



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

223
rej
UNIVERSIDAD NACIONAL

AUTONOMA de

MEXICO

FACULTAD DE PSICOLOGIA

Una Aproximación Pragmática del
Procesamiento Humano de Información al
Problema de la Inducción

TESINA

Que para obtener el Título de
LICENCIADO EN PSICOLOGIA

presenta:

DAVID MARTIN SANTOS MELGOZA

FALLA DE ORIGEN

Asesor

Dr. Arturo Bouzas Riano

Sinodales

Dra. Odores Mercado Corona

Dr. Javier Nieto Gutiérrez

Mtro. Gustavo Bachá Méndez

Mtro. Fernando Vazquez Pineda



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Para mis padres,
mis hermanos
y mi esposa

En agradecimiento a su valioso
apoyo.

Un reconocimiento especial a mis
maestros:
dr. Arturo Bouzas Riaño
dra. Dolores Mercado Corona

Por la admiración que les tengo
y el peso que ésta ha tenido en
mi trabajo

Enero de 1995

FALLA DE ORIGEN

INDICE

	Página
I.- Un poco de historia.....	1
II.- Razonamiento inductivo.....	8
III.- Restricciones representacionales.....	15
IV.- Modelos sintácticos y semánticos en busca de la inducción.....	22
Tres aproximaciones representacionales.....	25
Un enfoque sintáctico: el ACT.....	25
La teoría general de los esquemas.....	29
Un enfoque pragmático.....	31
V.- Discusión y conclusiones.....	36
BIBLIOGRAFIA.....	40

UN POCO DE HISTORIA

El tema de este ensayo (la inducción) es antiguo, se observa desde la controversia entre si el conocimiento está ya en nuestra mente y sólo hay que ir descubriendolo, o es algo que se va asimilando de acuerdo con nuestra experiencia como lo afirmaba Aristóteles al decir que la mente era como una tabula rasa. Sin embargo, en la actualidad esta controversia ha tomado matices distintos. Ésto tiene mucho que ver con la historia de la Inteligencia Artificial (IA) dado el desarrollo tecnológico, específicamente la aparición de las computadoras y el impacto que estas han tenido en el quehacer humano.

Las teorías de la inducción o abstracción se han enfrentado por siglos a la dificultad que presenta restringir el proceso inductivo. Desde la perspectiva de las matemáticas, los griegos pensaban que el razonamiento era un proceso susceptible de representarse esquemáticamente. Por ejemplo, Aristóteles codificó los silogismos y Euclides la geometría; sin embargo, tuvieron que pasar muchos siglos para que volviera a registrarse un avance en el razonamiento axiomático y no es sino hasta el siglo XIX, cuando se retoma con la aparición de las geometrías no euclidianas y la lógica booleana, que se revigoriza el análisis de los aspectos de la abstracción. También recientemente ha sido objeto de críticas en la filosofía (p.e. Peirce, 1931); y objeto de

controversia en la cibernética. No obstante, el hecho de tratar de simular la mente humana ha tenido una gran resonancia en la ciencia psicológica. El tratar de resolver el tema de la inducción en el aprendizaje, ha puesto en marcha el trabajo de muchas disciplinas, que al converger en este punto, ponen de manifiesto la relevancia de las consideraciones psicológicas. Si bien es cierto que la revolución cognoscitiva tomó fuerza en la psicología a partir de la década de los 50's, esto se debe en gran parte al desarrollo tecnológico, también lo es el hecho de que ésta ha influenciado con una nueva estructura teórica los estudios que se hacen en torno al "escándalo de la filosofía" como se ha dado por llamar al problema de la inducción. Para entender esto comencemos por enumerar algunos eventos históricos relevantes en el desarrollo de la actual psicología cognoscitiva.

Desde Pascal y Leibniz, los hombres vienen imaginando la posibilidad de máquinas que realicen tareas intelectuales. Durante el siglo XIX, Boole y De Morgan idearon "leyes del pensamiento" - el cálculo proposicional, sustancialmente- que significaron el primer paso hacia el software de la IA; Charles Babbage por su parte, inventó la primera "máquina de calcular", convirtiéndose así en el precursor del hardware de las computadoras y por consiguiente de la IA. En 1950, Alan Turing escribió un artículo sobre Inteligencia Artificial que comienza con la frase: "Me propongo considerar la pregunta ¿Pueden las máquinas pensar?" que enmarca los programas para computador como metáfora del funcionamiento cognoscitivo humano, a lo que la concepción del ser humano como procesador de información se basa en la aceptación de la analogía de la mente humana y el funcionamiento de un computador. Se

podría sostener que la IA llega a la existencia en el momento en que las invenciones mecánicas toman a su cargo diversas tareas que, hasta entonces, únicamente eran realizables por la mente humana. En su artículo Turing señala que puesto que estos términos encierran una petición de principios es obvio que debemos buscar un modo operacional de enfocar el problema. Dicho modo está contenido en lo que él llama "el juego de la imitación" conocido actualmente como la prueba de Turing.

No es fácil echar una mirada retrospectiva e imaginar los sentimientos experimentados por los primeros que presenciaron la ejecución, a cargo de engranajes, de sumas y multiplicaciones de grandes números. Quizá sintieron un temor reverente al ver como flulan "pensamientos" de un hardware estrictamente físico. De todas maneras, sabemos que casi un siglo después, cuando se construyeron las primeras computadoras electrónicas sus inventores experimentaron el sentimiento de encontrarse en presencia de otra clase de "ser pensante". Aunque hay que considerar en qué medida había ahí pensamiento real. El invento inicial de Babbage fue la "máquina de diferencias", que podía generar tablas matemáticas de muchos tipos mediante el "método de diferencias", sin embargo, su obsesión fue una idea mucho más revolucionaria: crear una "máquina analítica" que poseyera al mismo tiempo un "almacen" (memoria) y un "molino" (unidad encargada de calcular y de hacer decisiones). Estas unidades iban a estar hechas de miles de complicados cilindros dentados trabados entre sí, con engranajes dispuestos en formas muy complejas. Babbage tuvo una visión de números entrando y saliendo en enjambres del molino bajo el control de un programa contenido en tarjetas perforadas. La inspiración de esta idea le vino del telar de

Jacquard, maquinaria controlada por tarjetas perforadas y capaz de tejer diseños asombrosamente complicados. Si bien, los engranajes han sido substituidos por circuitos electrónicos estas ideas marcan el comienzo de lo que hoy en día se conoce como ciencia cognoscitiva que es en realidad una perspectiva más que una disciplina y en la que participan la psicología, antropología, lingüística, filosofía, ciencias de la computación y las neurociencias aportando puntos de vista en torno al desarrollo del pensamiento (Collins 1977; Gardner 1985; Norman 1980). Luego entonces el punto de vista en lo que respecta a la psicología por marcar una fecha, se inicia con el Segundo Simposio sobre Teoría de la Información celebrado en el Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.) el 11 de septiembre de 1956. En tanto que en este simposio se reunieron figuras tan relevantes para la psicología cognoscitiva contemporánea como Chomsky, Newell, Simon y G.A. Miller (Gardner, 1985) y que desenvocaron en una serie de trabajos con gran relevancia psicológica. Por ejemplo, en aquel año se publicó el artículo de G. A Miller titulado "El mágico número siete más o menos dos. Algunos límites de nuestra capacidad para procesar información", basado en la "teoría de la comunicación" de Shannon (1948). En este simposio también Newell y Simon daban a conocer uno de sus primeros trabajos (The logic theory machine) que consistía en un programa de computadora capaz de hacer la demostración de un teorema. Cabe aclarar que aunque el programa dominante en la psicología cognoscitiva moderna es el del procesamiento de información, éste no es el único, dado que el concepto de psicología cognoscitiva es más general. Según Revière (1987, pág. 21) "lo más general y común que podemos decir de la psicología cognoscitiva es que refiere la explicación de la conducta a entidades mentales, a estados, a

procesos y a disposiciones de naturaleza mental, para los que reclama un nivel de discurso propio". De acuerdo con esta definición dentro del concepto de psicología cognoscitiva entran también la moderna psicología animal y autores como Piaget y Vygotsky; todos ellos coinciden en que la acción del sujeto esta determinada por sus representaciones. Pero el procesamiento de información es más restrictivo: propone que esas representaciones están constituidas por algún tipo de cómputo. Para Lachman, Lachman y Butterfield (1979, págs. 114- 117) por ejemplo, el procesamiento de información considera que "unas pocas operaciones simbólicas relativamente básicas, tales como codificar, comparar, localizar, almacenar, etc., pueden en último extremo dar cuenta de la inteligencia humana y la capacidad para crear conocimientos, innovaciones y tal vez expectativas con respecto al futuro".

Por lo tanto el problema de la inducción no aparece con la misma disciplina cognoscitiva, sino que es más antiguo. Éste se retoma al tiempo que surge la necesidad de crear una nueva teoría del aprendizaje, cuando se trata específicamente de crear un programa que tenga acceso a sí mismo y pueda automodificarse. Centraremos nuestra atención en este proceso inductivo inmerso en las teorías de la psicología cognoscitiva producto del avance tecnológico; por lo que además es necesario aclarar que la analogía hecha entre el funcionamiento cognoscitivo humano y el computador surgen de la metáfora denominada "prueba de turing". Existen dos versiones de ésta: a una de ellas la denominaremos la versión fuerte que admite una equivalencia funcional entre los dos sistemas y la versión débil que se limita a aceptar parte del vocabulario y de los conceptos de la informática, sin llegar a afirmar esa

equivalencia (por ej. Palmer y Kimchi, 1986). Para la versión fuerte, el hombre y la computadora son sistemas de procesamiento de propósitos generales funcionalmente equivalentes, que intercambian información con su entorno mediante la manipulación de símbolos. Según esta concepción, tanto el ser humano como la computadora son verdaderos "informívoros" (Pylyshyn, 1984), cuyo alimento es la información, en donde el término información tiene un significado matemático muy preciso con respecto a la reducción de la incertidumbre. Y es en ésta versión, en donde contextualizaremos el análisis de los procesos inferenciales.

Después de haber revisado los inicios de la ciencia cognoscitiva y el problema que le representa generar una teoría que enfrente eficazmente la dificultad de crear conocimiento auténticamente nuevo, es menester definir cómo el presente trabajo pretende ilustrar la influencia mutua que han recibido la ciencia cognoscitiva y la psicología, en el rubro de la creación de una teoría general de aprendizaje que pueda librar los obstáculos impuestos por las restricciones en torno de un proceso de abstracción. De esta manera, en los siguientes capítulos, con la perspectiva antes citada, se explica qué se entiende por razonamiento inductivo y su diferencia con el razonamiento deductivo; la necesidad de restringir las elaboraciones de nuevas reglas a partir de generalizar y discriminar, en qué consisten los sistemas de producción y sus diferencias en cuanto a la arquitectura, cómo es que las posturas que proponen una teoría general de aprendizaje desde la perspectiva del procesamiento de información pueden ser clasificadas en tres tipos: un enfoque sintáctico o componencial; el enfoque de esquemas, heurísticos o reglas específicas; y el enfoque de los modelos mentales y una breve

discusión en torno a los alcances y limitaciones de la aproximación cognoscitiva de las ciencia como disciplina (antropología, matemáticas, etc.) y de la psicología en torno del problema de la inducción. Debido a la naturaleza del problema que se presenta, el objetivo en este ensayo es solamente ilustrar los rasgos que tienen en común las aproximaciones teóricas al proceso de la inducción, así como sus posibilidades y limitaciones.

RAZONAMIENTO INDUCTIVO.

Para definir lo que es el razonamiento inductivo se necesita teorizar específicamente sobre el conjunto de los procesos mentales involucrados en éste, lo que a su vez depende de lo que se asuma teóricamente como pensamiento. En los esfuerzos por explicar las diferentes funciones de pensamiento se ha observado un gran interés por definir adecuadamente los tipos que hay. Por ejemplo, K.M. Galotti (1989) en una revisión de las aproximaciones al estudio del razonamiento formal y cotidiano, observa cómo es que se ha tendido a ubicar al razonamiento como a un tipo de pensamiento que se restringe a la actividad intelectual con problemas cuya solución está gobernada por un sistema lógico, tales como el del cálculo proposicional; en este artículo, Galotti invita a pensar que desde esta perspectiva no existe motivo para crear una teoría que explique el razonamiento formal, ¿si resolver un calculo proposicional tiene muy poco que ver con pensar fuera del laboratorio qué sentido tiene entonces saber como piensa la gente dentro de él? NO obstante, a causa de la inespecificidad del término razonamiento, acentúa la necesidad de formular una teoría más específica que permita hacer predicciones comprobables pero lo suficientemente abstractas que puedan aplicarse a una mayor variedad de quehaceres humanos propios de su capacidad intelectual. Ahora bien, no se pretende revisar los diferentes tipos de pensamiento pero sí, como dice

Rips (1990, pág.326), hacer notar que "Cualquier teoría del razonamiento tiene que resolver la pregunta de cuantos tipos psicológicos de razonamiento hay. [Y que] si se toma la decisión de que hay solamente un proceso relevante de pensamiento, entonces su trabajo es el de especificar los detalles de este proceso y mostrar cómo éste mismo es responsable de las diferentes manifestaciones de razonamiento, en la solución de silogismos, prueba de hipótesis, creación de analogías, etc." Luego entonces, se pretende ilustrar las aproximaciones a la respuesta de cuáles son los procesos que subyacen al razonamiento inductivo y sus diferencias -si las hay- con el razonamiento deductivo, dado que si se mantiene la idea que solamente hay un único proceso básico de razonamiento éste mismo ha de dar cuenta de ambos.

El número de tipos de razonamiento puede ampliarse. Podemos por ejemplo, hablar de razonamiento probabilístico, analógico, causal, etc. Empero, la razón por la que se distingue entre razonamiento deductivo e inductivo es filosófica y responde a la necesidad de evaluar criterios formales, pero no implica que esta distinción sea válida desde un punto de vista psicológico. La decisión de evaluar el razonamiento inductivo responde a las implicaciones que tiene dentro de las teorías del aprendizaje que se proponen en la psicología moderna, la respuesta a la pregunta de como se genera conocimiento auténticamente nuevo es el motor de toda una serie de investigaciones y propuestas teóricas que se han hecho en torno al proceso inductivo.

Comencemos por explicar lo que es el razonamiento deductivo y el razonamiento inductivo:

El razonamiento deductivo es aquel que nos lleva de una creencia dada a otra que necesariamente se deriva de la primera (Rips, 1990); es pensar de acuerdo con los teoremas de un "sistema lógico", como los de la lógica aristotélica. Como sabemos, el "razonamiento silogístico" es obtener conclusiones del tipo:

$$\begin{array}{l} \text{si A entonces B y} \\ \text{si B entonces C,} \\ \hline \text{por lo tanto si A entonces C} \end{array}$$

Por ejemplo, si tenemos que:

$$\begin{array}{l} \text{A. "si respira entonces es un ser vivo" y} \\ \text{B. " si es un ser vivo entonces algún día tiene que morir " } \\ \hline \text{por lo tanto C. " si respira entonces algún día tiene que morir ".} \end{array}$$

En tanto que para la lógica el estudio de los métodos y principios útiles para la distinción entre argumentos correctos e incorrectos es fundamental y que las bases para el estudio del pensamiento se han derivado de dicho estudio, aprender a partir de un razonamiento deductivo es establecer una nueva oración tautológica con base en las anteriores y en las reglas que regulan su estructura. Sin embargo, son los aspectos de una oración que se pueden formalizar como constantes los que en principio darán la pauta para evaluar la validez de un argumento; por lo tanto, el establecimiento de las nuevas reglas se basa en los

axiomas que se dan en función de estas constantes. En la lógica clásica se han considerado como constantes algunos conectivos lógicos (p.e. y, o, si...entonces, no) y algunos cuantificadores (p.e. para todos, para algunos) que son la base del análisis proposicional. Esta base formal ha sido implementada para la comprobación de la veracidad de los hechos con base en los estudios que en torno a la postulación de una teoría del aprendizaje se hacen desde la perspectiva del Procesamiento Humano de Información (PHI) y ha existido como objeto de controversia, girando en torno de las características sintácticas de todo sistema formal. Esto se debe a que la manipulación de los símbolos en el sistema corre a cargo de las reglas que se tienen con base en las constantes de la lógica y que es en éstas y no en el significado de las oraciones en donde esta contenido el resultado, de tal forma que no importa por qué se substituyan las variables; es decir, el conjunto de oraciones que componen el argumento que se ha de evaluar puede ser vacío o no mantener relación alguna. Searle (1984) propone un brillante ejemplo para mostrar la diferencia entre la simple ejecución de un programa y la comprensión de los significados. El caso de la "habitación china":

<<Imagínemos que se le encierra a usted en una habitación donde hay diversas cestas llenas de símbolos chinos y que usted no entiende chino, pero se le proporciona un libro de reglas en castellano para manipular los símbolos. Las reglas especifican las manipulaciones de los símbolos de manera puramente formal, en términos de su sintaxis, no de su semántica. Así, la regla podría decir: 'toma un signo changyouan-changyuan de la cesta número uno y ponlo al

lado de un signo chongyoun-chongyoun de la cesta número dos'. Supongamos ahora que son introducidos en la habitación otros símbolos chinos y que se le dan reglas adicionales para sacar otros. Supóngamos que usted no sabe que los símbolos intrudidos en la habitación son denominados 'preguntas' y los símbolos que usted devuelve son denominados 'respuestas a las preguntas' ...>> De esta forma la persona dentro de la habitación visto desde fuera parecería como si entendiera las preguntas dado que responde correctamente, sin embargo, todo lo que el hace es ejecutar las reglas (sintaxis). Visto de esta manera se ha dicho que para el PHI no construimos significados; simplemente los identificamos cuando los encontramos en el viejo baúl de los conocimientos "heredados", los <<activamos>> (Campbell y Bickhard, 1987).

Ahora bien, desde el análisis anterior, el razonamiento inductivo se vuelve un gran problema para PHI, si definimos al razonamiento inductivo como aquel que nos lleva de una creencia dada a otra que está soportada por la primera pero que no está contenida en la misma (Rips, 1990), ¿cómo podría adquirirse un concepto auténticamente nuevo que no se encuentre de antemano en la disposición de reglas de manipulación de símbolos?

Un argumento que esgrimen los defensores de la ciencia cognoscitiva a la imposibilidad de comprensión desde una perspectiva sintáctica es que no tiene que ser el hombre que manipula los símbolos el que comprenda, sino que es el sistema como un todo el que comprende (p.e. Hofstadler, 1979). Lo anterior remite el problema a la pregunta

¿cómo es que está organizado el sistema?

Los defensores de los sistemas formales han postulado nuevas organizaciones, apoyados aún en mecanismos de la lógica modal en donde se cuenta con constantes del tipo de DADO EL CASO p /FUE EL CASO QUE p (Rescher y Urquhart, 1971), ES OBLIGATORIO QUE p /SE PERMITE QUE p (Lewis, 1974) por citar algunos ejemplos. No obstante, no se ha postulado aún una teoría que enfrente satisfactoriamente la pregunta que alude a la coherencia u organización del sistema.

Luego entonces, la búsqueda por parte del PHI de un sistema organizado que pueda aprender se ha hecho en torno a la reducción de la incertidumbre desde un punto de vista meramente matemático; es decir, mientras que en el razonamiento deductivo podemos pensar, se tiene una causalidad determinística entre los eventos observados, que permite crear nuevos conocimientos sobre la base de los mecanismos de condición-acción, se espera que entanto el razonar inductivamente es crear conocimiento nuevo con base en la información con la que ya cuenta el sistema, pero a partir de los eventos y situaciones nuevas del ambiente en que se vive hablamos de causalidad probabilística; esto es, aquí el criterio de verdad depende de la probabilidad de el evento "esperado". Pero la forma de computar esta probabilidad se debe encontrar ya de manera explícita en la lista de reglas que se ocupe del aprendizaje inductivo. De tal forma que esté dictado en términos de la fuerza del "reforzamiento" o de la probabilidad de los eventos. Aún cuando la rigidez de dichos sistemas limite tal procedimiento.

Podemos resumir que el reto desde la postura del PHI para explicar una teoría general del aprendizaje, es definir de manera precisa los mecanismos que permitan crear nuevos conocimientos sobre la base de los mecanismos de condición-acción, pero que den cuenta de la causalidad probabilística y que libren los obstáculos que aparecen con las restricciones representacionales.

RESTRICCIONES REPRESENTACIONALES

En el capítulo anterior, se observó que generalmente para el PHI la tarea de representar el ambiente para un "sistema cognoscitivo" está basada en la lógica de los sistemas formales. Esta lógica que parte de la matemática, versa en la postulación de axiomas en torno del comportamiento de las realidades, las cuales han de ser categorizadas por el sistema. Categorizar sin embargo, es una tarea que implícitamente requiere de manejar los significados si es que éstos como se entiende a un nivel pragmático se logran a partir de su funcionalidad para el sistema. Mas como funciona el sistema clasificador, es un problema que no se ha resuelto del todo. Para dar una explicación más clara de lo anterior analicemos el proceso representacional.

Comencemos por explicar como se ha logrado la representación artificial de la inteligencia humana por medio de las computadoras. Para crear una representación simbólica del mundo en un sistema formal se ha hecho uso de algunas nociones matemáticas como las que se refieren a la teoría de conjuntos y muy en particular al concepto de correspondencia, en el que juega un papel muy importante la noción de relación dado que se pretende conformar un *isomorfismo* entre el conjunto de eventos que conforman el mundo real y un conjunto de símbolos que los representen coherentemente. Al hablar de isomorfismos hablamos de equivalencia, que desde el punto de vista lógico, se logra a partir de la "forma", tanto de

lo que es representado como de lo que representa. Para Hofstadter (1979) los isomorfismos están definidos como las transformaciones destinadas a conservar la información. Para él " *La palabra isomorfismo es utilizada cuando dos estructuras complejas pueden ser proyectadas una sobre otra, de tal modo que cada parte de una de ellas tiene su parte correspondiente en la otra: "correspondiente" significa que ambas partes cumplen papeles similares en sus respectivas estructuras.*" (Hofstadter, 1979. pág.59), al respecto podemos decir que en la definición de esta palabra ha de incluirse, además de la equivalencia de forma, la equivalencia de función; es decir, en dicha representación deberá estar incluido el vínculo entre los eventos y sus representaciones.

Ahora bien, a partir de lo anterior se desprenden dos problemas de la mayor importancia para la Inteligencia Artificial: el primero es el referente a la sintaxis y su relación con la semántica de los símbolos que manipula el sistema; y el segundo que se deriva del primero se refiere a la necesidad de restringir las inferencias que puedan hacerse a partir de los axiomas preestablecidos. Luego entonces, podemos distinguir dos aspectos de análisis interactuantes y que definen los dos problemas que se plantean en las líneas anteriores. Al aspecto sintáctico lo vincularemos con lo que en lógica se conoce como reglas de escritura. Las reglas de escritura son todas aquellas que nos indican como han de leerse las representaciones tipográficas, de tal manera que se obtenga coherencia representacional (forma) y en donde juega un papel muy importante el concepto de categoría sintáctica del sistema, que fue acuñado por el matemático Husserl y el concepto de variable propuesto por Aristóteles. Por "categoría sintáctica" se entiende el conjunto de expresiones que

pueden sustituirse por otras en todas las expresiones del sistema, con lo que la expresión formada mediante esta situación es, a su vez, una expresión del sistema, y por "variable" se entiende como una expresión que no posee significado definido en el sistema, sino que sirve exclusivamente para llenar un hueco en el que puede colocarse una constante. De acuerdo con la sintaxis y al conjunto de reglas que le subyacen se dice que todas estas conforman lo que llamaríamos un lenguaje, en el que las representaciones son coherentes al interior del sistema y nunca fuera de él, así las reglas de escritura que son válidas en la lengua española no lo son en la lengua inglesa. Un ejemplo de equivalencia de forma son los propios sistemas de representación propuestos en lógica por diferentes autores: La expresión matemática " $a + a = 2a$ " se escribiría según Lukasiewicz " $= + aa2a$ " y según el sistema Peano-Russell " $a+ a= 2a$ ". La diferencia en las expresiones anteriores es de forma pero no de significado gracias a que en cada sistema se encuentra bien definido el lugar que debe de ocupar cada categoría sintáctica en la expresión para que pueda ser interpretada.

Del aspecto semántico que estaría caracterizado por los axiomas o reglas de inferencia, hemos dicho que son derivados de las características formales de la representación tipográfica, los cuales son empleados por el sistema para la tarea de teorizar al respecto de los eventos observados, es decir definen el aprendizaje. Para el PHI la manera en que se logra el isomorfismo de las representaciones simbólicas es a partir de estas reglas de inferencia. Los teóricos de esta postura sostienen que de la percepción de un isomorfismo entre dos

estructuras ya conocidas emergen las significaciones en la mente humana. No obstante, este enfoque ha recibido múltiples críticas, sobre todo desde perspectivas constructivistas (p.e. Pozo, 1989). Todos los argumentos en torno a esta discusión defienden la idea de que el significado emerge de la manipulación de información y que ningún símbolo es significativo por sí mismo. Por ejemplo, Smith y Medin (1981) dicen que para que una clase de objetos funcione como una categoría, es condición necesaria que se encuentre inmersa en una taxonomía. Sin embargo, las explicaciones que se han propuesto de como los sistemas cognoscitivos aprenden conceptos, presentan modelos estáticos, en los que los conceptos forman un almacén de información donde la materia prima (símbolos o isomorfismos) entra y sale normada por una serie de criterios lógicos que se encuentran establecidos de antemano y que determinan qué asociaciones se crean. En cierto sentido el aspecto semántico se ve limitado por los criterios de identificación de similitudes. Podemos decir que el significado se encuentra en el conjunto de reglas del sistema clasificador dado que el proceso de simbolizar no se encuentra definido por el símbolo sino por el sistema en el que está siendo introyectado. De esta manera, podemos decir que el trabajo en torno a la creación de un sistema capaz de "interpretar" la información que procesa gira en torno a la definición de su arquitectura. A ese respecto Newell, Rosenbloom y Laird (1989, pág. 95) dicen que "El concepto de arquitectura para la ciencia cognoscitiva es la generalización y abstracción apropiada de su arquitectura computacional aplicada a la cognición humana: los sistemas fijos de mecanismos que imitan y producen conducta cognoscitiva. Por lo tanto, un apropiado lugar de comienzo es la descripción de una arquitectura computacional ordinaria."

Resumiendo para los teóricos del PHI, la emergencia del significado depende de la manipulación de las representaciones y de la interacción entre los isomorfismos que el propio sistema tiene del ambiente que representa. Es decir, los conceptos pueden ser capturados por la sola acción de manipulaciones tipográficas, dado que estas "reflejan" la realidad que se presenta en torno a una intención. Desde el punto de vista del PHI, el pensamiento se rige mediante listados de reglas que son "interpretadas" por otras reglas referentes a como deben ser leídas las primeras y que no son más que oraciones específicas que contienen la información de qué condiciones disparan ciertas acciones. A estos listados se les conoce como sistemas de producción. Sin embargo es en este punto donde surge el segundo problema: el de restringir las inferencias.

Para los sistemas de producción sus unidades básicas componentes son de carácter sintáctico, donde el significado se concibe no como atributo del símbolo sino por la manipulación que se hace de éstos a partir de los axiomas que han sido establecidos desde el planteamiento del objetivo de dicho sistema. Ahora bien, el razonamiento axiomático que utiliza el sistema para establecer "deducciones lógicas", es evidente que la postulación de éste marca la pauta de las subsecuentes manipulaciones representacionales que se hagan. Lo que nos lleva a preguntarnos ¿cómo es que se logran formar nuevos significados? o ¿cómo es que se adquieren nuevos conceptos? Notese cómo el significado del isomorfismo ha de lograrse, solamente cuando la interpretación de éste surja de una "significación" que se tiene del mundo;

es decir, que ningún símbolo podrá ser "significativo" por sí mismo. Esto quedará más claro si formulamos la pregunta de la siguiente manera: ¿Cómo es posible que una regla que dispara una acción, sólo bajo ciertas condiciones, pueda dar origen a una nueva que evalúa nuevas condiciones y genera nuevas acciones? Para el PHI las reglas que van a dar lugar a una nueva, tienen que contemplar de antemano la variabilidad del entorno y tenerla definida de igual manera, lo cual denota que el conocimiento ya se encuentra en el sistema y sólo hay que esperar la acción que dé como consecuencia lógica tal aprendizaje (nativismo cartesiano). El aprendizaje descanza en la "interpretación" y no puede haber interpretación si no hay significados. Observese como en la siguiente definición Dickinson (1980) considera que el aprendizaje consiste en la adquisición de información sobre la organización causal del entorno. La manera en que se adquiere esa información es mediante el establecimiento de asociaciones entre dos elementos. Sin perder de vista que la causalidad considerada es tanto del orden si A entonces B (causalidad determinística), como del orden si A probablemente B (causalidad probabilística), que es consistente con lo expuesto por Mackintosh (1985, pág. 40), que nos dice que: "se asume que el conocimiento del animal sobre la relación entre dos hechos puede siempre resumirse en un simple número: la fuerza de la asociación que hay entre ellos", y que nos inclina a concluir que los sistemas cognoscitivos desde la perspectiva computacional responden a un mecanismo de condición-acción supeditado (como en el caso del mecanismo estímulo-respuesta) al "reforzamiento" de sus actos, en tanto que si se cumple una condición que dispara una acción esta condición toma mayor fuerza en la secuencia a través de la correspondencia evento-

representación en la que el individuo aprende a causa de asociaciones entre estímulos y aprende no sobre las relaciones sino a causa de estas; el individuo no interpreta su ambiente sino que se limita a reflejarlo, no hay intención en la conducta

Si nos damos cuenta la propia representación de la información deberá dar los lineamientos para la correcta manipulación de la información y de esta manera también para hacer las inferencias que han de considerarse "válidas"; por lo tanto el problema más grave que enfrentan los teóricos del PHI es el referente a la automodificación de las reglas de inferencia y la creación de nuevos axiomas y teoremas que den cuenta de la variabilidad del entorno; dicha tarea tiene sus bases sentadas en la representación arquitectónica del sistema cognoscitivo que pueda estar dotado de capacidad interpretativa o semántica.

MODELOS SINTACTICOS Y SEMANTICOS EN BUSCA DE LA INDUCCION

Retomemos el ejemplo de la "habitación china" para explicar las dificultades filosóficas que ha tenido que enfrentar el PHI para salvar la emergencia de los significados a partir de la manipulación de símbolos tipográficos. En dicho ejemplo, el individuo que se encuentre en tal circunstancia desconoce el lenguaje chino y está "obligado" a "resolver la situación" basado en las "reglas" que se le dan con respecto a la manipulación de los símbolos que a la habitación entren y tengan que salir. Por lo tanto la restricción de la representación que el individuo se haga de la situación se encuentra en función de dichas reglas. Profundicemos en el análisis de esta situación, para lo cual habrá que recordar lo que en el capítulo anterior se definió como isomorfismo y el acento que se puso en la importancia de la equivalencia "funcional". Un isomorfismo se logra cuando existe correspondencia entre el evento representado y el sistema que lo representa, la adecuación de un isomorfismo de la índole de la habitación china es por demás artificial y, para ser un isomorfismo resulta muy débil. El "significado de los símbolos que manipula el individuo dentro de la habitación china descansa en su función, debido a que existe una diferencia entre el significado que adquieren dentro de ésta y el que adquieren en una comunicación entre chinos. El individuo dentro de la habitación está imposibilitado de aprender chino a causa de las instrucciones y la función que los símbolos adquieren con éstas. Más aún todas las inferencias que el sujeto en la

habitación haga no serán coherentes con las que se puedan hacer a partir del lenguaje chino cotidiano, por lo tanto no apareceran como lógicas.

El uso de reglas que permiten o no hacer una inferencia con base en un sistema formal ha sido muy criticado en tanto se hace el análisis de qué inferencias (aprendizaje) son significativas (p.e. Hunt, 1989). La pura interacción sintáctica de los símbolos de acuerdo a las reglas no da cuenta aún del procedimiento que subyace a la inferencia de nuevos conocimientos. Es decir, sin una estructura semántica, la arquitectura cognitiva se encuentra gravemente limitada en la generación de nuevo conocimiento a causa su irreflexividad y su automatismo. Se puede decir que el trabajo en torno a la arquitectura cognitiva se divide entre la representación simbólica utilizada para el manejo de la información, que restringe a partir de un sistema formal (axiomático) las inferencias a lograr, y la representación de un cuerpo de conocimientos que den coherencia significativa a la representación tipográfica de los eventos. Más sin embargo, la distinción entre reglas semánticas y sintácticas no es clara sino que amenudo cuando las teorías en torno a la solución de problemas son dirigidas semánticamente usualmente contienen reglas sintácticas (Rips, 1986).

Ahora bien, los filósofos y lingüistas logran una proximación un tanto distinta a las observaciones que se hacen de las restricciones arquitectónicas en el nivel del manejo de la información. Ellos señalan que ciertas operaciones primitivas al nivel del manejo de la información parecen ir mas alla una vez que se han iniciado, sin ningún otro control al nivel representacional (Hunt, 1989), lo que da como resultado otro punto

de vista diferente al que se maneja con los simples listados de reglas que originalmente se manejaron en la IA. Por otra parte, también se ha desarrollado una aproximación que integra la idea de los modelos mentales (Johnson-Laird, 1982) y que da una posibilidad diferente a la idea de lograr inferencias a partir de un propósito general.

A continuación se hace un breve resumen de tres aproximaciones del PHI a la solución del problema de restringir las inferencias en una arquitectura cognitiva que de cuenta de la emergencia de conocimiento nuevo.

Tres aproximaciones representacionales

Un enfoque sintáctico: el ACT

El sistema computacional "Control Adaptativo del Pensamiento" (ACT, por sus siglas en inglés) que propone John R. Anderson (1983), es uno de los representantes de la ciencia cognitiva desde supuestos computacionales, que al igual que en todos los sistemas de producción, la representación del conocimiento se hace mediante oraciones. En la teoría de Anderson se propone un sistema dotado de dos tipos de memoria a largo plazo que le sirven para representar el conocimiento: la memoria declarativa y la memoria procedural. En la memoria declarativa se almacena todo el conocimiento descriptivo sobre el mundo y en la memoria procedural la información para la ejecución de las destrezas que posee el sistema. El conocimiento descriptivo del mundo se encuentra organizado jerárquicamente y compuesto por "unidades cognitivas simbólicas" de las que se distinguen tres tipos: cadenas temporales, imágenes espaciales y proposiciones. Estas unidades cognitivas o nodos son estáticas por tener una significación establecida no modificable por el propio sistema lo que lo vuelve *rigido e irreflexivo*. En el sistema de Anderson solo las "unidades cognitivas que se encuentren activadas en la memoria a corto plazo son las que tendrán influencia sobre el

conocimiento procedural; lo cual quiere decir que solo una parte del conocimiento se encuentra activa de momento a momento. A esta parte activa el autor la denomina memoria de trabajo, lo que mantiene un paralelismo con lo que ocurre en la realidad. Tenemos mucho más información guardada en la memoria de la que podemos utilizar de momento a momento. Los conocimientos declarativos más frecuentemente utilizados son los que tienen mayor probabilidad de ser activados por la memoria de trabajo.

El modelo, "ACT" se ve limitado por la rigidez de los isomorfismos propuestos que son consistentes con los de la mayoría de los sistemas de producción, y tienen su base en una propuesta de carácter lógico formal que mantiene con ello un principio de correspondencia que le confiere la cualidad de reflejar el ambiente pero que aún no logra tener ingerencia en él. La manera en que el aprendizaje o adquisición de conocimiento nuevo es concebido en la teoría de Anderson es la siguiente: en esta teoría dicho proceso se basa en tres estados sucesivos: interpretación declarativa, compilación y ajuste, siendo este último el proceso encargado de la modificación de los listados de reglas que contiene el programa. En el ACT todo aprendizaje comienza con una fase declarativa o interpretativa, en la cual la información que recibe el sistema es codificada en la memoria declarativa dentro de una red de nodos, cuya representación nace con una fuerza probabilística definida y mínima igual a uno, aumentará su probabilidad de ser activada a medida que vaya siendo usada. Pero ya que la memoria declarativa tiene un costo de espacio en la memoria muy alto, es necesario automatizarlo a través de la compilación o transformación de conocimiento declarativo en procedural.

Este mecanismo es básico en el aprendizaje desde la perspectiva del ACT e implica dos subprocesos: la proceduralización y la composición. La proceduralización hace que se formen versiones procedurales del conocimiento declarativo. Y la composición que es en la que una secuencia de producciones se funde en una sola producción. Es decir, aquellas producciones que ocurren frecuentemente tienden a compilarse. Originalmente la composición se basaba en la contigüidad temporal, pero siendo que puede conducir a composiciones absurdas o poco eficaces, se definió como condición necesaria para la compilación que existiera <<contigüidad lógica>> entre las producciones, regida por criterios de semejanza en sus metas. Por último, una vez formadas las producciones, estas serán sometidas como consecuencia de la práctica a procesos de ajuste. Este último proceso se logra mediante tres mecanismos automáticos: generalización, discriminación y fortalecimiento. La generalización consiste en incrementar su rango de aplicación, lo que puede conseguirse sustituyendo valores constantes en las condiciones de la producción por variables. Sin embargo, este mecanismo produce generalizaciones ineficaces la mayor parte de ocasiones. Por ello se propone un segundo mecanismo (la discriminación) cuya función es restringir el ámbito de aplicación de una producción siendo necesario que el sistema disponga de casos de aplicación correcta e incorrecta de la producción, lo que se mide por la adecuación de la producción a las metas propuestas. El último mecanismo, el de fortalecimiento se logra con mecanismos similares a los propuestos para activar nodos en la memoria de trabajo. Debido a este mecanismo las producciones más fuertes emparejan sus condiciones más rápidamente con la información contenida en la memoria de trabajo y tienen mayor probabilidad de ser

utilizadas.

No obstante el propio autor es consciente de la existencia de una paradoja en su sistema de producciones, por que en él una producción solo se creará cuando haya sido ejecutada con éxito, pero al mismo tiempo solo se pueden ejecutar producciones que existan en el sistema, cuyas condiciones puedan ser satisfechas por el conocimiento declarativo activado en la memoria de trabajo. La limitación que presenta es el carácter puramente sintáctico de la información que se almacena. Y subrayando esta última idea hay que notar que de acuerdo a la idea de isomorfismo manejada anteriormente, esta forma no es precisamente isomórfica con la realidad que representa. En las propias reglas que el sistema tiene para "interpretar" la información se encuentra la instrumentación de un sistema de análisis que permite la derivación de silogismos que se postulan a partir de la información almacenada, por lo tanto, la posibilidad de "razonamiento" que tiene dicho sistema siempre será deductiva y con base en lo que el sistema ya conoce. Los mecanismos inductivos automáticos no son suficientes, por eso es necesaria una profunda reformulación de estos. Cabe aquí mencionar que de no haber coherencia interpretativa, aún cuando las reglas procedurales definidas para la creación de nuevas producciones o listados de reglas puedan ser coherentes y den paso a formulaciones deductivas de silogismos basados en la información almacenada que tienen una coherencia al interior del sistema, puede bien no representar un isomorfismo adecuado para la representación de la realidad, en tanto estas reglas encargadas del aprendizaje lo que hacen unicamente es definir la sintaxis adecuada para lograr dichas interpretaciones, que son

esperadas de antemano y que de lograrse, lo que consiguen es simular algunos comportamientos reales.

La teoría general de los esquemas

Desde una postura constructivista y racionalista existe una visión semántica en la interpretación de las estructuras cognitivas (Bartlett, 1932; Piaget, 1936), donde el concepto de esquema juega un papel central. En los estudios de inteligencia artificial se ha recuperado este concepto (Minsky, 1975; Schank y Abelson, 1977), tomando a los esquemas como a los conceptos de que dispone el sistema de procesamiento. Según David Rumelhart (1984, pág. 163) "un esquema es una estructura de datos para representar conceptos genéricos almacenados en la memoria, son paquetes de conocimiento en los que, además del propio conocimiento [hay] información de como debe usarse ese conocimiento". En el ACT el conocimiento es almacenado en la memoria en forma de reglas o sistemas de producción lo que le da un carácter sintáctico a la información almacenada. Sin embargo, en su calidad de dispositivo computacional tiene la ventaja de tener mayor fuerza asociativa pero mantiene con ello el principio de correspondencia entre los estímulos y las representaciones. Norman y Rumelhart y LNR (1975) proponen que todo el conocimiento de los esquemas puede acumularse en forma de redes proposicionales, a diferencia de los mecanismos postulados en la teoría del ACT de Anderson, la teoría de aprendizaje de esquemas no tiene en su origen una fundamentación empírica sino lógica. Según Rumelhart y Norman (1978), desde este punto de vista lógico pueden distinguirse tres tipos de

aprendizaje: el crecimiento, la reestructuración y el ajuste. Mediante el crecimiento se acumula nueva información en los esquemas ya existentes, sin que éste pueda modificar su estructura interna o crear nuevos. El proceso de ajuste es el que permite la modificación o evolución de los esquemas disponibles. Y la generalización o creación de nuevos esquemas ocurre gracias al proceso de reestructuración. Aunque de manera menos precisa los aprendizajes por crecimiento y por ajuste son equiparables a los propuestos por Anderson, pero Rumelhart y Norman (1978) al proponer el aprendizaje por reestructuración intentan superar algunas limitaciones del principio asociacionista de correspondencia -es decir, tratar de salvar la sola acción de reflejar la realidad- dándole un carácter constructivo al aprendizaje, sin llevar a la ejecución de un programa de computadora sus propuesta y únicamente reunir las características que este debería tener. Por lo tanto, al no definir adecuadamente la forma en que ocurre la reestructuración, la idea del cambio en la estructura de los esquemas unida a un procesamiento conceptualmente dirigido, no trasciende más allá de la especulación y se muestra insuficiente para explicar la aparición de esquemas "auténticamente nuevos" (Pascual-Leone, 1980). Con lo que en el caso de la noción de esquema, la información acerca de las propiedades del ambiente es almacenada en la memoria en forma de racimos de información a la que se puede tener acceso en forma de grandes unidades que se pueden utilizar en conjunto para dirigir inferencias y solucionar problemas. Estas unidades molares de información se presentan de forma rígida por no establecer mecanismos con los que se pudiera manipular la información, de tal forma que en situaciones nuevas los esquemas que se generen mantengan la información requerida para

esta nueva situación y creen la necesaria para funcionar adecuadamente.

En lo relacionado a las posibilidades semánticas que representan los esquemas, sigue siendo atractiva en tanto que el significado no se da en función de un elemento sino del conjunto de elementos que constituyen al esquema, incluido en éste la posibilidad de interpretarse de manera diferente dependiendo del contexto y las condiciones que provoquen la activación del esquema por que contiene información acerca de su uso, aún cuando el propio mecanismo autorreferencial observe ciertas limitaciones. Luego entonces la dificultad versa en la propia representación que el mecanismo pueda lograr de acuerdo a la utilización simbólica de isomorfismos que le permitan introyectar el ambiente, de lo contrario toda aquella manipulación que se haga dependerá de lo que se escriba en los esquemas esto es, la información innata.

Un enfoque pragmático

La perspectiva con mayores posibilidades con respecto a la continuidad en los estudios sobre inducción que se hacen al interior del PHI estan en torno a los trabajos de Holland y cols. (1986). También para estos autores las reglas son los "ladrillos de construcción", pero piensan que para que operen eficientemente los sistemas de producción tienen que organizar sus reglas de tal forma que mantengan una relación entre sí, conformando categorías. Tales categorías son representadas por un

conjunto de proposiciones probabilísticas acerca de que reglas se asocian con que otras. Un racimo de reglas que constantemente representa un evento, por ser uno muy común, asumirá el significado de éste como un concepto; como en el caso de los esquemas propuestos por Rumelhart (1984), donde la activación del esquema, por ser la representación que el sistema tiene de una situación o evento, da el sentido de la situación para el sistema. Aunque hay que aclarar que dentro del sistema de producción (propuesto por estos autores), el conjunto de reglas que constituyen una categoría no representan su definición, sino que provee una serie de rasgos o características esperadas, que se mantendrán como "verdaderas" hasta que aparezca información que sea contradictoria y obligue al sistema a reestructurar la información. La representación del ambiente depende de una función de transición, en la que se representa un conjunto de estados que pueden ir cambiando en el tiempo. De esta manera, y además por que la capacidad de manipular información simultáneamente es limitada, las situaciones se representan en forma de "jerarquías por default" en donde la información se encuentra constantemente compitiendo por representar el ambiente y solo son activadas aquellas categorías (racimos de reglas) que han sido ocupadas más frecuentemente y que están registradas con mayor probabilidad de éxito. Debido a que todos los programas diseñados para computadoras son puramente sintácticos, se propone la idea de que los programas de "inteligencia artificial" puedan simular objetivos en determinados tópicos, además de interacciones con el ambiente, para que dichos tópicos sean utilizados para restringir la inducción en el contexto de la solución de un problema.

Para lograr la vinculación de la información, los esquemas que se elaboran en torno a un problema familiar vendrían a ser la compilación de todo el conocimiento que tenga que ver con él. De ahí la importancia de estructurar, mediante esquemas, toda la información respecto a situaciones semejantes en términos de la información que ha de ser activada en determinadas circunstancias para la solución de un problema. De acuerdo con Vann Lehn (1989) el esquema de un problema consiste en la información acerca de la clase de problemas a los que se aplica e información acerca de la solución. De esta manera la solución de un problema es una búsqueda de representaciones semánticas en torno a lo que haya que resolver en ese momento, en donde una unidad semántica se ve presentada en forma de esquema. En este sentido es de relevancia que en un cuerpo de conocimientos, éste puede dar coherencia a cada una de sus representaciones simbólicas de tal suerte que la significación de los elementos que representa esté en función de la manipulación que un sistema hace para alcanzar un objetivo.

Holland y cols. (1986) esgrimen sus argumentos en torno a la idea de que un sistema cognoscitivo representa el mundo con el que interactúa mediante lo que se conoce como modelos mentales. Estos modelos mentales se encuentran contruidos por reglas y organizados en jerarquías. Como se ha dicho las reglas en los sistemas de producción no se encuentran dotadas de contenido semántico. Sin embargo, en los modelos mentales se adopta la idea de racimos de reglas en las que se mantiene más o menos la misma intención, o sea, representan una parte "definida" del mundo con el que interactúan a partir de la solución de un problema. Johnson-Laird (1989) dice que un modelo mental es la

representación de un cuerpo de conocimiento, tanto a largo como a corto plazo, que reúne las siguientes características:

- 1.- Su estructura corresponde con la estructura de la situación que representa.
- 2.- Puede consistir de elementos que corresponden únicamente a entidades perceptuales, en cuyo caso puede ser creado como una imagen perceptual o imaginaria. Alternativamente puede contener elementos que corresponden a nociones abstractas; su significancia depende de forma crucial de los elementos para manipular el modelo.
- 3.- No contiene variables.

Según el sistema de Holland y cols., tocante a la manera en como ocurre el aprendizaje en el contexto de búsqueda de la solución a un problema, éste deberá realizar tres tareas inductivas básicas: 1) evaluar y perfeccionar las reglas disponibles, 2) generar nuevas reglas y 3) formar asociaciones y racimos de reglas con el fin de crear estructuras de conocimiento más amplias. Empero, aún no se explica como se logran las abstracciones en torno de la relación que se establece entre eventos que se suceden en un continuo temporal y que pueden no estar establecidos de manera contigua, lo que respecta no solo a los eventos y situaciones sino a las mismas estructuras lógicas asociativas.

Si asumimos que en el aprendizaje la inducción es una actividad dirigida por la solución del problema que al sistema se le plantea, y se basa en la retroalimentación de los éxitos y los fracasos de predicciones

creadas por él, hemos de considerar que los significados contenidos en el esquema de algún problema se encuentran determinados por el objetivo a alcanzar, aún cuando para explicar como se formula el objetivo sea más complicado de lo que parece.

En muchas ocasiones no se puede definir exactamente cuál es el objetivo, además, de acuerdo con la explicación de Newell y Simon (1972) sobre como se dá la búsqueda de la solución, ésta se desarrolla en un espacio determinado por la representación del problema, el primer paso en el camino a la solución es la "comprensión" del mismo lo que subordina la génesis de las categorías del sistema a la determinación "semántica" del problema original.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

A lo largo del texto se presentaron, a grandes rasgos, algunas características relevantes de las postulaciones teóricas que se han hecho, desde la perspectiva del *procesamiento humano de información*, tocante a la creación de una teoría general del aprendizaje, las cuales tienen una corta historia y han tenido que enfrentarse a los problemas filosóficos que representa la inducción. Su fundamento se encuentra en la metáfora del ordenador y la base que subyace a todas estas teorías es puramente asociacionista. La secuencia de la información, estipulada en un programa, que es capaz de reproducir el comportamiento de las personas en el desarrollo de algunas tareas, originalmente dió la base para que se propusieran lineamientos teóricos respecto al funcionamiento cognoscitivo. En la medida en que estos programas se enfrentaban a la solución de problemas cada vez más complejos surgía la necesidad de dotarlos de una capacidad de "análisis" que les permitiera nutrirse de la experiencia para inferir asociaciones lógicas entre reglas representacionales que no fueran absurdas y sí funcionales..

Los listados de reglas tienen la característica de constituirse a partir de sistemas formales que se basan en axiomas de veracidad o falsedad de los argumentos que en ellos se encuentran. No obstante, una limitación que surge de esta característica es la propia posibilidad de representación, por que de ella dependen las inferencias. La correspondencia que pueda haber entre el ambiente representado y los

símbolos que lo representan no siempre es un isomorfismo adecuado y su representación puede más bien ser aparente, lo que nos conduce al absurdo en las inferencias. Esto es, en un sistema axiomático que elabora manipulaciones simbólicas para concluir deducciones "lógicas", éstas pueden bien ser "lógicas" desde la perspectiva de dicho sistema, lo que no necesariamente pueda ser "lógico" en la realidad representada.

La coherencia interna de un sistema formal no es condición necesaria para lograr una representación adecuada del ambiente y que los isomorfismos concluidos, tanto genéticamente (la estipulación de reglas desde la creación de el sistema) como vía inferencia, son el foco de atención de toda teoría representacional.

De los isomorfismos se desprende la cuestión de los significados en tanto que emergen de la manipulación que de los símbolos hace el sistema. Dicha manipulación encuentra su base en un sistema formal cuya característica principal son las reglas de escritura e interpretación de argumentos que se basa en la declaración de categorías sintácticas que pueden ser variables o constantes, y que logran la coherencia de interpretación simbólica necesaria para el manejo de información.

Los propósitos de los sistemas cognoscitivos son los antecesores del significado, entonces podemos decir que el problema de semántica surge paralelamente a la postulación de los isomorfismos originales del sistema. Otro factor de gran relevancia es la "sabiduría" que se tiene del problema al que se enfrenta. Lo que implica la necesidad de introducir una cantidad grande de información previa a toda posibilidad de

aprendizaje. El "conocimiento" introducido ha de establecer la guía semántica de las inferencias. Además de constituir la base de la intencionalidad del sistema cognoscitivo propuesto, la información con la que cuenta éste será la "interpretación" del ambiente que representa.

La tarea de representar el ambiente se complica con el grado de abstracción de lo que se quiere representar. Lograr la base interpretativa versa en la dificultad de la tarea para la que se diseñe el sistema. Y si se trata de imitar la Inteligencia Humana, se tendrá que pensar en cuál es el propósito de un sistema cognoscitivo de tal naturaleza y muy probablemente se encuentre que es hedonista en esencia y que todas las tareas que realiza se encuentran matizadas emocionalmente, que no ha sido abordado todavía por los sistemas cognoscitivos artificiales; que de poderse hacer sería muy ventajoso para el estudio del comportamiento humano debido a la naturaleza matemática de la formulación y de las implicaciones en las predicciones que pudiera generar .

Ahora bien, historicamente hemos visto de manera reiterada que la ciencia cognoscitiva golpea con sus postulaciones el desarrollo de la ciencia psicológica, que a su vez revierte la información experimental del comportamiento y análisis cognoscitivo a los estudios del desarrollo de la *inteligencia artificial*. Sin embargo, aún cuando de dicha retroalimentación han surgido importantes postulaciones teóricas de las que se deriva gran número de trabajos prácticos en la psicología, la lingüística y otras, la postulación de una teoría general del aprendizaje se encuentra todavía en su proceso inicial, y se pueden distinguir tres diferentes estados o postulaciones a partir de su fundamento arquitectónico en la búsqueda de

la intencionalidad en el aprendizaje: un primer momento con una base puramente sintáctica, encabezado por los programas diseñados a partir de listados de reglas como el ACT de Anderson; uno posterior que introduce el concepto de esquema en la jerga computacional partiendo del modelo propuesto por Rumelhart, pero que no busca su total desarrollo en una base computacional y que no define precisamente los procedimientos propuestos; y un último momento en el que se incorpora la idea del modelo mental con la formulación más moderna de Johnson-Laird a los trabajos específicos sobre inducción de Holland y cols.

La teoría general de aprendizaje para el PHI aún no está bien simentada en su base, no obstante su proyección es prometedora y continúa siendo muy fértil. Las implicaciones que este desarrollo está teniendo en la psicología en el análisis de aspectos volitivos, que apenas empieza, es muy evidente y con carácter de reciprocidad, lo que le da una mayor dinámica y un crecimiento a pasos agigantados. Pero sin embargo, existe la necesidad de apresurar el paso en la consolidación de una teoría general de aprendizaje que abra los caminos a más posibilidad de desarrollo teórico y, a un lenguaje común, que dé los lineamientos a una psicología cognoscitiva con carácter más científico.

Así mismo es necesario aclarar que en este trabajo sólo se han revisado algunos aspectos de la ciencia cognoscitiva y que otros solamente han sido esbosados.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

BIBLIOGRAFIA

- Anderson, J.R. (1983) The architecture of cognition. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Bartlett, F. (1932) Remembering. A study in Experimental and Social Psychology. Cambridge: Cambridge University Press.
- Campbell, R.L. y Bickhard, M.H. (1987) A deconstruction of Fodor's anticonstructivism, Human Development, 30, 48-59.
- Collins, A.M. (1977) Why cognitive science? Cogn. Sci. 1:1-12.
- Dickinson, A. (1980) Contemporary animal learning theory. Cambridge, Mass. : Cambridge University Press. Trad. Cast. de L Aguado: Teorias actuales del aprendizaje animal. Madrid: Debate, 1984.
- Galotti, K.M. (1989) Approaches to Studying Formal and Everyday Reasoning. Psychological Bulletin. Vol. 105, No.3, 331-351.
- Gardner, h. (1985) The mind's new science. N.York: Basic Books. Trad. cast.: La nueva ciencia de la mente. Barcelona: Paidós, 1988.
- Hofstadler, D.R. (1979) Gödel, Escher, Bach: una eterna trenza dorada. México: Consejo nacional de ciencia y tecnología.
- Holland, J.H., Holyoak, K. J., Nisbett, R. E. , Thagard, P.R. (1986) Induction: Processes of inference, Learning and Discovery. Cambridge, Mass.: MIT press.
- Hunr, E. (1989) Cognitive science: Definition, Status, and Questions. Ann. Rev. Psychol. 40: 603-629.

- Johnson-Laird, P.N. (1989) Mental Models. En Fundations of Cognitive Science, ed. Posner, M. I. , pp. 470-499. Cambridge, Mass.: MIT press.
- Johnson-Laird. P.N. (1983) Mental models. Cambridge Mass.: Cambridge University Press.
- Lachman, R.; Lachman, J. y Butterfield, E. (1979) Cognitive psychology and information processing. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Lewis, D. (1974) Semantic analyses for dyadic deontic logic. En Logical Theory and Semantic Analysis, ed. S. Stenlund, pp. 1-14 Dordrecht: Reidel
- Mackintosh, N.J. (1985) Contextual specificity or state dependency of human and animal learning. En: L.G. Nilsson y T. Archer (Eds) Perspectives on learning and memory. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Minsky, M.L. (1975) A framework for representing knowledge. En: P.H. Winston (Ed.) The psychology of computer vision. N.Y. : McGraw-Hill.
- Newell, A., Rosenbloom, P.S. y Laird, J.E. (1989) Symbolic Architectures for Cognition. En Fundations of Cognitive Science, ed. Posner, M. I. , pp. 93-131. Cambridge, Mass.: MIT press.
- Newell, A. y Simon. H.A. (1972) Human problem solving. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Norman, D.A. (1980) Twelve issues for cognitive science. Cogn. Sci. 4: 1-32.
- Norman, D. A.; Rumelhart, D. E. y grupo LNR (1975) Explorations in cognition. Sn Francisco: Freeman.
- Palmer, S.E. y Kimchi, R. (1986) The information processing approach to cognition. En: T.J. Knapp y L.C. Robertson. (Eds.) Approches to cognition: Contrasts and controversies. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

- Pascual-Leone, J. (1980) Constructive problems for constructive theories: the current relevance of Piaget's work and a critique of information-processing simulation psychology. En: R. Klueve y H. Spada (Eds) Developmental models of thinking. N.Y. : Academic Press. Trad. cast. de J. I. Pozo en: M. Carretero y J. García Madruga (Eds) Lecturas de psicología del pensamiento. Madrid: Alianza.
- Peirce, C. (1935) Collected papers. Cambridge, Mass. : Harvard University Press.
- Piaget, J. (1936) La naissance de l'intelligence chez l'enfant. Paris: Delachaux et Niestlé. Trad. cast. de L. Fernández. El nacimiento de la inteligencia en el niño. Madrid: Aguilar, 1972.
- Pozo, J.I. (1989) Teorías cognitivas del aprendizaje. Madrid: Morata.
- Polyshyn, Z. (1984) Computation and cognition. Cambridge, Mass. : Bradford books, Trad. cast.: Computación y cognición. Madrid: Debate, 1988.
- Rescher, N., Urquhart, A. (1971) Temporal logic. New York: Springer.
- Revière, A. (1987) El sujeto de la psicología cognitiva. Madrid: Alianza.
- Rips, L.J. (1986) Mental muddles. En Representation of Knowledge and Belief, ed. M. Brand, R.M. Harnish, pp 258-86. Tucson: Univ. Arizona Press.
- Rips, L.J. (1990). Reasoning. Annu. Rev. Psychology. 41, 321-353.
- Rumelhart, D.E. (1984) Schemata and the cognitive system. En: R.S. Wyer y T.K. Skroll (Eds.) Handbook of social cognition. Vol. 1. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

- Rumelhart, D.E. y Norman, D.A. (1978) Accretion, tuning and restructuring: three models of learning. En: J.W. Cotton y R. Klatzky (Eds.) Semantics factors in cognition. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Schank, R.C. y Abelson, R.P. (1977) Scripts, plans, goals and understanding. Hillsdale, N.J.: Erlbaum. Trad. cast. de E. Gilboy y J. Zanón: Gulones, planes, metas y entendimiento. Barcelona: Paidós, 1987.
- Searle, J. (1984) Minds, brains and science. Trad.cast. de L. Valdés: Mentes, cerebros y ciencia. Madrid: Cátedra, 1985.
- Shannon, C. (1948) A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal, 28, 379-432. Trad. cast. en parte en Lenguaje y Psiquiatría. Madrid: Fundamentos, 1973.
- Smith, E.E. y Medin, D (1981) Categories and concepts. Cambridge, Mass.: Harvard Univ. Press.
- VanLehn, K (1989) Problem Solving and Cognitive Skill Acquisition. En Fundations of Cognitive Science, ed. Posner, M. I. , pp. 527-579. Cambridge, Mass.: MIT press.