

“Pertinence and possibility(s) of ontological approaches in parametric digital design procedures.”

Paulo Pereyra¹, Juan José Fontana¹, Marina Piñeyro Rodríguez¹

¹ Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU/UdelaR), Montevideo, Uruguay
paulopereyra@fadu.edu.uy; jfontana@fadu.edu.uy; mpineyro@fadu.edu.uy

Abstract. A research article is presented that seeks to reflect on the relevance and possibility(s) of the incorporation of ontological approaches in the methodological articulation of parametric procedures in architectural design, having as object of study the algorithmic modeling for the digital fabrication of a laminar roof materialized with wood by sub-products from the production of national industries. Such methodological implementation makes possible, as research results, a conceptualization -through a taxonomic structuring supported by relevance- and a systematization by means of a meta-script framed in the universe of possibilities of the ontological approach. The debate problematizes the question of critical appropriation (the convening topic of the present edition of the Sigradi Congress) of methodologies that, arising in realities different from the Ibero-American one, have quickly had an impact in our environment to conclude on the need to emphasize the context parameter in the conceptualization of specific meta-scripts.

Keywords: Parametric Analysis, Ontologies, Digital Design, Digital Fabrication, Algorithmic Design

1 Introducción

El siguiente artículo de investigación tiene como objetivo reflexionar en torno a la problemática vinculada a la implementación de procedimientos paramétricos en los procesos de diseño arquitectónico y se articula en base a la pregunta de investigación asociada a la pertinencia y posibilidad(es) de la aplicación de enfoques ontológicos que permitan estructurar dichos procedimientos por medio de una operación denominada meta-guión basada en la lógica procedimental de explicitación y vinculación de constantes con variables dependientes e independientes a través de restricciones de distinta índole (matemática, geométrica, lógica, topológica, etc) – a la que se excluye

su capacidad performativa y se potencia la trazabilidad y la semántica de sus componentes.

El artículo está estructurado a modo de ensayo de investigación -en el sentido que, seguramente deje planteadas más interrogantes que respuestas en torno a la problemática abordada- en el que, además (o más allá) de intentar responder a la pregunta de investigación estructurante, se pretende develar los diferentes tópicos vinculados a la complejidad de la temática seleccionada. Complejidad entendida desde la perspectiva oportunamente planteada por Edgar Morin (1990) como;

“aquello que está tejido en conjunto, como una trama de constituyentes heterogéneos inseparablemente asociados, que presenta la paradoja de lo uno y lo múltiple”.

Cómo se verá a lo largo del relato planteado, la implementación de los procedimientos paramétricos, en diseño y arquitectura, presenta una doble dificultad; por un lado su conceptualización fuertemente vinculada a la construcción epistemológica sobre la que se estructura así como el background sustentante y, por otra parte, su instrumentalización asociada a los aspectos operativos presentes en las estrategias de diseño que, de forma implícita o explícita, se aplican y desarrollan ad-hoc.

La gestación y gestión de procedimientos paramétricos en las diferentes etapas de la Arquitectura implica, necesariamente, reflexionar sobre el modo en que la práctica del diseño arquitectónico experimenta un profundo cambio a partir de la inclusión y desarrollo de las Tecnologías de Información y Comunicación. Castells (2010) afirma que la tecnología digital proporciona un momento de transformaciones en la sociedad caracterizado por una revolución centrada no sólo en el conocimiento en sí, sino en su aplicación para generar nuevos conocimientos, además de los dispositivos de procesamiento/comunicación, completando así un loop acumulativo entre la innovación y el uso de dichas innovaciones.

La computación tiene un profundo impacto tanto en la percepción como en la realización de la forma, el espacio y la estructura arquitectónica. Según Menges (2015) *“cambia la manera de percibir la forma, la manera de proponerla y la manera de producirla”*. La computación en el diseño representa una acumulación de conceptos multicapa que van desde la teoría de sistemas y la cibernética pasando por la morfogénesis, la teoría de la transformación, la biología del desarrollo, las leyes de la termodinámica (Germán, 2010) en el que *“el diseño, en tanto disciplina transversal a todos los procesos de cambio, adquiere una inédita dimensión de complejidad”* (García Amen, 2019). Asimismo, en la historia de la arquitectura, la llegada de nuevas tecnologías de fabricación y construcción siempre ha sido un catalizador de la innovación en el diseño, y el próximo cambio de paradigma

latente facilitado por la introducción de sistemas de producción ciberfísicos no será una excepción; la emergencia de la Cuarta Revolución Industrial posibilitará el cambio de la fabricación basada en las instrucciones a la basada en el comportamiento según Brugnaro (2015).

Concomitantemente la palabra “ontología” es polisémica ya que es utilizada con diferentes sentidos en diferentes disciplinas; Filosofía, Inteligencia Artificial, Web Semántica, Ingeniería de Sistemas, Ingeniería de Software, Informática Biomédica, Bibliotecología, Arquitectura de la Información, entre otras. La mayor diferencia en su significación se produce entre el sentido filosófico, en donde tiene una procedencia atávica en la Metafísica a partir de la consideración/ reflexión acerca de las “entidades”, y el sentido computacional, que surge en los estudios de cibernética a mediados del pasado siglo, se expande en los últimos años en la comunidad de la Ingeniería del Conocimiento alrededor de una definición de las ontologías (computacionales) como “*especificaciones explícitas de conceptualizaciones*” (Gruber, 1992) estructurando la transformación de la información en conocimiento de máquinas-herramientas que comienzan a disponer de “conocimiento” habilitadas por el Internet de las Cosas y la implementación de algoritmos de inteligencia artificial.

De este modo, la(s) ontología(s) permite(n) representar el entendimiento común y compartido de un dominio, facilitando la comunicación entre los miembros de una comunidad y/o entre sistemas computacionales posibilitando, simultáneamente, la conceptualización e instrumentalización de un procedimiento paramétrico aplicado en la fabricación digital de cubiertas laminares utilizando productos derivados de la madera de procedencia nacional.

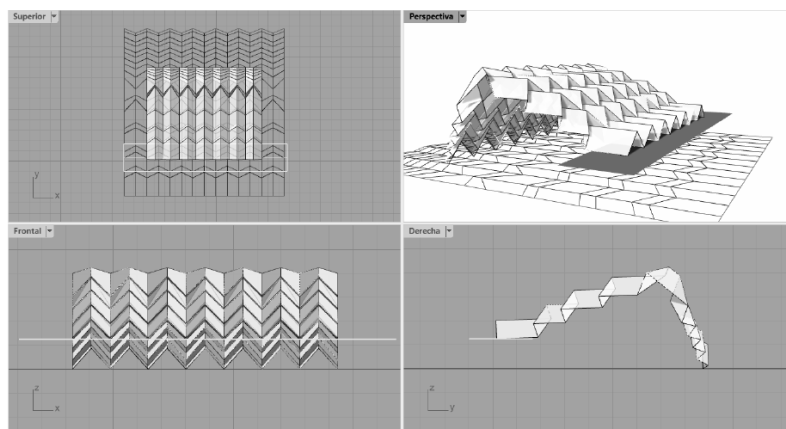


figura 01: modelo digital de cubierta plegada . Autor: Marina Piñeyro, año 2022.

Las cubiertas laminares son dispositivos arquitectónicos de cerramiento/envolvente horizontal que salva grandes luces con pequeños espesores fundamentalmente por su configuración morfológica que le permite soportar las diferentes solicitudes estructurales mediante un comportamiento de cáscara, canalizando la respuesta de la reacción a través de esfuerzos normales de compresión y/o tracción así como tangenciales uniformes en el espesor de la superficie de la cubierta. Esos criterios las convierten en elementos aptos para implementar procesos de búsqueda de forma, a partir del control explícito del control de parámetros geométricos (exploraciones morfológicas vinculadas a configuraciones tectónicas plegadas) así como para involucrar procedimientos paramétricos de fabricación digital.

1.1 Pregunta e hipótesis de investigación

Todas las cuestiones anteriores plantean el terreno fértil para la reflexión del artículo al rededor de la pregunta sobre la que se articula el presente ensayo, que se refiere a la pertinencia y posibilidad(es) de la utilización de construcciones ontológicas en la configuración de procedimientos paramétricos en el diseño arquitectónico y se apoya en la siguiente hipótesis de trabajo; los procedimientos paramétricos, en tanto instancias particulares de pensamiento algorítmico, y por lo tanto configurables (programables) en el mundo de la computación, posibilitan la aplicación de ontologías, entendidas éstas últimas como “especificación formal y explícita de una conceptualización compartida.”



figura 02: fabricación digital del objeto de estudio. Autor: Paulo Pereyra, año 2022.

2 Metodología

A partir de la definición de Gruber es posible identificar las características que constituyen su impronta así como las herramientas metodológicas empleadas para la consecución de los fines planteados;

- *conceptualización*; como referencia abstracta de algún fenómeno del mundo del que se busca representar los conceptos más relevantes. Esta singularidad propicia la “representación” a través de grafos de conocimiento, mapas conceptuales o por medio de una operación que he denominado meta-guión para referirla concretamente al uso de scripts en la implementación de procedimientos paramétricos (planteado en términos de “guión del guión”; de ahí la terminología empleada).
- *explícita*; se refiere a la necesidad de detallar de forma extensiva los diferentes conceptos de la ontología. Esta característica propicia la utilización de taxonomías, sistemas clasificatorios que faciliten la operatividad de la(s) ontología(s) aplicándola(s) en la materialización de prototipos mediante fabricación digital.
- *formal*; relacionado al hecho que se debe utilizar un lenguaje de representación formalizado para su especificación. El script algorítmico basado en programación gráfica, implementado en Grasshopper®, es la herramienta utilizada para la formalización del procedimiento paramétrico.
- *compartida*; o consensuada -condición fundamental para la desambiguación del conocimiento aceptado en el dominio- se instrumentaliza, metodológicamente, a través de diferentes versiones de glosarios controlados de acuerdo al subdominio de actuación involucrado; fabricación digital, programación gráfica, cálculo estructural, construcción con madera, etc.

De tal modo se implementan dos instancias metodológicas a partir del enfoque ontológico: en tanto conceptualización y en cuanto modelización e instrumentalización. A continuación se analizan ambas instancias.

2.1 En tanto conceptualización

Se procedió a identificar, clasificar, conceptualizar y relacionar aquellos tópicos que participan en la construcción de la cuestión, y que se develan en torno a la pregunta ontológica fundamental; ¿qué es una definición paramétrica en Arquitectura? De tal modo es posible problematizar, con

fundamento taxonómico, en torno a los siguientes ítems: a) contexto b) autoría c) condición d) instancia e) razón f) finalidad g) configuración h) estrategia i) entrada/salida.

2.2 En tanto instrumentalización

Dado que uno de los principales objetivos de las ontologías (Gruninger M., Fox M.S., 1995) es aumentar el entendimiento compartido en un dominio dado, eliminando así las diferencias, solapamientos y malentendidos en conceptos, estructuras, terminologías, etc. las ontologías pueden funcionar como marcos de trabajo que unifican distintos puntos de vista y mejoran la comunicación a través del empleo de herramientas complementarias a la conceptualización taxonómica incorporando glosarios controlados y/o modelizaciones en tanto instrumentalización que, permitiendo la “especificación formal y explícita de una conceptualización compartida”, posibiliten estructurar procedimientos paramétricos ad-hoc.

3 Resultados

De acuerdo a lo que se anticipó en líneas anteriores, se habilita la obtención de resultados -utilizando un enfoque ontológico- a través de cuatro instancias vinculadas: modelo conceptual; meta-guión; procedimientos taxonómicos; gráfico síntesis. A continuación se desarrollan cada una de las instancias explicitadas.

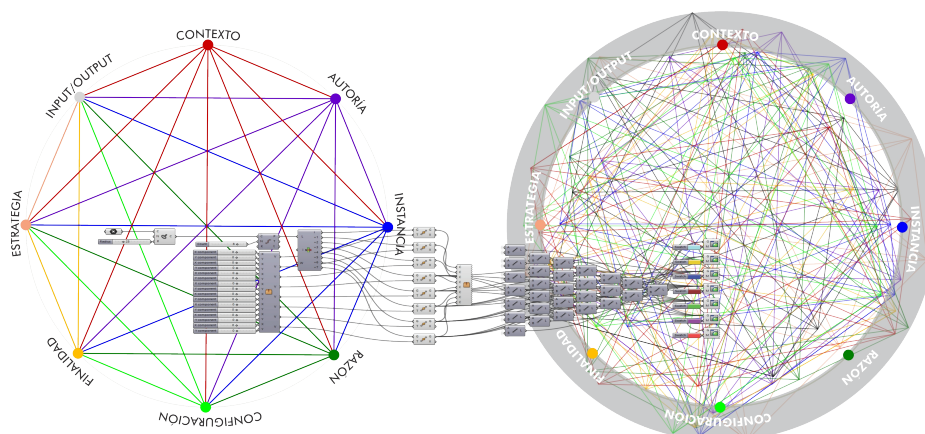


Figura 03. Modelo conceptual. Autor: Paulo Pereyra, 2022

3.1 Modelo Conceptual

Identifica y estructura la significación de la variables intervinientes a través de un primer resultado esperado, un gráfico algorítmico que parametriza, y vincula, las relaciones entre variables identificadas ,con fundamento taxonómico, en el marco metodológico al rededor de los siguientes tópicos:

- contexto; donde_ lugar o situación de implementación: en éste caso nos referimos al proyecto que propicia su estructuración.

- autoría; quién(es)_lo realizan? Ésta cuestión se vincula a aspectos de agenciamiento, en el sentido deleuziano que relaciona multiplicidad de heterogeneidades de distinta naturaleza, contrapuesta a la concepción humanista de “creación”.

- instancia; cuando_ se ejecuta el procedimiento, en que etapa del diseño arquitectónico es necesaria su implementación? Los procedimientos paramétricos se pueden aplicar, en forma aislada o conjunto, en las instancias de ideación, evaluación, calibración, simulación, racionalización, documentación y otras que puedan integrar el “mundo posible”.

- razón; por qué_se implementa ese procedimiento; cuál es la causa/problema que motiva o se quiere resolver con su estructuración?

- finalidad; para qué_se vincula con la utilidad que se espera de la implementación del procedimiento paramétrico; conceptualización/ evaluación/ materialización

- configuración; cómo_se implementa? Referida a la sintaxis del procedimiento, es decir, las reglas que controlan el modo de ordenación y combinación de las variables bajo una impronta algorítmica que posibilite un “continuum digital” característico del file-to-factory.

- estrategia; cuál_es el criterio con el que se plantea el procedimiento paramétrico? Los diferentes enfoques se agrupan en dos grandes estrategias; Bottom-Up o Top-Down

- entrada/salida; qué_objeto/concepto necesitamos para “alimentar” al procedimiento de modo que sea operativo y, concomitantemente, qué objeto/concepto buscamos obtener como resultado de la implementación del procedimiento paramétrico.

3.2 Meta-guión

Se implementa para la consecución del segundo resultado esperado, un mapa conceptual, denominado meta-guión (ver figura 03) que explicitando y

visibilizando las intenciones generales de la autoría, posibilita la edición, sistematización, articulación y disponibilización del proceso ad-hoc que se enmarca en el universo de posibilidad(es) del enfoque ontológico.

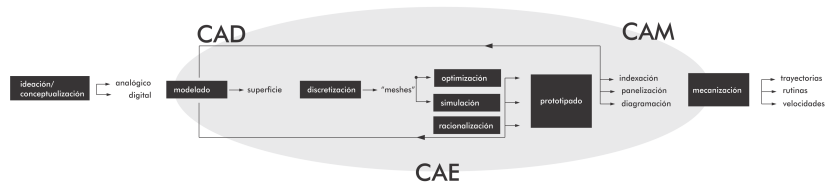


Figura 04. Mapa conceptual: meta-guión. Autor: Paulo Pereyra, año: 2022

3.3 Procedimientos taxonómicos

La materialización de un prototipo a escala necesario para el estudio de fabricación, montaje y cálculo estructural implica procedimientos de indexación que, además de los objetivos de identificación de cada elemento propicia una capacidad tectónica en el sentido que, a partir de la lógica del detalle favorezca el diálogo entre estructura/materia y construcción; sin embargo es necesario realizar un intenso proceso taxonómico, facilitado por el enfoque ontológico, para la clasificación, y anidación, de componentes intervinientes.

3.4 Gráfico Síntesis

Otro producto obtenido, el gráfico síntesis, indica los hitos articuladores del procedimiento paramétrico devenido en protocolo, en particular los inputs fundamentales y los outputs que posibilitan informar los procesos de materialidad digital.

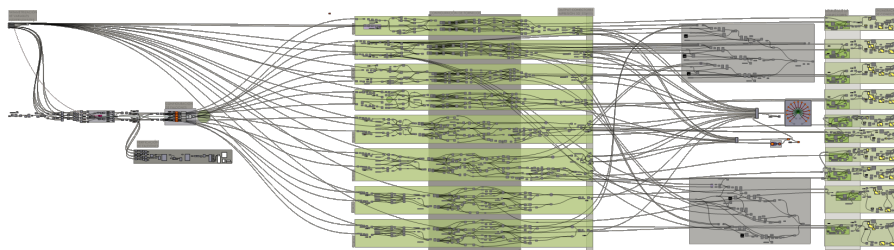


Figura 05. Gráfico Síntesis. Autor: Paulo Pereyra, 2022

4 Discusión

Dentro de las innumerables consideraciones vinculadas con la utilización de procedimientos paramétricos en las diferentes instancias del diseño en general, y del proyecto arquitectónico en particular, está la cuestión de “apropiación crítica” de unas metodologías que, surgiendo en contextos y realidades diferentes a la iberoamericana, rápidamente han impactado en nuestro medio. Dado que la globalización y el desarrollo exponencial de las Tic es un argumento “sólido” de quienes defienden su uso y en sus antípodas se esgrimen causales tan disímiles como el alejamiento de la arquitectura de sus “fuentes” o la no consideración del “lugar” como insumo de proyecto. Sin embargo no es ésta la discusión que se busca al problematizar la cuestión en torno a la pregunta asociada a la pertinencia y posibilidad(es) de las ontologías sino, justamente, cómo el enfoque ontológico permite, al conceptualizar y sistematizar procedimientos paramétricos, la apropiación crítica de una metodología que al plantear una *“especificación formal y explícita de una conceptualización compartida”* (Gruber, 1992) posibilita modelar definiciones de términos específicos del campo de una determinada disciplina facilitando la producción de la información así como la comunicación de los distintos actores (humanos y no humanos) involucrados en los procesos de convergencia físico- digital del diseño arquitectónico.

En tal sentido, la(s) posibilidad(es) planteadas por la incorporación de enfoques ontológicos en la estructuración de procedimientos paramétricos está(n) vinculada(s) a la disponibilización de recursos epistemológicos con la finalidad de crear, gestionar (categorizar), editar (modificación/ transformación) y transmitir conocimiento a partir de la implementación de procedimientos paramétricos:

- en relación a la creación, el sentido de “conocimiento” no está relacionado a un conjunto de creencias que son apodícticamente verdaderas, sino a la construcción de un conocimiento hipotético que debe ser justificado, o rechazado, en el transcurso del proceso de una implementación paramétrica. Según Lluís Ortega (2009) *“el proceso ya no es una representación de un proceso mental, sino que es un proyecto en sí mismo que condiciona la manera de pensar. Se cuestiona la linealidad del orden pensamiento-representación-producción y se plantea un sistema cíclico de retroalimentación entre el pensamiento y su representación en unos bucles constantes de interacción”*

- vinculado a la gestión, las posibilidades ontológicas articulan y despliegan procedimientos taxonómicos que facilitan la racionalización, el control, la iteración y el análisis de inputs/outputs. Si bien los procedimientos paramétricos son difíciles de estructurar, según Jabí (2013) *“la buena noticia para los diseñadores que desean emplear técnicas paramétricas es que, por*

lo general, precisan resolver un problema de diseño pequeño y acotado (al contrario de los desarrolladores de software y gestores de Inteligencia Artificial) en un espacio de soluciones predefinidos”

- asociado a la edición, los sistemas de diseño paramétrico modelan un diseño como una colección restringida de diagramas. Los diseñadores trabajan en estos sistemas a dos niveles:

- la definición de los diagramas y las restricciones.
- la búsqueda de hitos dentro de tal taxonomía de diagramas.

Para Aish & Woodbury(2005) *“los sistemas basados en la propagación producen algoritmos eficientes que son completos dentro de su dominio, requieren la especificación explícita de un grafo de restricciones acíclico dirigido y permiten estrategias de depuración relativamente sencillas basadas en los antecedentes y los consecuentes. El requisito de ordenar las restricciones parece ser útil para expresar las intenciones específicas del diseñador y para desambiguar la interacción”*. Una característica clave de estos sistemas en la práctica parece ser la necesidad de tener múltiples puntos de vista sobre el modelo de restricciones y la interacción simultánea entre varios puntos de vista.

- contingente a la transmisión de conocimiento; la sistematización de la información que plantean los enfoques ontológicos implícita y explícitamente posibilitan la participación de actores humanos/ no humanos en los procedimientos en los que la autoría de los mismos no es del todo clara generando una permeabilidad de responsabilidades, o como lo plantea Donna Haraway (1983) *“el límite es permeable entre herramienta y mito, instrumento y concepto, sistemas históricos de relaciones sociales y anatomías históricas de cuerpos posibles, incluyendo objetos de conocimiento”*. A su vez, en la transmisión del conocimiento interviene la mediación una variable que, contraponiéndose al determinismo tecnológico, posibilita un enriquecimiento mutuo entre humanos/no humanos y entre ciencia/cultura tal como lo propuesto por el sociólogo Bruno Latour (2008).

5 Consideraciones Finales

El aporte que brinda la incorporación de enfoques ontológicos en la estructuración de procedimientos paramétricos está vinculado a la reflexión en torno a la nueva condición tecnológica, en el sentido que las nuevas implementaciones tecnológicas de la información y comunicación han transpaso el umbral de ser simples “esclavos” que facilitan un procedimiento determinado para pasar a ser actores principales en la conformación de los

conocimientos que habilitan un determinado know-how. En particular, los sistemas de Inteligencia Artificial posibilitan unos modos de conocimiento (entendido como transformación de la información y no como “verdad”) que, articulados por prácticas algorítmicas y diseminados a través de la web Semántica (favorecida por la tecnología 5G) constituyen la urdiembre de la 4ta revolución industrial enmarcada en la crisis ambiental/energética/sanitaria sin precedentes que caracteriza la eclosión del Antropoceno como clara consecuencia de la acción humana. En tal sentido Sadin (2020) plantea que;

“la causa (y no la consecuencia) de la pregnancia del fenómeno de la inteligencia artificial es un cambio de estatuto de las tecnologías digitales: de ser prótesis acumulativas e intelectivas –porque permiten el almacenamiento, la indexación y el tráfico veloz de información–, han pasado a ser entidades de las que se espera que enuncien una verdad a partir de la interpretación automatizada de situaciones... Así, gracias a este poder de enunciar una verdad que los humanos no podemos ver, la tecnología deja de ser protésica para devenir antropomórfica. La autonomía de decisión de los sistemas de inteligencia artificial termina de cerrar el círculo de este cambio radical, enfrentándonos por primera vez con el estadio del tecno-logos de la técnica: no un logos sobre la técnica producido por los humanos sino humanos modelados por una técnica capaz de producir discurso o verdad. En este nuevo régimen, sin réplica posible, se juega la vocación humana primordial de habitar el mundo”.

Justamente ese es el desafío que plantea la apropiación crítica, que seamos los humanos quienes poseamos el fuego de la verdad.

6 Referencias

- Aish,R.; Woodbury, R. (2005). “Multi-level Interaction in Parametric Design”
- Brugnaro, G. (2015). “Cyber-physical construction system for woven spaces”
- Castells, M. (2010). “Comunicación y poder”
- Davis, D. (2013). “Modelled on Software Engineering: Flexible Parametric Models in the Practice”
- Eco, U (1964). “Apocalípticos e Integrados”
- García Amen, F. (2019). “El diseño y la geometría; apostillas a la praxis del diseño paramétrico y su incipiente hegemonía”
- Germán, J.G (2010). “De lo mecánico a lo termodinámico; por una definición energética de la arquitectura y del territorio”

- Gruber, T. R., (1992). "Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing"
- Gruninger M., Fox M.S., (1995). "Methodology for the design and evaluation of ontologies"
- Haraway,D (1983). "Manifiesto Cyborg"
- Jabi, Wassim (2013). "Parametric design for architecture"
- Latour, Bruno (2008). "Reensamblar lo social : una introducción a la teoría del actor-red"
- Menges, Achim. (2015). "Material Synthesis: Fusing the Physical and the Computational"
- Morin, E. (1990). "Introducción al Pensamiento Complejo"
- Ortega, L.(ed.) (2009). "La digitalización toma el mando"
- Sadin, E (2020). "La inteligencia artificial o el desafío del siglo. Anatomía de un antihumanismo radical"