

# EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS XVI JORNADAS

VOLUMEN 12 (2006)

José Ahumada  
Marzio Pantalone  
Víctor Rodríguez  
Editores



ÁREA LOGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



# El concepto de *diseño* en Ciencias de lo Artificial

Marzio Pantalone\*

*No es el viento lo que quiebra al junco, sino su fragilidad*

Li Po

## I.

El objetivo de este trabajo es desplegar manifestaciones del concepto de diseño en las Ciencias de lo Artificial, utilizando a Herbert Simon como marco conceptual, a John Holland como marco operativo, y a la Vida Artificial como un derivado joven donde podremos observar la potencialidad del uso del concepto de diseño sobre una plataforma computacional que nos permita acceder al estudio de fenómenos puntuales desde una perspectiva artificial.

## II.

Herbert Simon y John Holland se interesan por las Ciencias de lo Artificial (CA), aunque con distintas pretensiones. En tanto epistemólogo, Simon es notoriamente más robusto, o en el peor de los casos por lo menos más explícito. La preocupación epistemológica en Holland está presente, aunque de un modo más silencioso. En lo que respecta a sus intereses sobre qué hacer con estas CA, en el plano operativo la diferencia es más clara. Simon se muestra intrigado por los modos en que desde la síntesis, el diseño y la artificialidad podemos enriquecer nuestro entendimiento sobre nosotros mismos, los modos como construimos artefactos, alcanzamos objetivos, resolvemos problemas, aplicamos racionalidad. Para Holland ni la cognición ni el hombre son la preocupación central. Se interesa por cómo cualquier sistema con capacidades adaptativas logra adecuarse al medio en que se desarrolla<sup>1</sup>. Simon es -en sus propias palabras- un matemático social, que recibe un premio Nobel en economía y trabaja sobre psicología cognitiva<sup>2</sup>; Holland un científico interesado en aplicar la evolución como arquitectónica para abordar mancomunadamente bajo un marco abstracto común sistemas adaptativos complejos<sup>3</sup>. Simon promulga la necesidad de una ciencia distinta a la ciencia natural, una *ciencia de lo artificial* que se ocupe de estudiar los modos en que una cosa o fenómeno es interpelada para cumplir objetivos. Holland opera dentro de este paradigma y propone un diseño para abordar conjuntamente a sistemas adaptativos complejos. Simon hipotetiza que las propiedades organizadoras de una computadora son un excelente instrumento para abordar los modos en que un sistema se adapta; habiendo definido a la adaptación como un espacio de estabilidad organizacional en el contacto entre un medio interno y uno externo. Holland apuntala toda su hipótesis sobre la noción de *adaptación* y proyecta sus ideas con la computadora en mente para *instanciarlas*. Una ciencia de lo artificial debe ocuparse de los modos en que se despliega esa adaptación del medio interno al ambiente, y en ese proceso se inserta la idea de diseño que los transversaliza<sup>4</sup>.

---

\* UNC-CONICET

*Epistemología e Historia de la Ciencia*, Volumen 12 (2006)

### III.

En las ciencias de la naturaleza *describimos* fenómenos y utilizamos leyes<sup>5</sup>, en las CA buscamos diseñar modos de cambiar estados de fenómenos (un médico, un arquitecto, una simulación computacional de un ecosistema), o construir fenómenos en función de objetivos (un ventilador de techo, un reloj, una computadora y en ella por ejemplo un radar). *Diseñamos*, llevamos a un lugar el fenómeno, o lo construimos para ir a ese lugar; hay algo así como un *deber ser* impuesto a las cosas, una función asignada; y una orden según esa función: un *imperativo*. Ese imperativo es esencial a las ciencias del diseño; y es de lo que escapan las ciencias de la naturaleza, que describen cierta clase de cosas del mundo, y nos informan de sus características y propiedades, su conducta, sus relaciones. Ambas, aunque quizás bajo un significado dual para el concepto, buscan dar con *la simplicidad que subyace*.

La física es una ciencia natural; la medicina una disciplina de diseño. La biología es una ciencia natural, la bioingeniería una disciplina de diseño. La física es un cuerpo de conocimientos referido a fenómenos y objetos del mundo sobre los que se describen propiedades y relaciones. La medicina es un cuerpo de conocimientos referido a fenómenos y objetos del mundo sobre los que se aplican estrategias en función de objetivos. La física describe, la medicina diseña. La física opera en *lo que es*, la medicina en *lo que debiera ser* para lograr un fin. La física es descriptiva, la medicina normativa. Aun cuando el objeto de estudio sea en ambos casos algo dado por la naturaleza, una piedra o un hombre, no es motivo para decir que ambas pertenecen a las ciencias naturales. La física describe perfectamente el comportamiento físico de un avión, y no es algo materialmente dado por la naturaleza. Y si simulamos en una computadora la intromisión de antígenos y la respuesta estratégica de anticuerpos, continuamos involucrando a un cuerpo de conocimientos médicos, aun cuando la materialidad de la nueva plataforma no sea algo dado por la naturaleza. *Más allá de la base material*, vemos que hay disciplinas abocadas a *describir*, y otras a *diseñar*. Un ingeniero por ejemplo, si quiere diseñar un túnel que cruza una montaña, no va a obviar la ley de la gravedad. Su diseño la respetará y la ley seguirá cumpliéndose; pero desarrollará estrategias para lograr un propósito, habrá una adecuación de materiales y fenómenos en función de un objetivo y en esa intensión hay algo más que lo aportado por las ciencias naturales. Una piedra no tiene ningún objetivo, un puente sí. Ambas cosas pueden estar hechas del mismo material y respetar las mismas leyes naturales, pero en el puente hay una intervención estratégica sobre el objeto en función de un objetivo. Hay diseño. Si observamos nuestro entorno veremos la preponderancia de lo artificial; tras las sillas, la química del plástico de esta botella, las luces, ventanas, cortinas, el suelo de baldosas, nuestra ropa, un techo, paredes; tras de todo lo que suele ser nuestro medio ambiente habitual, hay diseño. Un diseño se proyecta —muchas veces— en función de un objetivo. Los objetos o fenómenos que has sido así ideados, son el ámbito de estudio de las CA. Nada de lo que es diseñado quiebra la ley natural, pero la ley natural no es suficiente para dar cuenta de esos objetos.

Nuestras ropas, estos sonidos que pronuncio y denotan señales, una tecla para dar luz, un auto, un semáforo, la comida, cada espacio que ahora nos rodea, paredes, techos, ventanas, ladrillos, cal, cables, los cubiertos que esperan en la cena, el horno que cocina, el vino que beberé, todo atestigua nuestra manipulación, nuestra intervención en el mundo, nuestro

implacable *diseño*; nuestro éxito para lograr objetivos a través de estrategias. Aquí hay algo más que la mera ley natural; hay algo más que física, algo más que biología. Nuestros artificios obedecen las leyes de la naturaleza, seguro; pero poseen una propiedad fundamental de la que las ciencias naturales no dan cuenta: finalidad, objetivos, razones de ser. Están entre nosotros para cumplir fines, son adaptaciones de nuestras ambiciones. Siempre son diseños, aunque no siempre buscados según el fin que terminan desempeñando. En resumen: estamos rodeados de artificialidad, de diseños que en su darse poseen algo más que aquello que estudian las ciencias de la naturaleza.

Ampliémonos un poco ahora. Pensemos que nuestros artefactos pueden ser de materialidad biológica. Biología intervenida, funcionalidad y materialidad diseñadas por el hombre. De modo similar a como diseñamos ventiladores de techo, diseñamos pollos. Pensemos variables a tener en cuenta para diseñar ventiladores de techo: costo, rentabilidad, calidad, distribución. Ahora pensemos en variables para diseñar pollos: costo, rentabilidad, calidad, distribución. En tanto objeto, más allá de su materialidad biológica, un pollo, es un artefacto del diseño humano; igual que diseñamos vacas que den leche o vacas que den carne, manzanas jugosas, maíces de armoniosa simetría, razas de perro, etc<sup>6</sup>. La materialidad biológica de un artefacto no implica que sea un objeto natural<sup>7</sup>, Simon sostiene [1] 17:

Un campo labrado no es más elemento de la naturaleza que una calle asfaltada... ni tampoco menos.

#### IV.

Las CA investigan la mixtura entre leyes naturales y finalidades del hombre. No estudia a ambos espacios por separado, estudia su entrelazado; el *contacto* entre estos campos. De algún modo, entonces, debe relacionar estos elementos diferentes. Cuando se diseña, es en función de una meta. El objetivo es que un medio interno desarrolle su estructura en un medio externo. Ambos medios pueden caracterizarse descriptivamente según las ciencias naturales. Pero el objetivo, el deber ser impuesto al objeto o fenómeno, pertenece de lleno a las CA. Y se encuentra precisamente *en el contacto entre los medios*, en las pretensiones al contacto entre el medio interno y el externo (y en la esperanza de que ese contacto sea un caso posible). Que un artefacto cumpla su finalidad depende de la relación de su estructura interna con el medio en el que debe desplegarse. Es decir, el grado en que cumple su objetivo depende del despliegue de su estructura interna en determinado medio ambiente. El objetivo determina la relación entre los medios. Más que atender a las estructuras de los medios intervinientes, podríamos tender a una ciencia de lo artificial —sostiene Simon— que dependiese de la relativa simplicidad de la interfaz como su fuente principal de abstracción y generalidad. Diseñar *consiste en atender al contacto entre un medio interno y uno externo en función de un fin*.

El medio interno consiste en una organización de fenómenos capaces de llegar a los fines previstos en cierto rango de medios. Normalmente habrá muchos sistemas naturales, funcionalmente equivalentes, capaces de comportarse de igual modo, aun cuando sus estructuras sean diferentes<sup>8</sup>. Siendo por ejemplo, la locomoción el objetivo, un barco en el océano Ártico, una canoa del *floating market* de Bangkok y un crucero en las costas de Angra dos Reis en Rio de Janeiro, lo satisfacen, aun cuando sus estructuras internas difieren.

El medio exterior determina las condiciones favorables a la consecución del fin propuesto. Si el sistema interno está adecuadamente diseñado, se adaptará al medio externo, de modo que su comportamiento quedará determinado en gran parte por el comportamiento de este último. Por esto, el comportamiento de un sistema adopta la forma del medio en que se despliega. Por ejemplo, si el objetivo es la locomoción entre los hielos árticos cercanos a los 70N latitud, las exigencias del medio priorizan para un funcionamiento satisfactorio la estructura de un rompehielos por sobre la de un trasatlántico tropical o la escurridiza canoa tahilandesa. Diseñar -repito entonces- consiste en atender al contacto entre un medio interno y uno externo en función de un fin. Ambos medios respetan las leyes naturales y pueden ser descritos a partir de ellas, pero el imperativo que implica el objetivo es ámbito de las CA.

Hasta aquí presentamos a un Simon epistemólogo, pero desprovisto por lo pronto de un anclaje práctico sobre el que desplegar estas ideas. En lugar de presentar la propuesta de Simon, voy a mostrar la de Holland Usaremos el *background* de Simon para presentarlo.

## V.

Trabajando desde fines de los '60 sobre una cuestión sin título claro, en 1975 Holland [2] acuña la denominación *sistemas adaptativos complejos (sac)* para referirse a un conjunto de sistemas variados (económico, inmunológico, biológico, etc.) con capacidades de, en función del medio en el que se desarrollan, adecuar su estructura interna. Pretende estudiar a estos sistemas en conjunto, y a estos fines diseña una estrategia: aislar de cada uno los aspectos fundamentales que hacen a la *dinámica de sus cambios* ante presiones medio ambientales. Así, da con un armazón abstracto, resultado de la reunión de las características y propiedades compartidas entre cada uno de los sistemas involucrados. Cuanto más dispuestos estamos a hacer abstracción de los detalles de un conjunto de fenómenos, tanto más fácil resulta simularlo. Los aspectos fundamentales para describir la dinámica de los *sac*, son organizacionales, más allá de la materialidad de cada uno de los sistemas involucrados, subyace en todos -esta es su hipótesis- una dinámica en común para el cambio, una organización funcional que mantiene la estabilidad del sistema en el medio. Es esa dinámica, es ese modo *coherente de variar* lo que intriga a Holland.

Si lo que se busca abordar son modificaciones sobre organizaciones más allá de los casos, el carácter abstracto de una máquina de computar, y su generalidad en la manipulación de símbolos, la tornan una herramienta ideal. En ella podemos intentar comprender al sistema simulado o, en este caso a la abstracción que derivamos de un amplio grupo de sistemas, y ponerla a prueba dentro de una gran variedad de medio ambientes también simulados.

Diseñar no implica crear un artefacto, diseñar puede ser hacer uso de un artefacto para un fin. La máquina de computar, dado precisamente su carácter abstracto, actúa como un diseño plataforma, es decir, como un diseño sobre el que instanciar diseños<sup>9</sup>. No existe un artefacto que convenga más a esta descripción funcional de Holland.

A la hora de instanciar la abstracción de Holland en una computadora, se revelan importantes aspectos del diseño. El objetivo es que esta trascendencia hallada sobre la dinámica adaptativa de varios sistemas sea útil para enriquecer nuestro entendimiento de los sistemas mismos. ¿Qué relación hay entonces entre el marco abstracto y los casos? Cuando se

pretenden diseñar simulaciones de casos, con la abstracción como herramienta hermenéutica, nos topamos con vacíos procedurales. Por ejemplo, en primera instancia debemos traducir la hipótesis a lenguaje de programación; y luego, con ese lenguaje abordar sistemas particulares. En esta traslación ahora inversa y mediada por el diseño computacional que nos lleva de la abstracción al caso, nos encontramos con problemas de diseño que hacen a los modos en que la abstracción debe ser nuevamente vestida. El plan de Holland se abre así en sub-diseños (una característica que bien conocen los ingenieros); en espacios con cierta autonomía que forman parte de todos modos de un objetivo mayor. La traducción al lenguaje máquina ha originado un ámbito propio de estudio llamado Algoritmos Genéticos, y la instanciación de casos puntuales a través de algoritmos genéticos a dado origen a una amplia gama de programas-núcleo de simulación que intentan adecuarse a las características del sistema que se pretende simular. Diseños como instancias de un diseño mayor.

Sobre estas simulaciones computacionales cabe la misma pregunta que a Simon. ¿Pueden informarnos de algo que no supiéramos ya? Por ejemplo, a un biólogo, ¿qué puede aportarle una simulación fórmica? La posibilidad de manejar el peso de las variables hace de la simulación un diseño plástico que posibilita observar variaciones inusitadas en el contacto de los medios interno y externo. Nos permite elucubrar diseños cuya materialidad en la naturaleza orgánica no encontramos. La simulación, en tanto herramienta para diseñar interfases entre medios nos posibilita plantear experimentos dinámicos a los que difícilmente accederíamos en los medios reales. Por otra parte, aun cuando nuestro interés sea simplemente imitar a un sistema natural, la simulación nos provee de un amplio acceso a derivaciones de nuestras premisas que llevarían enormes escalas de tiempo de ser investigadas manualmente. En este sentido, la simulación puede ser una potente herramienta para deducir. La idea es que aun conociendo las afirmaciones básicas correctas, necesitamos la computadora para elaborar las deducciones de las acciones cruzadas de un gran número de variables que arrancan de unas condiciones iniciales complicadas. Aun conociendo los componentes fundamentales de las variables, la dificultad que entraña el problema del diseño suele estribar en predecir cómo se comportarán en sus mutuas relaciones. Abrir el juego, de lo dado y de lo posible; esta es una potencialidad de nuestras máquinas.

## VI.

Vale marcar por último un extraño caso para la idea de diseño. Si diseñar es poner en contacto medios según un objetivo, ¿por qué no diseñar también a esos medios? Supongamos; si el objetivo es abordar vía simulaciones el concepto de *adaptación*; porqué restringirse a estudiarlo simulando hormigas, o abejas, o poblaciones de vertebrados, o de aves, o interacciones entre esas poblaciones... ¿porqué no diseñar -bajo patrones ajenos a la estructura y reglas de transformación terrestres- objetos y fenómenos posibles, no desplegados más que en nuestras computadoras? Si la naturaleza terrestre nos permite observar ciertos objetos y fenómenos, ¿porqué no diseñamos *otra naturaleza* que nos permita observar *nuevos* objetos y fenómenos? El diseño aquí trasciende el ser mera herramienta.

Esta es la hipótesis de diseño que a finales de los '80 propuso la Vida Artificial fuerte. Trocar naturalezas, trocar la naturaleza *natural* por una naturaleza *artificial*; y estudiarlas a

ambas a partir de esta. Ver en nuestro diseño el acaecer de una dinámica; y que ese diseño no busque imitar al diseño de la naturaleza terrestre. Llevar a la naturaleza terrestre misma a la dimensión de *caso*, e instaurar en una máquina de cómputo *otra naturaleza*, artificial, diseñada por el hombre; descubierta por el hombre.

## VII. Conclusiones

- El diseño está guiado por fines. Las ciencias de lo artificial no han eludido este hecho desde sus inicios mismos. Y resulta difícil pensarlas fuera de la normatividad, lo que implica una dificultad para reducir las a las ciencias naturales.
- El *quid* del diseño transita en el punto de contacto entre el medio interno del sistema y el medio externo al que este busca adecuarse.
- Las ciencias de lo artificial no estudian sólo fenómenos artificiales; con sus estrategias podemos abordar fenómenos naturales de modos que resultan novedosos.
- Con la simulación podemos acceder a fases de los fenómenos que resultan de difícil tránsito en las metodologías de las ciencias naturales.
- Si la idea de diseño se coloca en diálogo con la de experimentación, a través de las simulaciones obtenemos nuevos espacios experimentales.
- A través del diseño podemos acceder a nuevas interpretaciones no sólo de los sistemas existentes sino de sistemas posibles y, aun más, de *naturalezas posibles*.
- Resulta extraño entonces que una ciencia del diseño no forme parte —como el propio Simon advirtió hace algunas décadas ya— de los planes de estudio de varios ámbitos que hacen explícito uso de él.
- Dentro de las CA particularmente, donde el diseño es crucial, muchas veces tampoco hay un cuidado serio por estas cuestiones; aun en casos como en VA Un espacio epistemológico productivo —que tanto dice la VA misma necesitar— podría resultar de pensar no a la VA como herramienta para las ciencias naturales sino como *ciencia del diseño* que más que preocuparse por los sistemas que vincula se interese por los modos en que estudia sus contactos<sup>10</sup>.

---

## Notas

<sup>1</sup> No es verdad que Simon se interese sólo por la cognición humana, pero tiene una marcada atención puesta en ello, y para Holland el interés al respecto es nimio, o, en última instancia, un derivado.

<sup>2</sup> Un buen modo de conocer a Simon es leer su autobiografía. Otro, no menos extenso, es leer los títulos de sus casi mil publicaciones. <http://www.psy.cmu.edu/psy/faculty/hsimon/HSBib-1930-1950.html>

<sup>3</sup> Las publicaciones de Holland pueden encontrarse en <http://www.cscs.umich.edu/jhhfest/jhh-pub.html>

<sup>4</sup> Claro que no es la noción de diseño la única arista posible para construir un vínculo entre estos autores. Más aun, como he intentado mostrar en otros trabajos [3,4] son varios los puntos que incluso los distancian.

<sup>5</sup> Me refiero aquí más al rol de la noción de *finalidad* que tiene a los objetos y fenómenos artificiales —y no, en ese sentido, a los naturales— que a las características de la tarea ontológica en la construcción de la representación de cualquier fenómeno.

<sup>6</sup> A las riberas de las rutas agropecuarias argentinas se ven atados a los alambrados placas con el nombre del grano allí plantado, y el nombre de la empresa que lo produce. El consumidor final va a la verdulería y pide simplemente un choclo; pero el productor agropecuario, al ir a comprar el grano para sembrar y a la hora de tomar la decisión sobre una variada oferta, se enfrenta a una profundidad tras los pormenores del maíz que dejaría pasmado a cualquiera de

nosotros. Los nombres de los granos son semi matemáticos, siglas que parecen de criptogramas, manipulación genética, cualidades del desarrollo fenotípico, rentabilidad en volumen o peso final por espacio cubierto, relación con las características del suelo en el que se lo implementará, relaciones tiempo de crecimiento –calidad, etc.

<sup>7</sup> En Córdoba hay muchas plantaciones de pino que si uno fuera un gigante vería como toallas verdes sobre las montañas. El viento y algunos animales transportan semillas fuera del estricto perímetro de siembra y pueden verse aparecer diseminados algunos pinos solos y pintorescos; petisos, más con forma de arbolito de navidad que con aquella que tienen sus parientes amontonados por la siembra humana. Tras la estrategia de la distancia entre una semilla y otra se esconde la pretensión del diseño que se busca para el pino: un tronco principal recto y largo, producto de, simplificando, la competencia por la luz. Si queremos árboles de navidad, los plantamos de otro modo, y elegimos incluso otra especie de pino que posea características de diseño –entre lo que la naturaleza trae y lo que nosotros le hacemos- más útiles en función del objetivo.

<sup>8</sup> Esta discusión sobre la relación estructura-función recorre la columna vertebral de varias disciplinas. Excelentes tratamientos discímiles constan en Gould [5] (aludo al capítulo 5 sobre el poliedro de Galton), y en el breve y compacto texto de Bennett [6]

<sup>9</sup> Podríamos llamar a la máquina de computar un *diseño sin identidad*.

<sup>10</sup> Emparentar la VA a las CA no es la perspectiva de abordaje clásica en los abordajes epistemológicos y filosóficos que tratan con la VA. Muy al contrario, suele trabajarse dentro de una epistemología ideológicamente bastante conservadora.

## Bibliografía

- [1] Simon Herbert. 1969 *The Sciences of The Artificial*. MIT Press.
- [2] Holland H. John. 1995 *Adaptation in Natural and Artificial Systems. An Introductory Analisis with Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence*. The MIT Press.
- [3] Victor Rodríguez, José Ahumanda, Pantalone Marzio El Descubrimiento Científico desde la Perspectiva de las reglas Heurísticas. Mesa Redonda. *Actas XI Congreso Nacional de Filosofía* Tomo I (280-284). Editorial Miilor, Salta. ISBN. 987-20904-0-8
- [4] Ahumada, José; Pantalone, Marzio Variación ciega, heurísticas y algoritmos genéticos. In. Martins, R. A.; Martins, L. A. C., p; Silva, C. C.; Ferreira, J. M. H. (eds) *Filosofía e Historia da ciencia no Cone Sul: 3 Encontro*. Campinas: AFHIC, 2004. Pp. 226-231 ISBN 85-904198-1-9
- [5] Golud J S. La Estructura de la Teoría de la Evolución. Tusquets 2004.
- [6] Bennett Charles. How to define Complexity in Physics, and Why. En *SFI Studies in the Sciences of Complexity*, vol VIII. Addison-wesley, 1990.