

REPRESENTACION DEL CONOCIMIENTO: APORTES A LA INFORMATICA EDUCATIVA

Olga Mariño Drews

RESUMEN

Este artículo busca abrir un espacio de reflexión sobre las posibilidades que brindan las ciencias y la ingeniería del conocimiento a quienes se interesan por lograr mayores beneficios con el uso educativo del computador. La parte inicial sintetiza los orígenes y tendencias actuales de las ciencias del conocimiento. Muestra la creación de esta ciencia a partir de aportes de diversas disciplinas como la psicología cognitiva y la cibernética. La sección central describe el enfoque cognitivista, corriente predominante de las ciencias del conocimiento, así como la conexionista y las tendencias evolucionistas, revisando sus diferentes modelos de representación y adquisición del conocimiento y lo que en cada uno de ellos se entiende por aprender. El artículo concluye señalando la proyección y aportes de esta disciplina como base para favorecer el desarrollo de procesos de aprendizaje, tanto a nivel humano como de máquinas.

INTRODUCCIÓN

El término "ciencias del conocimiento" agrupa el trabajo de especialistas en disciplinas tan diversas como psicología cognitiva, lingüística, neurología e inteligencia artificial, reunidos todos alrededor del interés común de estudiar la mente humana y su comportamiento, sea para favorecer su desarrollo o para emularla. A pesar de ser una ciencia muy joven, la heterogeneidad de sus orígenes ha permitido un rápido desarrollo de diversas corrientes y modelos del conocimiento y de la mente. Este artículo hace un recorrido general por estos enfoques, mostrando algunos de sus modelos más aceptados. Esto sirve de base para abrir la discusión sobre los posibles aportes de las ciencias y de la ingeniería del conocimiento al campo de la informática educativa.

CienciaS del conocimiento:

Orígenes Aunque en las diferentes épocas de la historia de la humanidad han surgido diversas teorías sobre el conocimiento, sólo hasta los años 50 se comienza a hablar de "ciencia del conocimiento". En esta época se ubican el trabajo de Piaget sobre epistemología genética y la aproximación evolutiva de Konrad Lorenz. Por su parte, en Estados Unidos investigaciones en inteligencia artificial en aéreas como la robótica y el aprendizaje automático, sientan las bases de una tecnología del conocimiento [1].

Este esfuerzo inicial de formalizar el estudio de la mente encuentra su máxima expresión en la cibernética, ciencia que postula la existencia de una meta disciplina capaz de describir el

comportamiento de todo sistema complejo. Entre los aportes más valiosos de la cibernética cabe citar el uso de la lógica como instrumento del razonamiento humano y la modelización de sistemas con auto organización y regulación parciales.

El desarrollo de la cibernética surge acompañado por la invención del computador de John Von Neuma, compuesto por una unidad central, una memoria, una unidad de tratamiento aritmético-lógico y un sistema de "buses" o canales de comunicación; este esquema organizativo-funcional es la base del estudio de la mente de la posterior corriente cognitivista.

Cognitivismo

La ciencia del conocimiento recibe su impulso más fuerte en 1956. En este año se presentan en las conferencias de Cambridge y Dartmouth personalidades de la talla de Herbert Simón, Noam Chomsky, Mardin Minsky y John McCarthy quienes, trabajando en áreas tan diversas como la lingüística, la psicología, la neurología y la inteligencia artificial, se basan en una misma hipótesis cognitivista: "la mente es una forma lógica asimilable al comportamiento de un computador" [1].

Esta corriente cognitivista se convierte rápidamente en el eje de las ciencias del conocimiento. La psicología cognitiva surge, entonces, como la búsqueda de una representación capaz de explicar los diferentes procesos mentales, bajo el paradigma de la mente como un sistema de tratamiento de la información.

La influencia de la informática llega a todos los niveles: por una parte, surgen los modelos de la mente humana basados en la arquitectura de Von Neuma como el de Newell y Simón [2], y el modelo ACT de Anderson [3]. Por otra parte, la memoria humana se representa como un espacio direccionable y organizado, en el que se almacenan unidades discretas de conocimiento que pueden ser recuperadas automáticamente o mediante una búsqueda deliberada. Finalmente, la unidad de control global encargada del "razonamiento" procesa la información de manera modular y secuencial, en forma semejante al caso de un computador.

Organización del conocimiento

El paralelo entre los modelos informáticos y la mente humana llega incluso al nivel de la representación misma del conocimiento; así, la cognición se convierte en la manipulación y transformación de un conjunto de símbolos a partir de ciertas reglas. La inteligencia misma se describe en términos de la representación simbólica del conocimiento: se dice que un agente actúa de forma inteligente cuando los símbolos almacenados representan adecuadamente el mundo real y el tratamiento de esta información lleva a una solución eficaz de un problema planteado [4].

Dentro de esta perspectiva la representación se convierte en un componente crucial. Surgen, entonces, diversos modelos de representación del conocimiento, según sea éste del

tipo declarativo o procedimental.

Representación del conocimiento declarativo

El conocimiento declarativo describe los hechos y eventos que pueden ser evocados conscientemente (por ej.: un lugar o un accidente automovilístico). Este conocimiento puede ser representado por medio de listas proposicionales, de redes semánticas o de marcos ("frames").

El modelo de listas proposicionales consta de una jerarquía de proposiciones, cada una compuesta por un predicado o relación y una lista de conceptos. Este formalismo enfatiza las relaciones entre los conceptos y es especialmente útil para describir el almacenamiento de frases como "Juan quiere a María". Aprender significa, entonces, crear o suprimir proposiciones o modificar la jerarquía.

Por su parte una red semántica puede verse como un conjunto de nodos que representan los conceptos y una serie de arcos que determinan las diferentes relaciones entre los nodos (agente, objeto, etc) [5]. El aprendizaje se produce por creación de nodos o asociaciones, por modificación de la fuerza de las asociaciones o por reestructuración de la red.

Por último, el modelo de marcos o "frames" propuesto por Minsky [6] favorece la recuperación de la información asociada a un concepto complejo, antes que la recuperación de las relaciones entre conceptos: un marco encierra toda la información descriptiva y de comportamiento concerniente a un concepto, de manera compacta, codificada y fácilmente accesible (por ej.: la palabra: elefante nos hace evocar un marco que contiene la imagen gráfica de esta animal pero también su peso y la vegetación tropical de su hábitat natural).

A partir de la idea inicial de Minsky se han desarrollado dos corrientes opuestas: los marcos como prototipos y los marcos como clases. La primera afirma que el hombre aprende a partir de ejemplos particulares que luego generaliza; un prototipo incluye la descripción completa de un individuo particular, representativo de una categoría (por ej.: el ruiseñor es un prototipo de ave).

En la aproximación de clases un marco es la descripción general, esquemática, de una clase; es una descripción incompleta que incluye sólo los atributos comunes a todos los individuos de esa clase. Las clases se relacionan formando una jerarquía que parte de una clase general y se va especializando (por ej.: el marco ave, especialización de la clase vertebrados contiene información común a todas las aves: vuela, tiene plumas, etc.). En este esquema aprender es ubicar un nuevo conocimiento en la posición adecuada de la jerarquía.

Representación del conocimiento procedimental

El conocimiento procedimental se refiere a las habilidades cognitivas o motrices (por ej.: cómo conducir un carro). Por su carácter dinámico y difícilmente verbalizable, este

conocimiento es más difícil de modelar. Entre las primeras tentativas de formalización se encuentra el esquema conductista de estímulo-respuesta, en el que un estímulo específico externo desencadena una acción particular observable; el aprendizaje se produce por la creación de una asociación o por la modificación de su fuerza; es un aprendizaje gradual que se logra con repeticiones sucesivas de la secuencia estímulo- respuesta.

Posteriormente surgen los sistemas de producción, formalismo que sirve de base a los primeros sistemas expertos; incluyen reglas de comportamiento de la forma: "si condición entonces acción". La acción de una regla se efectúa cuando se cumple su condición. Aprender significa modificar la condición o acción de una regla o compactar o disociar las reglas.

Por último, los esquemas de acción ("scripts" o guiones) permiten describir de manera genérica el conocimiento procedimental. Un esquema de acción es una representación estructurada y estereotipada de una secuencia de acciones complejas (por ej.: "comer en un restaurante"); estos guiones son el equivalente procedimental de la representación declarativa de los "marcos".

Los modelos cognitivistas presentan dos problemas básicos: por una parte, se trabaja con una representación simbólica abstracta pero no se aclara cómo se construyen estos símbolos; por otra parte el módulo de control encargado del razonamiento se describe de una forma demasiado general. De hecho, estos problemas surgen del paralelo de base existente entre la memoria humana y la memoria de un computador.

Conexionismo

Como reacción a esta visión "informática" de la mente, surge el conexionismo, el cual se inspira en los aspectos neurológicos y psicológicos del cerebro humano.

El cerebro humano consta de un conjunto de neuronas fuertemente conectadas, que a partir de un estado inicial aleatorio logran reflejar comportamientos globales coherentes. En el sistema nervioso no hay una clara diferencia entre estructura y funcionamiento: el conocimiento es el estado momentáneo global del sistema. La memoria humana es masivamente paralela y altamente adaptativa, es decir el conjunto de neuronas puede modificarse con la experiencia. Por otra parte, ciertos procesos mentales como el reconocimiento de las imágenes visuales hacen pensar en el carácter continuo del tratamiento de la información. Finalmente, el conocimiento no se encuentra localizado en un espacio direccionable, sino distribuido en todo el sistema [7].

Los modelos neo conexionistas retoman de la cibernética la idea de la auto-organización, pero reemplazan la lógica por el cálculo numérico como instrumento de estudio de la mente (por ej.: un sistema de ecuaciones diferenciales para describir un modelo dinámico). El punto de partida ya no es una estructura de símbolos abstractos, como en el cognitvismo, sino una matriz de componentes simples, fuertemente conectados, caracterizados por un peso sináptico* variable.

La información que entra a una de estas unidades elementales modifica su peso sináptico y la información que sale modifica el estado de todos los otros elementos del sistema.

En este tipo de sistema el aprendizaje se produce por correlación o por imitación [1]. Un conocimiento aprendido se representa como un conjunto de pesos sinápticos de las neuronas del sistema; la recuperación de un conocimiento se produce por un mecanismo de "consolidación" o resonancia, el cual consiste en retornar, en presencia de una llave de acceso, el motivo aprendido inicialmente.

Los modelos neo conexionistas permiten explicar fenómenos difícilmente explicables por el cognitivismo, como el reconocimiento de imágenes y la extracción de prototipos. Sin embargo, cuando el sistema tiene mucha información almacenada, el motivo retornado por la resonancia puede aparecer bastante distorsionado; por otra parte, no se puede garantizar que a partir de un estado inicial específico, el sistema llegue a un estado de equilibrio.

Aunque a primera vista el enfoque conexionista parece ser una corriente opuesta al cognitivismo, se trata en realidad de dos niveles diferentes de estudio del conocimiento. El cognitivismo trabaja con información simbólica, de alto nivel, organizada y estructurada; sobre estas estructuras simbólicas operan funciones complejas de solución de problemas. El conexionismo, por su parte, se ubica en un nivel sub-simbólico, en el que el sentido no está al interior de un símbolo sino en el estado global de la red de unidades elementales; una función simbólica equivale a un gran número de operaciones numéricas sobre los elementos de la red.

En la actualidad existe una brecha entre estos dos niveles de representación, brecha que refleja la distancia a recorrer entre los modelos neurológicos e informáticos de la mente humana.

Tendencias en ciencias del conocimiento: la enacción Tanto para los cognitivistas como para los conexionistas el criterio de evaluación de la cognición es la representación adecuada de un mundo exterior predeterminado. Ambos modelos siguen la tradición científica que postula que el mundo tal como lo percibimos es independiente del que lo percibe.

Una nueva tendencia en la ciencia del conocimiento, la "inacción" [1], cuestiona esta premisa científica. Los seguidores de esta corriente buscan explicar fenómenos hasta ahora poco tratados, como la importancia del contexto y el sentido común. El paradigma de la "inacción" es que el mundo (objeto) y la entidad cognitiva (sujeto) se definen mutuamente; las facultades cognitivas están íntimamente atadas a la historia que se ha vivido y es ésta la que "hace emerger" ("inacción") el nuevo conocimiento.

Se incluye aquí, por primera vez la temporalidad de la vida. La noción de estructura funcional que justifica la realización de una tarea se reemplaza por la idea de evolución.

CONCLUSIONES

Las diferentes teorías del conocimiento presentan la mente desde diferentes dimensiones: así, el cognitivismo se basa en la metáfora informática y centra su estudio en la representación simbólica del conocimiento; el conexionismo se apoya en las ciencias neurológicas y se interesa principalmente por los fenómenos de autorregulación y resonancia. Finalmente, la corriente evolucionista de la inacción observa la mente de una persona dentro de su entorno espacial y temporal.

Esta diversidad de puntos de vista, producto de la unión de ciencias diferentes alrededor del estudio del conocimiento, permite suponer que el estudio de la mente humana se verá marcado en las próximas décadas por largos y fructíferos debates así como por muy valiosos desarrollos.

¿Qué aportan estos logros a la informática educativa? ¿En qué medida se pueden aprovechar mejor las posibilidades del computador para favorecer el desarrollo humano, sea mediante ambientes de acción del programa sobre el aprendiz (instrucción), o mediante ambientes para acción del aprendiz sobre la máquina (aprendizaje)?

La respuesta a estos interrogantes no es evidente, pero sí lo es el hecho de que en la medida en que el hombre sea capaz de comprender su mente, será capaz de controlar intencionalmente su funcionamiento. He aquí una gran avenida para ser explorada por educadores e informáticos interesados en sacar provecho de los aportes de las ciencias y de la ingeniería del conocimiento.

REFERENCIAS

1. Varela F. (1989) *Connaître: les Sciences Cognitives. Tendances et Perspectives* París: Ed. SEUIL (Título original: *Cognitive Sciences. A Cartography of Current Ideas*. 1988)
2. Newell A. y Simon H.A. (1972) *Human Problem Solving* Englewood Clifs: Prentice Hall
3. Anderson J.R. (1983). *The Architecture of Cognition* Cambridge, Mass: Harvard University.
4. Newell A. *The Knowledge Level* . *Artificial Intelligence* 2(2), 1-20 (1981)
5. Quillian M.R. (1968). *Semantic Memory*. En M.Minsky (Ed.) *Semantic Information Processing*.
6. Minsky M. (1975) *A framework for representing Knowledge..* En P.H. Winston (Ed.) *The Psychology of Computer Vision*.

7. Tiberghien G. Introduction aux concepts contemporaines dans l'étude de la memoire dans l'homme. En Société de Neuropsychologie de Langue Française, Neuropsychologie de la memoire Humaine

* La sinapsis es la relación funcional de contacto entre las terminaciones de las células nerviosas

Boletín de Informática Educativa, 2 (2), 1989