNOLDSCHÉ ART PUBLISHERS, P. 94. DERECHA: IMAGEN DEL ESTUDIO ERGONÓMICO DEL PROTOTIPO PARA EL APPLE IIC (1984) QUE ADECUABA LAS RÓTULAS DEL MONITOR A LA POSICIÓN DE LOS OJOS DEL USUARIO/A. SNOW WHITE PROGRAM. APPLE. 1983. FROG DESIGN. FUENTE: ESSLINGER, H. (2014). *KEEP IT SIMPLE. THE EARLY DESIGN YEARS OF APPLE*. STUTTGART: ARNOLDSCHÉ ART PUBLISHERS, P. 226.

·G_4.2.a_20·

#APPLE SNOW WHITE



IZQUIERDA: IMAGEN DE LA MAQUETA PROTOTIPO DESARROLLADO EN EL PROGRAMA SNOW WHITE PARA EL APPLE II. APPLE. 1982. FROG DESIGN. FUENTE: ESSLINGER, H. (2014). *KEEP IT SIMPLE. THE EARLY DESIGN YEARS OF APPLE*. STUTTGART: ARNOLDSCHÉ ART PUBLISHERS, P. 51. DERECHA: IMAGEN DE LA MAQUETA PROTOTIPO DESARROLLADO EN EL PROGRAMA SNOW WHITE PARA EL APPLE IIC. APPLE. 1982. FROG DESIGN. FUENTE: ESSLINGER, H. (2014). *KEEP IT SIMPLE. THE EARLY DESIGN YEARS OF APPLE*. STUTTGART: ARNOLDSCHÉ ART PUBLISHERS, P. 161.

·G_4.2.b_20·

El concurso adoptó el nombre de una famosa película de dibujos animados de Disney, *Snow White and the Seven Dwarves* (*Blancanieves y los siete enanitos*) como una broma, pero, finalmente, la agencia de diseño que ganó el concurso, la alemana Esslinger Design (que pasó a llamarse Frog Design después), adoptó este nombre para el futuro lenguaje de diseño de Apple. Así nació *Snow White*, el programa integral de diseño para Apple, en el que colaboraron juntos el diseñador Hartmut Esslinger y Steve Jobs, desde 1982 hasta 1983. Con él, se definió la base del concepto de diseño y un nuevo color para todos los dispositivos de Apple en el futuro. Además de definir varios aspectos, el Libro Rojo del concurso recogía la necesidad de introducir en la construcción de los soportes físicos de la computación un nuevo color. Se buscaba pasar del color aburrido *greige*, presente en los soportes físicos de los computadores que ocupaban los espacios del lugar de trabajo, los espacios industriales y corporativos para reemplazarlo por un color *blanco roto* (de ahí el nombre Snow White), que hiciera compatible estéticamente los dispositivos computadores construidos por Apple a partir de entonces, con los espacios domésticos, como las salas de estar (Esslinger, 2014, x), como una pieza de mobiliario más a la conquista del espacio del hogar.

Apple, con Jobs y Wozniak a la cabeza de la empresa, tenían un plan deliberado para conquistar los espacios arquitectónicos del hogar con sus computadores personales.

Además de, poco a poco, inscribirse en la esfera de lo doméstico, el nuevo color blanco roto Blancanieves (Snow White) venía a implementarse en los nuevos computadores personales para reforzar psicológicamente la noción de que eran dispositivos cuyos menús de navegación eran fáciles de usar.

Jobs y Esslinger empezaron a desarrollar un enfoque y una estrategia de proyecto basada en la premisa de «la forma sigue a la emoción». Querían crear algo nuevo a través del diseño: como un ecosistema cultural impulsado por la innovación, que transformaría la todavía incipiente industria de construcción de computadores personales (PC), como una piedra angular e indispensable de la vida moderna. Dentro del proyecto Snow White, los dos empezaron a cuestionar binomios antagónicos clásicos, como profesionales vs. consumidores, hardware vs. software, trabajo vs. hogar, contenido de entretenimiento original y otros productos culturales vs. experiencias.

Así los soportes físicos de distintos computadores personales exploraban nuevos procesos de diseño que relacionaran de una nueva manera las distintas partes u objetos independientes que configuraban un computador, como el computador en sí mismo (CPU), el teclado, la pantalla, el ratón y el lápiz óptico. Así surgieron nuevas acciones de encoger, en las que el teclado se colocaba debajo de la CPU, la pantalla de tubo se convertía ya en una pantalla plana, la unidad de disco se incluía en la CPU, etc. Uno de los desarrollos que más influyeron en los futuros tipos de computadores desarrollados en la siguiente episteme de la computación, que estudiaremos en el apartado 5.1, fueron los prototipos para el nuevo modelo de computador personal Apple Lisa o Apple Local Integrated Software Architecture (1983) que Apple ya estaba desarrollando y estaba a punto de lanzar al mercado [Fig.G_4.2.a_21, Fig.G_4.2.b_21].

Apple LISA fue el primer computador personal que comercializó Apple con una interfaz gráfica de usuario/a (GIU) y un interfaz periférico ratón, ideas que Jobs *tomó prestadas* de su visita a Xerox PARC en 1979, y que allí vio implementadas en el computador tipo estación de trabajo (E) The Alto (1974) (Wurster, 2002, 231). Tanto en la versión final comercializada como en las propuestas recogidas dentro del proyecto Snow White para su evolución se producía una acción de encoger del volumen de su soporte físico. En la versión comercializada, el monitor, la CPU y la unidad de disco se fundían en un solo volumen y dejaban un hueco en su parte inferior para ubicar el teclado. Así se configuraba un prisma único. En las distintas propuestas de Snow White esta reducción de volumen era mayor, ya que se exploraban estrategias de diseño que convertían las pantallas en superficies planas, a veces una o a veces dos, que podían girarse con respecto a la posición de la mirada del usuario/a y que, incluso, modificaban ese ángulo de incidencia y

·T_347·

#COMPUTADOR PERSONAL (PC) LISA



IMAGEN DEL COMPUTADOR PERSONAL APPLE LOCAL INTEGRATED SOFTWARE ARCHITECTURE O APPLE LISA (ANUNCIADO PARA LA PRIMAVERA DE 1983), FUE EL PRIMER COMPUTADOR PERSONAL QUE COMERCIALIZÓ APPLE CON UNA INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO/A (GIU) Y UN INTERFAZ PERIFÉRICO RATÓN. APPLE. 1983. FUENTE: WURSTER, C. (2002). *COMPUTERS: AN ILLUSTRATED HISTORY*. KÖLN: TASCHEN, P. 230.

·G_4.2.a_21·

#APPLE SNOW WHITE



IMÁGENES DE LAS MAQUETAS PROTOTIPOS DE POSIBLE EVOLUCIÓN DE LOS SOPORTES FÍSICOS DEL APPLE LISA. APPLE. 1982. FROG DESIGN. FUENTE: ESSLINGER, H. (2014). *KEEP IT SIMPLE. THE EARLY DESIGN YEARS OF APPLE*. STUTTGART: ARNOLDSCHER ART PUBLISHERS, P. 42, 84 Y 85.

·G_4.2.b_21·

la posición del cuerpo humano en relación al dispositivo computador, un hecho importante que ocurre de forma más acusada en la siguiente episteme de la computación, como estudiaremos más adelante. Además, incluían un ratón y un lápiz óptico como interfaces periféricas basadas en el nivel del hardware.

Se suponía que todo el programa integral de diseño se implementaría en el nuevo computador desarrollado por la marca, el Apple Macintosh o Apple Macintosh 128k Home Computer (1984), diseñado por Manock, pero no fue posible por múltiples razones. En los diseños para el futuro Apple Macintosh incluidos en el proyecto Snow White, se exploraban procesos de encoger similares a los testados en el computador personal Apple LISA, que reducían el volumen del soporte físico y, además, implementaban el nuevo color blanco roto Blancanieves, adecuado para procurar la adaptación de estas nuevas piezas de mobiliario a la estética y la gama cromática del espacio doméstico. También testaron la incorporación de una gama cromática más amplia, en la que se incluían colores como el amarillo pastel o el azul celeste, entre otros [Fig.G_4.2.a_22, Fig.G_4.2.b_22].

En estos prototipos para el Apple Macintosh se exploraban otras maneras de relacionar la pantalla con el resto del dispositivo computador, incluidas unidades de disco, todo en un único objeto compacto, que se podía rodear y tocar.

Finalmente, el blanco roto Blancanieves se empezó a implementar por primera vez en Estados Unidos en la construcción del computador personal comercializado Apple IIc (1984), la cuarta versión del famoso Apple II [Fig.G_4.2.b_22]. También se implementó posteriormente en el Macintosh SE (1987-1990) (Esslinger, 2014, x) [Fig.G_4.2.b_22].

En ambos dispositivos computadores se materializaron y comercializaron muchas de las ideas vertidas en el proyecto Snow White sobre estéticas, gamas cromáticas, procesos de encogimiento que probaban distintas asociaciones de elementos, ergonomías asociadas al cuerpo humano y su mirada, etc.; todas ellas ya enunciadas en el Libro Rojo del concurso. Algunas ideas tardaron más en madurar, como veremos y fueron aplicadas a los soportes físicos de los computadores personales de la siguiente episteme de la informática que veremos en el capítulo 5.

De cualquier modo, todo lo ensayado y testado en el proyecto Snow White de 1982 y 1983 dio lugar a una convergencia que está todavía vigente en el siglo XXI: entre la tecnología, los distintos estilos de vida, las comunicaciones globales y la colaboración, que han dado lugar a formas completamente nuevas de interacción social. Snow White fue, por un lado, ejemplo de una relación transdisciplinaria fructífera entre la computación y el diseño y, por otro lado, el resultado tangible de una convergencia entre la computación y las comunicaciones, que caracteriza a esta episteme de la informática.

La llegada del computador personal Macintosh (1984).

Afortunadamente para Gates, Allen, Jobs y Wozniak el ascenso del PC se produjo en paralelo a las nuevas innovaciones en relación a las interfaces y la comunicación entre el ser humano-usuario/a-computador-máquina (Cuneo, 2011, 138). En su famosa demostración de diciembre de 1968, el ingeniero eléctrico Douglas Engelbart presentó el ratón y un entorno informático interactivo (interfaz gráfica de usuario/a o GIU) en tiempo real para los computadores personales¹⁶ (Ceruzzi, 2003, 260). Estos tipos de interfaces (basado en el hardware, la primera y en el software, la segunda) tardó en implementarse en los tipos de computadores más comunes entre el público general occidental del momento, los computadores personales (PC), que ganaron la batalla al minicomputador. Primero, implementaron estas dos innovaciones (ratón y GIU) dentro de los dispositivos que testaban en el Xerox PARC, como el computador tipo estación de trabajo (E) The Alto, en 1974, y, después, como ya hemos visto, fue Apple quien lo implementó en su computador personal (PC) Apple LISA, en 1983, por primera vez, pero no tuvo mucho éxito comercial.

¹⁶ En la que colaboró un joven Stewart Brand, uno de los editores de *Whole Earth Catalog* (Brand, 1968).

·T_348·

#APPLE SNOW WHITE



IMAGEN DE LAS MAQUETAS PROTOTIPO PARA EL APPLE MACINTOSH. APPLE. 1982. FROG DESIGN. FUENTE: ESSLINGER, H. (2014). *KEEP IT SIMPLE. THE EARLY DESIGN YEARS OF APPLE* STUTTGART: ARNOLDSCHÉ ART PUBLISHERS, P. 52 Y 78.

·G_4.2.a_22·

#COMPUTADOR PERSONAL (PC) APPLE IIC / MACINTOSH



IZQUIERDA: IMAGEN DEL COMPUTADOR PERSONAL APPLE IIC, EL PRIMERO EN COMERCIALIZARSE INCORPORANDO EN SU FABRICACIÓN EL NUEVO COLOR BLANCO ROTO BLANCAIEVES DEL PROYECTO SNOW WHITE. 1984. APPLE. FROG DESIGN. FUENTE: CORTESÍA DE BILBY. DERECHA: IMAGEN DEL COMPUTADOR PERSONAL APPLE MACINTOSH SE, EL SEGUNDO EN COMERCIALIZARSE TAMBIÉN EN ESE COLOR ADAPTADO AL ESPACIO DOMÉSTICO. APPLE. 1987. FUENTE: DORMEHL, LUKE (2022). TODAY IN APPLE HISTORY: MACINTOSH SE GETS SUPERSIZED STORAGE. ACCESO EL 20 DE SEPTIEMBRE DE 2022 DESDE: [HTTPS://WWW.CULTOFMAC.COM/440539/APPLE-HISTORY-MACINTOSH-SE-SUPERDRIVE/?UTM_CONTENT=CMP-TRUE](https://www.cultofmac.com/440539/apple-history-macintosh-se-superdrive/?utm_content=cmp-true)

·G_4.2.b_22·

No fue hasta el 24 de enero de 1984 cuando Apple incorporó todas estas ideas en un computador que sí tuvo éxito comercial. Este dispositivo microcomputador fue el Apple Macintosh, Apple Macintosh 128k Home Computer o Macintosh 128K (1983-1984), diseñado por Jerry Manock, que fue presentado por todo lo alto en un anuncio de televisión durante la retransmisión del tercer cuarto del partido de la Super Bowl de ese año (Swedin & Ferro, 2007, xix; Ceruzzi, 2003, 274, 308) [Fig.G_4.2.a_23].

En ese anuncio televisivo Apple prometía que Macintosh había llegado en el año 1984 para evitar que esa fecha se recordara por ser en la que ubicaba Georges Orwell su distopía tecnológica, recogida en su novela *1984*. El Macintosh, que era el sucesor del computador personal Apple LISA, fue el primer microcomputador completo, económicamente asequible, que se convirtió en todo un éxito en ventas¹⁷ (Ceruzzi, 2003, 273-276). Su soporte físico era muy similar a un terminal en línea que la empresa France Telekom había distribuido en Francia entre 1979 y 1980, el Alcatel Minitel online terminal (1979-1980) [Fig.G_4.2.b_23].

Este dispositivo fue muy popular en Francia a principios de la década de los ochenta del siglo XX. Se distribuyeron seis millones de unidades que formaban parte del incipiente servicio de conexión a la red que ofrecía la empresa gala. Su soporte físico era muy compacto, condensando todos los elementos del computador en un único volumen cúbico, un objeto que encajaba perfectamente en los hogares franceses, como una pieza de mobiliario más o un electrodoméstico. Jobs conocía este terminal y aplicó la estrategia del Alcatel Minitel (1979-1980) al soporte físico del Apple LISA (1983), primero, y al Macintosh (1984), después. El Macintosh condensaba en un único volumen vertical prismático la CPU, la pantalla y la unidad de disco, y, además, incorporaba un teclado y un ratón con una tecla, resultado de la destilación de los cientos de prototipos que desarrollaron para el LISA [Fig.G_4.2.a_24].

El componente con el que se construyó el Macintosh era un microprocesador de la marca Motorola, un microchip llamado Motorola 68000 a 8 Mhz.

La otra innovación que incorporaba el Macintosh (aunque ya lo había hecho en LISA) era la interfaz gráfica de usuario/a (GIU) en el nivel del *software*, que ya integraba en su sistema operativo el ideal descrito por Xerox PARC para el computador tipo estación de trabajo The Alto (1974), denominado WYSIWYG (what you see is what you get), «lo que ves es lo que obtienes». Este tipo de interfaz fue desarrollado en Xerox por Alan C. Kay, con su sistema operativo (*software*) Smalltalk. Con esta premisa, los resultados que veías en la pantalla eran los que obtenías al imprimir, y se convirtió en el patrón general de operatividad del *software* a partir de entonces hasta la actualidad, ofreciendo un nivel de calidad superior en la interacción cotidiana con computadores (Wurster, 2002, 231) [Fig.G_4.2.b_24].

El GIU del Apple Macintosh también incluía programas como el MacPaint, MacWrite e, incluso, una versión de Microsoft Word, que ofrecían una experiencia mixta entre los distintos interfaces como objetos periféricos: entre la pantalla, el teclado y, sobre todo, el ratón.

El impacto que tuvo el Macintosh en el diseño de los dispositivos computadores fue brutal en su momento y lo sigue siendo hasta hoy, en la tercera década del siglo XXI. Una buena prueba de ello es que seguimos haciendo uso de interfaces como el ratón y la GIU basada en iconos y carpetas, incluso en los dispositivos computadores de hoy en día, como son los teléfonos inteligentes y las tabletas (Pascual Estapé, 2014). Estas innovaciones le han valido el honor de formar parte de la colección permanente de uno de los museos de arte contemporáneo más importantes del mundo, el MoMA (cuyo ID en su catálogo es el: 396.1994.a-c).

La competencia tuvo que reaccionar con su lanzamiento. Menos de un año después, en 1985, Microsoft adaptó todas las nuevas ideas revolucionarias del Macintosh sobre el uso del ratón,

¹⁷ El computador Apple Macintosh o Macintosh 128k costaba alrededor de 2.500 dólares (2.495 dólares), unos 6.000 dólares o 5.200 euros si lo ajustamos a la inflación hasta 2019. Se vendieron más de 70.000 unidades en todo el mundo.

#COMPUTADOR PERSONAL (PC) MACINTOSH



IZQUIERDA: IMAGEN DEL COMPUTADOR PERSONAL APPLE MACINTOSH, CON EL RATÓN Y LA GUI. JERRY MANOCK. APPLE. 1984. FUENTE: WURSTER, C. (2002). *COMPUTERS: AN ILLUSTRATED HISTORY*. KÖLN: TASCHEN, P. 234. DERECHA: IMAGEN DE TODOS LOS COMPONENTES DISCRETOS QUE CONFORMABAN UN COMPUTADOR PERSONAL APPLE MACINTOSH, CON SU RATÓN INCLUIDO. EN LA PARTE IZQUIERDA, SE PUEDE OBSERVAR LA PLACA BASE CONSTRUIDA CON MICROPROCESADORES O MICROCHIPS DE LA EMPRESA MOTOROLA. JERRY MANOCK. APPLE. 1984. FUENTE: MCLELLAN, T. (2013). *THINGS COME APART*. LONDRES: THAMES AND HUDSON LTD, P. 129.

·G_4.2.a_23·

#COMPUTADOR PERSONAL (PC) ALCATEL

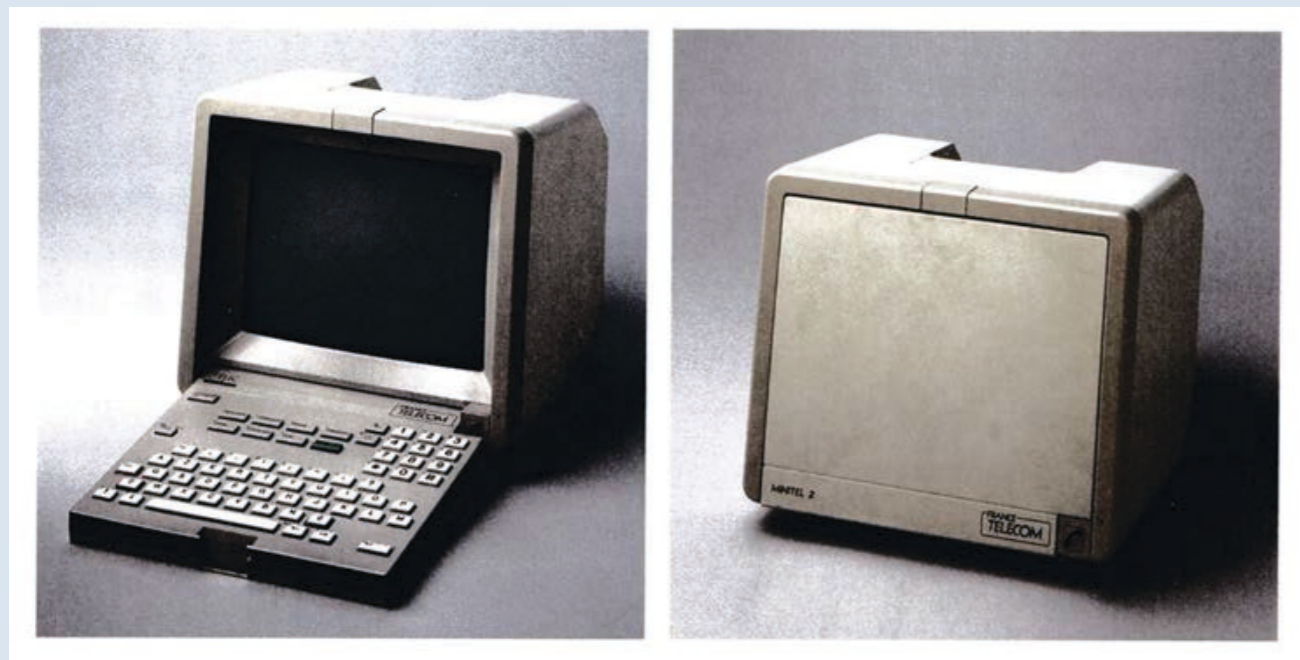


IMAGEN DEL COMPUTADOR PERSONAL ALCATEL MINITEL ONLINE TERMINAL. UN COMPUTADOR MUY COMPACTO QUE CONDENSABA TODOS SUS ELEMENTOS EN UN ÚNICO VOLUMEN CÚBICO. FRANCE TELEKOM. 1979-1980. FUENTE: FOTOGRAFÍA CORTESÍA DEL SCIENCE MUSEUM/SCIENCE & SOCIETY PICTURE LIBRARY, LONDRES. ESSLINGER, H. (2014). *KEEP IT SIMPLE THE EARLY DESIGN YEARS OF APPLE*. STUTTGART: ARNOLDSCHER ART PUBLISHERS, P. 162.

·G_4.2.b_23·

como una interfaz de hardware, y la implementación del GUI, como una interfaz de *software*, a su nuevo producto. De forma precipitada, Microsoft lanzó el Windows 1.0 (Sweden & Ferro, 2006, 106), el *software* como complemento de MS-DOS (ya que no era un sistema operativo completo) (Pascual Estapé, 2014), para implementarlo en los computadores personales construidos por IBM y los múltiples clónicos que había en el mercado de los mismos.

Durante finales de 1970 y la década de 1980 y 1990, Commodore, Apple e IBM dominaron el mercado de construcción de soportes físicos de computadores personales, y Microsoft fue ganando, poco a poco, clientes en el nivel del *software*. En estos momentos la oferta de soportes físicos de dispositivos computadores no hacía más que crecer y no era posible elaborar árboles genealógicos como el que realizó Gordon Bell durante el nacimiento de la computación digital. Solo recopilar los proyectos desarrollados por Apple constituía una taxonomía en sí misma, como muestra el cronograma elaborado por la agencia PopChartLab, que recoge los dispositivos e innovaciones llevados a cabo por Apple en cuarenta años, desde 1976 hasta 2016 [Fig.G_4.2.a_25].

Un total de 556 ítems entre los que se encontraban los primeros microcomputadores o computadores personales (PC) Apple I, Apple II, Apple LISA y Apple Macintosh, entre otros, pero también nuevos tipos de dispositivos computadores que veremos en el capítulo 5 de esta tesis, como los computadores portátiles (*laptop*) Macbook (1982, primeros estudios, 2006, lanzamiento) o los computadores de mano, como ellos los llaman (*handheld*), como el iPhone (2007) o el iPad (1983, primeros estudios, 2010, lanzamiento).

Todas estas innovaciones tecnológicas ayudaron al computador personal a convertirse en un dispositivo más poderoso e intuitivo para el gran público e hicieron de él un elemento básico de la vida moderna (Cuneo, 2011, 138).

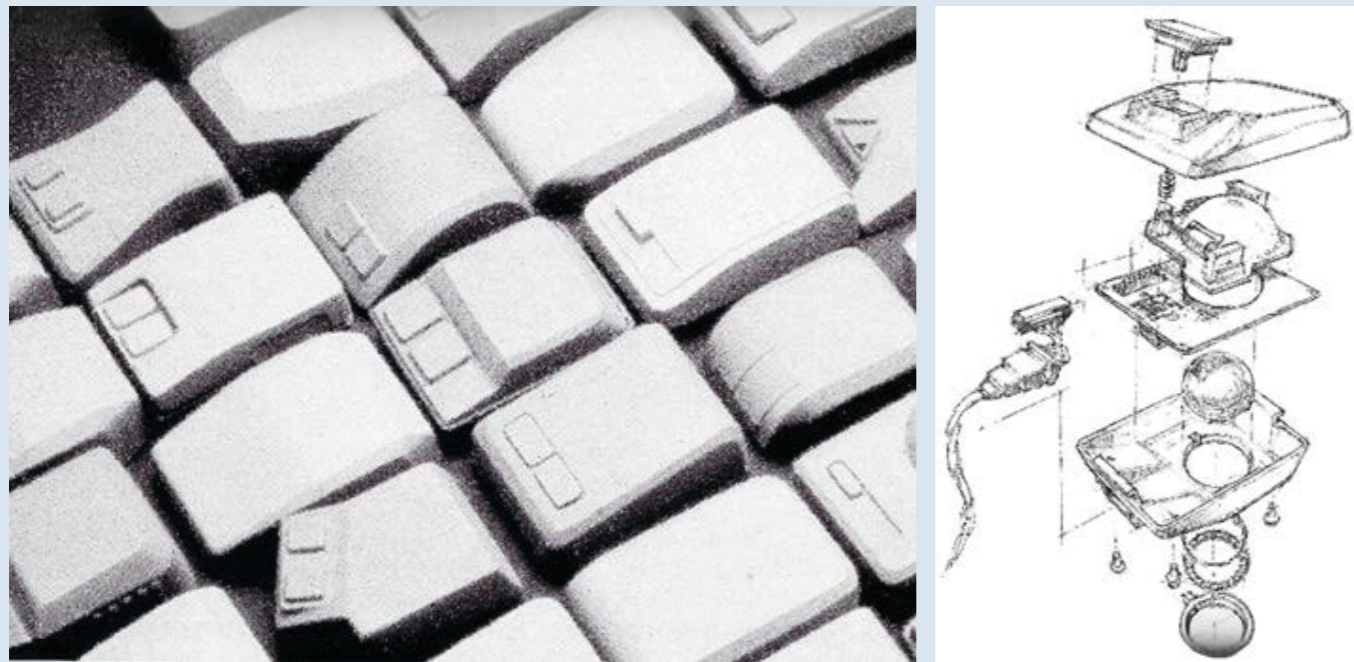
A partir de los años 80 del siglo XX, aparecieron nuevos avances en computación, tanto con respecto al hardware como al *software*. Con respecto al hardware, en 1981, se empezaron a comercializar los primeros dispositivos computadores portátiles (que veremos en el capítulo 5) y para el año 1988 ya tenían la misma potencia funcional que los computadores personales de sobremesa (Vose, 2003, 1415). Y con respecto al *software*, esta episteme de la computación trajo consigo dos de los avances tecnológicos más influyentes en nuestra sociedad actual, que llegaron para revolucionarlo todo: Internet y la World Wide Web (www).

Como ocurrió en esta episteme en el mundo del hardware, con el advenimiento de la computación personal, ambos avances surgieron en un lugar totalmente inesperado, fuera de los circuitos institucionales previsibles involucrados en la investigación computacional del momento, ubicados en Estados Unidos y Japón. Internet y la www fueron fruto de la aleatoriedad, sin estar respaldados por una planificación y programación asociadas a un proyecto de investigación ambicioso importante, inventándose en un lugar fuera del radar tecnológico del momento: el European Organization for Nuclear Research u Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN), en la frontera franco-suiza. La www no procedía de los laboratorios de investigación de empresas como IBM, Xerox o Microsoft, ni salió de las investigaciones que desarrollaba el por aquel entonces famoso MIT Media Lab¹⁸ (Ceruzzi, 2003, 301). Entre 1989 y 1991 el físico del CERN Tim Berners-Lee propuso a su empresa el uso de la World Wide Web para compartir información científica utilizando la hipertexto y la red de Internet. Berners-Lee desarrolló y liberó dos años más tarde, en 1991, un *software* para la www, que junto con el uso de un servidor web y de un cliente web, hacían uso de los protocolos HTTP, URL y HTML. El Hypertext Transfer Protocol (HTTP) y la Uniform Resource Locator (URL) (Swedin & Ferro, 2007,

¹⁸ Que declaraba a bombo y platillo que su principal objetivo de investigación era transformar el mundo conocido a través de la integración de los dispositivos computadores y las comunicaciones, como se enuncia en la episteme que se estudia en este capítulo 4, con la primera gran convergencia tecnológica entre la computación y las comunicaciones. En el desarrollo de este capítulo estudiaremos algunos casos de estudio desarrollados por este grupo de investigación, antes llamado MIT Architectural Machine Group (1967-1985).

·T_350·

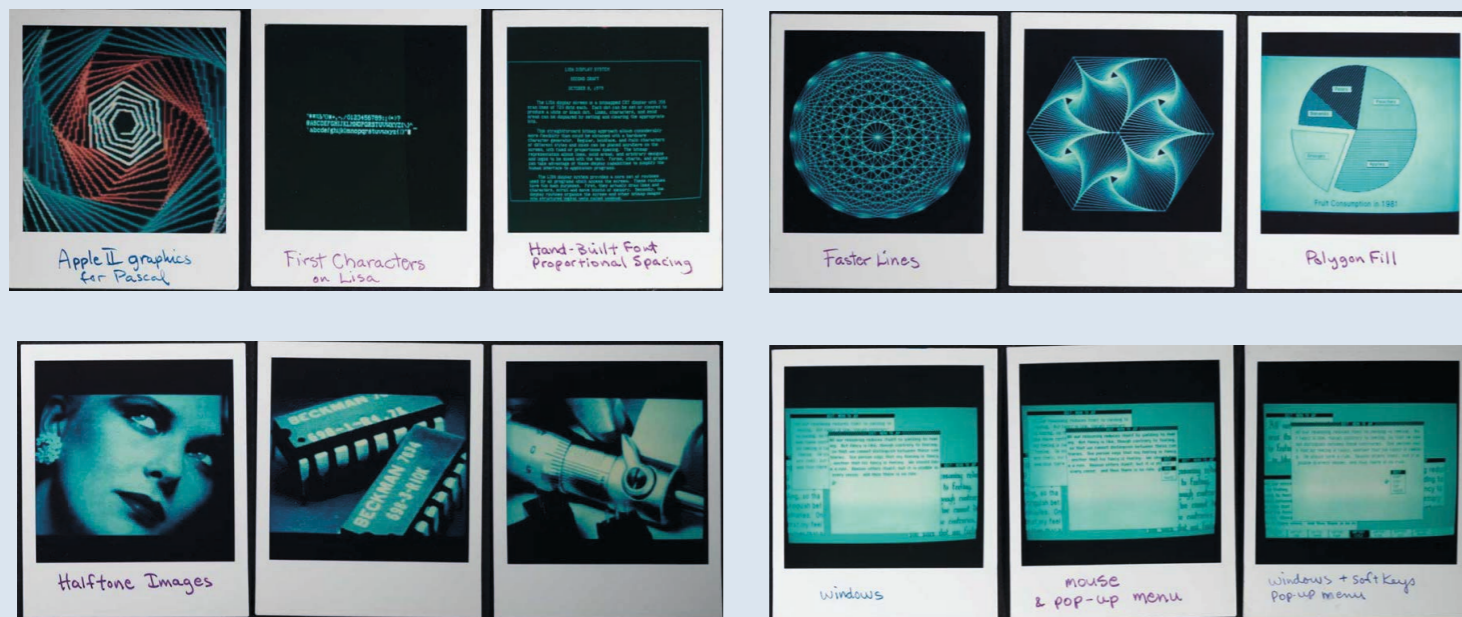
#RATÓN



IZQUIERDA: IMAGEN CON LOS CIENTOS DE PROTOTIPOS QUE APPLE DESARROLLÓ PARA DISEÑAR SU PRIMER RATÓN, BASADO EN LA PATENTE DE ENGELBART (1968) Y LO QUE VIERON EN SU VISITA A XEROX PARC EN 1979. APPLE. 1980-1981. FUENTE: WURSTER, C. (2002). *COMPUTERS: AN ILLUSTRATED HISTORY*. KÖLN: TASCHEN, P. 237. DERECHA: AXONOMETRÍA EXPLOTADA DEL PRIMER RATÓN DE APPLE DISEÑADO POR AL OFICINA DE DISEÑO DE HOWARD KELLEY. 1980-1982. FUENTE: WURSTER, C. (2002).. *COMPUTERS: AN ILLUSTRATED HISTORY*. KÖLN: TASCHEN, P. 238.

·G_4.2.a_24·

#COMPUTADOR PERSONAL (PC) MACINTOSH / GUI



DISTINTAS FOTOGRAFÍAS POLAROID PERTENECIENTES AL DIARIO DE TRABAJO DE BILL ATKINSON, UNO DE LOS PRINCIPALES DISEÑADORES DEL GUI DE LOS COMPUTADORES PERSONALES APPLE II PASCAL, APPLE LISA Y APPLE MACINTOSH. SE MUESTRA EL TRABAJO CON VENTANAS E ICONOS, POSTERIOR A LA VISITA DEL EQUIPO A XEROX PARC A MEDIADOS DE DICIEMBRE DE 1979. BILL ATKINSON. APPLE. OTOÑO 1978-1982. FUENTE: HERTZFELD, ANDY (2021). *BUSY BEING BORN*. ACCESO EL 23 DE JUNIO DE 2021 DESDE:

[HTTPS://WWW.FOLKLORE.ORG/STORYVIEW.PY?PROJECT=MACINTOSH&STORY=BUSY_BEING_BORN.TXT&SORTORDER=SORT+BY+DATE&TOPIC=SOFTWARE+DESIGN](https://www.folklore.org/storyview.py?project=macintosh&story=busy_being_born.txt&sortorder=sort+by+date&topic=software+design)

·G_4.2.b_24·

xix) eran unos protocolos para compartir documentos con sus compañeros/as, libres de las incompatibilidades entre los distintos sistemas informáticos de la época y de las restricciones categóricas impuestas por las diferentes bases de datos, además de implementar el Hypertext Markup Language (HTML), un lenguaje informático para que el hipertexto viajara a través de la red de internet (Ceruzzi, 2003, 302), todos ellos vigentes y en uso hoy en día. Berners-Lee vinculó todos estos tipos de documentos para conformar los inicios de la Web, de forma que era mucho más accesible para todos/as aquellos/as usuarios/as no expertos/as que el resto del floreciente internet (Swedin & Ferro, 2007, 126). Berners-Lee mencionaba directamente las referencias de Vannevar Bush (Bush, 1945), Douglas Engelbart (Engelbart, 1962) y Ted Nelson como los inspiradores de los conceptos que puso en marcha en la Web (Berners-Lee, 1996).

También del lado del *software*, a principios de 1991 y lanzado al mercado en marzo de 1995, nació el lenguaje de programación Java (antes denominado Oak) (Ceruzzi, 2003, 324) que liberó a los programas informáticos de su dependencia de las distintas plataformas, permitiendo a los programadores y desarrolladores diseñar aplicaciones y programas de *software* de alto nivel sin preocuparse por los problemas de compatibilidad entre ellos (Cuneo, 2011, 141). La democratización que se había dado en el ámbito del hardware años antes con la irrupción de los componentes clonados, por fin llegaba también al ámbito del *software*. A partir de ese momento los programas basados en la plataforma informática de lenguaje de programación Java empezaron a proliferar.

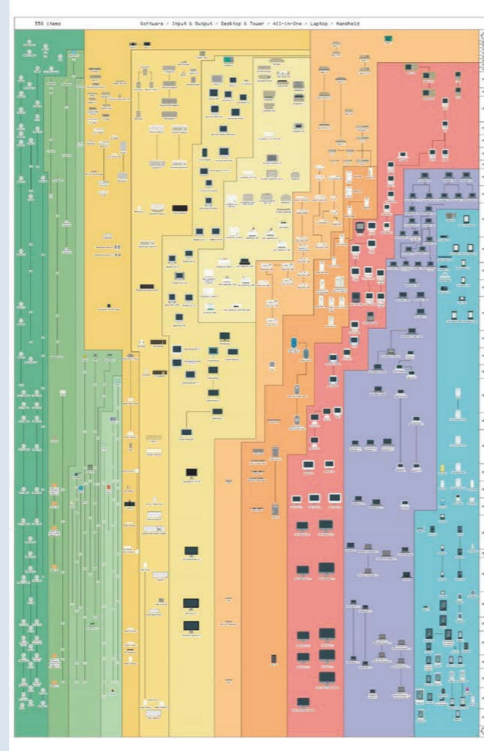
Todas estas innovaciones introducidas en la computación durante esta segunda episteme, la correspondiente a la primera gran convergencia tecnológica entre la computación y las primeras comunicaciones, derivaron en que los soportes físicos de los dispositivos computadores ya no fueran espacios arquitectónicos que se habitaban y se recorrían, sino que se convirtieron en objetos independientes y autónomos que se podían rodear y tocar. Estos objetos tangibles se inscribían, ellos mismos, en espacios arquitectónicos que cualificaban y afectaban. Con la llegada de la computación personal, la informática inició su conquista de un nuevo espacio, el doméstico¹⁹, como mostraba claramente el proyecto Snow White (1982-1983), de Apple o la portada de la revista Time (1982). Y así las estrategias proyectuales se concentraron en construir dispositivos computadores (y arquitectónicos) como piezas de mobiliario o electrodomésticos, piezas discretas, móviles y, en cierta medida, portátiles [Fig.G_4.2.a_26]. Estos dispositivos computacionales eran piezas autónomas que permitían una libertad de movimiento en el espacio que ocupaban de dos tipos. Por un lado, permitían el movimiento a su alrededor, al ser unos objetos independientes, y, por otro lado, permitían cierta flexibilidad y una posibilidad de movimiento en el espacio que ocupaban, al ser objetos móviles y portátiles. Todos estos procesos no hicieron más que acrecentar el proceso de democratización paulatino de la computación.

Estas estrategias, tendencias e intereses de diseño se trasladaron también al campo de la arquitectura, como veremos en los siguientes apartados.

¹⁹ Ya había copado previamente el espacio gubernamental, el institucional, el industrial y el de la oficina, todos ellos asociados al trabajo productivo. Con la llegada de la conquista del espacio doméstico, iban a conquistar acciones de otras esferas, como la del entretenimiento y el ocio.

·T_351·

#TAXONOMÍA APPLE



CRONOGRAMA DE LOS PROYECTOS DE APPLE DESDE 1976 HASTA 2016, 40 AÑOS DE LA EMPRESA. POPCHARTLAB. 2016. FUENTE: PÉREZ FERNÁNDEZ, DANIEL (2016). *TODOS LOS PRODUCTOS DE APPLE EN 40 AÑOS DE HISTORIA*. ACCESO EL 23 DE JUNIO DE 2016 DESDE: [HTTPS://TECNONUCLEOUS.COM/2016/04/04/TODOS-LOS-PRODUCTOS-DE-APPLE-EN-40-ANOS-DE-HISTORIA/](https://tecnonucleous.com/2016/04/04/todos-los-productos-de-apple-en-40-anos-de-historia/)

·G_4.2.a_25·

#PRIMERA GRAN CONVERGENCIA TECNOLÓGICA: COMPUTACIÓN + COMUNICACIONES

1ª GRAN CONVERGENCIA TECNOLÓGICA:
COMPUTACIÓN + COMUNICACIONES
(1962-1980)

TERCERA GENERACIÓN DE LA COMPUTACIÓN
(1965-1970)

>> CIRCUITOS INTEGRADOS (IC) O CHIPS

>> MINICOMPUTADORES (MI)

CUARTA GENERACIÓN DE LA COMPUTACIÓN
(1971-1990)

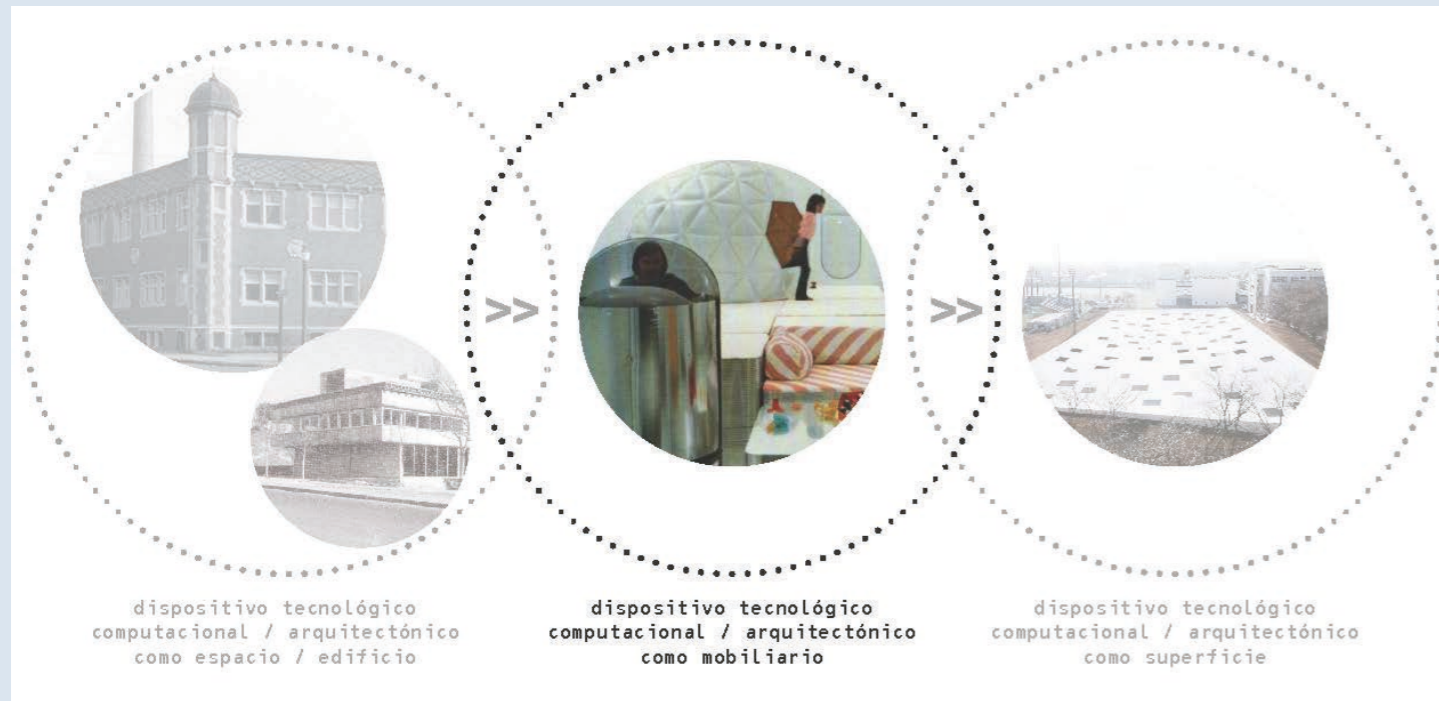
>> MICROPROCESADORES O MICROCHIPS

>> MICROCOMPUTADORES O COMPUTADORES
PERSONALES (PC) Y ESTACIONES DE TRABAJO (E)

·G_4.2.b_25·

·T_352·

#DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS: COMO MOBILIARIO, COMO OBJETO DOMÉSTICO



HIPÓTESIS ESPECÍFICA DE LA TESIS 2.3. LOS DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS CONTEMPORÁNEOS COMPUTACIONALES/ARQUITECTÓNICOS COMO MOBILIARIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE LA AUTORA.

·G_4.2.a_26·

·G_4.2.b_26·

·T_353·

4.3. EL INICIO DEL PROCESO DE LA CONQUISTA DE LO DOMÉSTICO Y LA DOMESTICACIÓN EN LA COMPUTACIÓN Y LA ARQUITECTURA.

·G_4.3.a_1·

#LO DOMÉSTICO
#LA DOMESTICACIÓN

·G_4.3.b_1·

4.3. El inicio del proceso de la conquista de lo doméstico y la domesticación en la computación y la arquitectura.

En esta episteme de la computación tanto la informática como la arquitectura se lanzan a conquistar el espacio doméstico y a domesticarlo.

De hecho, como afirma el arquitecto e investigador Emilio López-Galiacho, muchos historiadores consideran que el verdadero arranque de lo que hoy llamamos sociedad de la información no se produjo a principios del siglo XX (Picon, 2010, 16) sino que se originó cuando el dispositivo computador invadió el hogar, convirtiéndose en un generador de *hábitos* (López-Galiacho, 2016, 162). Cuando la revista Time nombró al computador personal, dispositivo del año en 1982 y anunció que se mudaba, lo hacía al espacio doméstico, al hogar. Según López-Galiacho la ilustración que servía de portada y contraportada a la revista, no era ni mucho menos, gozosa; no parecía celebrar nada. Había algo amenazante y premonitorio en la escena ilustrada. Quizás al editor, aunque fuera consciente de la enorme importancia del nuevo estatus doméstico del ordenador, le inquietaban sus posibles consecuencias. La portada podría haber servido perfectamente para cualquiera de los muchos libros que ahora, en pleno siglo XXI, se están publicando sobre la extraña soledad del internauta hiperconectado/a.

La computación, en especial, la computación personal, siempre ha tenido una relación muy estrecha con el espacio doméstico y el hogar, no sólo porque la leyenda cuenta que uno de los soportes físicos que dio origen a los PCs, a mediados de la década de los 70 del siglo XX, el Apple I (1976), fue construido en un garaje de Los Altos, California [Fig.G_4.3.a_2, Fig.G_4.3.b_2].

A pesar de que el principal creador de este microcomputador, Steve Wozniak ha desmentido que el Apple I se construyera en el garaje de la casa de los padres de otro de los fundadores de la empresa Apple, Steve Jobs (Abad Liñán, 2015), la mística asociada a este hecho ha prevalecido a lo largo del tiempo.

Pero, aunque el Apple I no fuera proyectado en un espacio doméstico de esa naturaleza, informal e indeterminada, que ofrecen estos tipos de espacios, como son los garajes o los *tinkerings spaces*¹, sí que se hizo en un espacio doméstico: o en alguna habitación de la casa de los padres de Jobs² o en las estancias domésticas de la vivienda de Gordon French, donde se celebraban las primeras reuniones del Homebrew Computer Club.

Y no solo fue el computador personal Apple I sino que varias décadas antes, Konrad Zuse desarrolló sus computadores tipo *mainframe*, el Z-1 y el Z-3, en tres habitaciones de la vivienda de sus padres, en Berlín. Seymour Cray hizo lo propio al proyectar el computador tipo *mainframe* UNIVAC 1101 o ERA 1101 (1950-1953), cuando se encerró un fin de semana en su vivienda para diseñarlo. También hizo uso del espacio doméstico como inspiración Wesley Allison Clark cuando diseñó el primer minicomputador, el precursor de los computadores personales, el LINC, al encerrarse durante seis semanas en su casa. Pero el espacio doméstico no fue propicio para proyectar el soporte físico del computador, sino que en el desarrollo del nivel del software también hay ejemplos paradigmáticos de como estos espacios arquitectónicos cotidianos dieron soporte a muchas de las innovaciones de finales del siglo XX en este tipo de espacios heterogéneos y no especializados. Así fue como la primera *Killer App*, VisiCalc, fue proyectada íntegramente por Bob Frankston en un ático en Arlington, Massachusetts, que había alquilado para vivir. [Fig.G_4.3.a_3]

¹ Espacios arquitectónicos y entornos creativos que inspiran al inventor/a, preparados para explorar, experimentar y cuestionarse cómo funcionan las cosas, haciendo. Promueven el descubrir, el hacer, el construir, el probar, el equivocarse y el aprender y volver a empezar.

² Las primeras cien unidades del Apple I sí fueron construidas en la casa en Los Altos, Silicon Valley, ahora declarada patrimonio histórico de la ciudad. Fueron ensamblados por los fundadores Steve Jobs y Steve Wozniak, con la ayuda de la hermana del primero, Patricia Jobs.

#EL ESPACIO DOMÉSTICO COMO PROTAGONISTA



IMÁGENES DEL GARAJE DE LA VIVIENDA DE LOS PADRES DE STEVE JOBS, DONDE SE AFIRMÓ QUE SE CONSTRUYÓ EL PRIMER COMPUTADOR PERSONAL APPLE I (1976). STEVE WOZNIAK, STEVE JOBS. CA. 1996. FUENTE: FOTOGRAFÍA DE DIANE COOK, LEN JENSHEL, FORTUNE. MICHÁN, MIGUEL (2010). LAS IMÁGENES NUNCA VISTAS DE STEVE JOBS. PRIMERA PARTE. ACCESO EL 2 DE FEBRERO DE 2022 DESDE: [HTTPS://WWW.APPLESFERA.COM/APPLE/LAS-IMAGENES-NUNCA-VISTAS-DE-STEVE-JOBS-PRIMERA-PARTE](https://www.applesfera.com/apple/las-imagenes-nunca-vistas-de-steve-jobs-primera-parte)

·G_4.3.a_2·

#EL ESPACIO DOMÉSTICO COMO PROTAGONISTA



STEVE JOBS POSANDO, EN 1996, FRENTE A LA PUERTA DEL GARAJE DE LA CASA DE SUS PADRES, EN LOS ALTOS, CALIFORNIA. AQUÍ FUE DONDE JOBS FUNDÓ APPLE, CUANDO TAN SOLO TENÍA 21 AÑOS, JUNTO A STEVE WOZNIAK, VEINTE AÑOS ATRÁS DEL MOMENTO DE TOMAR ESTA FOTOGRAFÍA. 1996. FUENTE: FOTOGRAFÍA DE DIANE COOK, LEN JENSHEL, FORTUNE. MICHÁN, MIGUEL (2010). LAS IMÁGENES NUNCA VISTAS DE STEVE JOBS. PRIMERA PARTE. ACCESO EL 2 DE FEBRERO DE 2022 DESDE: [HTTPS://WWW.APPLESFERA.COM/APPLE/LAS-IMAGENES-NUNCA-VISTAS-DE-STEVE-JOBS-PRIMERA-PARTE](https://www.applesfera.com/apple/las-imagenes-nunca-vistas-de-steve-jobs-primera-parte)

·G_4.3.b_2·

En cualquier caso, el proceso de encoger que estaban experimentando los soportes físicos de la computación, pasando de espacios habitados y recorridos (computadores tipo *mainframe* (M) y supercomputadores (S)) a conformar objetos tangibles como piezas de mobiliario o electrodomésticos que se podían rodear y tocar (minicomputadores (Mi) y microcomputadores (PC)), facilitó su incorporación al espacio doméstico como lugar para su creación sino también como lugar a ocupar y conquistar.

El proceso de *encoger* para que los soportes físicos de los DC se acercaran más a una pieza de mobiliario y así, colonizar el espacio doméstico más adelante, lo inició un arquitecto y diseñador italiano, Ettore Sottsass Jr. cuando fue contratado por la División Electrónica de la empresa italiana Olivetti (Olivetti Electronics Division), en 1958 (Brennan, 2021, 39). El acercamiento de la computación al espacio doméstico vino promovido inicialmente por los conocimientos provenientes de la disciplina arquitectónica. Aunque Sottsass fue contratado para proyectar el soporte físico de un computador tipo *mainframe* electrónico (digital), el Elea 9003 (1959) [Fig.G_4.3.a_4, Fig.G_4.3.b_4], desde el primer momento, experimentó con estrategias de proyecto que produjeran piezas de mobiliario, más que dispositivos y máquinas (Sottsass, 1961b).

Sottsass hablaba, en sus textos, sobre cómo había abordado el diseño y la construcción de paisajes, mobiliario, arquitecturas e, incluso, atmósferas (Sottsass, 1962, 5), adelantándose varias décadas a la tendencia de la interfaz, como veremos. Sottsass trabajó con distintas gamas cromáticas de colores brillantes y diversas materialidades, así como con medidas domésticas conocidas por los/as futuros/as habitantes-usuarios/as, para acercar el diseño del computador Elea 9003 a una pieza de mobiliario doméstico. Para ello Sottsass Jr. contó con la ayuda del artista y diseñador Tomás Maldonado, director, por aquel entonces de la Escuela de Diseño de Ulm, en Alemania (Hochschule für Gestaltung Ulm). Sottsass y Maldonado, con la ayuda de dos estudiantes de la escuela, el diseñador neerlandés Andries Van Onck y el diseñador checo Hans von Klier, aplicaron al panel de control muchas de sus teorías de la información, el pensamiento cibernético (Brennan, 2021, 43), pero también las lógicas de proyecto de una pieza de mobiliario: estética, colorido y materialidad.

Sottsass estudió profundamente cómo el cuerpo (humano), como parte fundamental en estos tipos de computadores (no sólo porque los habitaban sino porque formaban parte del hardware y del *software*), interactuaba con el soporte físico del computador, como si de una pieza de mobiliario se tratara, en la que había que prestar atención a la ergonomía y al confort que podía proporcionar (Zanella, 2018, 27). Todo ello acercándose más a cómo un/a coreógrafo/a diseña el movimiento y la performatividad de un/a actor/a y un/a bailarín/a encima del escenario³ a cómo se medía y se racionalizaba las posiciones estáticas de cuerpo humano parado junto al dispositivo, buscando no sólo la efectividad y la eficacia en sus movimientos sino también el confort y el placer en los mismos. Estas consideraciones de diseño eran más propias de piezas de mobiliario y espacios domésticos que de un dispositivo tecnológico frío e inhumano.

Pero no sólo fue Ettore Sottsass Jr. quien estableció que el futuro de los soportes físicos de los DC pasaba por prestar atención al concepto de *mobiliario* y los objetos que construye, sino que también lo afirmaba el MIT Media Lab, en 1995, cuando investigaba sobre el futuro de los objetos y los entornos aumentados digitalmente. El grupo, en relación a su línea de investigación Things That Think, afirmaba: «La computación pertenece mucho más a los muebles y al calzado que al escritorio». (Wurster, 2002, 274).

³ En los primeros computadores tipo *mainframe* (M), como el Elea 9003 (1959), que eran espacios habitados y recorridos por diversos cuerpos humanos, éstos formaban una parte fundamental del hardware y del *software* de los mismos, como si éstos fueran una especie de programación analógica o coreografía del *software*.