

¿Es compatible el constructivismo piagetiano con el del procesamiento de la información?*

María José Rodrigo
Universidad de La Laguna

This commentary on Leiser's article «Constructivism, epistemology and information processing» compares Piaget's constructivist proposal with those based on AI systems, both rule-based and connectionist. The comparison considers two levels of application of the constructivist proposal: the epistemological level, and the psychological level. At the epistemological level, the proposals generally concur, as they aim to bestow on systems of knowledge acquisition (above all connectionist systems) the capacity to improve and select rules following adaptive principles, and to simulate the mind's self-organization and self-assessment. In contrast, at the psychological level the proposals diverge, since artificial knowledge systems operate in the microgenesis of domains, under processes of continuous change and with the aid of content-based rules.

David Leiser nos lleva, de su mano autorizada, a hacer un recorrido por los dos principales enfoques que se han desarrollado en el campo de la adquisición computerizada de conocimiento: el de los sistemas basados en reglas y el de los sistemas conexionistas. No es una empresa fácil de acometer en el limitado espacio que concede un artículo. Sin embargo, como él mismo señala en la introducción, se trata de presentar las ideas más importantes que inspiran cada enfoque y sus ejemplos más representativos.

Brevemente, los sistemas basados en reglas (sistemas expertos, algoritmos genéticos y sistemas de asignación de créditos) se basan en la idea de que el aprendizaje de una habilidad compleja requiere del concurso de un gran número de reglas independientes que, con su uso coordinado, permiten realizar una determinada tarea o resolver un problema. Por su parte, los sistemas de aprendizaje conexionistas (procesamiento distribuido, redes neurales y sistemas conexionistas) son sistemas asociativos que, a partir de un mínimo de unidades informativas y gracias al resultado acumulativo de multitud de interacciones con el entorno, permiten la emergencia de reglas, conceptos, etc. que no estaban previamente introducidos en la red. No voy a emular la empresa del autor tra-

* Este artículo se ha realizado con el apoyo de la Dirección General de Investigación Científica y Técnica del Ministerio de Educación y Ciencia, y forma parte del proyecto PS92-0142 financiado por esa entidad.

Dirección de la autora: María José Rodrigo. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación, Facultad de Psicología, Campus de Guajara. 38205 La Laguna. Tenerife.

tando de resumir aún más ambos enfoques, que están descritos con gran maestría y claridad. Me propongo, en cambio, retomar el hilo de algunas de sus reflexiones en torno al constructivismo piagetiano, manteniendo como fondo de contraste la visión constructivista que se desprende de ambos enfoques de procesamiento de la información.

En mi opinión, todo ejercicio de comparación entre el constructivismo piagetiano y otros constructivismos, debe comenzar especificando a qué nivel se va a realizar el contraste. La riqueza y articulación de la propuesta piagetiana al respecto es tan notable, que de otro modo podríamos caer en peligrosas simplificaciones. A nivel *epistemológico*, el constructivismo piagetiano propone una forma ágil e inteligente de desembarazarse de la eterna cuestión herencia-medio. Ningún conocimiento humano, con la excepción de formas hereditarias muy elementales, está preformado ni en las estructuras mentales del sujeto ni en el patrón estimular del objeto (Piaget, 1974). La propuesta básica de su epistemología genética es que las nuevas estructuras cognitivas que permiten la construcción del objeto son propiedades emergentes de la mente considerada como un sistema dotado de auto-organización y auto-regulación.

A nivel *psicológico*, el constructivismo piagetiano considera que las estructuras psicológicas que van apareciendo lo hacen siguiendo una progresión de estadios invariantes y universales, que implican cambios generales en todos los dominios. Piaget distingue en este proceso constructivo el componente operativo que comprende las reglas de construcción y transformación del objeto, y el componente figurativo que se refiere a las características representacionales del objeto de conocimiento al que se aplican las reglas. Piaget da prioridad a las reglas de construcción sobre los aspectos figurativos, por ello define las reglas como un conjunto de operaciones asimilables a las lógico-matemáticas, que son abstractas y libres de la influencia del contenido.

Constructivismo epistemológico

Cuando comparamos la propuesta constructivista piagetiana, en el plano epistemológico, con la de los sistemas de Inteligencia Artificial es de destacar su progresiva coincidencia en los planteamientos. Tanto en los sistemas de reglas como en los conexionistas, se observa un gran interés por dotar a los programas de la capacidad epigenética de adquisición, desarrollo y contrastación de reglas. En definitiva se pretende que los sistemas tengan capacidad para mejorar y seleccionar las reglas siguiendo principios adaptativos. El carácter emergente de nuevas reglas y propiedades que no estaban incorporadas de antemano en el sistema es muy evidente en los sistemas conexionistas, por lo que es clara su identificación con los supuestos epistemológicos piagetianos. En este sentido, como señala Leiser, aunque los sistemas de reglas han llegado a un alto grado de flexibilidad al simular la evolución progresiva de reglas, su competición entre ellas y la pervivencia de las mejores, todos ellos parten de un fuerte *a priori* al seleccionar el conjunto de propiedades y relaciones utilizadas para definir las reglas de condición-acción que caracterizan a los sistemas de producción.

Además del principio epigenético, los sistemas conexionistas son los que mejor simulan el carácter de auto-organización y auto-evaluación de la mente. Como queda expuesto en el artículo, la modalidad de sistemas conexionistas sin supervisión implica que no se da una evaluación externa del *output* sino que el propio sistema la realiza, siguiendo sus propios principios organizativos. La similitud de planteamientos constructivistas a este nivel epistemológico es tal, que el profesor Leiser va identificando los conceptos piagetianos de «asimilación», «acomodación», «equilibrio» y de «abstracción operatoria» en las propias descripciones de los sistemas de IA. Así, por ejemplo, un sistema conexionista como el «*Self Organizing Map*» puede simular el principio de abstracción operatoria, haciendo compatible el mecanismo continuo de adquisición de datos, con el mecanismo de abstracción de síntesis de conocimiento ocasional y guiados por una determinada demanda. De hecho, tal como hemos argumentado ampliamente en otra parte (Rodrigo, Rodríguez y Marrero, 1993), este mecanismo ocasional de síntesis de conocimiento es el que operaría cuando las personas activan, en respuesta a demandas de la tarea o de las situaciones, parte de sus teorías implícitas sobre algún dominio de conocimiento.

Constructivismo psicológico

Cuando comparamos la propuesta constructivista piagetiana a nivel psicológico con la de los sistemas de IA resultan más evidentes las discrepancias que las coincidencias. Es curioso constatar cómo partiendo de planteamientos epistemológicos bastante similares aparecen notables diferencias a la hora de concretar los mecanismos psicológicos mediante los cuales se lleva a cabo el proceso de construcción del conocimiento. He seleccionado tres aspectos que delatan las notorias diferencias entre el constructivismo psicológico piagetiano y el de los sistemas de IA.

Macrogénesis y microgénesis. La teoría de Piaget es una teoría de la macrogénesis del conocimiento que se manifiesta en grandes ciclos temporales y en todos los dominios. Los mecanismos y procesos de construcción son generales para todos los dominios y están mínimamente especificados en el nacimiento. Tampoco existen predisposiciones específicas para cada dominio de conocimiento, con sus consiguientes reglas de aprendizaje.

Contrariamente a esta postura, los sistemas de adquisición computerizada de conocimiento asumen un nivel microgenético para el análisis de la adquisición y cambio de conocimiento. El aprendizaje se produce en dominios específicos y bajo reglas constructivas distintas. Asimismo, el ciclo temporal de los cambios es menor. De hecho, en muchos casos los sistemas de IA simulan el aprendizaje de reglas en microdominios (o incluso en tareas muy concretas) y en periodos temporales de horas y días. Por tanto, no parece apropiado señalar, como lo hace Leiser en la introducción (pág.94), que la IA aporta el análisis de los estados transicionales de construcción del conocimiento que tienen lugar entre los estadios inferiores y los superiores. Con ello se da la falsa impresión de que el análisis microgenético que realiza la IA lo que hace en definitiva es «rellenar» los vacíos que deja el análisis macrogenético del desarrollo.

Estructuras y estados de conocimiento. El edificio teórico piagetiano describe la emergencia de estructuras de conocimiento que una vez que aparecen «están» en la mente y se estabilizan hasta la emergencia de una nueva estructura que subsume y reorganiza la anterior. Se trata, por tanto, de avances discretizados en el conocimiento.

Por el contrario, para los sistemas conexionistas no se debe hablar de estructuras estables de conocimiento sino de «estados» de conocimiento temporales relativos a un dominio o microdominio. Los avances son continuos y no es posible discretizarlos formalmente en estadios o etapas. Así, el conocimiento no está explícitamente representado en el sistema en su conjunto, sino que emerge parcialmente como resultado de la aparición de reglas de aprendizaje que el sistema ha ido depurando con la práctica. Ello significa que no tiene mucho sentido atribuir estructuras de conocimiento a los sujetos, sino estados de conocimiento que son el producto transitorio de la activación de síntesis parciales de conocimiento en respuesta a las demandas de las tareas y las situaciones. Como señala Leiser (pág. 17) lo interesante es descubrir qué arquitectura tienen las reglas de aprendizaje para que su aplicación, bajo ciertas condiciones, produzca un determinado estado de conocimiento.

Reglas operatorias y reglas basadas en el contenido. Ya hemos visto cómo la primacía que concede Piaget a los aspectos operatorios sobre los figurativos en la construcción del conocimiento lleva consigo la descripción de una operatoria libre de contenidos. Así, cuando se describe la operación de seriación, clasificación, inferencia transitiva, etc. se entiende que todas éstas se aplican de modo similar cualquiera que sea la naturaleza del contenido.

Por el contrario, los sistemas de reglas y los sistemas conexionistas, como operan en dominios o microdominios, nos hablan de reglas basadas en el conocimiento y, por tanto, están ligadas al contenido de las tareas. En este sentido, la familiaridad con un dominio incrementa la probabilidad de uso de reglas más complejas y eficaces.

En suma, los sistemas de IA son constructivistas pero no son piagetianos cuando consideramos el nivel del constructivismo psicológico. En mi opinión, hay divergencias irreductibles entre unos y otros como acabamos de ver. Es más, una autora como Karmiloff-Smith (1992), poco sospechosa de militancia anti-piagetiana, considera que los cambios estructurales generales relativos a todos los dominios, descritos en términos de modificaciones en la estructura lógica, ya no resultan viables como modelos de desarrollo. Por el contrario, el programa de epistemología genética de Piaget, diseñado hace varias décadas, sigue siendo una fuente de inspiración para las corrientes más pujantes y actuales de la IA.

REFERENCIAS

- Karmiloff Smith, A. (1992). *Beyond modularity. A developmental perspective on cognitive science.* Cambridge, Mass. The MIT Press.
- Piaget, J. (1975). *L'équilibration des structures cognitives.* Paris: Presses Universitaires de France.
- Rodrigo, M.J., Rodríguez, A. y Marrero, J. (1993). *Las teorías implícitas. Una aproximación al conocimiento cotidiano.* Madrid: Visor.