

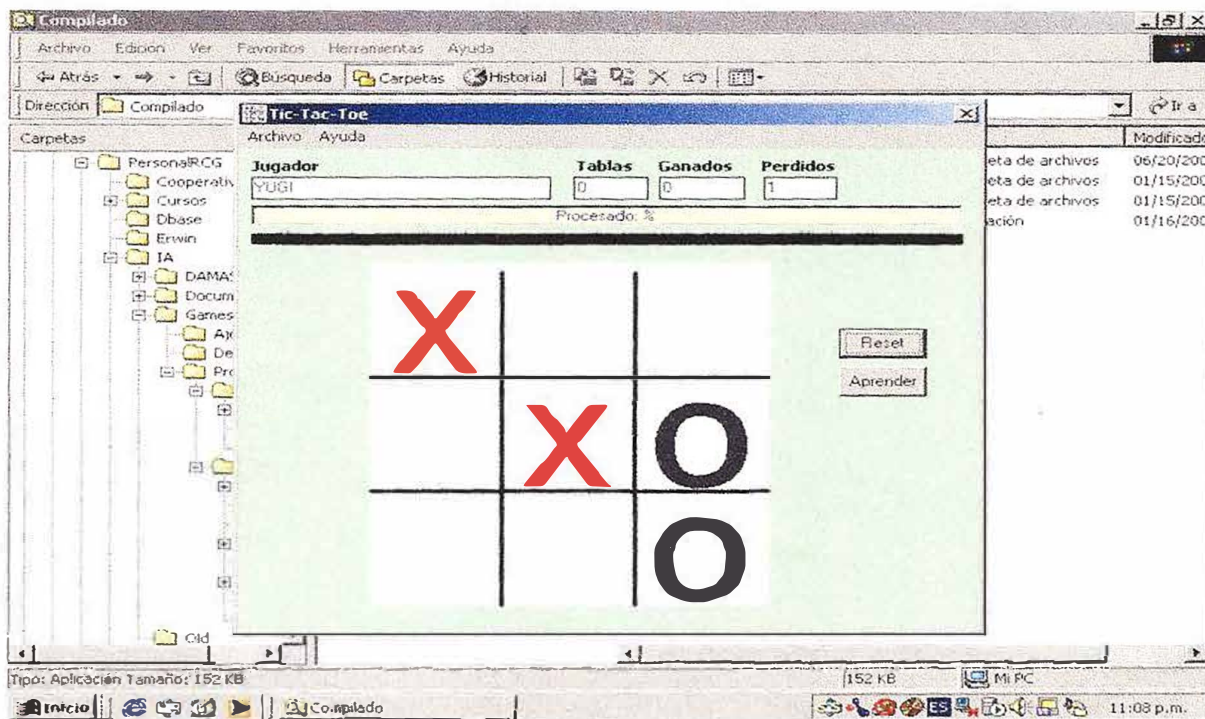
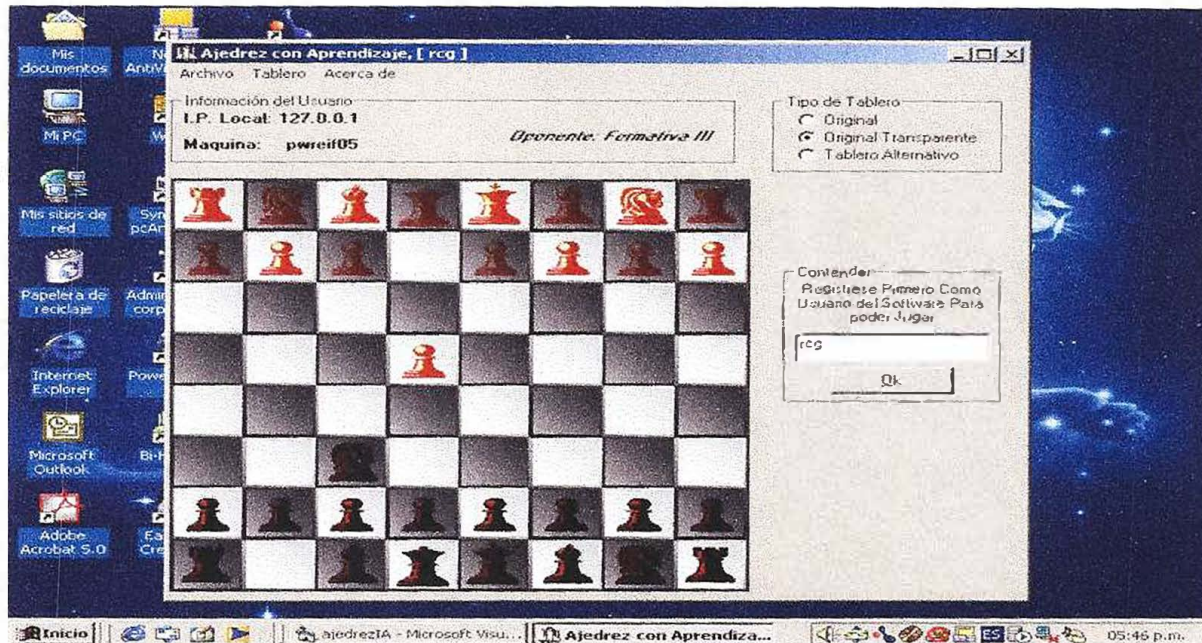


Razonamiento Basado en Casos Ejemplos de

Aprendizaje



PRESENTACION DEL LOS JUEGOS CON APRENDIZAJE BASADO EN CASOS



*Nota: No tiene Manual del Usuario
Ni manual del Sistema*



RAZONAMIENTO BASADO EN CASOS EJEMPLOS DE APRENDIZAJE

Jaime Smith Aguilar

Rafael Consuegra G.

Proyecto de Grado presentado en el
área de Investigación Formativa IV.

Asesor: Ing. Nestor Torres.

CORPORACIÓN EDUCATIVA MAYOR DEL DESARROLLO SIMON BOLIVAR

FACULTADA DE INGENIERIA DE SISTEMAS

BARRANQUILLA D.I.P.

2003

NOTA DE ACEPTACION

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado



TABLA DE CONTENIDO

0. INTRODUCCIÓN	2
0.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
0.2. OBJETIVOS	6
0.2.1. Objetivo General	6
0.2.2. Objetivo Específicos	6
0.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	8
0.4. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROBLEMA	9
0.4.1 Alcances	9
0.4.2. Limitaciones	9
0.5. MARCO DE REFERENCIA	10
0.5.1. Marco Teórico	10
0.5.1.1 La Inteligencia	10
0.5.1.2 El Aprendizaje	11
0.5.1.3 La Memoria	12
0.5.1.4 El Cerebro	13
0.5.1.5 Cerebro Humano – Computador	14
0.5.1.6 Inteligencia Artificial	15
0.5.1.7 El Debate Entre Inteligencia Natural E Inteligencia Artificial	18
0.5.1.8 El test de Turing	24
0.5.1.9 Objetivos de la Inteligencia Artificial	27
0.5.1.10 Técnicas de la Inteligencia Artificial	28
0.5.1.11 Programación Declarativa	29
0.5.1.12 Programación NO Declarativa	30
0.5.1.13 Programación Basada en la Inducción	30
0.5.1.14 Sistemas Expertos	30
0.5.1.15 Representación del Conocimiento	33
0.5.1.16 Redes Semánticas	34
0.5.1.17 Marcos	35
0.5.1.18 Aprendizaje Basado en Regla	35
0.5.1.19 Lógica Proposicional	36
0.5.1.20 Aprendizaje Basado en Casos (RBC)	37
0.5.1.21 Paradigma del RBC	40
0.5.1.22 Fundamentos del Razonamiento Basado en Casos	41
0.5.1.23 Etapas del RBC	45
0.5.1.24 RBC y Aprendizaje	47
0.5.1.25 Aplicaciones	47
0.5.1.26 La Librería de Casos	48
0.5.1.27 Representación de los Casos	48
0.5.1.28 Los Índices	50
0.5.1.29 Recuperación de Casos	52
0.5.1.30 Procedimiento de Comparación o Matching	55
0.5.1.31 Selección del Caso Idóneo	55

0.5.1.32	Adaptación de Casos	56
0.5.1.33	Evaluación de los Resultados.....	58
0.5.1.34	Reparación	59
0.5.1.35	Aprendizaje por Casos	60
0.5.1.36	Métodos de Inferencia	62
0.5.1.37	Algoritmos de Búsquedas	64
0.6.	METODOLOGÍA	73
0.6.0.1	Selección Del Problema Apropiado	73
0.6.0.2	Selección Del Paradigma Apropiado.....	74
0.6.0.3	Herramientas	74
0.6.0.4	Costo	75
0.6.0.5	Etapas En El Desarrollo De Un Sistema Experto	75
0.6.0.6	Administración Del Proyecto	76
0.6.0.7	Mantenimiento Y Evolución	78
0.6.0.8	Errores Durante Las Etapas De Desarrollo	79
0.6.0.9	Ingeniería De Software Y Sistemas Expertos	84
0.6.0.10	Objetivos	86
0.6.0.11	El Ciclo De Vida Del Sistema Experto	87
0.6.0.12	Costos De Mantenimiento	88
0.6.0.13	Modelo En Espiral	88
0.6.0.14	Modelo Detallado Del Ciclo De Vida	89
0.6.1.	LINEA DE INVESTIGACIÓN	90
0.6.1.1.1	Anexos	91
0.6.2	BIBLIOGRAFÍA	97

0. INTRODUCCION

Los Juegos provocan una inexplicable fascinación; la idea de que las computadoras puedan jugar existe desde que existente las mismas computadoras.

En el siglo XIX, Charles Babbage, arquitecto de computadoras, pensó en programar su maquina analítica para que jugara al ajedrez.

Durante las décadas de los 50 y 60 del siglo pasado, Shannon describió los mecanismos que podían utilizarse en un programa para jugar el ajedrez, Alan Turing describió un programa para jugar al ajedrez pero nunca lo construyo, Samuel construyo el primer programa de juegos importantes y operativo, el cual jugaba a las damas y podía aprender de sus errores para mejorar su comportamiento.

“Cuando se resuelva el problema de Shannon, cuando la computadora o el ajedrecista artificial sea capaz de administrar la información para crear un modelo ideal de dirección, se comprenderá la utilidad de este juego (Claude Shannon)”.

Los juegos proporcionan una tarea estructurada en la que es muy fácil medir el éxito o el fracaso. En comparación con otras aplicaciones de IA, por ejemplo comprensión del Lenguaje, la mayoría de los juegos NO necesitan grandes cantidades de conocimientos.

En un primer momento se pensó que se podrían resolver por búsquedas exhaustivas en el árbol del juego, es decir, un árbol que contenga todos los movimientos posibles de ambos jugadores.

Considerando por ejemplo el juego de ajedrez, en una partida cada jugador realiza un media de cincuenta movimientos, con un factor de ramificación medio de 35 posibilidades, por lo tanto para examinar el árbol del juego completamente, se tendrían que examinar 35^{100} posibilidades. Resulta evidente que una simple búsqueda directa NO es posible de realizar en la practica, y por lo tanto es necesario algún tipo de procedimiento de búsqueda heurística.

En 1983, Simón propuso que el aprendizaje implica cambios en el sistema que se adaptan en el sentido que le permiten llevar acabo la misma tarea a partir de la misma condiciones de un modo mas eficiente y eficaz a la vez. Con esta definición del aprendizaje cubre una amplia gama de fenómenos desde la adquisición del conocimiento hasta el perfeccionamiento de la habilidad.

El simple almacenamiento de información computada conocido como aprendizaje memorístico constituye la actividad de aprendizaje más básica.

Otra forma de aprender es pidiendo consejo. Esta técnica resulta similar a la anterior solo que puede ser necesario que los consejos de alto nivel sean primero operacionalizados para que los programas los utilicen en la resolución de un problema.

También es posible aprender a través de la experiencia adquirida en la resolución de problemas. A partir de la estructura de un problema y los métodos que se emplearon para resolverlo, se puede generalizar el método para solucionar otros problemas relacionados, de un modo mas fácil.

Otra forma de aprendizaje es el aprendizaje a partir de ejemplos. Esto se basa en aprender a clasificar las cosas sin haber recibidos reglas explícitas. Algunos programas hacen uso de un profesor que ayuda a clasificar las cosas corrigiendo errores.

0.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia, estamos viviendo una coyuntura histórica que demanda de cada colombiano dosis extraordinarias de creatividad, empeño y optimismo, que permitan el avance de las condiciones tecnológicas subdesarrolladas y por ende, el impulso, progreso y desarrollo de tecnologías aplicadas.

Dentro de los diferentes problemas que se dan en Colombia para la aplicación de tecnologías de punta, se destaca la creencia de que no es posible desarrollar y aplicar tales herramientas en nuestro contexto universitario, personal e industrial. La carencia de este convencimiento es lo que tiene a las Universidades aplicando programas educativos que forman profesionales poco creativos e innovadores, profesionales que se rigen por los paradigmas convencionales de los sistemas de Información tradicionales, tales como Software de Nómina, Contabilidad, Inventarios, etc.

0.2. OBJETIVOS

0.2.1. Objetivo General

Implementar en un programa de computador un sistema de aprendizaje utilizando la técnica de aprendizaje por refuerzo o de razonamiento basado en casos.

0.2.2. Objetivo Específicos

- ↳ Conocer distintas técnicas de aprendizaje, todas ellas empleadas en diferentes sistemas inteligentes, cada una de las cuales aporta ideas interesantes sobre **cómo** se produce el aprendizaje.
 - ↳ Conocer distintos algoritmos de resolución de problemas, como forma principal de acotar la búsqueda.
 - ↳ Conocer diferentes formas de representar el conocimiento adquirido.
 - ↳ Conocer las Estrategias de Programación de IA.
 - ↳ Aplicar los conocimientos adquiridos a la construcción de un juego, como son el tres en línea o el ajedrez.
-

- ↳ Desarrollar un Motor de Inferencia que generalice reglas, basadas en casos, para el juego de tres en línea y si es posible en el de Ajedrez.

 - ↳ Implementar una Base de Conocimientos con la información básica sobre el movimiento de las piezas en el juego de tres en línea y en el de ajedrez.
-

0.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Con la evolución tecnológica a la que nos vemos abocados día a día, se hace necesario estar a la vanguardia de estos avances; la Inteligencia Artificial (IA), es una rama de la ciencia de la computación que en los últimos años ha logrado un vertiginoso progreso en los países desarrollados.

La necesidad de adquirir nuevos conocimientos, satisfacer nuestro deseo de investigación, la búsqueda de alternativas de inserción laboral nos ha llevado a la selección e investigación del tema que en nuestro medio no ha sido explorado adecuadamente.

0.4. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROBLEMA

0.4.1. Alcances

Desarrollar un juego en la herramienta Visual Basic 6.0 donde aplicaremos el aprendizaje por refuerzo o razonamiento basado en casos.

0.4.2. Limitaciones

Se entregara el juego con un nivel de conocimiento básico.

0.5. MARCO DE REFERENCIA

0.5.1. Marco Teórico

La Inteligencia

“Es el proceso que más enfrenta a la inteligencia artificial con el ámbito filosófico, debido a que parece imposible que la inteligencia siendo algo tan inherente al hombre, la cual lo hace dominador del mundo puede ser adquirida por una maquina.

Para discutir sobre este tema es necesario hacer antes un análisis de la situación de la inteligencia en la organización mental, según Jean Piaget, un individuo no experimenta ninguna acción sino hasta cuando el equilibrio entre el ambiente y el organismo se encuentran momentaneamente roto, la acción tiende a restablecer ese equilibrio, es decir, a readaptar el organismo. Esta adaptación trae consigo intercambio de espacios (Percepción), de tiempo (Memoria) y de trayectoria (Rodeos).”¹

“Inteligencia: En mi propia forma de ver las cosas la cuestión de la inteligencia es subsidiaria de la Conciencia. Me parece poco concebible que

¹ Cabeza, Rafael. La Solución de Problemas su enfoque en IA ...

la verdadera inteligencia pudiera estar presente a menos que estuviera acompañada de la Conciencia”²

“Mas bien la Conciencia consiste en muchos tipos de actividades y habilidades diferentes, la conciencia es compleja, y ello explica como las diferencias entre los ratones, monos y el ser humano son de grado y no de genero en contra del punto tradicional de Descartes, quien afirmo que la conciencia consiste en le hecho de que unas ideas están presentes en la mente no material”³

El Aprendizaje

“Como se pudo observar, la inteligencia es la respuesta para encontrar nuevamente el equilibrio o satisfacción a la inquietud que se genera mediante alguna situación en un individuo; pero para poder satisfacer esa inquietud el individuo necesita recurrir a su sistema Cognoscitivo con el fin de armar un marco de referencia que le permita tener bases para razonar y por ende poder tomar sus propias decisiones, las cuales, de cumplir con la satisfacción a la inquietud generada sirvan para fortalecer a un más su sistema Cognoscitivo y si no, tenerlas en cuenta para no cometer ese error en situaciones futuras.”⁴

² Penrose, Roger. La nueva mente del emperador

³ Thomson, Garrett. ¿Es usted una Maquina?.

⁴ CABEZA Rafael. La Solución de problemas su enfoque IA ...

Según Edelman, “el aprendizaje entraña no solo memoria sino también valor, un modo de evaluar algunos estímulos por encima de otros. Un sistema tiene que preferir algunas cosas a otras para poder aprender. El aprendizaje es una cuestión de cambios en la conducta basados en categorizaciones gobernadas por valores positivos y negativos”⁵

La Memoria

“No es un mero proceso pasivo de almacenaje sino un proceso activo de recategorización fundado en previas categorizaciones”⁶

El proceso cognitivo mediante el cual procesamos información incorporándola a nuestro cerebro, codificándola, almacenándola y, después, recuperándola se denomina memoria.

La memoria es responsable de funciones muy diferentes por lo que resulta útil definir ciertos conceptos; el concepto de memoria a corto plazo ha ido perdiendo terreno frente al de memoria operativa o memoria de trabajo, el que hace referencia a un sistema muy complejo, cuyo funcionamiento operativo - incluye la manipulación de la información sobre nuestra experiencia actual- es mucho más

⁵ SEARLE Jhon. El misterio de la Conciencia.

⁶ Searle, Jhon. El misterio de la Conciencia.

importante que el almacenamiento. La memoria de trabajo tiene capacidad y duración limitadas.

El Cerebro

“En el interior de nuestras cabezas hay una magnífica estructura que controla nuestras acciones y de algún modo da lugar a una conciencia del mundo que nos rodea”⁷

Para nadie es dudoso que el cuerpo humano ha sido descrito como una maravilla, casi un milagro. Sin embargo, ninguna de estas palabras parece ser adecuada para describirlo por entero.

Tal vez se deba a su asombrosa versatilidad. El funcionamiento del cerebro humano es lo que nos diferencia de los demás animales. Es éste el que nos proporciona la capacidad de razonar, de comunicarnos con los otros, de aprender y recordar. Son estas capacidades las que han convertido a los seres humanos en la especie dominante de la Tierra, capaz de hacer frente e influir en el medio ambiente e incluso, viajar al espacio.

Dominando desde lo alto de la columna vertebral, el cerebro es el ordenador central del cuerpo humano, que controla hasta el último pensamiento y la mayor

⁷ Penrose, Roger. La nueva mente del emperador.

parte de los movimientos. Es el órgano más complicado del cuerpo, con 10 millones de células, llamadas neuronas, y 100 mil millones de conexiones entre ellas.

El cerebro es un órgano que tiene como misión compaginar lo físico con lo psíquico. Es decir, funciones como la memoria y la inteligencia como también la sensibilidad, la visión y la audición.

Cerebro Humano – Computador

El cerebro humano esa *maquina bioquímica*, que funciona como una maquina universal de Turing, contiene ciertos generadores de secuencias estocásticas (dispositivo aleatorio) y no se puede decir por tanto que sea un sistema rigurosamente determinista.

Esto no quiere decir que exista una igualdad estructural o Isomorfia entre el cerebro humano y la máquina. Lo que se puede comparar es la forma de funcionar del cerebro en la resolución de problemas de algoritmia, y que, por lo tanto, puede ser simulado por la máquina universal de Turing.

Los modelos de cerebro más comunes son de dos tipos:

Modelos cibernéticos: explican la conducta simple: reflejos, control muscular,

reconocimiento de patrones sensoriales, aprendizaje estímulo-respuesta. Estos modelos usan computación analógica (pensamientos en el mundo físico).

Modelos de IA: Estos modelos utilizan métodos de procesamiento simbólico para la presentación de conocimientos, aprendizaje de reglas, solución de problemas y conductas dirigidas por fines (acerca de la naturaleza de los modelos mentales). En el procesamiento simbólico el conocimiento se representa como una red de relaciones entre símbolos los símbolos representan conceptos que pueden ser activados en la mente tal activación indica la presencia de objetos pensados.

Inteligencia Artificial

Un área de gran interés en los últimos años es la que se conoce como la Inteligencia Artificial (IA), nacida en el verano del año 1956 durante el famoso congreso de Dartmouth.

Hasta hace algunos años, la IA era vista como la cara oscura de las ciencias de la computación; se creía que, al igual que el doctor Frankenstein de Shelley intentaba crear vida, la IA trabaja para crear pensamiento.

“Al considerar esta nueva materia, existe frecuentemente una tendencia, primero a sobre valorar lo que encontramos que es ya interesante o

notable; y, segundo, debido a una especie de reacción natural, a infravalorar el estado real de ella, cuando descubrimos que nuestras nociones han sobrepasados aquellas que eran de verdad sostenibles. (Lovelace, 1861)".

En una primera aproximación, se puede definir la inteligencia artificial como la rama de la computación que estudia la automatización del comportamiento inteligente. La investigación en este campo ha llevado al desarrollo de herramientas computacionales específicas, entre las cuales se cuentan una gran diversidad de formalismos de representación de conocimientos y de algoritmos que los aplican, además de los lenguajes, estructuras de datos y técnicas de programación utilizados para su implementación.

Sin embargo, la definición anterior no es completamente satisfactoria porque hace referencia a la noción de inteligencia, en sí muy difícil de precisar. A pesar de que a la mayoría de las personas les parece obvio distinguir cuándo un comportamiento es inteligente, la intuición que avala este juicio resulta imposible de describir con el suficiente grado de detalle para ser utilizada como criterio formal de evaluación de la supuesta inteligencia de un programa computacional.

“Los objetivos de la IA son imitar por medio de máquinas, normalmente electrónicas tantas actividades mentales como sea posible y quizás llegar a mejorar las capacidades humanas.”⁸

Se necesitan por lo tanto criterios más elaborados para delimitar los problemas que caen dentro de la esfera de la inteligencia artificial y validar los resultados de los programas contruidos para resolverlos.

Si tomamos al ser humano como modelo de comportamiento inteligente, el objetivo sería reproducir en el computador la eficacia de sus reacciones frente a tareas o situaciones complejas. Entre las capacidades humanas que involucran las facultades intelectuales, la de mayor relevancia es la de dialogar en una lengua verbal. Fue precisamente dicha capacidad la que el matemático Alan Turín utilizó como base para plantear la validación de una máquina inteligente en su famoso pacer "Computing Machinery and Intelligence" (1950), que fue uno de los primeros trabajos encaminados a plantear este objetivo.

En Darmounth se abordó el problema de la inteligencia de las maquinas de dos maneras fundamentales, el primer enfoque definido por Newell y Simon, opinaba que la Cognición era un fenómeno de alto nivel que en cierto modo podía separarse del cerebro, del mismo modo que se separa la nata de la parte superior

⁸ Penrose, Roger. La nueva Mente del Emperador.

de una botella de leche pura. El Credo de este grupo es que la inteligencia es un procesado cerebral de símbolos. Así pues, crear una inteligencia similar en la maquina requiere simplemente crear los adecuados sustitutos de silicona de los símbolos que usa el cerebro y luego generar las misma reglas que emplea este para impulsar estos símbolos de un lado a otro del mismo. Esta es la esencia de lo que llevo a denominarse IA de "Arriba-Abajo". Olvidar la estructura física real del cerebro y centrar la atención en los símbolos y reglas que gobiernan su combinación en símbolos nuevos y mayores.

En contra posición al modelo "Arriba-Abajo", Rosenblatt estableció un modelo denominado "Abajo-Arriba", el cual consiste en que la estructura real del cerebro humano es importante para la ejecución de su función cognitiva y, por consiguiente, si se quiere construir una inteligencia mecánica, habría que tratar de simular esta estructura en Hardware.

El Debate Entre Inteligencia Natural E Inteligencia Artificial

Cuando decimos que el sistema nervioso cumple, entre otras funciones, la de recoger y procesar información del entorno, información que luego almacena, recupera y utiliza oportunamente, parece que este tipo de análisis funcional se equipara, sin demasiado esfuerzo, con lo que hace una máquina. Es lo que fundó el primer optimismo de las primeras descripciones del funcionalismo de "tabla de

máquina" en el que la sicología cognitiva estableció el modelo computacional bajo la advocación metafórica de la maquina de Turing.

La clásica distinción que surge es la que acredita Margaret Boden: la discusión entre inteligencia artificial e inteligencia humana. Discutir hoy en día este problema significa reconocer que, en cierta medida, la inteligencia artificial se ha desarrollado antes de comprender que cosa es la inteligencia natural. Si pensamos en como trabaja un cerebro, en que cosa es un cerebro, y concluimos que poder asociar a este soporte físico y sus funciones algo a lo que llamamos inteligencia, la cuestión es tan compleja como cuando observamos el hardware de una computadora y suponemos que de ese conjunto material puede surgir información, que, como sabemos, no es reductible a materia y energía. Como decía Wittgenstein: si Dios abriera nuestras cabezas y examinara nuestros cerebros, no podría encontrar en ellos nada que indicara de donde surge $2+2=4$. Es decir que la distancia entre un cerebro soporte físico y una mente conjunto de procesos, estados, eventos y propiedades es, después de todo, tan importante, tan abismal, que suponer que es la misma entre un hardware y un software, no parece siquiera disparatado. Cuando pensamos en la relación entre cerebros y mentes, o entre inteligencia y máquina, la distancia parece ser la misma. ¿Es más fácil acreditar inteligencia a un conjunto neuronal que a un conjunto de chips?

Todo comenzó con Turing: si una máquina realiza una operación que en una persona sería considerada inteligente, deberíamos aceptar que tal máquina

piensa. Entonces, el viejo enigma filosófico acerca de la relación entre una mente y un cuerpo, y que alcanzara su máximo punto en Descartes, parece resolverse. Cuando el conductismo más radicalizado practicó el eliminacionismo más tajante y nos dejó sin mente para poder explicar la conducta por relaciones externas y contingentes de ER, fue, después de todo, para poder brindar una solución a este antiguo problema. De un conjunto de células no puede surgir la mente, parecería concluir: se trata de comportamientos externos, públicos y observables, que dependen de los estímulos ambientales. Una teoría tan manifiestamente anti intuitiva, tan contraria a los postulados más o menos sensatos de la sicología de sentido común (la Folkpsicology, o sea la teoría psicológica de uso natural y corriente con la que nos movemos y entendemos ordinariamente) fue sin embargo largamente hegemónica en sicología científica. ¿Por qué? seguramente por que es difícil resolver esa relación entre un cuerpo y una mente, un cerebro y una mente. Por eso el programa mismo de la inteligencia artificial resultó tan promisorio de entrada. La máquina fue capaz de sugerir hipótesis específicas sobre los procesos de pensamiento implicados en la resolución de problemas francamente delimitados, lo que llevó a un enriquecimiento de las teorías que proponían estructuras para la mente. Por inteligencia artificial entendemos entonces como el uso de programas de computadoras y técnicas de programación son capaces de brindar nuevas soluciones al problema de la inteligencia humana. Todo el conocimiento que podemos extraer acerca del funcionamiento de máquinas inteligentes, es de este modo pertinente para entender, para describir o para explicar, qué cosa es el conocimiento, qué cosa es la inteligencia. Desde el

punto de vista de que todo programa de computadora es, de algún modo "parásito directo" (dice Margaret Boden) de alguna teoría sobre la mente humana, es como la metáfora computacional de la mente ha servido para acercar conclusiones acerca de la mente humana. Para un biólogo, la estrategia de la inteligencia artificial para estudiar la inteligencia puede parecer más bien extraña, y bastante alejado de lo que puede ser un cerebro. Sin embargo, biólogos y computadores cognitivos comparten en general la perspectiva monista de los sucesos mentales, que aseguran que la inteligencia refleja necesariamente la actividad de las neuronas en el cerebro.

Si bien los objetivos no parecen muy distintos, lo son sin embargo los métodos de investigación y demostración. En estos momentos la discusión es, entre quienes trabajan la cuestión de la inteligencia, una cuestión de importancia para saber a que tipo de inteligencia artificial vamos a adscribir. ¿Una IA que copia el modelo del cerebro y las conexiones neuronales? ¿Una IA que toma como modelo la máquina?. Si bien los objetivos de la IA y las neurociencias son relativamente homogéneos, han discurrido desde supuestos epistemológicos divergentes. Si tomamos a Turing y a A. Church con sus argumentos sobre las capacidades universales en la resolución de problemas, que sugieren que el cerebro debe tomarse como una computadora, y por la otra el reduccionismo de la biología molecular, (que sugiere que el cerebro se comporta como una colección de unidades que intercambian señales químicas), estamos situando la discusión desde ángulos bien diferenciados. ¿Cuáles son los supuestos básicos sobre la

naturaleza de la solución que engendran los paradigmas vigentes en la IA estándar? Seguramente muy distintos de los de la neurobiología, y muy distintos de quienes suponen un camino en la imitación de redes neuronales. Incluso estas últimas estrategias toman su mayor fuente de insumos de las ciencias físicas, de la estadística o de la ingeniería, antes que de los resultados de las neurociencias. Pero si definimos IA como el estudio de aquello que hace a las computadoras ser inteligentes, o sea comprender como es posible la inteligencia, esto es claramente algo que podrían compartir los neurobiólogos (sí bien estos últimos suponen que los seres con inteligencia pertenecen exclusivamente al mundo orgánico).

Sin embargo la IA que se identifica con modelos biológicos ha tenido un origen bastante interesante: proviene de los estudios de Warren Mc Culloch y Walter Pitts, quienes al estudiar la visión de la rana, identificaron procesos de la actividad de las redes neuronales con las operaciones del cálculo proposicional. Al lograr una identificación entre actividad de neuronas y posibilidad de transcripción lógica de las mismas, el impulso a nuevos desarrollos estaba dado. Lo curioso es que tales desarrollos, que parecieron al comienzo alumbrar la posibilidad de nuevas estrategias, pronto revelaron limitaciones prácticas. Si bien la especificación de qué sea inteligencia parecía que podía llegar a simular comportamientos neuronales, no se logró dar respuesta a los requerimientos de aprendizaje, categorización de objetos y sucesos, por ejemplo.

Entre las dos IA, la que surge de Turing, y la que procede de la conexión de redes neuronales, se desató una discusión que, podríamos decir, fue "ganada" por el modelo del sistema simbólico. Newell y Simon suponen que esto se debe a que, al fin y al cabo, mentes y computadoras hacen lo mismo: manipulan símbolos discretos. "El estudio de la lógica y las computadoras nos ha revelado que la inteligencia reside en sistemas físicos de símbolos". Sin embargo, como sabemos, un conjunto de interrelaciones simbólicas pueden llegar a constituir un universo, pero no un "mundo". El mundo es aquello que no sólo puede describirse y entenderse en función de algoritmos, sino que necesita de objetos, propósitos, habilidades, destrezas y prácticas como las que prestan sentido a las acciones humanas. El mundo del sentido común que todos compartimos es un mundo en gran parte irreducible a una lectura exclusivamente sintáctica. El problema del conocimiento en lo que llamamos el sentido común presenta dificultades insalvables para su representación computacional. Pareciera que las dificultades de formalizar el "trasfondo" de lo que llamamos "sentido común", o sea nuestra comprensión inmediata del mundo, es la causa del fracaso de la IA. Pero, curiosamente, no parece claro que una IA conexionista que imite modelos cerebrales estará mejor armada para recuperar ese "trasfondo de los estados intencionales" que se empeña en permanecer inaccesible a las rutinas de una computadora. En ambas versiones de la IA el problema no parece fácil de resolver. Puede ser que una red pueda compartir una configuración de rasgos iniciales con el cerebro humano, pero no ha logrado aprender de sus propias "experiencias", no ha logrado el mínimo acercamiento al comportamiento común.

Ambas IA nos informan, sin embargo, de algo que es interesante registrar: ni los símbolos del "cuarto chino" de Searle, ni las conexiones inspiradas en redes neuronales, han logrado una capacidad de razonamiento, un sentido general del comportamiento, una capacidad de generalización y de conceptualización permanente.

Más allá de las peripecias de la discusión entre ambos modelos de IA, la psicología cognitiva continua extrayendo interesantes conclusiones acerca de qué sea la inteligencia al oponer ambos modelos. Algunos ejemplos son citados una y otra vez como determinantes: la incapacidad de recrear por computadora algo tan cotidiano y aparentemente tan sencillo como el lenguaje humano. Hillary Putman sostiene que todo esto es "mucho ruido por muy poco". Supone que la consideración de la IA no ha enseñado nada sobre la inteligencia humana. Y es en parte la consideración de las dificultades de formalizar el lenguaje humano lo que le hace negar en forma tan enfática los méritos de la inteligencia artificial.

El test de Turing

Alan Mathison Turing (1912-1954) es considerado como uno de los padre de la teoría de la computación y de la inteligencia artificial.

El test de Turing propone un criterio empírico para comparar el desempeño de un computador al de un humano en un "juego de imitación" en que el computador trata de hacerse pasar por un humano.

En su versión más simple, el dispositivo experimental consta de un interrogador humano que puede comunicarse con un computador y un contraparte humano por medio de un terminal (o cualquier dispositivo de transmisión de texto). Se le pide al interrogador, que está aislado y no tiene la posibilidad de mirar o hablar directamente con sus interlocutores, que distinga cuál de ellos es el humano, basándose sólo en las respuestas a las preguntas hechas a través del terminal. Si dialogando de esta manera el computador logra engañar al interrogador, puede asumirse que es inteligente.

El aspecto más interesante de este test es que establece una noción objetiva de inteligencia que evita entrar en debates filosóficos sobre su verdadera naturaleza.

A pesar de sus ventajas, el test de Turing es vulnerable a varias críticas justificadas que impiden considerarlo como el único criterio de validación de inteligencia, el juego de imitación obliga al computador a reproducir no sólo las destrezas del comportamiento humano, sino que también sus flaquezas. Para no ser detectado, el computador debe cometer el mismo tipo de errores que un humano, por ejemplo, en el caso de operaciones aritméticas complejas. Esto es

contraproducente desde el punto de vista tecnológico. Lo que realmente importa en un sistema de diálogo es la ergonomía de la comunicación, y no que el computador sea capaz de hacerse pasar por humano.

Hay un sesgo a problemas que dependen de las capacidades de procesamiento simbólico. No se pueden evaluar capacidades perceptuales o de destreza manual.

El test se basa enteramente en la inteligencia humana. Esto restringe innecesariamente el tipo de inteligencia que se puede implementar en un computador.

El test indica si un programa cumple o no el criterio de inteligencia, pero en caso de falla no entrega herramientas para corregir defectos y orientar su desarrollo. Tampoco permite realizar validaciones parciales, indispensables desde el punto de vista de la ingeniería de software si se considera la complejidad de los sistemas inteligentes.

“Ahora bien, podría decirse que este test es bastante injusto con el computador. En efecto si se invirtieran los papeles de forma que se le pidiese al ser humano que se hiciera pasar por un computador y al computador que respondiese sinceramente, sería demasiado para el interrogadora descubrir cual es cual. Todo lo que necesitaría hacer sería pedir al sujeto que realizara una complicada

operación aritmética. Un buen computador sería capaz de responder al instante con precisión, pero un ser humano se quedaría mudo”⁹

Objetivos de la Inteligencia Artificial

Una definición más adecuada de la IA., puede deducirse de la siguiente pregunta ¿Para qué sirve? Existen dos orientaciones básicas para responder esta interrogante:

Como herramienta científica

El objetivo es simular en el computador modelos del comportamiento de sistemas inteligentes naturales (en particular humanos) para verificar empíricamente su validez. Esta simulación es indispensable porque los sistemas estudiados son generalmente demasiado complejos para obtener predicciones analíticas precisas de su funcionamiento. Las áreas que más pueden beneficiarse con esta herramienta son la psicología cognitiva y la neurobiología. Esto no significa que los aspectos computacionales sean secundarios, ya que todo comportamiento inteligente implica un procesamiento de información que es legítimo estudiar desde un punto de vista puramente computacional. Además, los mecanismos naturales investigados pueden enriquecer el arsenal de métodos de la computación (como en el caso de las redes neuronales).

⁹ Penrose, Roger. La nueva Mente del Emperador.

Como herramienta tecnológica

El objetivo es resolver en el computador problemas "difíciles", que se sabe están al alcance de sistemas inteligentes naturales pero para los cuales no existe una descripción algorítmica satisfactoria. Los problemas incluidos dentro de esta categoría se caracterizan en general por la dificultad de disponer de toda la información necesaria para resolverlos sin ambigüedad. Ya sea hay demasiada información que considerar (ej.: ajedrez), ya sea ésta es incompleta o inconsistente (ej.: lenguaje verbal), ya sea está muy poco estructurada (ej.: análisis de imágenes). En estos casos es interesante reproducir las capacidades de procesamiento observadas en los sistemas naturales, aunque no necesariamente modelando sus mecanismos internos.

Técnicas de la Inteligencia Artificial

Además de los métodos generales de la computación, en Inteligencia Artificial se utilizan técnicas específicas que se diferencian del enfoque algorítmico clásico. El enfoque clásico da por hecho que se dispone de toda la información necesaria para llegar siempre a una solución óptima del problema abordado. En Inteligencia Artificial, las decisiones se basan en un conocimiento parcial que no garantiza encontrar el óptimo.

La inteligencia consiste precisamente en saber sacar el máximo provecho a la información disponible para tratar de obtener el resultado deseado. Dicho en forma gradual, un sistema es más inteligente mientras menos información requiera analizar para llegar a un determinado resultado y mientras mejor sea este resultado. Esta definición permite abarcar a la mayoría de los métodos de la inteligencia artificial y pone de manifiesto el compromiso entre exhaustividad del análisis y calidad del resultado que los caracteriza: se sacrifica la seguridad de obtener soluciones óptimas por la ventaja de poder operar con información incompleta.

Las técnicas computacionales desarrolladas dentro de este marco metodológico son llamadas heurísticas (de una raíz griega que significa hallar). Una heurística es una estrategia de resolución de problemas que permite orientar la búsqueda de la solución haciendo un análisis selectivo de las posibilidades más relevantes según la información disponible. A pesar de no garantizar siempre la mejor solución, una buena heurística debería permitir hallar una solución muy cercana al óptimo en la mayoría de los casos.

Programación Declarativa

El paradigma declarativo separa la meta de los métodos utilizados para alcanzarla. El usuario especifica la meta mientras que el mecanismo subyacente de



implementación trata de satisfacerla. Se han creado varios paradigmas y lenguajes de programación asociados para implementar el modelo declarativo.

Programación NO Declarativa

Los paradigmas no declarativos se están volviendo popular. Estos nuevos paradigmas utilizan cada vez mas para una amplia variedad de aplicaciones. Pueden usarse en aplicaciones individuales o junto a otros paradigmas.

Programación Basada en la Inducción

Una aplicación de la Inteligencia Artificial que esta despertando interés es la programación basada en inducción, en este paradigma el programa aprende a partir de ejemplos.

Sistemas Expertos

Los sistemas expertos pueden considerarse programación declarativa por que el programador NO especifica como es que el programa va a alcanzar su objetivo a nivel de un algoritmo. Por ejemplo, en un sistema experto basado en reglas, cualquier regla puede activarse.

Los sistemas expertos a menudo están diseñados para tratar con incertidumbre debido a que el razonamiento es una de las mejores herramientas.

Un sistema experto en un tipo concreto de problema es un programa que trata de obtener resultados, a partir de los datos disponibles, de una manera semejante a como lo haría un experto humano en el mismo campo.

Del estudio de estos expertos se deduce que, a menudo, utilizan reglas heurísticas (es decir, producto de la experiencia) que pueden expresarse más o menos así: "Si se cumplen estas y aquellas condiciones, podemos deducir que ocurre tal o cual cosa". O bien "cuando ocurren estas y aquellas circunstancias, hay que actuar de determinada manera". Las primeras podrían llamarse reglas de diagnóstico, pues nos permite analizar e identificar la situación con la que nos enfrentamos, mientras que las segundas son reglas de actuación, que nos capacitan para responder a dicha situación. Un experto utilizara primero la regla de diagnóstico y, como consecuencia de ella, pasara a aplicar la de actuación.

Los sistemas expertos se diferencian de los programas de ordenador convencionales en su estructura y en la forma en que organizan la información de que disponen. Mientras en un programa clásico existen dos niveles (las instrucciones y los datos), en los sistemas expertos podemos distinguir cuatro componentes diferentes. En primer lugar, los datos sobre el problema concreto con el que nos enfrentamos, que a veces se llama axiomas. En segundo lugar, un

conjunto de reglas heurísticas de los dos tipos indicados arriba. En tercer lugar, un sistema o motor de inferencias, capaz de aplicar las reglas sobre los datos de que dispone. Finalmente, un interfaz de usuarios que permite un uso correcto y simple del sistema experto por una persona poco ducha en informática.

El papel que desempeñan las instrucciones en los programas clásicos se ve aquí dividido entre las reglas (que incorporan la información que utilizaría un experto humano en el mismo campo) y el motor inferencias, que es el mismo, cualquiera que sea la información y las reglas de que se disponga y que, por tanto, puede servir para un número ilimitado de sistemas expertos diferentes. El conjunto de las reglas utilizadas por el sistema experto y de los datos correspondientes al problema concreto que se trata de resolver se denomina base de conocimientos del sistema experto, y esta es la parte que varía entre un sistema experto y otro diferente que utilice el mismo motor de inferencias.

Algunas veces no se hace distinción entre reglas y datos o axiomas. La razón de esto es que una regla es una afirmación condicional (B si A), mientras que un dato es una afirmación incondicional, que también puede considerarse como un caso particular de regla donde A se cumple siempre (y por ello B se cumple siempre).

La interfaz del usuario no es esencial para el funcionamiento de un sistema experto, pero sí facilita considerablemente su utilización, y en el mejor de los

casos debería permitir al usuario comunicarse con el sistema experto de la manera más natural posible: con frases pertenecientes a su propia lengua.

El conjunto de una interfaz de usuario, de un motor de inferencias y de un sistema de soporte de una base de conocimientos vacía (sin información) no es un sistema experto, sino un entorno de desarrollo de sistemas expertos (expert system shell). Existen en el mercado varios entornos de desarrollo de este tipo. Sólo después de introducir la información correspondiente en la base de conocimientos se podrá hablar de un verdadero sistema experto

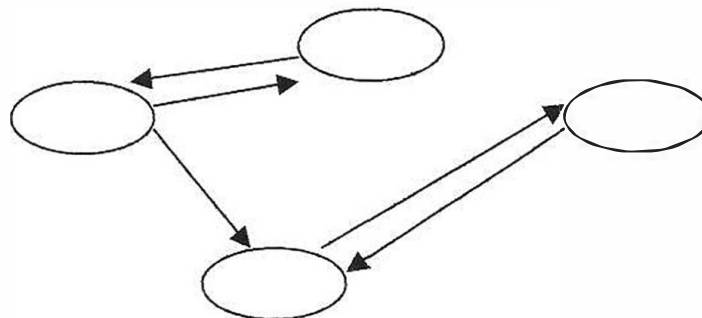
Representación del Conocimiento.

Desde el principio, los esfuerzos de la IA apuntaban a descubrir un pequeño conjunto de técnicas de razonamiento potentes que pudieran resolver muchos problemas. Algunos investigadores están todavía interesados en encontrar principios de este tipo. Mientras tanto, otros han optado por encontrar maneras eficientes y eficaces de presentar gran cantidad de conocimientos para reducir la búsqueda requerida por un programa. Estos métodos de representación del conocimiento son combinaciones de estructuras de datos para almacenar conjuntos de procedimientos de interpretación, para hacer inferencias sobre los datos almacenados. La representación del conocimiento proporcional al computador una descripción de cómo interactúan los distintos grupos de información.

Las investigaciones de la IA han creado una variedad de representaciones diferentes para los distintos tipos de conocimiento y no una simple, cerrada y definitiva representación. El objetivo es elegir una representación que facilite el trabajo en una tarea particular. Esto se puede extender para combinar diferentes representaciones dentro de un solo sistema o desarrollar una nueva representación o una variación de algún existente si se ajusta al dominio del problema. El problema mismo se puede solucionar usando representación, varios operadores y estrategias de control.

Redes Semánticas.

Es un Método de representación de conocimientos que consiste en una red que representan conceptos u objetos conectados por arcos que describen las relaciones existentes entre ellos.



Marcos.

Consiste en asociar propiedades a los nodos que representan los conceptos u objetos. Las propiedades son descritas en términos de atributos y los valores asociados.

Aprendizaje Basado en Reglas.

A menudo, es conveniente representar la naturaleza dinámica de una aplicación de la IA por un conjunto de reglas hechas de condiciones y acciones.

El conocimiento especializado es presentado como un conjunto de reglas que se estructuran de la siguiente manera: SI (precondición) ENTONCES (Solución). Es decir, cuando se presenta un caso que tenga una sola alternativa de respuesta y que cumpla con las características de la precondición, la solución se genera. Una de las reglas que hace que las acciones de la regla a ejecutar den lugar a nuestras descripciones producen más acciones (de aquí el nombre de "reglas de producción"), así hasta que el sistema encuentre la solución o se detenga.

Un sistema consistente en un conjunto de reglas de producción, son los operadores en el sistema, es decir, las que se usan para manipular las bases de datos. Los lenguajes de estos sistemas de producción, facilitan la representación

del conocimiento en reglas de producción. Cada una de estas reglas está embebida en una pieza de conocimiento que puede ser añadida o quitada del sistema según las necesidades. La parte "Si..." y la parte "entonces..." pueden estar compuestas de más de una frase por ejemplo, "Si es diciembre y estás en el norte del círculo antártico, entonces necesitas un buen abrigo... y ...una linterna día y noche".

El formato "Si... Entonces..." de las reglas de producción hace relativamente fácil codificar los sistemas expertos del conocimiento, pero frecuentemente pensamos sobre la experiencia de una manera: "Si... Entonces...".

Las reglas son candidatas a actuar cuando los elementos "Si..." son satisfactorios por el estado actual del sistema, que continuamente cambia al ir actuando las reglas. Explícitamente las estructuras de control en algunos programas pueden también limitar la aplicabilidad de alguna regla en algún momento. La capacidad para añadir o quitar reglas de producción en algún punto del sistema sin considerarlas por orden ayuda a desarrollar el trabajo más fácilmente.

Lógica Proposicional.

Es similar a las reglas de producción. Su diferencia principal con éstas es que separa los elementos que componen la base de conocimiento de aquellos que controlan la operación del sistema.

Aprendizaje Basado en Casos (RBC).

La experiencia en la resolución de problemas es una cualidad que poseen los humanos y que es necesario capturar para poder crear un modelo de comportamiento inteligente. Aunque un experto y un principiante dispongan de unos conocimientos básicos sobre un dominio en concreto (conocimientos teóricos, basados en principios básicos, etc.), la organización de los conocimientos es diferente: el experto tiene sus conocimientos de acuerdo a características que favorecen la resolución de los problemas con los que se encuentra habitualmente, y el principiante organiza sus conocimientos de acuerdo a características superficiales, esto es, no directamente vinculadas a la resolución de problemas. La organización de los conocimientos en el experto es una consecuencia de su experiencia en la resolución de una importante cantidad de problemas o casos. La resolución de problemas es, pues, una manera de adaptar los conocimientos para ser aplicados adecuadamente.

El aprendizaje basado en casos consiste precisamente en aprender a partir de experiencias precedentes o casos.

El aprendizaje basado en casos también se conoce como razonamiento basado en casos por el hecho de que este tipo de aprendizaje no se concibe sin el proceso de razonamiento que conlleva la obtención de una nueva experiencia. De alguna manera, en el razonamiento basado en casos se supone la existencia de

un ciclo de razonamiento-aprendizaje llevado a cabo por un mismo agente. Por ello, y por ser el término más difundido, utilizaremos razonamiento basado en casos (abreviado RBC) para referirnos al aprendizaje basado en casos.

El Razonamiento basado en casos es un paradigma de solución de problemas en la Inteligencia Artificial. La idea básica es que un problema nuevo se resuelve buscando en la memoria del sistema un caso previo similar, y almacenando su solución para usarla en situaciones futuras. Los seres humanos por lo general articulan su conocimiento mediante ejemplos de problemas y soluciones anteriores, más que por medio de reglas específicas y abstractas.

Las tareas centrales que todo método de Razonamiento Basado en Casos tiene que desempeñar son:

- (a) Identificar el problema actual.
- (b) Encontrar un caso similar al nuevo,
- (c) Utilizar ese caso para sugerir una solución al problema actual,
- (d) Evaluar la solución propuesta,
- (e) Actualizar el sistema almacenando el nuevo caso con su solución.

¿ Que es el RBC ?

El RBC es un paradigma de solución de problemas. Que difiere de otros enfoques y técnicas en que es capaz de utilizar el conocimiento específico adquirido en situaciones previas y utilizarlo en la situación presente. Un problema nuevo se resuelve buscando en su memoria un caso similar resuelto en el pasado. Además incrementa su conocimiento almacenando el nuevo caso para ser usado en situaciones futuras. Esto permite que su conocimiento se mantenga actualizado en todo momento.

El RBC se ha estudiado desde hace algunos años desde dos puntos de vista; el punto de vista psicológico, y como un paradigma de la Inteligencia Artificial para la solución de problemas. Por esta razón decimos que el RBC provee dos cosas:

- Un modelo cognoscitivo de la organización de la memoria, el razonamiento y el aprendizaje humano. En este modelo, la memoria, el razonamiento y el aprendizaje se encuentra interrelacionados, es decir, para aprender necesitamos recordar, y después almacenar lo aprendido.
- Un nuevo paradigma en la Inteligencia Artificial para la solución de problemas. Este paradigma lo iremos descubriendo y entendiendo a través de presente escrito.

Para entender mejor las bases del razonamiento basado en casos podemos recurrir a un ejemplo muy familiar, la visita al médico. Por ejemplo: sabemos que

un médico tiene conocimiento de ciertos casos comunes en los que intervienen enfermedades y sus síntomas.

Cuando un paciente llega al consultorio, el médico lo examina para conocer sus síntomas, y conforme a las enfermedades y síntomas que conoce encuentra una enfermedad que encaja perfectamente con los síntomas del paciente. Pero si éste no es el caso, el médico considera o recuerda la enfermedad (o las enfermedades) con síntomas más parecidos a los del paciente e intenta reconocer la enfermedad aun cuando no se presentan todos los síntomas.

Paradigma del RBC.

El paradigma del RBC se basa en la idea de que los problemas similares tienen soluciones similares y, los tipos de problemas que pueden surgir tienden a ser recursivos. Lo cual es una verdad para la mayor parte de los dominios y actividades humanas como la medicina, la industria y administración. De hecho la educación sobre actividades prácticas (diseño de software, de redes locales, el manejo de una máquina etc.) que se nos proporciona, se basa en la generalización de casos previos sobre el dominio. El instructor intenta ofrecer su experiencia adquirida y ofrece consejos basándose en los casos que ha vivido.

El RBC aprende de la experiencia para explotar éxitos previos y para evitar fallas pasadas. Si una acción funcionó en el pasado qué impide que funcione ahora, o si

fracasó, debemos esperar que no funcione, no es una lógica difícil de entender, de hecho es una forma común de actuar de un humano.

Fundamentos del Razonamiento Basado en Casos

El razonamiento basado en casos significa, pues, resolver problemas a partir de experiencias precedentes (casos), adaptando soluciones antiguas para resolver problemas nuevos, o recuperando casos anteriores para iluminar aspectos de la situación actual.

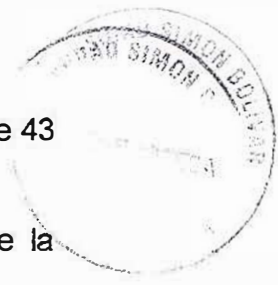
Las características diferenciales del RBC versus el resto de métodos analógicos radican en el hecho que el RBC realiza analogías entre casos de un mismo dominio, mientras que el resto de métodos analógicos realizan analogías interdominio. Por ejemplo, en el razonamiento analógico la compresión del movimiento de planetas alrededor del sol se utiliza para entender el comportamiento de un átomo alrededor de su núcleo. El RBC, sin embargo, cuando conoce el comportamiento de un átomo, por ejemplo de hidrógeno, utiliza este comportamiento para derivar el comportamiento de otro átomo, como por ejemplo de oxígeno. En el primer caso se están realizando analogías entre diferentes dominios: el planetario y el atómico; mientras que en el segundo caso las analogías se establecen dentro de un mismo dominio: el atómico.

Otra característica distintiva del RBC es la capacidad de aprendizaje, mientras otros métodos consisten en diferentes etapas: recuperación, adaptación, evaluación y aprendizaje. El RBC hace de la última etapa, el aprendizaje, el centro de todo proceso analógico.

El RBC como técnica de adquisición de conocimientos. Como ya se dijo anteriormente, la unidad básica del conocimiento es el caso y no la regla. Los seres humanos por lo general articulan su conocimiento mediante ejemplos de problemas y soluciones anteriores, más que por medio de reglas específicas y abstractas.

En conclusión, tenemos que:

- libera al experto humano de la tarea de facilitar datos de entrenamiento propiamente dichos, característica de otras técnicas de aprendizaje tradicionales, y es suficiente que el sistema observe casos resueltos, eventualmente, por un maestro, y
- facilita la interacción hombre-máquina, ya que la comunicación se puede realizar mediante casos concretos y no con trozos parciales de conocimiento, como son las reglas.



El RBC como mecanismo de resolución de problemas permite aprender de la experiencia propia del sistema, de manera que un sistema inicialmente no-experto puede llegar a ser experto.

Otra ventaja del RBC, es que se ha demostrado que el RBC permite trabajar en dominios de problemas de difícil estructuración y representación, características que normalmente presentan las aplicaciones del mundo real. Por ejemplo, un abogado necesita conocer además del código legislativo, donde están recogidas las leyes de aplicación general, en qué circunstancias se han aplicado las leyes, cuándo ha habido una excepción respecto a ellas, etc. Expresar todo el conocimiento contenido en los casos sería un problema intratable.

En cuanto a la forma de aprendizaje, a diferencia de los sistemas basados en reglas convencionales, si la misma situación se presenta repetidamente, no se tiene que construir o generar la misma solución a partir de cero cada vez que se presente el mismo problema.

También es cierto que no todo son ventajas respecto al RBC. El RBC resulta costoso en cuanto a memoria. Esto es, este tipo de razonamiento se basa en recordar casos que para tal propósito deben estar almacenados en algún lugar.

La información de los casos suele ser extensa tanto por su cantidad como por la variedad de datos que contienen. Otro tipo de representación como pueden ser las reglas resulta más económica.

¿Cómo se Realiza el RBC?

Una característica muy importante del RBC es su habilidad de aprendizaje. Estos sistemas logran un aprendizaje sostenible al actualizar la base de casos después de que se ha resuelto un problema. Esto favorece el poder aprender de la experiencia, dado que es más sencillo aprender recordando una experiencia de solución a un problema concreto , que generalizar a partir de éste mediante la creación de reglas. Para lograr lo anterior, un sistema de RBC realiza una secuencia de tareas que en una sección posterior describiremos con más detalle.

Las tareas centrales que todo método de RBC tiene que desempeñar son:

1. Identificar el problema actual. Es decir, identificar las características más relevantes del nuevo problema.
2. Encontrar un caso similar al nuevo. Que se realiza mediante las características encontradas en paso anterior.

3. Utilizar ese caso para sugerir una solución al problema actual. La solución propuesta se basa en uno o mas casos similares al actual.
4. Evaluar la solución propuesta. Determinar que tan apropiada o riesgosa es la solución propuesta.
5. Actualizar el sistema almacenando el nuevo caso con su solución. Esta tarea es determinante para que el sistema incremente su conocimiento.

Etapas del RBC

La sicología sugiere dos tipos de memoria: la "memoria de corto término", y la memoria de largo término. En la memoria de corto término se almacena información por poco tiempo, como las percepciones. En la de largo tiempo se almacena casi permanentemente.

La memoria de largo término se divide en memoria semántica, que almacena hechos aislados no relacionados directamente con la experiencia personal, tales como "el libro es verde", y utilizan para su representación redes semánticas; y en memoria episódica que guarda información acerca del pasado en forma de eventos con relaciones espacio-temporales entre sí.

A diferencia de la memoria semántica, la memoria episódica requiere métodos de representación más complejos, tales como los scripts y los MOPs (Memory Organization Packects).

El paradigma de RBC surge a partir de los estudios sobre la sicología de la memoria y el aprendizaje. De hecho, Schank establece que el aprendizaje es producto de la experiencia y que no se puede modelar el conocimiento como algo separado de la memoria. Es decir, no es posible hablar por separado acerca de cada uno de estos conceptos.

El algoritmo básico del RBC consiste en primero aceptar un nuevo caso, acceder a casos similares (relevantes) almacenados en memoria, adaptarlos al problema actual para obtener la solución buscada, la cual es evaluada y reparada si es necesario para finalmente almacenar el nuevo caso con su solución para su futura utilización.

En conclusión que dado un problema a resolver (problema actual) y una base de casos, se realizan las siguientes etapas para resolver el problema:

- Recuperación.
- Adaptación.
- Evaluación.
- Aprendizaje.

RBC y Aprendizaje.

En los sistemas basados en casos existen diferentes ocasiones para el aprendizaje. En primer lugar, para poder iniciar el proceso de razonamiento, es necesario disponer de un conjunto de casos precedentes o librería de casos. Cómo obtenerlos y cómo organizarlos es un problema de adquisición de conocimientos que se puede resolver mediante técnicas de aprendizaje.

En segundo lugar, los casos pertenecen a un determinado dominio que es necesario conocer para poder interpretar la información contenida en ellos. Por tanto no es descabellado obtener una descripción del dominio bien como consecuencia del propio mecanismo de aprendizaje basado en casos, bien mediante otras técnicas de aprendizaje diferentes (por ejemplo EBL o inducción).

Finalmente, cada nuevo caso resuelto por el sistema presenta una nueva ocasión para aprender. En este sentido se pueden aprender nuevos índices para reorganizar los casos individuales en prototipos o casos esquemáticos, etc. Todas estas ocasiones de aprendizaje las encontraremos soportadas bien por otros métodos, bien por otras técnicas de aprendizaje.

Aplicaciones

El RBC es útil para una amplia variedad de tareas, incluyendo la planificación, el diagnóstico, y el diseño. En cada una de ellas, la memorización de experiencia en los casos permite al razonador ser más eficiente, mayor rapidez, manejo de más de un objetivo o considerar múltiples restricciones.

La Librería de Casos

En el RBC la organización de los casos precedentes en la memoria es una cuestión fundamental para poder utilizar los casos en problemas futuros. Cuando se construye un mecanismo de razonamiento basado en casos debe pensarse en una organización dinámica de los casos en memoria, ya que la incorporación de un nuevo caso puede influir en la disposición de los casos precedentes. Entre las diferentes organizaciones de memoria, podemos encontrar una organización plana, donde los casos están almacenados secuencialmente en una lista o fichero, o una organización jerárquica donde los casos están organizados de acuerdo con sus características compartida por un conjunto de casos (redes de discriminación o árboles de decisión).

Analicemos primero qué es un caso, y cómo representarlo; y a continuación cómo se pueden definir índices para su manipulación

Representación de los Casos.

El elemento básico del RBC es el caso. ¿Pero qué es y como podemos representarlo?. Un caso es una experiencia que puede estar representada por diferentes características, como la descripción de un problema (los objetivos y/o restricciones a satisfacer), las soluciones (la solución propiamente dicha o acompañada de un conjunto de anotaciones, justificaciones, etc.), los datos iniciales, y hasta incluso una traza que indique cómo se ha llevado a cabo la resolución del caso.

La representación de los casos consiste bien en retener la información tal cual ha sido proporcionada al sistema (individuos) o realizando algún proceso de generalización entre los casos precedentes en memoria (prototipos). En el segundo caso se requiere menor cantidad de memoria ya que solamente se almacenará un caso cuando no se asemeje a otro existente en la memoria. Si ya existe un caso similar, resultante de la generalización de casos anteriores, esto es un prototipo, se actualizará la información del prototipo con la información del nuevo caso.

En el momento de resolver un problema, es importante distinguir entre casos en memoria y un nuevo caso. Los casos en memoria, también conocidos como casos de entrenamiento o simplemente, casos, son los que el sistema dispone en la librería para resolver nuevos problemas. El término "nuevo caso", también llamado "caso actual" o "caso de test", se refiere al problema que en un determinado momento se quiere solucionar.

Los Índices

El sistema recibe el caso de entrada y analiza sus características y atributos más relevantes para poder acceder a los caso de mayor similitud en la base de casos. A esas características y atributos usados para medir la similitud entre los casos se les llama índices.

Los principales problemas que conlleva esta fase del RBC son: la selección de las características consideradas para la formación de los índices y el manejo de los mismos. Según Kolodner las características que se que desea estén presentes en las índices:

- Deben ser predictivos. Responsables de alguna parte de la solución o resultado.
- Deben ser suficientemente abstractos. Suficientemente generales para ser útiles a una gran variedad de casos futuros.
- Deben ser suficientemente concretos. Suficientemente particulares para ser reconocidos sin mayor trabajo de inferencia.

- Deben de soportar el razonamiento. Por ejemplo, si el sistema es de planeación, se pueda indexar por metas, restricciones, etc.

Como hemos dicho anteriormente los índices son las características de los casos que se utilizan para recuperarlos de memoria en situaciones que pueden ser de utilidad. Dichas características vienen determinadas por el vocabulario disponible del dominio sobre el que se está trabajando. No resultaría eficiente pensar en indexar los casos por el conjunto completo de características, sino que los índices deben elegirse entre aquellas características disponibles teniendo en cuenta las siguientes propiedades:

1. Predicción. Los índices deben distinguir un caso del resto, en el sentido que su recuperación sea coherente con los problemas que resuelve y/o los posibles contratiempos que presente.
2. Utilidad. Los índices deben ser útiles para la consecución de un objetivo o una tarea.
3. Abstracción. Los índices deben permitir que el caso sea aplicable (recuperado) en una variedad amplia de situaciones.

4. Concreción. Los índices deben ser generales, pero también lo suficientemente concretos para que se puedan reconocer con un coste inferencial pequeño.

Por ejemplo, los siguientes índices pueden ser considerados:

Objetivos

Restricciones

Combinación de características que determinan la solución

Características responsables de fracasos

Características responsables de la aparición de efectos no deseados

Recuperación de Casos

El siguiente paso es el acceso a casos similares en la base de casos. Esto se realiza usando los índices encontrados en el párrafo anterior. De esta forma se obtienen los casos más similares al actual. En muchas ocasiones es necesario reducir aun más el conjunto de casos para obtener los más relevantes.

Los dos aspectos clave de esta fase son las medidas de similitud entre casos y el algoritmo de acceso a casos. Para determinar que tan similar es un caso a otro se han desarrollado varias técnicas. La más sencilla consiste en contar el número de

sistema sólo realizaría la búsqueda de los casos similares. Si la adaptación la ejecuta el sistema, entonces debe contener algún conocimiento, tal como fórmulas o reglas. Las técnicas desarrolladas para la realización de la adaptación en forma automática han dado en general buenos resultados.

Por lo tanto consiste en acomodar el caso recuperado de memoria para obtener la solución del caso nuevo. Existen numerosos métodos de adaptación, pero se pueden agrupar en dos tipos:

Adaptación de la solución. Se pueden seguir varios métodos, como: sustitución de una característica por otra, eliminación de características no útiles, uso de críticos que definen un conjunto especial de reglas de adaptación para manipular características que interaccionan, etc.

Reaplicar el proceso de razonamiento. Consiste en verificar las condiciones que han hecho posible la aplicación de determinados métodos, reglas o pasos inferenciales, en el caso recuperado de memoria. Si éstas se cumplen para el caso actual, se reaplica el método, regla o inferencia.

Más concretamente, Kolodner menciona algunos métodos de adaptación como son, entre otros:

1. Reinstanciación. Lo que se hace en este tipo de técnica es utilizar el marco o contexto de situaciones anteriores, pero con nuevo argumentos.
2. Ajuste de parámetros. Lo que se hace es ajustar los parámetros de la solución de casos anteriores de acuerdo con las diferencias entre las descripciones de los casos en cuestión.
3. Búsqueda local. Con este tipo de métodos se realizan búsquedas dentro de jerarquías semánticas por algún sustituto de un objeto de un caso anterior que debe ser reemplazado

Evaluación de los Resultados

En esta etapa se determina la bondad de la solución del caso obtenido en la etapa de adaptación. La solución obtenida en la fase anterior, representa una solución potencial o tentativa. Es necesario hacer una evaluación de la solución propuesta antes de darla al usuario, es decir, se intenta ver cuáles son las cualidades y debilidades de la solución para evaluar su utilidad.

A pesar de que esta etapa es fundamental, ya que con ella se cierra el ciclo de razonamiento-aprendizaje del RBC, pocos sistemas tienen implementado algún

método para realizar esta etapa. La mayoría de los sistemas se limitan a consultar al experto humano, el cuál determinará si la solución es válida o no.

En definitiva, tras la etapa de evaluación obtendremos un nuevo caso: caso confirmado (cuando la solución obtenida es correcta) o caso reparado (cuando la solución obtenida es incorrecta y necesita ser reparada).

Reparación.

Este proceso se asemeja bastante con el de adaptación de casos, ya que se trata de modificar la solución errónea obtenida para adecuarla a la correcta. La diferencia con el proceso de adaptación radica en que ahora se tiene conocimiento de que la solución es errónea, incluso se puede tener una explicación de dicho fracaso en un proceso de retroalimentación para no repetir los mismos errores en casos futuros. Los métodos para la reparación de un caso son similares a los utilizados en el proceso de adaptación: sustitución de una característica por otra, eliminación de una característica, etc.

Si ocurre algo inesperado el sistema debe tratar de explicarlo. Después se trata de reparar la solución con base en esta explicación y se regresa al paso de evaluación

Aprendizaje por Casos

El aprendizaje es el fin último del RBC, y consistirá en almacenar el caso nuevo resultado del proceso analógico. En este proceso de almacenamiento es donde surge la oportunidad de reorganizar la memoria y, en consecuencia, de aprender de la nueva experiencia. Dependiendo de cómo haya sido la solución obtenida, se pueden dar dos casos:

1. Si la solución adaptada es correcta entonces el nuevo caso proporcionará nuevos conocimientos al sistema.
2. Si por el contrario, la solución adaptada es incorrecta, se deberán reorganizar los casos en memoria para que no se produzca el mismo error en un futuro.

La mayoría de los sistemas consideran las dos oportunidades de aprendizaje.

Acumulando nuevas Experiencias. Un caso obtenido como solución por el sistema no tiene por qué ser idéntico a otro existente en memoria. Esto puede deberse a varios motivos: un matching parcial, el proceso de adaptación por el que deben pasar los casos, o la obtención de un caso como adaptación de diferentes partes de varios casos. Por lo tanto, debemos analizar cuando el almacenamiento de este nuevo caso, que no se encuentra en memoria, aportará un mayor

conocimiento a nuestro sistema. Un almacenamiento masivo de nuevos casos provocaría un aumento desmesurado de la memoria, con la consecuente disminución de eficiencia para la resolución de problemas. Un mecanismo de control para este problema, puede ser la eliminación de memoria de los casos menos utilizados. Otro método para controlar el almacenamiento masivo de casos en memoria es la generalización (cuando tengamos dos casos bastante similares se puede intentar construir un prototipo que englobe ambos casos).

Aprendizaje de Errores. Se produce cuando la solución adaptada, obtenida como solución, ha sido incorrecta. En este caso, se deben aprender las condiciones que han originado tal fracaso para que no se repita.

Existen dos ocasiones básicas para este aprendizaje:

Aprender el error: consiste en almacenar en memoria el caso erróneo, pero indicando en el mismo que es incorrecto. De esta forma, cuando sé de un nuevo caso con las mismas características, se activará el caso erróneo y nos avisará de tal error.

Actualización de índices: consiste en la modificación de los índices usados para la recuperación de los casos de memoria, para que ante un caso nuevo igual no se activen los mismos casos de memoria. Esto se puede

conseguir modificando los pesos de las distintas características, de forma que se aumenten o disminuyan la importancia de las mismas.

Métodos de Inferencia

En el desarrollo del sistema Experto es necesario idear el mecanismo de inferencia que refleje lo más fielmente posible cómo piensa o actúa el experto.

Este mecanismo, que se denomina **motor de inferencia**, es la parte más importante del sistema basado en el conocimiento junto con la base de conocimiento. Los mecanismos de razonamiento que utilizan reglas de producción son los de la lógica formal: ***modus ponendo ponens*** y ***modus tollendo tollens*** . Además existe otro método que difiere de los anteriores y que es la búsqueda en árboles.

Existen además cinco modos de razonamiento que a continuación se explican:

Encadenamiento hacia adelante: El motor de inferencia parte de los hechos para llegar a los resultados, esto es, selecciona las reglas que verifiquen las condiciones de la parte izquierda (premisas).

Encadenamiento hacia atrás: En este caso el motor de inferencia parte de los resultados y trata de volver a los hechos para comprobar si encajan con el problema planteado.

Encadenamiento mixto: Este modo ofrece varias posibilidades que resultan de combinar el encadenamiento hacia adelante y hacia atrás para paliar sus limitaciones y mantener las ventajas.

Algoritmos de búsqueda heurística: En los casos en los que la naturaleza de la base de conocimiento permita construir una estructura de árbol, el proceso de inferencia se convierte en un problema de búsqueda en un árbol. Existen diversos métodos, y la elección dependerá, por lo tanto, de la naturaleza del problema.

Herencia: Es el método de inferencia utilizado en entornos orientados a objetos. Un objeto hijo hereda propiedades y hechos de sus padres. Así, la asignación de nuevas propiedades a un objeto se realiza a través de las relaciones entre ese objeto y el resto.

Dentro de los modos de razonamiento los factores de incertidumbre son valores asignados a hechos o reglas que indican la certeza o grado de confianza que el experto tiene en una regla o el usuario en un hecho. No representan, ni mucho menos, una probabilidad en el sentido estricto de la palabra.

Un sistema que usa factores de incertidumbre asociados a las reglas o propiedades de los objetos puede realizar varias recomendaciones indicando el grado de confianza o nivel de certidumbre de cada una, no todos los problemas requieren un conocimiento basado en grados de incertidumbre, es conveniente que la herramienta para el desarrollo de un sistema basado en el conocimiento

incluya este conocimiento probabilístico porque incorpora una utilidad que refleja en gran manera la forma de trabajar de los expertos en muchas áreas. Asimismo, es necesario tener claro el algoritmo o método que se utiliza para calcular el grado de incertidumbre asociado a una recomendación o acción final.

Algoritmos de Búsquedas.

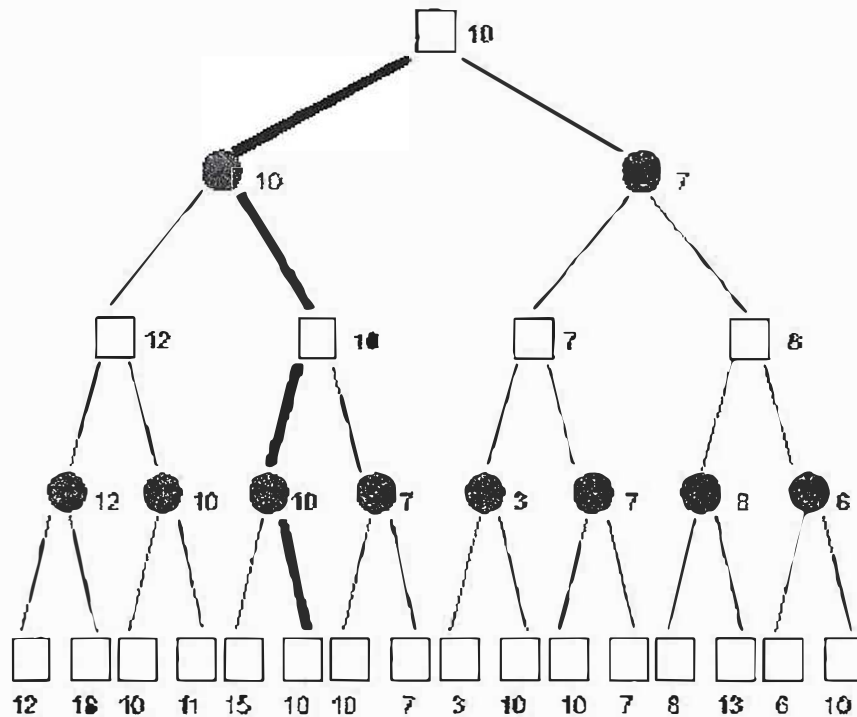
Minimax:

El algoritmo Minimax consiste en establecer el compromiso para las mejores jugadas de ambos contendientes. Esto es, en una visión realista no se deben esperar situaciones favorables siempre que el oponente pueda evitarlo, ni tampoco desfavorables, si el jugador puede rehuírlas.

El procedimiento es como sigue:

- Si un nodo P es terminal, su valor es el de la función de evaluación para el jugador para el que se resuelve el árbol de búsqueda.
- En otro caso, su valor será:
 - El máximo de los valores de sus hijos si es un nodo alfa.
 - El mínimo de los valores de sus hijos si es un nodo beta.
- El algoritmo finaliza cuando se dispone de la puntuación del nodo inicial. La mejor jugada será la que devolvió el valor elegido por el nodo raíz.

En la siguiente figura se presenta un ejemplo de aplicación de este algoritmo. Junto a cada nodo no terminal se representa su valor Minimax.



Nótese que la variante principal se caracteriza por asignar a todos los nodos que recorre, el valor Minimax o valor del nodo terminal.

Negamax

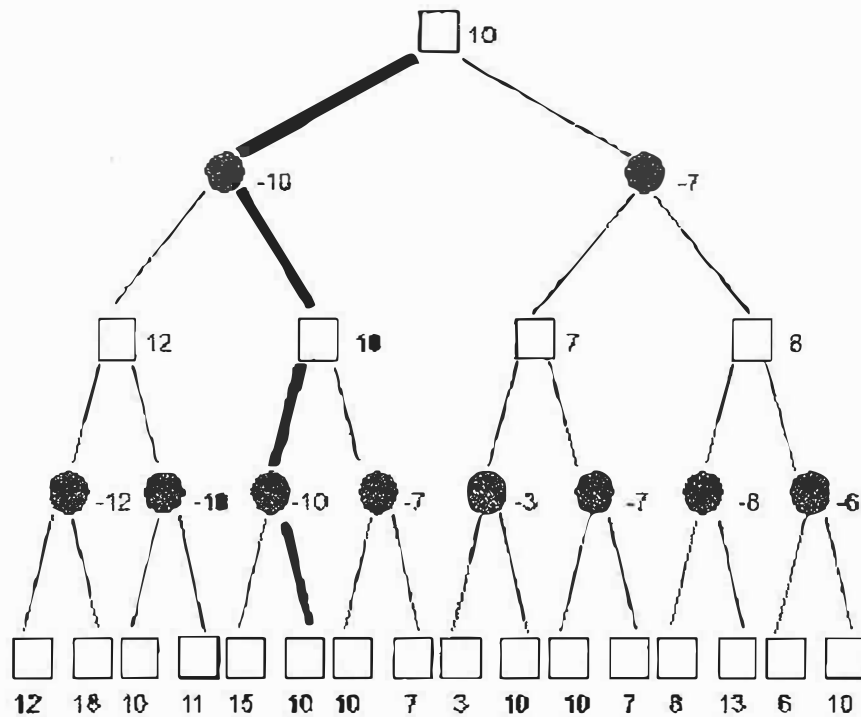
Del Minimax puede obtener otro algoritmo conocido como Negamax, advirtiéndose que:

$$\max\{\min\{x_1, x_2, \dots\}, \min\{y_1, y_2, \dots\}, \dots\} = \max\{-\max\{-x_1, -x_2, \dots\}, -\max\{-y_1, -y_2, \dots\}, \dots\}$$

..., por lo que el valor de un nodo no terminal será ahora el máximo de las puntuaciones de sus hijos cambiadas de signo, si se aplica la función de

evaluación en los nodos terminales para el jugador al que le toca mover en ellos y no, exclusivamente, para el que se está resolviendo el árbol de búsqueda.

La siguiente figura muestra un ejemplo de aplicación del Negamax.



En realidad, esta variante del Minimax no aporta velocidad, sino elegancia. Nótese que los nodos de la variante principal cambian su signo en cada nivel.

Alfa-Beta

Para la aplicación del Alfa-beta se mantienen dos valores: el valor alfa, o valor optimista, y el valor beta, o valor pesimista. Dichos valores se mantienen en un intervalo (a,b) , durante todo el proceso de búsqueda. A este intervalo se le conoce como **ventana de búsqueda**, o simplemente ventana. Los valores **a** y **b** de un

nodo resultan no sólo de las exploraciones que se realicen a partir de él, sino de las que se hicieron en los nodos que le preceden. Por ello, es inmediato comprender que si el valor más optimista (**a**) es mayor o igual que el valor más pesimista (**b**) dicho nodo no afectará al valor final del algoritmo de búsqueda y nunca formará parte de la variante principal. En tal caso, se practica una *poda*.

Para una mejor comprensión de las diferencias entre el Mínimax y el Negamax, se explicará este algoritmo sobre las dos arquitecturas de búsqueda.

El algoritmo Alfa-beta sobre el Mínimax queda, como sigue:

- Inicialmente, **a** y **b** toman los valores **-infinito** y **+infinito**, respectivamente.
- Si un nodo **P** es terminal, su valor es el de la función de evaluación para el jugador para el que se resuelve el árbol de búsqueda. Por convención se toma que los valores **a** y **b** sean iguales al de la función de evaluación. No se realiza ninguna comprobación de poda.
- En otro caso, su valor será el máximo de las puntuaciones de sus hijos si es un nodo alfa y el mínimo de las puntuaciones de sus hijos si es un nodo beta.

Además, se actualizan los valores de los umbrales **a** y **b**. **a** será el máximo de su valor y el del nodo después de examinar los hijos. **b** será el mínimo de su valor y el del nodo después de examinar los hijos.

- En cada nodo se comprueba la condición de poda:

$$a \geq b$$

Si se cumple no se exploran más hijos y se devuelve el valor almacenado hasta el momento.

- A partir de cada nodo P se realizan llamadas recursivas al algoritmo Alfa-beta con los valores a y b actuales para obtener su información.
- El algoritmo finaliza cuando se dispone de la puntuación del nodo inicial. La mejor jugada será la que devolvió el valor elegido por el nodo raíz.

El algoritmo Alfa-beta, tomando como referencia el Negamax, queda, por lo tanto, como sigue:

- Inicialmente, a y b toman los valores **-infinito** y **+infinito**, respectivamente.
- Si un nodo P es terminal, su valor es el de la función de evaluación para el jugador al que le toca mover en dicho nodo. Por convención se toma que los valores a y b sean iguales al de la función de evaluación. No se realiza ninguna comprobación de poda.
- En otro caso, su valor será el máximo de las puntuaciones de sus hijos cambiadas de signo.

Además, se actualiza el valor de a como el máximo de su valor y el del nodo después de examinar los hijos.

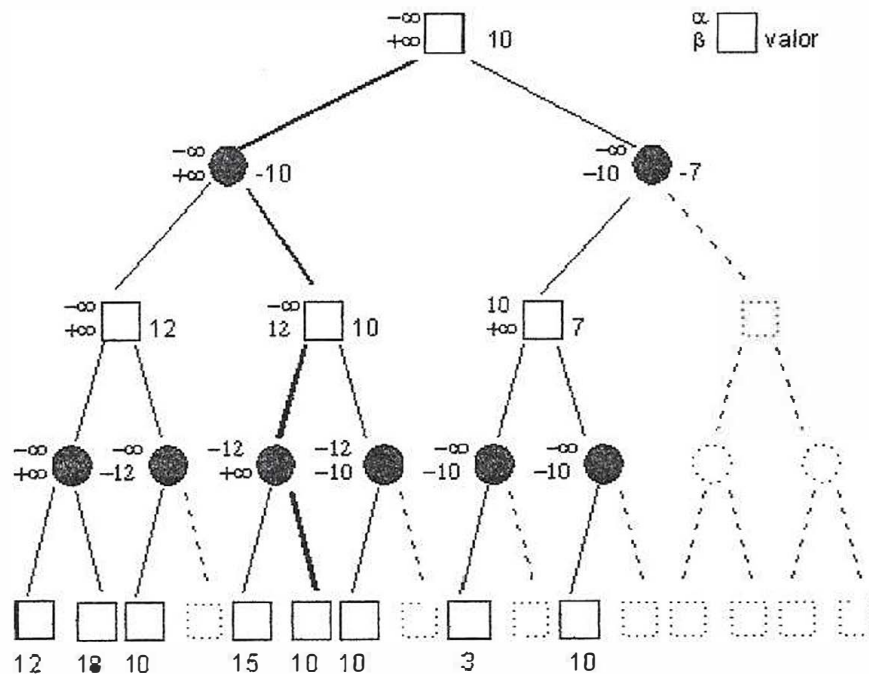
- En cada nodo se comprueba la condición de poda:

$$a \geq b$$

Si se cumple no se exploran más hijos y se devuelve el valor almacenado hasta el momento.

- A los hijos que se generan a partir de P se les asigna como valor **a**, **-b**, y como valor **b**, **-a**.
- El algoritmo finaliza cuando se dispone de la puntuación del nodo inicial. La mejor jugada será la que devolvió el valor elegido por el nodo raíz.

En la siguiente figura puede verse un ejemplo de la aplicación del Alfa-beta sobre una arquitectura Negamax



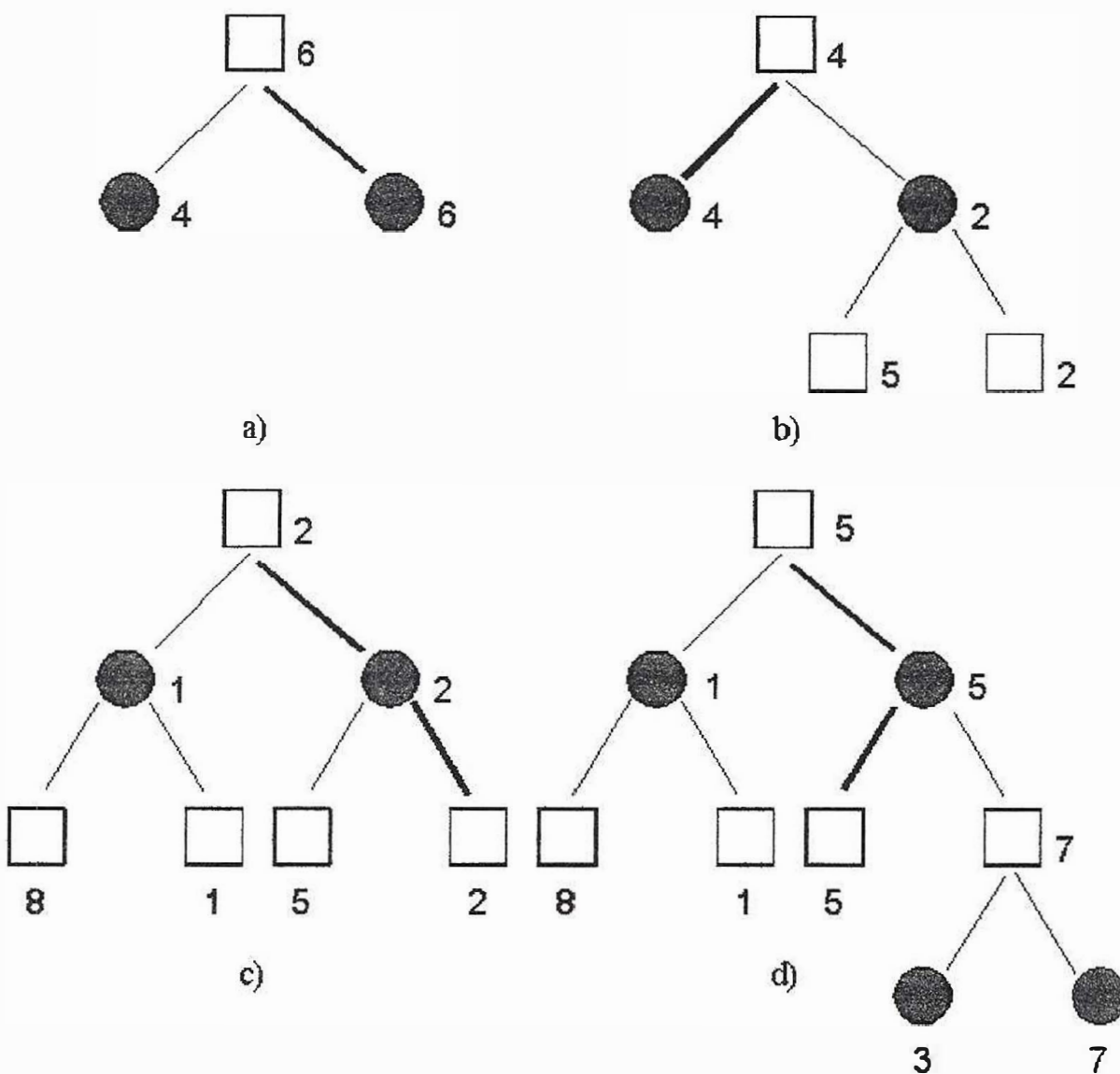
Las podas están indicadas con líneas discontinuas.

Sin embargo, el Alfa-beta (en cualquiera de sus versiones) padece del llamado "*Efecto horizonte de Berliner*", que pone en evidencia el hecho de que nunca sabemos nada de lo que hay más allá de los nodos terminales. Así, por ejemplo, un sacrificio de calidad en cualquier juego podría no ser reconocido en el árbol de búsqueda si ocurre en un nodo terminal, puesto que entonces se asigna una puntuación muy baja sin saber que a continuación se puede conseguir una posición muy ventajosa.

Best-First-Minimax-Search (BFMS).

En este algoritmo, la búsqueda no se realiza por niveles, sino de manera dirigida, como lo haría un maestro de ajedrez, por ejemplo.

En la siguiente figura puede verse un ejemplo de aplicación del BFMS. Utilizando la técnica del MiniMax, primero se realiza una búsqueda a nivel 1 (caso 1) y se elige la variante principal que coincidiría con la del Minimax. A continuación se expande el nodo terminal que correspondiese a la variante principal (caso b) y se actualiza la puntuación del nodo principal, así como la nueva variante principal. Actuando así sucesivamente (casos c y d), se puede llegar a una solución a un nivel de profundidad mayor que el que podría alcanzar cualquiera de los otros algoritmos que se han explicado.



Frente a la posible pérdida de información de esta técnica (no se exploran todas las combinaciones hasta una profundidad d) se encuentra la velocidad de búsqueda y el nivel de profundidad mayor que se puede alcanzar, restándose, por lo tanto, importancia al ya comentado *"Efecto horizonte de Berliner"*.

Simple Best-First-Minimax-Search

Este algoritmo consiste en aplicar el BFMS al nodo raíz. Así, a partir de una posición que desea solucionarse, se aplica directamente el BFMS. Esta forma de aplicar BFMS es muy rápida, pero la pérdida de información puede llegar a ser exagerada por culpa de la función de evaluación, en la medida en que, inevitablemente, no será demasiado precisa y a un nodo cualquiera se le puede asignar una puntuación que no es indicadora de la realidad que le sigue. Por ello, podrían desestimarse, anticipadamente, ciertas ramas cuando, en realidad, no debería hacerse; y también al revés, podría estimarse la exploración de un nodo que, en realidad, no lo merece.

0.6. METODOLOGÍA

A continuación presentaremos las directrices generales para construir sistemas expertos prácticos diseñados para aplicaciones describiendo una metodología para la ingeniería de software, de modo que el sistema experto construido pueda ser un producto de calidad desarrollado de manera oportuna, rentable y efectiva.

Selección Del Problema Apropriado

Antes de construir un sistema experto debe seleccionarse un problema apropiado. Al igual que con cualquier proyecto de software, pueden hacerse varias consideraciones generales antes que se comprometa una gran cantidad de recursos y tiempo en el sistema experto propuesto. Estas reflexiones son típicas en la administración del proyecto para los programas convencionales, pero debe hacerse a la medida para cubrir las necesidades especiales de los sistemas expertos. En la figura se muestra una concepción de la administración al más alto nivel del desarrollo de estos sistemas, incluyendo las tres etapas generales que contienen más consideraciones específicas; mismas que se explicarán a manera de preguntas y respuestas, para que sirvan como directrices en la planeación de los sistemas expertos.



Selección Del Paradigma Apropriado

¿Por qué se está construyendo un sistema experto?

Tal vez ésta sea la pregunta más importante que se hará sobre cualquier proyecto. En particular, la respuesta a esta pregunta debe darse eventualmente a los interesados en el proyecto. Mucho antes de iniciar, debe haber una clara identificación del problema, el especialista y los usuarios.

Herramientas

¿Cuáles herramientas están disponibles para construir el sistema?

Hoy en día se encuentran disponibles muchas herramientas para sistemas expertos que presentan ventajas y desventajas. Sólo debe tomarse como una

guía debido a que las herramientas de software evolucionan con gran rapidez. Por lo general, puede contarse con una mejora sustancial de cada herramienta cada año y una revisión importante cada dos o tres años.

La mejor guía es consultar literatura actual y hablar con gente que ha construido sistemas expertos.

Costo

¿Cuánto costará?

El costo de construir un sistema experto depende del personal, los recursos y el tiempo dedicado a su construcción. Además del hardware y el software necesario para ejecutar una herramienta de sistema experto, también puede haber un costo considerable en la capacitación. Si el personal tiene poca o ninguna experiencia con una herramienta, puede resultar costoso instruirlo.

Etapas En El Desarrollo De Un Sistema Experto

¿Cómo se desarrollará el sistema?

En gran medida, el desarrollo de un sistema experto dependerá de los recursos proporcionados, Sin embargo, como cualquier otro proyecto, el desarrollo también dependerá de la forma en que se organice y administre el proceso.

Administración Del Proyecto

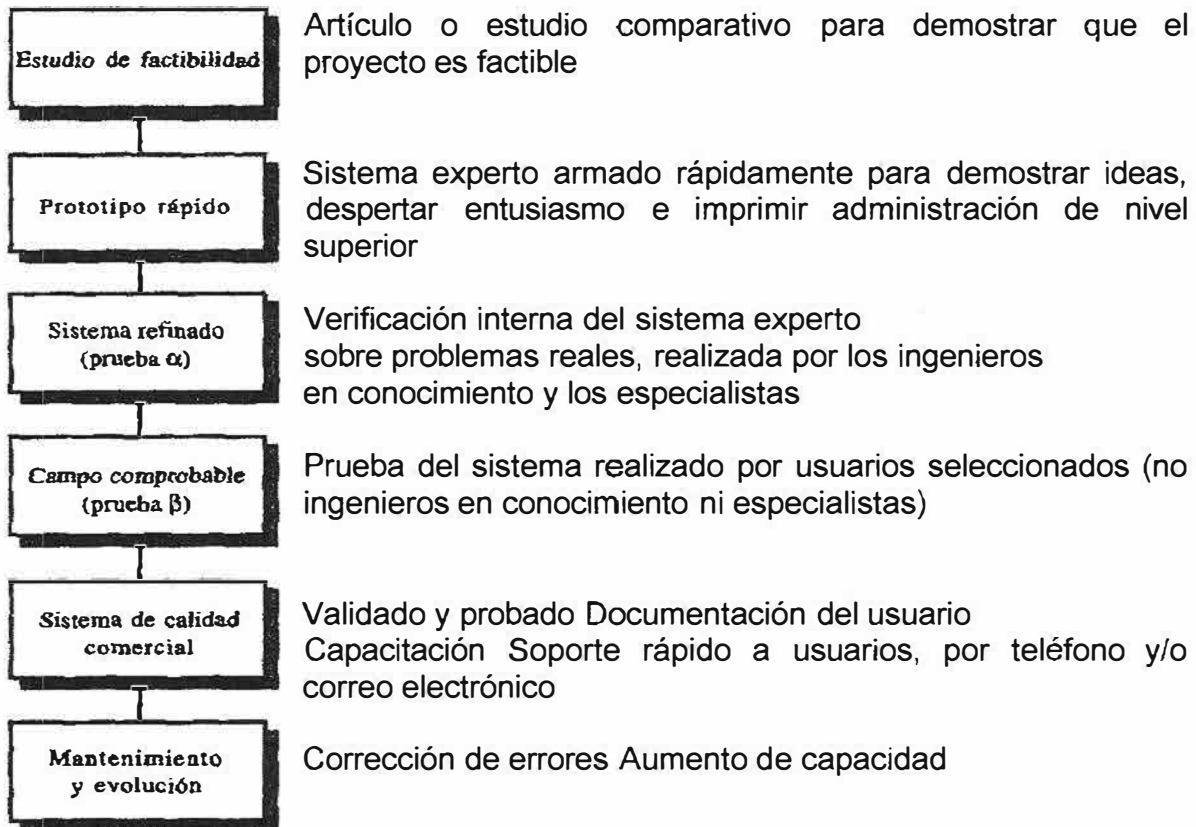
Se espera que la administración de proyecto proporcione lo descrito en la tabla que sigue a continuación.

Administración de actividad	
Planeación	Definir actividades. Especificar prioridad de actividades. Recursos necesarios. Pruebas comparativas. Duración. Responsabilidades.
Calendarización	Asignar tiempos de inicio y final. Resolver conflictos en las tareas de calendarización con igual prioridad.
Crónica	Vigilar el desempeño del proyecto.
Análisis	Analizar planes, programas y actividades, de las que se hace una crónica
Administración de la configuración del producto	
Administración de producto	Administrar las diferentes versiones

	del producto.
Administración de las Modificaciones	Administrar propuestas de cambio y evaluaciones de impacto. Asignar personal para hacer los cambios. Instalar nuevas versiones del producto.
Administración de recursos	
Pronosticar los recursos necesarios.	
Adquirir los recursos.	
Asignar responsabilidades para el uso óptimo de los recursos.	
Proporcionar los recursos críticos para minimizar cuellos de botella.	

Para el desarrollo de un sistema experto, las actividades son aquellas tareas que se necesitan para construir el sistema.

En la Grafica que sigue a continuación se muestra una perspectiva de alto nivel de las actividades necesarias para producir un sistema, describiendo las etapas que debe recorrer.



Mantenimiento Y Evolución

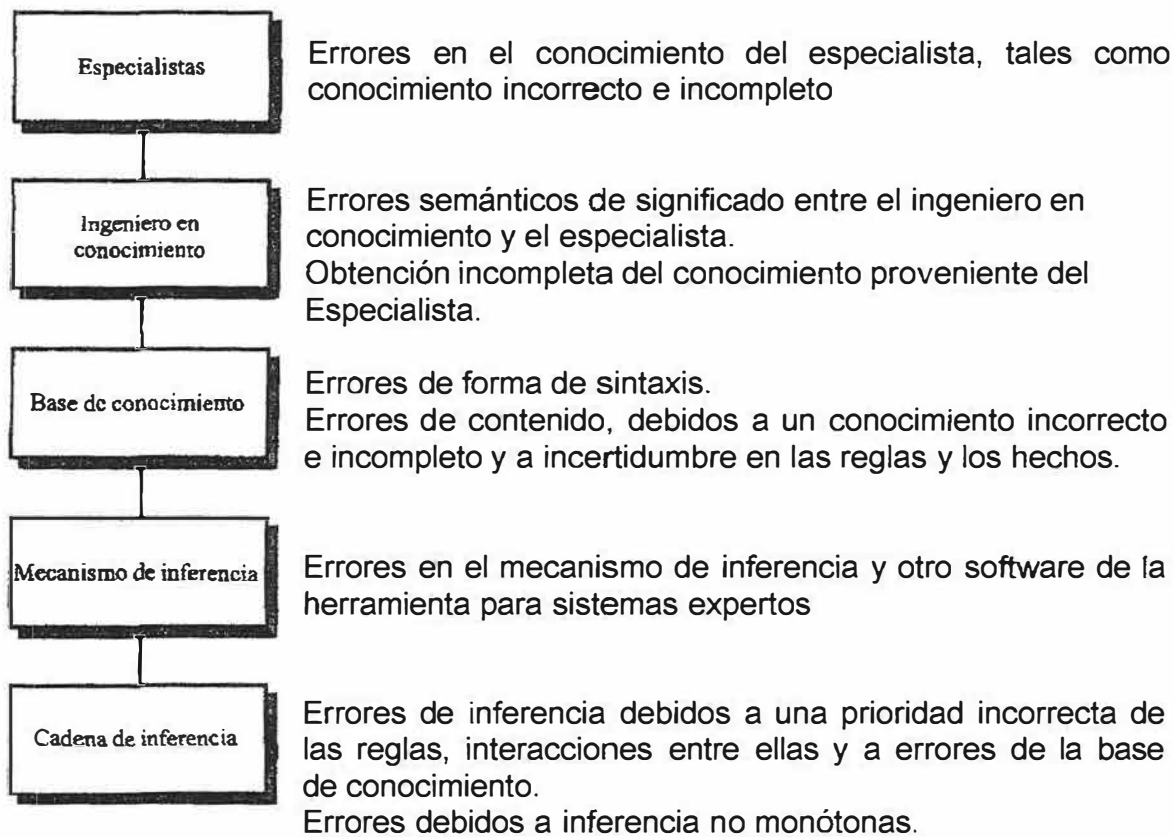
¿Cómo se mantendrá y evolucionará el sistema?

A diferencia de los programas convencionales, el mantenimiento y la evolución de un sistema experto es una actividad con final indeterminado. Como los sistemas expertos no se basan en algoritmos, su desempeño depende del conocimiento y, a medida que se adquiere nuevo conocimiento y se modifica el previo, se perfecciona el desempeño del sistema.

Si se Desarrollara un producto con calidad comercial, debería existir una forma sistemática y eficiente de recolectar los errores reportados por los usuarios. Aunque la recolección y reparación de los errores informados no es una prioridad alta en los sistemas con nivel de investigación, sí lo es en los de calidad comercial. Sólo puede darse un buen mantenimiento si se obtienen informes de errores.

Errores Durante Las Etapas De Desarrollo

Los principales errores posibles en el desarrollo de sistemas expertos pueden clasificarse a partir de las etapas en las que probablemente ocurren, como ilustra la figura.



Entre estos errores se incluyen los siguientes:

Errores en el conocimiento del especialista. Como el especialista es la fuente del conocimiento del sistema experto, si su conocimiento es erróneo, los resultados pueden propagarse por todo el proceso de desarrollo. Un beneficio colateral de construir un sistema experto es la posibilidad de detectar conocimiento erróneo cuando el conocimiento del especialista se hace explícito.

En los proyectos con una misión crítica, en los que la vida y la propiedad están en riesgo, tal vez sea necesario configurar procedimientos para certificar el conocimiento del especialista. Un método que la NASA ha utilizado con éxito para vuelos espaciales es el de paneles de técnica de vuelo, los cuales revisan regularmente soluciones de problemas y las técnicas de análisis usadas para desarrollarlas (Culbert 87). Estos paneles están integrados por los usuarios del sistema, especialistas independientes en el tema, encargados de desarrollar sistemas y administradores, para asegurar la cobertura de todas las áreas que afectan el desarrollo.

La ventaja de un método de panel es que el conocimiento del especialista se inspecciona minuciosamente al inicio del proceso de desarrollo, cuando es más fácil corregir el conocimiento equivocado. Cuanto más conocimiento erróneo pase inadvertido, más costoso será corregirlo, si el conocimiento del especialista no se verifica al principio, la prueba definitiva es la validación del sistema experto. La validación final del sistema experto demuestra si el sistema cumple con los requisitos, en especial que las soluciones sean correctas y estén completas.

La desventaja del este método es, principalmente, su costo. Sin embargo, es posible compensarlo mediante que una mayor eficiencia en el proceso de desarrollo.

Errores semánticos. Un error de semántica se presenta cuando no se comunica de forma apropiada el significado del conocimiento. Un ejemplo muy sencillo sería si un especialista dice "Usted puede extinguir un fuego con agua" y el ingeniero en conocimiento lo interpreta como "Todos los fuegos se pueden extinguir con agua". Los errores semánticos ocurren si el ingeniero en conocimiento mal interpreta las respuestas del especialista, si éste mal interpreta las preguntas del ingeniero, o cuando se dan ambos casos.

Errores de sintaxis. Son errores simples que ocurren cuando se introduce la forma incorrecta de una regla o un hecho. Las herramientas del sistema experto pueden marcar estos errores y emitir un mensaje apropiado. Otros errores que suceden en la fase de construcción de la base de conocimiento se deben a errores de la fuente de conocimiento que no se detectaron en las etapas previas.

Errores del mecanismo de inferencia. Igual que con cualquier otra pieza de software, el mecanismo de inferencia puede tener errores. Cuando una herramienta de sistema expertos se libera para uso general, todos los errores comunes deben estar corregidos. Sin embargo, tal vez haya errores que sólo se revelan en circunstancias poco frecuentes, como cuando se tienen 159 reglas en la agenda. Algunos errores pueden ser muy sutiles y sólo se descubre en ciertas operaciones de correspondencia de patrón.

En general, los errores del mecanismo de inferencia pueden descubrirse durante la correspondencia de patrones, la resolución de conflictos y la ejecución de acciones. Esos pueden ser difíciles de detectar si no son continuos. Si la herramienta del sistema expertos utiliza para aplicaciones con una misión crítica, se podría determinar cómo se validó herramienta.

El método más simple para buscar errores en las herramientas es el clásico de preguntar a otros usuarios y al desarrollador, este último estaría dispuesto a proporcionar una lista de clientes, informes de errores y arreglos, además del tiempo que ha estado en uso la herramienta; un grupo de usuarios es una excelente fuente de información.

Errores en la cadena de inferencia. Estos errores pueden deberse a conocimiento erróneo, errores de semántica o en el mecanismo de inferencia, especificación incorrecta de las prioridades de una regla e interacciones imprevistas entre reglas. Los errores en la cadena de inferencia más complejos se deben a la incertidumbre en las reglas y en la evidencia, la propagación de incertidumbre en la cadena de inferencia y no monotonía.

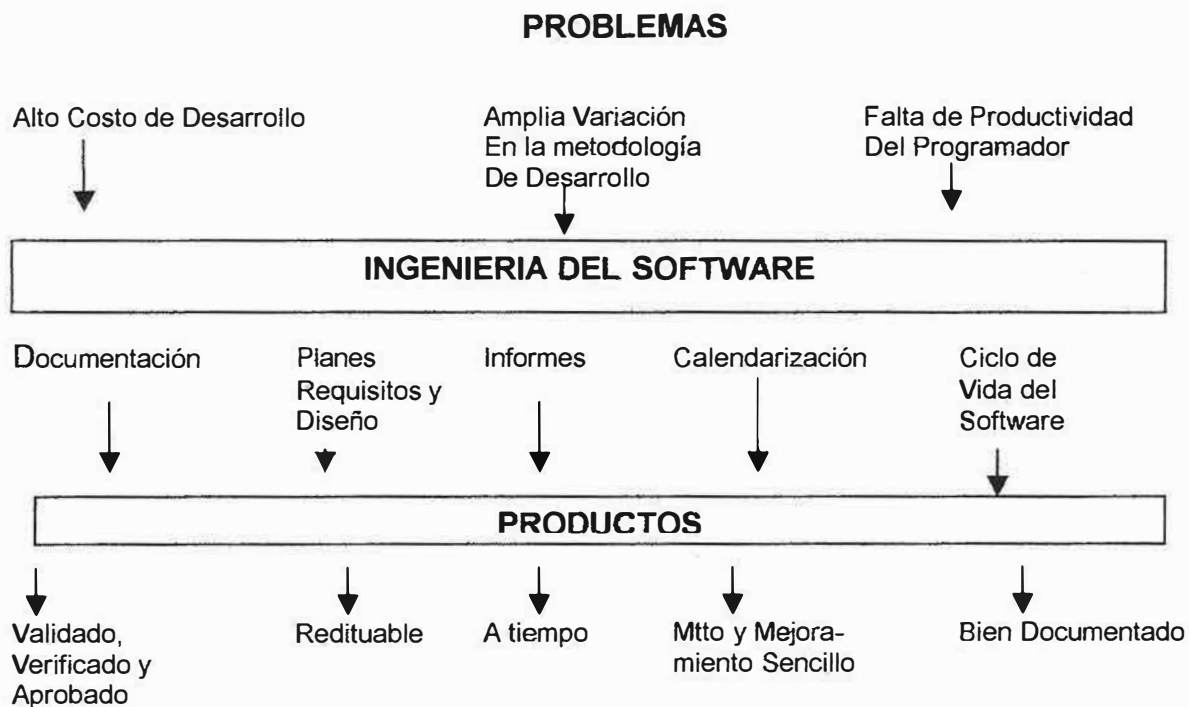
La elección de un método para tratar con la incertidumbre no resuelve automáticamente todos los temas relacionados con ella. Por ejemplo, antes de elegir la inferencia bayesiana simple, debe revisarse si está garantizada la suposición de independencia condicional.

Límites de los errores de ignorancia. Un problema común para todas las etapas de desarrollo es la especificación de los límites de ignorancia del sistema. Los peritos humanos conocen la extensión de su conocimiento, su desempeño se degrada suavemente (esperamos) en los límites de su ignorancia, y deben ser lo bastante honestos para admitir más incertidumbre en sus conclusiones cerca de esos límites. No obstante, a menos que un sistema experto esté programado específicamente para admitir incertidumbre, continuaría proporcionando respuestas aunque las cadenas de inferencia y evidencia sean débiles.

Ingeniería De Software Y Sistemas Expertos

En los párrafos anteriores se han explicado las consideraciones generales para el uso del paradigma del sistema experto. Ahora examinaremos las etapas de desarrollo del sistema experto desde el punto de vista más técnico, del ingeniero en conocimiento, que es en realidad quien construye el sistema. Como los sistemas expertos se han alejado de la etapa de investigación existe la necesidad real de entregar software con la calidad necesaria para cumplir las normas del software convencional. La metodología aceptada para el desarrollo de software de calidad de acuerdo con las normas comercial, industrial y de gobierno es la ingeniería de software.

Es importante seguir buenos estándares en el desarrollo de un producto, de otra manera no será de buena calidad. Ahora los sistemas expertos deben considerarse como cualquier otro producto de software: un procesador de palabras, un programa de nómina, un juego de computadora, etc. Sin embargo, hay una diferencia trascendente entre la misión de los sistemas expertos y los productos de consumo típico como procesadores de palabras y juegos de video, entendiendo como misión al propósito global de un proyecto o una tecnología. Por lo general, la tecnología de los sistemas expertos tiene la seria misión de proporcionar experiencia en situaciones de alto desempeño y posiblemente arriesgadas, donde la vida humana y la propiedad están en juego, que son las aplicaciones de misión crítica.



Objetivos

Calidad es un término difícil de describir en un sentido general porque significa cosas diferentes para personas diferentes; una forma de definirla es como los atributos necesarios deseables de un objeto determinado en cierta escala. El término *objeto* se utiliza aquí denominar a cualquier software o hardware; a los atributos y sus valores se les llama *mediciones* porque se usan como medidas de un objeto. Por ejemplo, la confiabilidad medida de una unidad de disco es una medición de su calidad. Una medida de este atributo es el tiempo medio entre fallas (MTBF, mean time between failures) de la unidad. Una unidad confiable tendría un MTBF de 1000 horas de uso entre descomposturas, mientras que una unidad no confiable tendría un MTBF de 100 horas.

A continuación se presenta la lista de verificación para algunas mediciones que se utilizarían para evaluar la calidad de un sistema experto.

- Salidas correctas dada una entrada correcta.
- Salida completa dada una entrada correcta.
- Salida congruente dada una misma entrada otra vez.
- Confiable de modo que no se bloquee (a menudo) debido a errores.
- Para que lo use la gente y preferiblemente amigable con el usuario.
- Con posibilidades de darle mantenimiento.
- Mejorable.
- Validado para probar que satisface las necesidades y los requisitos del usuario.
- Probado para comprobar que es correcto y está completo.
- Redituable.
- Código reutilizable para otras aplicaciones.
- Mudable a otros ambientes de software/hardware.
- Sirve como interfaz con otro software.

Código comprensible.
Exacto.
Preciso.
Degradación suave de sus límites de conocimiento.
Capacidad de insertarse en otros lenguajes.
Base de conocimiento verificada.
Medio de explicación.

Estas mediciones deben tomarse sólo como porque un sistema experto específico puede tener más o menos de ellas. Sin embargo, el concepto importante es tener la lista de mediciones necesarias que pueda usarse para describir la calidad.

Una lista de mediciones permite asignarles prioridades más fácilmente, porque muchas pueden estar en conflicto con otras, puesto que si se incrementa el proceso de prueba de un sistema experto para cerciorarse de que sea correcto, aumentará el costo. Decidir cuando termina la prueba suele ser una decisión compleja que involucra factores como la calendarización, costo y requisitos, necesidades que es deseable satisfacer. En la práctica, puede juzgarse que algunas son más importantes que otras y las restricciones para satisfacer todos los factores se debilitarán.

El Ciclo De Vida Del Sistema Experto

Una de los métodos clave de la ingeniería de software es el **ciclo de vida**, que es el periodo que empieza con el concepto inicial del software y termina con su retiro del uso. Más que pensar en desarrollo y mantenimiento por separado, el concepto

del ciclo de vida proporciona una continuidad que conecta todas las etapas. La planeación para el mantenimiento y la evolución en las primeras etapas del ciclo de vida reduce el costo de estas etapas más adelante.

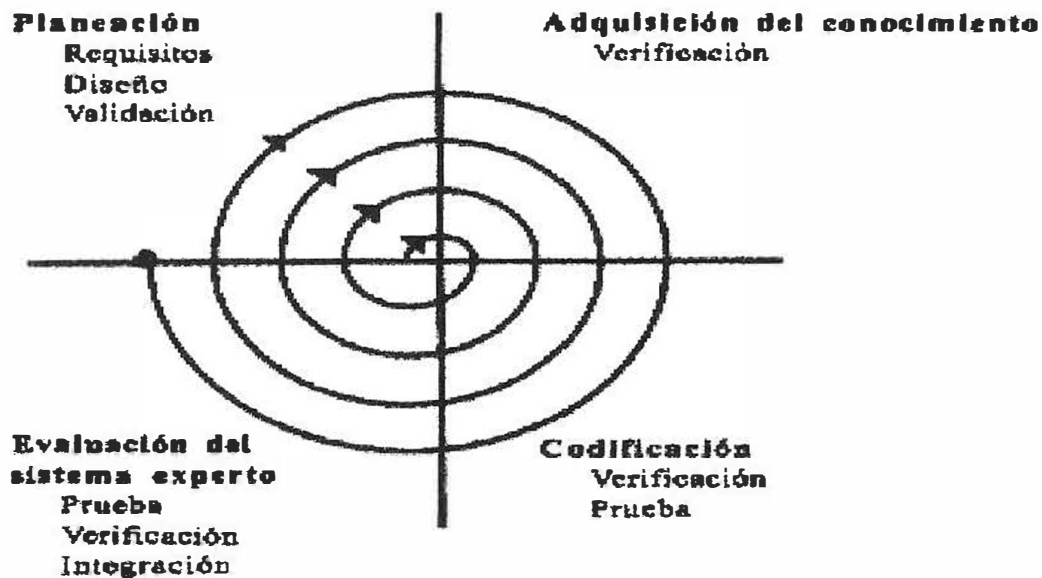
Costos De Mantenimiento

Para software convencional, el mantenimiento suele representar el 60 a 80 por ciento de todos los costos del software y con frecuencia es dos o cuatro veces el costo original de desarrollo. Aunque hay poca información acerca del mantenimiento de sistemas expertos debido a que son muy nuevos, las cifras probablemente serán peores. Si los programas convencionales con algoritmos conocidos requieren demasiado mantenimiento, entonces los sistemas expertos probablemente necesitarán más mantenimiento, porque se basan en mucho conocimiento heurístico y experimental. Los sistemas expertos que hacen mucha inferencia en condiciones de baja incertidumbre deben ser aún más susceptibles a elevados costos de mantenimiento y de evolución.

Modelo En Espiral

Una forma de visualizar el modelo progresivo es una adaptación del modelo en espiral convencional, como se muestra en la figura. Cada circuito de la espiral agrega alguna capacidad funcional al sistema. El rótulo de punto final, "Sistema distribuido", en realidad no es el fin de la espiral, sino que iniciará una nueva

espinal con el mantenimiento y la evolución del sistema. La espiral puede refinarse aún más para especificar con mayor precisión las etapas generales de Adquisición de conocimiento. Codificación, Evaluación y Planeación.



Modelo Detallado Del Ciclo De Vida

El modelo del ciclo de vida utilizado con éxito en varios proyectos de sistemas expertos es el modelo lineal, adaptado de Bochsler (Bochsler 88). Este ciclo de vida esta formado por varias etapas, que van de la planeación a la evaluación del sistema, y describe el desarrollo del sistema hasta el punto que se evaluaran sus capacidades funcionales. Después de esto, el ciclo de vida repite la misma secuencia de planeación a evaluación hasta que el sistema se distribuye para uso rutinario; en consecuencia, se usa para el mantenimiento y la evaluación

posteriores del sistema, aunque no se muestre de manera explícita, la verificación y validación proceden en paralelo con la etapas. Más que solo corregir algunos errores, es importante seguir la misma secuencia de etapas para mantener la calidad del sistema experto, por que saltar etapas o incluso reparar un pequeño error, daña la calidad del sistema completo.

El ciclo de vida descrito podría considerarse un circuito del modelo en espiral, donde cada etapa esta formada por tareas. Quizás no sea necesario todas las tareas para una etapa, en especial una vez que el sistema se encuentre en mantenimiento y evolución; en cambio las tareas tienen la intención de servir como una composición de todas las tareas para el ciclo de la vida entera, desde el concepto inicial hasta el Retiro del Software. Las tareas también dependerán del tipo exacto de aplicación que se esta construyendo, solo deben considerarse como una guía y no como requisitos absolutos que deban realizarse para completar cada etapa.

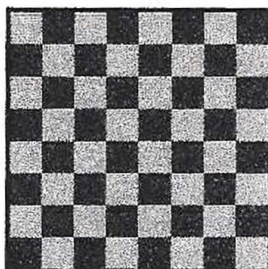
0.6.1. LINEA DE INVESTIGACIÓN

El tema se ubica en el área de Inteligencia Artificial, Sistemas Expertos.

ANEXOS

TABLERO Y PIEZAS AJEDREZ

El tablero para el juego de ajedrez consiste en un cuadrado dividido en 32 casillas, 8 filas y 8 columnas, de cuadros alternativamente negros y blancos. El tablero se coloca de tal manera que la esquina inferior derecha sea blanca.

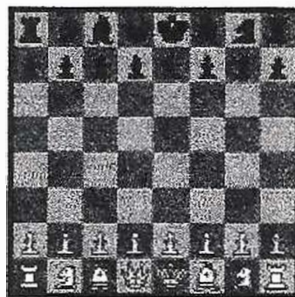


Cada jugador utiliza 16 piezas, uno utiliza pieza blancas y el otro piezas negras:

- 8 Peones 
- 2 Torres 
- 2 Caballos 
- 2 Alfiles 
- 1 Reina 
- 1 Rey 

Las piezas se colocan:

- Los peones en la segunda fila,
- La torres en ambas esquinas,
- Los caballos junto a las torres,
- Los alfiles junto a los caballos,
- La reina en el cuadro correspondiente a su mismo color, y
- El rey en el cuadro restante



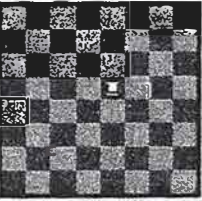
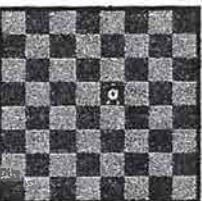
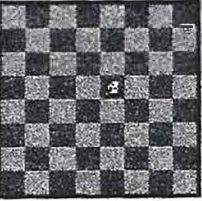
REGLAS DEL AJEDREZ

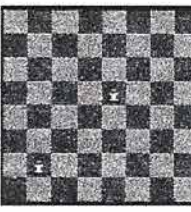
Los movimientos básicos del ajedrez pueden ser aprendidos en poco minutos. El juego consiste en dos armadas enfrentas en el tablero, el objetivo es capturar el rey del oponente, sin dejar que se capture el propio.

Movimiento de las Piezas

Cada pieza tiene una personalidad y movimientos diferentes. La reina es la pieza más poderosa, mientras que el peón es la mas débil. Algunos autores le asignan ciertos valores numéricos a las piezas: 9 a la reina, 5 a la torre, 3 al alfil y al caballo, 1 al peón, y el rey sin valor alguno.

Se come (o captura) una pieza cuando una pieza se mueve a la casilla ocupada por una pieza del oponente, estas capturas solo pueden realizarse siguiendo los movimientos naturales de las piezas:

	Rey	Se puede mover un cuadro en cualquier dirección (siempre y cuando no pueda ser capturado ahí), esto le da 8 posibles movimientos.	
	Reina	Se puede mover en línea recta cualquier número de cuadros mientras no estén ocupados.	
	Torre	Se puede mover cualquier número de casillas no ocupadas, verticalmente u horizontalmente.	
	Alfil	Se puede mover diagonalmente cualquier número de cuadros desocupados. El Alfil no puede cambiar de color de casilla, es decir, el alfil que comienza en casilla blanca siempre estará en casilla blanca.	
	Caballo	Es la única pieza del ajedrez que puede <i>saltar</i> sobre otras piezas. Se mueve en forma de "L" dos espacios hacia una dirección y uno perpendicular a esta.	

	Peón	Sólo se puede mover un cuadro hacia el frente con dos excepciones: (1) Cuando se mueve por primera vez, tiene la opción de avanzar uno o dos cuadros y (2) el peón se mueve diagonalmente una casilla hacia enfrente para capturar una pieza enemiga.	
---	-------------	--	---

Existen tres jugadas especiales en el ajedrez:

1. **Enroque:** Es un movimiento que incluye al rey y a una torre. Se puede realizar sólo una vez por cada jugador, cuando: (1) No se ha movido el rey o la torre, (2) el rey no está en jaque, y no lo estará al final del movimiento y (3) los espacios entre la torre y el rey están vacíos. El enroque consiste en mover el rey dos casillas hacia donde está la torre, y colocar la torre en el espacio inmediato hacia el centro del tablero.
2. **Comer al paso:** Originalmente "en passant", es una jugada que incluye a los peones. Cuando un peón llega a la quinta fila, y un peón del oponente en alguna de las dos columnas adyacentes avanza dos casillas, en la siguiente jugada, y sólo en la siguiente jugada, el peón que esta en la 5 fila, avanza diagonalmente a la sexta, capturando el peón del oponente, aunque no pise la misma casilla.

3. **Peones en la 8 fila:** cuando un peón llega a la octava fila puede ser convertido en cualquier pieza, excepto un rey.

Reglas Básicas

- Las piezas blancas siempre juegan primero
- Sólo se mueve una pieza por turno, a excepción del enroque.
- Sólo una pieza puede ocupar cierta casilla.
- Se debe mover una pieza cada turno.
- Se debe proteger el rey del jaque (ataque) al capturar la pieza atacante, mover el rey de esa posición o interponer una pieza entre la atacante y el rey.
- Las capturas no son obligatorias.
- El caballo es la única pieza que puede "saltar" otras piezas
- El rey nunca es capturado; es forzado a caer en jaque mate, en ese punto el juego termina. Se denomina jaque mate cuando el rey esta siendo amenazado y no hay posible movimiento para evitar estar en jaque.
- Esta permitido rendirse.
- Se acostumbra en ciertas situaciones terminar un juego por "mate forzado" cuando se enfrentan dos torres y un rey contra un rey sólo, una reina y un

rey contra un rey sólo, un caballo, un alfil y un rey contra un rey sólo y dos alfiles y un rey contra un rey sólo.

- Es posible llegar a un empate, llamado "tablas" cuando: (1) ambos jugadores llegan al acuerdo de empatar, (2) ningún jugador tiene la posibilidad por falta de piezas de realizar un jaque mate, (3) el rey del oponente está a salvo pero no puede moverse, (4) se ha repetido tres veces la misma posición de las piezas en el tablero y (5) ningún jugador ha capturado una pieza, o movido un peón en 50 jugadas consecutivas.

BIBLIOGRAFÍA

PENROSE Roger. La nueva mente del Emperador. Editorial Grijalbo Mondadori. Primera Edición, Febrero de 1999.

RICH Elaine y otros. Inteligencia Artificial. Editoral Mc Graw Hill. Segunda Edición. 1994.

SEARLE Jhon. El misterio de la Conciencia. Editorial Paidós. Año de Publicación: 2000.

DENETT Daniel. La conciencia Explicada. Editorial Paidós. Año de Publicación: 1991.

URZUA Nicolás. Cerebro y Conocimiento, un enfoque evolucionista. Antropos, España 1993.

CASTI Jhon L. El quinteto de Cambrige. Tauros. Madrid – España. 1998.

HORGAN Jhon. El fin de la Ciencia. Paidos. Barcelona – España. 1998.

BOTERO Juan José y Otros. Mentes Reales, la ciencia Cognitiva y la naturalización de la mente. Siglo del Hombre Editores. Bogotá. 2000.

CABEZA Rafael y Otros. La solución de Problemas su enfoque en inteligencia artificial y un ejemplo practico utilizando LOGO. Barranquilla, Sept-27-1985.

SAMPER Juan Jose. Introducción a los sistemas expertos.

FERNÁNDEZ Acevedo Yolanda. Debate entre Inteligencia Natural e Inteligencia Artificial.

GIARRATANO Joseph y Otros. Sistemas Expertos, Principios y Programación.

Tercera Edición. Editorial International Thomson Editores.

LECTURAS ANEXAS

ANEXO DE LECTURAS

Breve Reseña Histórica del Ajedrez por Computador (Manuel Tapp)

Una de las cosas que los aficionados al ajedrez por computadora deben conocer es la historia, breve pero fecunda, en que se viene desarrollando la vida de estas "máquinas inteligentes".

Dejando aparte (porque realmente nada tienen que ver con las computadoras que juegan al ajedrez) los autómatas más o menos sofisticados y más o menos auténticos, que año tras año recorrieron el mundo sorprendiendo a las gentes con sus "proezas", debemos citar como principio de la era en que los primeros programas de ajedrez fueron introducidos en los ordenadores, el final de la década de los cuarenta. Y fue sobre los estudios realizados por el especialista en cibernética Claude Elwood Shannon, norteamericano. Sus principios para el cálculo de los movimientos y las distintas secuencias asociadas a los mismos, aún sigue siendo utilizable en la mayoría de los programas actuales.

Shannon expuso como base de partida dos tipos de programa posibles, comúnmente denominados "estrategia A" o método de "fuerza bruta" y "estrategia B" o "selectiva". Basado en estos sistemas, Herbert E. Bruderer propuso una tercera alternativa. Sin embargo, las normas de Shannon siguen siendo vigentes. Pero no vamos a entrar en esta cuestión, ya que nuestro propósito es dar una idea generalizada del tema, más para los curiosos que para los estudiosos. Queremos exponer la anécdota. Añadamos aquí que tras los trabajos apuntados de Shannon y Bruderer, hay que registrar otros de Turing y Kister en 1951; otros de Berstein y Roberts en 1958; de Newell, Shaw y Simon en el mismo año; de Berstein en 1967; de Fischer y Schneider en 1967; de Samuel en 1969 y del ex-campeón mundial Botvinnik en la década de los sesenta.

Para ser justos retrocedamos a 1952, año en que el citado investigador inglés A. M. Turing, hizo que su programa de ajedrez "Turochamp" se enfrentase por primera vez a una persona. Curiosamente, en aquellas fechas no existía computadora que hubiese podido soportar el citado programa y, por tanto, su inventor tuvo que hacer en cada jugada los cálculos de forma manual. No vamos a reproducir dicha partida, que no tiene más interés que el anecdótico, pero es justo dejar constancia de este primer ensayo.

El primer programa que se realizó para una computadora lo hizo el alemán G. Prinz, en 1956, capaz de resolver problemas de "mate en dos", pero el tablero era de seis por seis, en vez de ocho. No habían alfiles y sólo seis peones. Esta máquina se denominó MADM y estaba en Los Alamos. Por entonces los americanos pusieron a disposición del ajedrez informatizado una computadora gigantesca, el MANIAC I, que pesaba treinta toneladas. Era capaz de profundizar

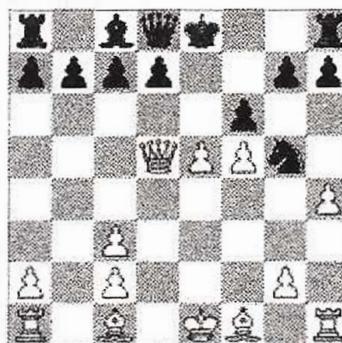
hasta 4 plys (medios movimientos). Piénsese que a pesar de las formidables características de este monstruo, resultaba más de cien veces más lenta que las computadoras actuales (1987), por lo que una partida normal duraba no menos de diez horas. Al poco tiempo MANIAC pasó a mejor vida. El problema principal del ajedrez electrónico era que precisaba de ordenadores mucho más rápidos. Y en esta lucha se empeñaron los técnicos.

Pero demos un salto, pues los nombres y las cifras siempre resultan excesivamente monótonos y situémonos en uno de los finales de etapa a la que nos ha conducido esta carrera por mejorar los programas y los soportes que los hacen avanzar: el primer match que en 1967 enfrentó a los dos colosos en esta lucha, Rusia y Estados Unidos. El primero jugaba desde el Instituto de Física Teórica y Experimental de Moscú, mientras que los americanos lo hacían desde la Universidad de Standford, en Palo Alto, California. Las jugadas se transmitían por telégrafo y se jugaron cuatro partidas. El programa ruso M-20 derrotó al americano IBM-7090 por 3 a 1. Entendemos que este histórico encuentro debe quedar recogido en nuestras páginas y que, por otra parte, servirá para que nuestros lectores puedan comprobar cómo jugaban estos primeros programas. He aquí una de las citadas partidas:

M-20 (URSS) - IBM-7090 (EUU) [C46]

Match telegráfico EEUU-URSS, 1967

1.e4 e5 2.Cf3 Cc6 3.Cc3 Ac5? 4.Cxe5!
Cxe5 5.d4 Ad6 6.dxe5 Axe5 7.f4 Axc3+
8.bxc3 Cf6? 9.e5 Ce4? 10.Dd3 Cc5?
11.Dd5! Ce6? 12.f5 Cg5? 13.h4 f6? Las
cinco últimas jugadas del negro justifican el
rápido final. (diagrama) 14.hxg5 fxg5
15.Txh7! Tf8 16.Txg7 c6 17.Dd6 Txf5
18.Tg8+ Tf8 19.Dxf8#
1-0



Hay que reconocer que el juego realizado resulta muy ingenuo y plagado de errores de bulto, pero no hay que olvidar que estos programas son de ¡hace 20 años!

Como ocurre siempre, tras el enfrentamiento de los dos colosos, surgieron nuevos programadores en otros países y comenzó a desarrollarse una activa competencia entre sistemas y, como no, intereses comerciales porque, si hasta entonces el ajedrez por computadora se había manifestado a través de los gigantescos ordenadores denominados mainframes, pronto se vió que aquellos programas podían ser aplicables a máquinas de reducido tamaño y sólo se trataba de encontrar los microprocesadores adecuados. Y así fueron saliendo "al mercado" los nuevos juegos de ajedrez electrónico o "micros dedicados", compitiendo, en muchos casos con éxito, frente a los gigantescos hermanos mayores, los mainframes.

La actividad que todo este mundo fue moviendo hizo preciso y aconsejable la organización de asociaciones que controlasen su desarrollo. Así surgieron empresas comerciales que luchaban por contratar a los mejores programadores para sus productos, y agrupaciones de aficionados, revistas técnicas especializadas, campeonatos, etc.

Y así llegamos al verdadero punto de arranque de nuestro reportaje: los campeonatos mundiales que, una vez planificada y organizada una situación estable en este campo, se imponía celebrar.

A fin de establecer un orden, hemos clasificado los distintos torneos que se vienen celebrando en todo el mundo en tres grupos:

- a) El Campeonato Mundial de Computadoras e Ajedrez.
- b) El Campeonato Mundial de Microcomputadoras Dedicadas.
- c) Otros campeonatos celebrados en distintos pasíses, de índole diversa.

El primer grupo, como es natural, comenzó a funcionar primero. Reunía a los citados mainframes (aún no había micros "presentables"). El primer torneo se celebró en 1974 y se acordó que se jugaría cada tres años. Hay que suponer que este largo plazo se estableció pensando, en aquellos tiempos, que la técnica de los ordenadores de ajedrez no iba a tener la rápida y sorprendente evolución que ha tenido, rebasando los cálculos más optimistas.

Se jugaba desde los centros de origen de cada ordenador, por teléfono. Se establecieron unos controles elásticos y severos. Se impuso un criterio de formalidad, lo cual es loable y ejemplar; sistema que se ha mantenido por encima de todo. En los últimos años, aparte de los citados macroordenadores han participado también programas sobre soportes reducidos, es decir, "micros" comercializados, ya que en realidad se trata del campeonato mundial de ordenadores de ajedrez y todos tienen derecho a participar.

Pero como la base real de la evolución del ajedrez electrónico ha sido su comercialización, por las cuantiosas sumas de dinero que mueve, en cuanto las distintas firmas comenzaron a participar en esta lucha de mercados, estimaron que no era suficiente el celebrar el campeonato mundial cada tres años. A través de la Asociación Internacional de Ajedrez por Computadora (ICCA), con sede en Holanda, establecieron un torneo mundial paralelo, pero a celebrar anualmente y sólo para microcomputadoras. Este certamen se inició en 1980. Sin embargo, al margen de estas dos competiciones oficiales, se vienen celebrando otras muchas en distintos países todos los años y ajustadas a fórmulas muy diversas. Posiblemente, el país que más atención y dinero ha dedicado a este tema sea Estados Unidos. Todos los años celebra distintos torneos en los que participan los más avanzados programas de ajedrez. Unas veces entre ellos, otras en régimen abierto, compitiendo máquinas y humanos de alta calificación.

Añadamos, como colofón a este comentario, que siempre ha sido motivo de satisfacción y curiosidad el éxito de una computadora sobre algún calificado jugador humano, por lo que de significativo tien tal resultado, sobre todo porque durante mucho tiempo -y aún hoy en día- hay críticas negativas sobre el futuro de estas portentosas máquinas que saben jugar al ajedrez.

La primera de las partidas fue ganada en 1978 por el ordenador americano CHESS 4.7 al Maestro Internacional David Levy en el curso de un match entre ambos que, naturalmente, finalizó con la victoria global de David Levy. Esta partida, en su día, causó gran sensación y dio merecidamente la vuelta al mundo. La otra es más reciente. Ocurrió hace dos años en un torneo Open jugado en EE.UU. Un prototipo de la firma Fidelity Electronics, sobre chasis del modelo comercial Sensory 12 y con un programa muy similar al de Par Excellence, derrotó al MI D. Strauss, con un ELO de 2533 puntos. Quizá ésta sea una de las más trascendentales partidas jugadas en los últimos tiempos

Match Toronto 1978, 1978

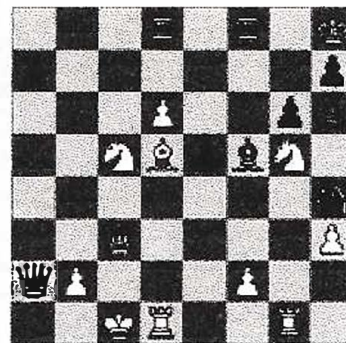
24.Rf1 Ag3 25.Te2 Ac8 26.Rg2 Ad6 27.Ag1 Th3
 28.Tae1 Tg3+ 29.Rf2 Thh3 30.Te3 Aa6 (Se
 imponía Af4) 31.Ce2! Axe2 32.T1xe2 c5
 (Diagrama) 33.f4!! (Excelente jugada) 33...Txe3
 34.Txe3 Th4 35.Rg3 Th1 36.Af2 Td1 37.Ta3 cxd4
 38.Txa7+ Rf8 39.Td7 Td3+ 40.Rg2 Ac5 41.Txd5
 Td2 42.b4! Axb4 43.Td8+ Rf7 44.Td7+ Rf8 45.Txd4
 Tb2 46.Rf3 Ac5 47.Td8+ Re7 48.Ah4+ Rf7 49.g5!!
 (Contundente amenaza de mate) 49...g6 50.Td7+
 Rf8 51.fxg6 Txa2 52.f5! Ta3+ 53.Rg4 Ta4+ 54.Rh5
 (Las negras ayudan a cavar su propia tumba)
 54...Td4 55.Tc7 (Y las negras rinden pues tras g7+
 la promoción es imparable) 1-0

Hay que reconocer que la última fase de la partida ha sido jugada perfectamente por la máquina... ¡y es un programa de casi una década!

Fidelity - Strauss,D (2533) [B01]

U.S. Chess Tournament Somerset, New Jersey,
 1986

1.e4 d5 2.exd5 Cf6 3.d4 Cxd5 4.c4 Cb6 5.Cf3 g6
 6.Cc3 Ag7 7.h3 0-0 8.Ae3 Cc6 9.Dd2 e5 10.d5 Ce7
 11.g4 f5 12.0-0-0 fxg4 (era preferible 12. ..., Cd7
 13. Ah6, a6 14. Axc7, Rxc7 15. De3!, etc.) 13.Cg5!
 g3 14.c5 (si hace 14. fxg3, con Cf5 se obtiene una
 posición igualada) 14...g2 15.Axc7 Cc4 16.De2
 Cxe3 17.Dxe3 Cf5 18.Dd2 (a cambio de la pareja
 de alfiles, el blanco ha obtenido un valioso peón
 pasado en el centro) 18...Ah6 19.Cce4 Ch4
 20.Thg1 Af5 21.Ah1 b6 22.d6! c6 23.De3 bxc5
 24.Cxc5 Db6 25.Cb3 Da6 26.Dc3 Dxa2 27.Axc6
 Tad8? 28.Ad5+ Rh8 29.Cc5! (diagrama) 29...Db1+
 30.Rd2 Cf3+? 31.Axf3 Txd6+ 32.Re2 Txd1 33.Txd1
 Dc2+ (si 33. ..., Da2, con 34. Ad5 se captura la
 dama) 34.Dxc2 Axc2 35.Tg1 Af5 36.h4 Tb8 37.b3
 Tc8 38.Cf7+ Rg7 39.Cd6! Tf8 40.Ta1 Rh8 41.Txa7
 Af4 42.Cf7+ Rg8 43.Ad5 Rg7 44.Cg5+ (¡Y anuncia
 mate en 5!) 44...Tf7 45.Txf7+ Rg8 46.Td7+ Ae6
 47.Axe6+ Rf8 48.Cxh7+ Re8 49.Af7# 1-0



Una partida excelente en la que la máquina supo aprovechar magistralmente un par de jugadas flojas de su rival humano. Ya hemos dicho que el programa de Fidelity que jugó esta partida, es muy similar al comercializado con el nombre de Par Excellence, ya que salvo en una jugada, este micro desarrolla esta partida idénticamente.

Seguidamente vamos a entrar en la crónica de cada uno de los torneos a que nos hemos referido. Comenzaremos, naturalmente, por los campeonatos mundiales absolutos de computadoras de ajedrez a los que pueden concurrir toda clase de computadoras. Se vienen jugando indefectiblemente cada tres años y este es su historial:

Año 1974.- Es el primero. Se jugó por el sistema suizo a cuatro vueltas en Estocolmo. Participaron trece programas de ocho países: 4 de EE.UU., 3 de Inglaterra, y uno de cada uno de los siguientes países, Austria, Canadá, Hungría, Rusia, Noruega y Suiza. La lucha estaba de antemano circunscrita a los colosos programas KAISSA y CHESS 4.0. El primero, ruso, era el fruto de las investigaciones de V. Arlazarov y M. V. Donski, del Instituto de Estudios de Sistemas de la Universidad de Moscú. El segundo, un programa americano de la Northwestern University de Evanston (Illinois), David Slate, Larry Atkin y Ken Gorlen. Venció el programa ruso KAISSA. CHESS 4.0 perdió en la segunda ronda, sorpresivamente, con el también programa americano CHAOS, de la Universidad de Michigan.

Obsérvese que al principio de esta carrera, los estudios e investigaciones se realizaban casi siempre bajo los auspicios de institutos y universidades, ya que aún no había comenzado la "lucha comercial" por la hegemonía de mercados ni por tanto la captación de programadores por parte de las poderosas firmas mundiales, aspecto éste que trataremos en otras secciones de este Boletín.

KAISSA ganó todas sus partidas, clasificándose a continuación CHESS 4.0, CHAOS y RIBBIT, un programa canadiense. Como detalle importante y a la vez significativo sobre la forma en que jugaban ya estas máquinas, reproducimos seguidamente la partida que perdió CHESS con CHAOS a partir de su jugada 16. Hasta ese momento la apertura se había desarrollado bastante bien, aún cuando CHESS tomó un peón en el centro que su adversario le había entregado como base de una combinación muy interesante.

Veamos la posición:



Aquí el blanco jugó Ce6!! (se trata de un sacrificio correcto, dentro de la más pura ortodoxia estratégica). Obsérvese que este peón se podía tomar también con el

Alfil y que aparentemente parece mejor. Sin embargo no es así, ya que seguiría 16. Axf6, fxe6 17. Dxe6+, Rf8 (no Ae7 por Cf6! ganando).

La partida siguió 16. ..., fxe6 17. Dxe6+, Ae7 18. Te1!, Dd8 19. Af4! (se amenaza Ac7! ganando), Rf8 (forzada) 20. Td1 (era más contundente Ac7 y si 20. ..., De8, seguía 21. Ad6) Ta7 21. Tc1? (con Ad6 se decidía el juego ya que si 21. ..., Cg8 22. Cc5!, Axd6 23. Dxd6+, Ce7 24. Ce6+, Rg8 ó Rf7 25. Cc7 ganando. Y si 22. ..., Cxc5 23. Axe7+ Cxe7 24. Txd8 ganando Dama) 21. ..., Cg8 22. Tcd1, a5 23. Ad6, Axd6 24. Dxd6+, Ce7 25. Cc5, Af5 26. g4!, De8 27. Aa4 (con 27. gxf5 se ganaba ya rápidamente, puesto que seguiría Ce6+ con la consiguiente descubierta mortal. No obstante, la jugada del texto es curiosamente "atenazante", no habiendo ya respuesta válida.)

La partida se prolongó hasta la jugada 51, en la que el negro abandonó. Es interesante la forma en que las blancas montan su definitivo ataque, basándose en la situación del Rey negro, lo que justifica el sacrificio del caballo en el momento justo.

El segundo campeonato mundial se celebró en 1977 en Toronto (Canadá), y al mismo concurren un mayor número de máquinas que en la prueba precedente. Fueron en total dieciséis programas de ocho países distintos. Estados Unidos presentó cinco programas. El valor total del material que intervino en el evento ascendía a unos cien millones de dólares.

En aquella ocasión venció la americana CHESS 4.6 que, en una nueva versión, se presentó con el sugestivo nombre de "Crown Prince", desquitándose del fracaso del torneo anterior y venciendo a sus cuatro rivales, ya que se jugó por el sistema suizo.

La clasificación final fue la siguiente:

Chess 4.6	USA	4 puntos
Duchess	USA	3 puntos
Kaissa	URSS	3 puntos
Belle	USA	2,5 puntos
Chaos	USA	2,5 puntos
Black Knight	USA	2 puntos
Dark Horse	Suecia	2 puntos
Elsa	Alemania (RFA)	2 puntos
Master	Gran Bretaña	2 puntos
Wita	Canadá	2 puntos
BCP	Gran Bretaña	1,5 puntos

Blitz V	USA	1,5 puntos
Chute	Canadá	1,5 puntos
Ostrich	Canadá	1,5 puntos
BS 66'76	Holanda	1 punto
Tell	Suiza	0 puntos

Tal y como en el campeonato anterior, la campeona KAISSA tenía como directa rival a la americana CHESS, pero ya en la primera ronda el programa ruso perdió con otro programa americano, DUCHESS, y por ello debió entregar el título a su pertinaz adversaria, ya que CHESS venció a todos sus oponentes. DUCHESS quedó en segundo lugar, dando así la hegemonía a las máquinas americanas, pues incluso detrás de KAISSA se clasificaron tres computadoras de Estados Unidos. Debemos señalar que el programa subcampeón fue realizado por el veterano campeón mundial por correspondencia Hans Berliner, padre del luego monstruo HITECH.

A fin de ilustrar a nuestros lectores sobre la fuerza del programa campeón, seguidamente reproducimos dos de las partidas en las que venció, una de ellas a su eterno adversario KAISSA.

CHESS 4.6 - BCF [C44]
Campeonato Mundial, 1977



1.e4 e5 2.Cf3 Cc6 3.d4 exd4 4.c3 De7
5.cxd4 Dxe4+ 6.Ae2 d5 7.Cc3 Ab4 8.0-0
Axc3 9.Ad3 De7 10.bxc3 Cf6 11.Db3 Ce4
12.Te1 De6 13.Cg5 Dd7 14.f3 f5 15.fxe4
fxe4 (diagrama) El Campeón Mundial, con
gran estilo, resuelve la partida por el
camino más bello y acertado. Creemos que
es simplemente ejemplar su juego final y
que dice mucho y bueno en favor del
tratamiento que la máquina americana da a
este remate de partida. 16.Axe4 dxe4
17.Txe4+ Ce7 18.Df7+ Rd8 19.Dxg7 De8
20.Cf7+ Rd7 21.Cxh8 Rd6 22.Txe7 Dxe7
23.Aa3+ Rc6 24.Dxe7 h5 25.Dc5+ Rd7
26.Te1 a6 27.Dd5# 1-0



KAISSA - CHESS 4.6 [B00] Campeonato Mundial de ordenadores, 1977

1.e4 Cc6 2.Cf3 e6 3.d4 d5 4.Ad3 dxe4
5.Axe4 Ad7 6.0-0 Cf6 7.Te1 Cxe4 8.Txe4
Ae7 9.c4 f5 10.Te1 0-0 11.Cc3 f4 12.Dd3
De8 13.g3? (diagrama) Era lógico De4
seguido de d5 con ventaja blanca. La
textual es un error que da ventaja a las
negras, además de la iniciativa. 13...fxg3
14.hxg3 Df7 15.Af4 g5! 16.d5 exd5
Resultaba más efectiva Cb4! con la
continuación 17. De4, gf4 18. de6, Ae6 19.
De6, Cc2 20. De7,

De7 21. Te7, Ca1 con ventaja. 17.Cxd5? Con cd5 todavía se puede
mantener la posición. 17...gxf4? 18.Cxe7+ Cxe7 19.Dxd7 Cg6
20.Dxf7+ Txf7 21.g4 Td7 22.Tad1 Tad8 23.Txd7 Txd7 24.Rg2 Rg7
25.Cg5? Td2 26.Tb1 Tc2 27.b3 Ce5! 28.Th1 Txa2 29.Th4 Cd3 30.Ch3
Tb2 31.g5 Rg8 32.Cxf4? Txf2+ 33.Rg3 Txf4 34.Txf4 Cxf4 35.Rxf4 Rf7
36.b4 Re6 37.Re4 a6 38.Rf4 Rd6 39.Re4 c5 40.bxc5+ Rxc5 41.Rd3 a5
42.Rc3 a4 43.Rc2 Rxc4 0-1

Aún cuando la primera fase de la partida, en algunas jugadas, acusa la inmadurez de aquella época, hay que reconocer que CHESS 4.6 conduce la última fase de la partida con notable exactitud.

La pugna que se ha venido manteniendo entre los dos programas punteros CHESS y KAISSA, rivalidad que, como es de suponer, trascendió más allá de la simple prueba ajedrecística, al tratarse, de alguna manera, de un reflejo de la supremacía de un país sobre otro en un campo tan trascendente como el de la electrónica, originó todo tipo de comentarios. Como resultado de ello, el 8 de agosto de 1977, tras la celebración del Campeonato Mundial que acabamos de comentar, tuvo lugar un match entre ambos ordenadores, como una especie de revancha de lo sucedido hasta entonces. El resultado fue una amplia victoria del nuevo campeón mundial, dejando de manifiesto que en este campo los americanos habían ido más lejos. Era evidente que el tratamiento de CHESS en los finales resultó decisivo en casi todas las partidas. A partir de entonces, el programa ruso KAISSA cayó en una ostensible mediocridad, siendo incluso superado por otros nuevos programas americanos, tal y como se verá en el campeonato mundial inmediato.

En el mes de septiembre de 1980, tuvo lugar en Linz, Austria, el III Campeonato Mundial de Programas de Ajedrez. Los participantes superaron en número a los del certamen anterior, ya que en esta ocasión concurrieron dieciocho programas repartidos entre seis países. EE.UU. aportó el mayor número de programas, con

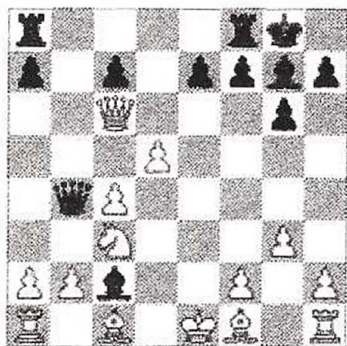
ocho participantes, copando los primeros puestos de la clasificación final, que quedó así:

Puesto	Programa	País	Puntos
1	Belle	USA	3,5
2	Chaos	USA	3,5
3	Duchess	USA	3
4	Chess 4.9	USA	2,5
5	Excentrique	Canadá	2,5
6	Nuchess	USA	2
7	Bebe	USA	2
8	Awit	Canadá	2
9	BCP	UK	2
10	Schach	Alemania	2
11	Kaisa	Rusia	2
12	Advance 1.0	UK	1,5
13	Master	UK	1,5
14	Ostrich	Canadá	1,5
15	Mychess	USA	1,5
16	Parwell	Alemania	1,5
17	Dark Horse	Suecia	1
18	Chess Challenger	USA	0,5

Como se ve, terminaron empatadas a 3,5 puntos de 4 posibles los dos programas americanos Belle y Chaos, quedando las dos excampeonas de las ediciones anteriores, Chess y Kaisa, relegadas a puestos mediocres, en especial el programa ruso. El desempate se dirimió en una partida extra entre ambas líderes, pero siendo las dos americanas, se jugó directamente en EE.UU. transmitiendo sólo el texto de la partida. El triunfo fue para el programa Belle y, por tanto, el título mundial. La partida la ofrecemos a continuación a los lectores, en la que el violento ataque de las negras se estrelló contra una bien organizada defensa de la nueva campeona. El éxito de Belle en el campeonato se explicaba por su indudable superioridad técnica respecto al resto de los participantes, llegando a analizar unas 20000 posiciones por segundo y profundizando en el medio juego un promedio de 8 plys, lo que en aquella época era portentoso.

Belle - Chaos [B04]
3 Mundial (playoff) Linz, 09.1980

1.e4 Cf6 2.e5 Cd5 3.d4 d6 4.Cf3 dxe5
5.Cxe5 a6 6.a3 Af5 7.c4 Cb4 8.Da4+



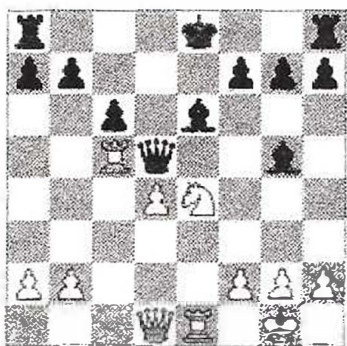
14. ..., Db4

C4c6 9.d5 Ac2 10.Db5 Dd6 11.Cxc6
Cxc6 12.Cc3 Ag7 13.Dxb7 0-0 14.Dxc6
Db4 15.Rd2 Ae4 16.Tg1 Tfb8 17.Ah3
Ah6+ 18.f4 Da5 19.Te1 f5 20.De6+ Rf8
21.b3 Ag7 22.Ab2 Ad4 23.g4 Tb6
24.Dd7 Td6 25.Da4 Db6 26.Aa3 Axc3+
27.Rxc3 Tdd8 28.Tad1 Df2 29.gxf5
Dc2+ 30.Rd4 gxf5 31.Dc6 Df2+ 32.Re5
Rg8 33.Tg1+ Rh8 34.Axe7 Dg2 35.Df6+
Rg8 36.Axg2 Txd5+ 37.Re6 h6 38.Dxh6
Te5+ 39.fxe5 Tf8 40.Af3# 1-0

Al jugarse el torneo por el sistema suizo a cuatro rondas, Belle no llegó a enfrentarse con los programas que anteriormente habían conseguido el título. No obstante, la favorita Chess perdió de salida su partida contra el modesto programa Excentric y eso le relegó a segundo término, por cuanto perder una partida significaba quedar descolgada del título.

Belle, aparte de ganar el campeonato, realizó la mejor partida jugando contra Duchess. Esta partida vale la pena verla ya que, entre otras cosas, la vencedora realizó un movimiento (16. ..., Dxa2) que fuera ya de su libro de aperturas significó una innovación en esa posición (ver diagrama de la partida siguiente). Esa captura de peón fue largamente comentada y posteriormente analizada, concluyendo que era jugable, como alternativa a la teórica 16. ..., Dd7.

Duchess - Belle [C56]
3 Mundial (Linz), 09.1980



Posición correspondiente
a la innovación de Belle:
16. ..., Dxa2 !?

1.e4 e5 2.Cf3 Cc6 3.Ac4 Cf6 4.d4 exd4
5.0-0 Cxe4 6.Te1 d5 7.Axd5 Dxd5
8.Cc3 Da5 9.Cxe4 Ae6 10.Ad2 Ab4
11.Cxd4 Cxd4 12.c3 Ae7 13.cxd4 Dd5
14.Tc1 c6 15.Ag5 Axc5 16.Tc5 Dxa2
17.Cxc5 0-0-0 18.Cxe6 fxe6 19.Dd2
Td5 20.Tcc1 Tb5 21.Te2 Td8 22.Dc3
Td6 23.Dc2 g6 24.Td1 Tbd5 25.Te4 e5
26.Te3 Txd4 27.Tde1 Td2 28.Dc5 Dxb2
29.Txe5 Db6 30.Te8+ Td8 31.Txd8+
Txd8 32.De7 Da5 33.Tb1 Td7 34.De3
Db6 35.De8+ Dd8 36.De6 De7
37.Dg8+ Td8 38.Dc4 h5 39.f4 Te8
40.Ta1 De3+ 41.Rf1 a6 42.Td1 g5 43.f5
De5 44.Dd3 Tf8 45.Dd7+ Rb8 46.Rg1
Dc5+ 47.Rh1 Dxf5 48.Dd6+ Rc8 49.h3
g4 50.hxg4 hxg4 51.Te1 Td8 52.Dh6
Df2 0-1

La hegemonía de la técnica americana quedó patente con ocasión del nuevo campeonato mundial celebrado, dentro del ciclo tradicional de tres años, en la ciudad de Nueva York, en 1983, al vencer destacado el programa Cray Blitz de Robert Hyatt. En esta ocasión fue destronado el anterior campeón, el también americano Belle, al perder con el nuevo campeón en la última ronda. Belle, a pesar de haber perdido con Nuchess en la ronda tercera, de las cinco de que se componía el torneo, podía haber conseguido el primer puesto de haber batido a Cray Blitz en la partida decisiva. Nuchess, que había entablado con Cray Blitz en la ronda cuarta, fue a su vez derrotado en la última ronda por otro veterano programa americano, Bebe, de Tony Scherzer. Por lo que se ve, el campeón sólo perdió medio punto y Belle y Nuchess tuvieron chances, pero en estos torneos cortos el perder una sola partida sentencia ya a cualquier participante.

Veamos seguidamente la clasificación general. En esta ocasión concurrieron 22 participantes, batiendo el récord de participación de todos los torneos anteriores.

Nombre	1	2	3	4	5	Total
1. Cray Blitz (USA)	16+	10+	8+	4=	6+	4,5
2. Bebe (USA)	11-	18+	7+	10+	4+	4
3. Awit (Canada)	14+	8-	12+	18+	13+	4
4. Nuchess (USA)	18+	11+	6+	1=	2-	3,5
5. Chaos (USA)	7=	21+	17+	6-	8+	3,5
6. Belle (USA)	13+	9+	4-	5+	1-	3
7. Scharch 2.7 (West Germany)	5=	12+	2-	11+	10=	3
8. Advance 3.0 (UK)	22+	3+	1-	9+	5-	3
9. Mephisto X (West Germany)	19+	6-	15+	8-	14+	3
10. Fidelity X (USA)	15+	1-	19+	2-	7=	2,5
11. Merlin (Austria)	2+	4-	13=	7-	17+	2,5
12. Novag X (USA)	20=	7-	3-	21+	16+	2,5
13. Phoenix (Canada)	6-	22+	11=	20+	3-	2,5
14. Ostrich (Canada)	3-	15-	18+	19+	9-	2
15. Pion (The Netherlands)	10-	14+	9-	16-	20+	2
16. BCP (UK)	1-	19-	22+	15+	12-	2
17. Patsoc 2.0 (USA)	21=	20+	5-	3-	11-	1,5
18. Philidor X (UK)	4-	2-	14-	22+	19=	1,5
19. Conchess X (Sweden)	9-	16+	10-	14-	18=	1,5
20. Bobby (USA)	12=	17-	21+	13-	15-	1,5
21. Shy (Finland)	17=	5-	20-	12-	22+	1,5
22. Sfinks (USA)	8-	13-	16-	18-	21-	0

Vamos a ilustrar este comentario con un par de partidas de este certamen, ciertamente interesantes. Una es la citada confrontación decisiva entre Belle y Cray Blitz, en la que Belle no pudo compensar su excelente juego táctico con sus errores posicionales. La otra es la jugada por Ostrich, del veterano programador canadiense Monroe Newborn, que venció a Philidor y Conchess, contra Mephisto. Belle - Cray Blitz [B22]

Campeonato Mundial de Programas Nueva York, 1983

1.e4 c5 2.c3 d5 3.exd5 Dxd5 4.Cf3 e6 5.d4 Cf6 6.Ad3 Cc6 7.0-0 Ae7 8.Ae3 0-0 9.dxc5 Td8! 10.Cd4 Axc5? 11.c4 Dd6 12.Cxc6 bxc6 13.Axc5 Dxd3 14.Da4 Ce4 15.Ab6? Td7 16.Aa5 Ab7 17.Cc3 Cc5 18.Db4 Dd4 19.Tad1 Cd3 20.Da4 Dg4 Amenazando c5 con mate en g2. 21.c5 Df5 22.b4 Cb2 23.Txd7 Cxa4 24.Cxa4 Dc2 25.Txb7 Dxa4 26.Ta1? e5 27.f3 Dc2 28.Tc7 Dd3 29.Tc1 Dd5 30.a3 g5 31.Te7 f6 32.Tc7 h5 33.h3 Rh8?! 34.Rh2 a6 35.Te1 Te8 36.Te4 f5 37.Te2 g4! 38.hxg4 fxg4 39.fxg4 hxg4 40.Tf2 e4 41.Tff7 De5+ 42.g3 e3 43.Th7+ Rg8 44.b5 cxb5 45.Ae1 Db2+ 46.Rg1 Da1 47.Rg2 Df6 48.Rh2 Td8 49.Thd7 Tf8 50.Td6 Db2+ 51.Rg1 Db1 52.Rh2 Dc2+ 53.Rg1 Df5 0-1
Mephisto X - Ostrich [B01]

Campeonato Mundial de Programas Nueva York, 1983

1.e4 d5 2.exd5 Cf6 3.d4 Cxd5 4.c4 Cb6 5.Cf3 Ag4 6.Ae2 Cc6 7.d5 Axf3 8.Axf3 Ce5 9.b3 g6 10.Ab2 Ag7 11.Cc3 0-0 12.Ae2 Ced7 13.f4 Axc3+? 14.Axc3 a5 15.Dd2 a4 16.0-0 axb3 17.axb3 Txa1 18.Txa1 Te8 19.Db2 e6 20.dxe6 Txe6 21.Ta7 Db8 22.Ta5 Te4 23.Af3 Te3 24.Dd2 Te7 25.Dd4 f6 26.c5 Cc8 27.Ag4 b6 28.Dd5+ Rg7 29.Ta8 c6 30.Txb8 cxd5 31.Axd7 Txd7 32.Txc8 bxc5 33.Txc5 d4 34.Ad2 1-0

ANEXO DE LECTURAS

El ajedrez del siglo XXI(Sergio A. Moriello)

Hace más de dos años, la opinión pública del mundo entero se vio conmocionada por la inesperada derrota del quizás más grande ajedrecista de todos los tiempos, Garry Kasparov, ante el coloso computacional Deep Blue. El evento que muy bien podría marcar el epílogo del predominio del hombre en el juego-ciencia -desde hace mucho tiempo considerado como una medida de la inteligencia humana-, cobra más relevancia si se tiene en cuenta que, durante su extenso reinado de 15 años, el ruso nunca perdió un match.

No obstante, aunque Kasparov hubiese ganado en 1997 (ya que algunos piensan que perdió accidentalmente), ¿qué podría hacer frente a una sucesora mucho más poderosa? Después de todo, no hay que olvidar que Deep Blue era una versión de la supercomputadora RS/6000SP equipada con "solamente" 32 nodos, pudiendo llegar a tener hasta 512. Cada nodo, vale aclarar, disponía de un procesador de propósito general y ocho coprocesadores diseñados específicamente para jugar al ajedrez. Asimismo, menos de un año después del super-match, IBM multiplicó por cinco la capacidad de cálculo de la máquina, al mejorar tanto su hardware como su software. En 1998, y sin variar la cantidad de nodos, Deep Blue sería capaz de calcular nada menos que mil millones de movimientos por segundo. Incluso hace poco (el 23/08/99) IBM presentó una versión experimental de un nuevo procesador de propósito general casi 10 veces superior al equivalente de 1997 (1GHz frente a 112MHz). Pero el ruso, ¿mejoró su juego desde el último enfrentamiento?; en una hipotética revancha, ¿tendrá alguna oportunidad de ganar?

Un matrimonio muy normal

Las computadoras son extraordinarias para las tareas sistemáticas, exhaustivas y agotadoras. Son capaces de efectuar análisis más veloces que el permitido por el cerebro humano y pueden guardar una abrumadora cantidad de datos así como recuperarlos, con extrema precisión, en el momento en que se necesitan. Pero de ninguna manera se comparan con aquel cuando utiliza datos complejos - experiencia, conocimiento, percepción, juicio- para sacar una conclusión o para planear una estrategia. Aunque comete errores, tiene dificultad para recuperar la información y, para algunas tareas, es más lento; la materia gris es más versátil, resistente a la ambigüedad y más adaptable, pudiendo realizar muy bien tareas de naturaleza estratégica, imaginativa e impredecible. Hay muchas diferencias entre la estructura y las capacidades del cerebro humano y las de la computadora. Los procesos óptimos de uno no pueden serlo para la otra y viceversa.

Es esa la razón por la cual, tradicionalmente, los seres humanos y las computadoras mantienen una relación de colaboración mutua. Hoy en día, sin

computadoras los servicios aéreos no funcionarían, como tampoco los teléfonos o los cajeros automáticos; no se podrían construir nuevos compuestos químicos ni diseñar automóviles más eficientes. Mañana, seguramente se usarán las sucesoras de Deep Blue a fin de resolver cualquier problema que implique tomar la mejor decisión, entre muchas posibles, con relativa rapidez.

En el caso del ajedrez, las computadoras han elevado el juego a una categoría superior, ya que permiten un mayor y mejor acceso a las bibliotecas de partidas y a los bancos de datos de aperturas y finales. Actualmente, ajedrecistas de muy distintos niveles usan estas herramientas para mejorar su juego, para plantear y solucionar problemas, y para probar nuevas aperturas antes de intentar jugarlas en un torneo. Incluso, a través de Internet, se pueden jugar partidas, acceder a bancos de datos y obtener variada información. El match Kasparov-Resto del mundo es un hecho fehaciente de las potencialidades de las máquinas, en general, y de la red de redes, en particular. Cálculo vs. criterio

Se dice que la cantidad de combinaciones que abarcan todas las posibles jugadas del ajedrez excedería al número de átomos en el Universo conocido. Ninguna computadora actual (y quizás futura) es capaz de calcular tanto en el plazo estipulado para una partida. De ahí se deduce que Deep Blue necesita, además de una terrorífica fuerza bruta (su enorme velocidad de cálculo), algo parecido a la intuición humana (en la forma de una limitada cantidad de reglas).

En el juego-ciencia hay una parte de cálculo y otra de juicio. En el cálculo es prácticamente imposible competir contra las computadoras; sin embargo, éstas carecen de la creatividad, la imaginación y la intuición propias de los humanos. Es este el motivo por el cual Deep Blue, que en 1997 podía evaluar 200 millones de posiciones por segundo y vislumbrar hasta 24 movidas futuras, no era capaz de ganarle con facilidad todas las partidas a Kasparov, que sólo puede evaluar unas tres posiciones por segundo y ver una cuantas movidas adelante. El ruso compensa estas ventajas de la máquina con su vasta experiencia, su sofisticada capacidad para evaluar cada posición, su optimizada habilidad para observar el tablero y su enorme talento para medir y aprovecharse de las debilidades de su oponente.

Es que, en realidad, las computadoras no saben jugar ajedrez ni tampoco pueden. Deep Blue no piensa (en el sentido humano), no reconoce configuraciones de tablero, no obtiene conocimiento alguno. Tampoco "entiende" el juego ni es consciente de que está jugando al ajedrez; sólo se limita a calcular con increíble velocidad, consultando su gigantesca base de datos de posiciones y variantes, cada vez que debe mover una pieza. Un maestro también calcula sus movimientos en el tablero, pero usa su juicio y su intuición, así como su experiencia previa y el conocimiento de ciertos hechos y posiciones. El ser humano no tiene en cuenta lo irrelevante, mientras que una computadora no puede dejar de hacerlo. Por eso, una máquina calcula cosas que un Gran Maestro desecha rápidamente y, por eso también, al jugador se le escapan algunos detalles y a la máquina no. Se trata, en definitiva, de dos formas diferentes de jugar. Pero, ¿es capaz de pensar?

Nadie duda de las habilidades ajedrecísticas de Deep Blue, pero muchos se preguntan si realmente es una máquina que "piensa". Usa "fuerza bruta" hasta una profundidad en particular y luego investiga más exhaustivamente con búsquedas selectivas. El jugador humano, en cambio, usa su juicio para limitar la lista de posibles movimientos a unos pocos candidatos -aquellos más prometedores-, los cuales analiza después con más detalle. Pero, ¿puede considerarse "inteligente" un movimiento hecho por una máquina si es el mismo que hace un ser humano (aunque sus motivos sean totalmente distintos)? En otras palabras, ¿una acción se considera inteligente dependiendo de quién (o qué) lo hace? ¿Cuáles son las tareas que, cuando son hechas por humanos, se les atribuye inteligencia?

"Deep Blue nos muestra que el concepto de la estrategia de las máquinas es muy distinto al del cerebro humano y, aún así, produce inteligencia", afirma Kasparov. Y sigue "si se mira cómo juega la máquina -sobre todo cuando te enfrentas a ella- es imposible no pensar que se trata de un ser inteligente. El hombre tendrá que aceptar que las facultades específicas del cerebro humano no son las únicas para resolver los problemas intelectuales".

En este sentido, algunos opinan que la computadora es óptima para jugar ajedrez, ya que trabaja bien en situaciones donde hay reglas claras y opciones finitas, pero fracasa en situaciones donde las reglas, objetivos e información son ambiguos, como pasa en la vida cotidiana. Pero otros no piensan igual. Mientras la computadora ciertamente se beneficia de un conjunto de reglas bien definidas, la evaluación de una posición es bastante subjetiva. Es sumamente difícil codificar en términos informáticos el juicio y el criterio del jugador humano.

Con el objetivo de jugar estratégicamente, Deep Blue contiene miles de líneas de código que representan "las reglas" que los programadores aprendieron de los Grandes Maestros; una mejora que hace su juego mucho menos parecido al de una máquina. Una regla típica sería "si está en jaque, debe mover su rey, eliminar la pieza atacante, o colocar algo entre ésta y su rey". Pero pueden entrar en conflicto; por ejemplo, en el caso en que ambos flancos estén conduciendo el ataque se necesitan reglas que informen quién tendrá prioridad. No obstante, el comportamiento de la máquina -su "inteligencia"- se apoya fundamentalmente sobre su fuerza bruta y no sobre la intuición, la creatividad o el juicio, como pasa en el caso del jugador humano. ¿Está amenazada la supremacía intelectual del hombre?

Del resultado del enfrentamiento entre Kasparov y Deep Blue se desprende que una enorme biblioteca de aperturas y finales, combinada con una función de evaluación satisfactoria y una búsqueda lo suficientemente profunda, resulta en movimientos que pueden traducirse como inteligentes, intuitivos o creativos. Es decir, la impresionante velocidad de cálculo y la abrumadora capacidad de almacenamiento de las máquinas junto con un cuidadoso y depurado programa, en algunas ocasiones, puede llegar a superar al pensamiento humano que arriba a soluciones similares por caminos enteramente distintos (como se dijo, a través del

juicio o del criterio). Tal es así que Susan Polgar, campeona mundial femenina, decía "Deep Blue hizo muchos movimientos que estaban basados en un ajedrez comprendido, en 'sentir' la posición. Todos pensábamos que las computadoras no podrían hacer eso". Drew McDermott, profesor de ciencia en la Universidad de Yale, EE.UU., comparte este pensamiento: "decir que Deep Blue no piensa es como decir que un avión, en realidad, no vuela porque no agita las alas". También opina de forma similar Tan Chung-jen, gerente chino del proyecto Deep Blue, "actualmente estamos llegando a la etapa en donde resolvemos problemas (como un match de ajedrez) que antes requerían necesariamente de la inteligencia humana".

Sin embargo, si bien en ciertos dominios altamente específicos y puntuales las máquinas son sin duda superiores a las mentes humanas, es bastante improbable que tengan un grado de inteligencia general más elevado que el del ser humano promedio (por lo menos, en el futuro cercano). Es decir, es difícil que las computadoras dominen el amplio conjunto de capacidades y habilidades que componen la inteligencia del hombre; lo más probable es que se caractericen por distintos perfiles de fortaleza y debilidad.

Particularmente, el ajedrez es un juego que utiliza una mínima parte de las habilidades mentales humanas. El supermatch Kasparov/Deep Blue no fue más que una confrontación en un terreno determinado: el de la fría lógica y el puro razonamiento. No debe olvidarse la parte intuitiva-espiritual; los seres humanos también se valen de la intuición, la creatividad y el sentido común.

En este sentido, quizás podría programarse una máquina de forma tal que ningún humano pueda vencerla en partidas de ajedrez. Pero esa computadora no sabría hacer nada más, sólo sería útil para eso. No podría reconocer visualmente, y mucho menos elegir, una pieza de ajedrez. No sabría jugar a otro juego, como a las damas o a las palabras cruzadas, ya que habría que programarla de nuevo. Ni siquiera podría mantener una conversación sobre la partida que acaba de jugar. Todas estas actividades se tornarían demasiado complejas para ella. Duelo de gigantes

Primeramente habría que dejar bien en claro que Deep Blue es una máquina creada por un grupo de científicos que almacenaron en su memoria millones de jugadas que ya realizaron cientos de maestros del ajedrez y fue programada para elegir, dentro de ese campo, la posibilidad que esos mismos hombres consideraron que es la mejor. Afirmar simplemente que Kasparov perdió frente a una máquina es un análisis en extremo superficial: ha sido derrotado por un equipo de programadores, asesorados por un par de Grandes Maestros, respaldados por una multinacional y ayudados por una computadora extremadamente poderosa.

Hecha la aclaración, se observan varias diferencias entre ambos contendientes. Kasparov es la máxima expresión de estrategia e intuición, puede crear y adaptarse basado en sus experiencias pasadas y presentes. Deep Blue es más

rápida y almacena un vasto conocimiento de jugadas. El campeón ha demostrado aprender de sus triunfos y derrotas, de sus aciertos y errores, mientras que la máquina no aprende (o lo hace de una manera muy rudimentaria), aunque procesa y analiza mucho más rápido que cualquier ser humano. El campeón utiliza un método muy complejo para seleccionar el mejor movimiento, que incluye intuición, experiencia, imaginación y reconocimiento de patrones. La máquina, en cambio, usa un algoritmo de evaluación y búsqueda mucho más simple, pero combinado con una enorme velocidad de cálculo.

Pero la principal diferencia es de índole emocional. La computadora no experimenta abatimiento cuando se equivoca ni exaltación cuando acierta. Tampoco siente la presión psicológica del miedo a perder o de la ansiedad a ganar. No puede intimidar ni ser intimidada, no tiene ambiciones enegrecedoras y no le preocupa en absoluto su ego. Tampoco sufre la molesta interferencia de su fisiología: no tiene digestiones pesadas, no siente la necesidad de beber o mascar algo durante la partida, ni tiene problemas de insomnio. No le sudan las manos ni los pies. Es psicológicamente inmutable, nunca se cansa y nada la distrae. Tampoco necesita dejar de dormir -toda una noche- para analizar con su entrenador el juego de su adversario. En este sentido, la máquina es más eficiente, más "pura", no tiene otras cosas en las que "pensar", en las que "gastar" su tiempo.

Por otra parte, durante la confrontación, Kasparov sintió la presión de la competición, exhaustión física y ansiedad; se mostró impaciente, cansado y nervioso. Deep Blue, en cambio, demostró gran resistencia y poder de concentración; se mantuvo sin nervios, presión, malestar ni esfuerzo. "En cierta forma, es más difícil jugar contra la máquina", comentaba Kasparov. "Nunca se cansa ni comete errores tácticos de los que puedas sacar provecho. Tienes que estar a la defensiva en cada una de las jugadas; lo que significa que es más agotador. No te da un respiro".

Por esta razón el campeón quiso sorprender a los programadores, confundir a la máquina con aperturas que nunca usa y jugando líneas que no figuran entre sus predilectas. Obviamente para evitar que Deep Blue tomara de su gigantesca memoria su estilo de respuesta ante determinado juego, ya que sabía todas las jugadas de Garry, así como la de todos los mejores ajedrecistas del mundo. A los efectos prácticos, era como si la máquina pudiera consultar todos los libros de ajedrez del mundo entre una jugada y otra. Kasparov, al igual que cualquier ser humano, puede presenciar diferentes juegos, puede incluso estudiar muchas partidas de libros pero no puede recordar todas las movidas de todos los jugadores, ni siquiera solamente las de los Grandes Maestros.

Hagamos el amor y no la guerra

Diariamente millones de computadoras personales cargadas con programas de ajedrez derrotan a la inmensa mayoría de los aficionados humanos en partidas caseras. Tarde o temprano -y ya hay un consenso general entre los expertos- la

computadora será capaz de vencer incluso a los Grandes Maestros. Cuando esto suceda, ¿tendrán sentido las competencias entre hombres y máquinas?, o ¿habrá una categoría diferente para computadoras y para humanos? En este caso, ¿qué habría de interesante en un enfrentamiento entre máquinas? Quizás más interesante sería plantearlo en una confrontación entre equipos compuestos por jugadores de elite, programadores expertos y supercomputadoras.

Y fue eso justamente lo que ocurrió en León (España), entre el 9 y el 13 de junio del año pasado, en donde el Campeón del Mundo Gary Kasparov venció al joven Gran Maestro búlgaro Vesselin Topalov. Independientemente de lo anecdótico del caso (el ruso ganó en la modalidad de "muerte súbita" luego de empatar la serie de seis al ritmo de una hora por jugador e igualar también en las tres primeras del desempate, de menos de diez minutos), se trata de un nuevo tipo de evento en donde las máquinas, en lugar de competir con el hombre que las crea, sirvieron de apoyo a éste. "El ajedrez del siglo XXI será la simbiosis perfecta del hombre y la máquina", aseguró un exaltado Kasparov regocijándose de una nueva experiencia en la vasta historia del ajedrez de alta competición.

ANEXO DE LECTURAS

Inteligencia artificial (IA) o razonamiento simulado (Hugo Montes Skertchly, Francisco J. Alvarez Rodríguez)

Aquella estampa de un lúgubre laboratorio en el ático de un viejo castillo de piedra. Es una sala amplia, llena de aparatos de cuando comenzó la electricidad. En una cama se encuentra un hombre grande recostado, todos sus miembros han sido unidos mediante cirugía y así lo hacen ver las cicatrices en las muñecas. Se observa una larga cicatriz que recorre toda la frente: también el cráneo ha sido implantado después. En cada sien tiene un electrodo conectado a un aparato por medio de cables. Completa la escena una tarde gris, nublada y tormentosa. A los pies de la cama se encuentra un hombre de quien se deduce su condición de médico por la bata blanca que porta. Su mirada es de tediosa espera, inquieta. Afuera truenan los rayos que han caído incesantemente desde que comenzamos a ver este extraño laboratorio, por fin un rayo truena con mayor estrépito y el rostro antes sombrío del doctor se ilumina con una macabra mueca de satisfacción. La escena termina cuando vemos cómo la vigorosa potencia de aquél rayo va descendiendo por los cables hasta llegar a los electrodos en las sienes del hombre recostado en el camastro, nos vemos sobrecogidos cuando el hombre abre los ojos y se incorpora mientras se escucha la ya legendaria carcajada tétrica del doctor... Más tarde escucharemos al doctor decir apesadumbrado "He creado un monstruo".

Inteligencia artificial (IA) o razonamiento simulado

¿Podría suceder que en años próximos escucháramos decir este mismo "He creado un monstruo" a alguno de los científicos que experimentan en la actualidad con IA (Inteligencia Artificial)? ¿No es peligroso adentrarse en un campo tan delicado como elevar una máquina al nivel del hombre?

Si hacemos un análisis desapasionado sobre este campo, nos daremos cuenta que estos temores son más bien infundados. Ya que, contrastando con esta visión a blanco y negro que nos evoca al cine de inicios del siglo pasado, existe una corriente seria de pensamiento que nada tienen que ver con las extravagancias a las que Hollywood nos tiene acostumbrados. Desde los ya clásicos androides de Star Wars hasta la moderna versión Matrix de un programa inteligente, nos hemos acostumbrado a pensar en IA como un producto de la ciencia ficción. Esta visión futurista no concuerda con los investigadores serios en el campo de la IA.

Existe mucha desinformación en torno a este campo y posiblemente esta sea la causa del escepticismo en algunos sectores. Lo que se intenta hacer en este trabajo es dar un poco de luz y abrir una nueva perspectiva en torno a la así llamada IA.

La tecnología va avanzando a grandes pasos y puede llevamos a plantearnos la posibilidad de crear máquinas capaces de pensar. ¿Es esto realmente posible? La respuesta es ciertamente bastante complicada, comenzando porque históricamente ha sido complicado incluso definir a nivel teórico lo que es la inteligencia. Además, en el campo de la IA confluyen diversas disciplinas o ciencias: filosofía, software, hardware y las neurociencias.

La filosofía ha intentado definir lo que es la inteligencia pero no se puede decir que la respuesta sea unánime. Las neurociencias se encuentran con nuevos campos de investigación, y si bien en los últimos años se ha desarrollado más este campo, no se puede decir que sepamos a nivel fisiológico exactamente qué es lo que causa la inteligencia, en el caso de que la causa de la inteligencia se encuentre en el cerebro.

El software y el hardware han tenido también avances notables en estos campos, sin embargo no se puede negar que estos avances, en el campo de la IA, están muy ligados a los avances y descubrimientos en los campos de la neurofisiología o a los nuevos planteamientos en el campo de la filosofía (por ejemplo de las ciencias cognitivas).

Para contestar a la pregunta ¿Seremos capaces de crear inteligencia artificial? Es necesario plantearse primero las preguntas ¿Qué es la inteligencia? ¿Qué es lo que queremos crear artificialmente?

La filosofía ha intentado responder a esta pregunta sin que se haya llegado a un consenso. De hecho, podemos decir que el debate en el campo filosófico difícilmente puede llegar a consensos, dado que existen corrientes filosóficas sumamente encontradas o divergentes.

Pero no por ello se debe llegar a la conclusión de que no se puede avanzar en el campo de la definición de inteligencia. La inteligencia es algo concreto y real que existe y por ello debemos ser capaces de describir lo que la inteligencia es.

Aunque podemos decir que quienes trabajan en torno a la IA no son filósofos sino más bien científicos del campo de las ciencias de la computación, prácticamente todos los estudios sobre IA parten del supuesto filosófico del mecanicismo. Esto se puede deber más bien a que en la cultura científica actual, el mecanicismo y positivismo están ampliamente difundidos. ¿Qué sucede si planteamos sólidamente la posibilidad de otro supuesto filosófico? Esta es la nueva perspectiva que se quiere presentar para suscitar un debate en torno a su pertinencia.

El sistema filosófico mecanicista.

Para analizar brevemente el mecanicismo, sólo daremos un esbozo de lo que es el mecanicismo, el naturalismo y el positivismo, ya que estas tres corrientes de

pensamiento van muy unidas. Aunque no es estrictamente necesario que alguien que acepta una corriente acepte las otras dos, se analizan las tres porque son una especie de presupuestos culturales en todos los campos de investigación científica actualmente.

Comencemos diciendo brevemente que según el mecanicismo el hombre es una especie de máquina, complejísima pero máquina, donde todos los procesos se realizan corporalmente. De esta forma, la inteligencia se realiza en el cerebro de la misma manera en que la digestión se realiza en el estómago.

Para el naturalismo no existe ningún orden además del orden natural. Por lo mismo, todo se puede explicar en términos físicos o todo se puede reducir a términos físicos. Un estado de ánimo debería poder reducirse a términos físicos y dar una explicación física de este estado de ánimo. Un sentimiento como solidaridad, compasión, amor, melancolía, odio, etc. se debe poder explicar o reducir a términos físicos.

Por último, el positivismo dice que sólo es verdadero lo que es susceptible de medición. El grado de insulina en la sangre es cuantificable sencillamente, igual que la velocidad, la presión atmosférica, etc. No lo es así la funcionalidad de un edificio arquitectónico o la eficacia de un sistema de cómputo, la adecuación de su interfase, etc. Por lo que una postura positivista sería buscar parámetros para cuantificar estas variables. Una postura positivista radical es intentar medir los estados de ánimo, la veracidad de lo que se dice, etc.

El sistema filosófico del realismo crítico.

Si no es necesario un análisis exhaustivo del mecanicismo porque de alguna manera todos lo conocemos, sin embargo sí será necesaria una explicación más amplia del realismo crítico.

El realismo crítico implica que los objetos que el hombre conoce, los conoce a través de los sentidos. El realismo ingenuo dice que el hombre conoce al objeto mismo sin intermediarios, mientras que el realismo crítico dice que lo hace a través de las cualidades sensibles de este, si falla el sentido, falla la percepción, pero esta es una excepción. "Lo que el sentido capta es la cosa (bajo un determinado aspecto o accidente), y no la sensación o el proceso fisiológico por el que la capta. La sensación es siempre "sensación del objeto", está siempre y exclusivamente dirigida intencionalmente al objeto mismo; y ello no según todas las propiedades del objeto sino según la especificidad propia de cada sentido y según las propiedades mediante las cuales el objeto actúa sobre el sentido específico".

Dado que el realismo crítico se refiere principalmente a la primera fase de la epistemología., vamos a describir las fases de la percepción e intelección, desde que se percibe un objeto hasta que se crea el concepto y se emite un juicio intelectual sobre este.

Las fases de la percepción e intelección.

Primero es necesario conocer algunos términos propios de esta corriente filosófica. En cuanto al ámbito de cada sentido se tienen los siguientes conceptos: a) Sensible propio o cualidad secundaria: "Ámbito específico de cada sentido", ya que "los sentidos son diversos específicamente, en virtud de su objeto propio y de su sensación correspondiente." Es decir los sabores para el gusto; la rugosidad, suavidad, etc. para el tacto, los colores para la vista; etc. b) Sensibles comunes o cualidades primarias: "Se conocen a través de sentidos diversos, son las cualidades propias de la extensión: la figura, la dimensión, el número, el movimiento, el reposo." La figura se puede conocer por medio del tacto o de la vista, lo mismo el movimiento que incluso se puede conocer por el oído (cuando se escucha acercarse o alejarse un vehículo). En cuanto a la forma en que cada sentido capta las cualidades de los objetos: a) Sensible per se: lo que es el objeto directo de los sentidos; es decir los sensibles propios y comunes. b) Sensible per accidens: lo que es objeto indirecto de los sentidos externos como sustancia concreta y más bien captado por los sentidos internos o por el intelecto.

Contrastan con el realismo crítico quienes niegan la "objetividad de las 'cualidades secundarias' o 'sensibles propios', dando valor objetivo sólo a las 'cualidades primarias' o 'sensibles comunes'. Otros acabaron negando la existencia y la objetividad de toda cualidad sensible, considerándola como puramente subjetiva." De esta postura nació el positivismo.

Hay que anotar que dentro del realismo crítico se conocen dos fases principales: la percepción y la intelección. Dentro de la percepción, se distingue entre la sensación externa y la percepción interna.

La sensación externa es cuando los sentidos separadamente captan el objeto, mientras que en la percepción interna se percibe el objeto ya con cierta unidad. Dentro de la sensación externa existen diversos elementos.

Elementos de la sensación externa.

1. Órgano sensitivo: ojos, oídos, nariz, lengua...
2. Facultad: vista, oído, olfato, gusto, tacto.
3. operación: visión, audición...
4. Cualidad sensible específica (u objeto propio) de cada sentido (color, sonido, sabor, olor...): Corresponde a una cualidad activa del objeto que se percibe o cosa sensible. Son cualidades activas los colores, sabores, texturas, sonidos, etc. La cualidad activa del sonido es la cualidad sensible específica del oído, etc.

Aunque se comprobará más adelante, hay que adelantar que, a pesar de que en un primer momento parecería lógico, la inteligencia no entra dentro de este esquema. Aunque la inteligencia es una facultad cuya operación es pensar, no tiene un órgano específico (que sería en este caso el cerebro).

Etapas de la sensación interna global.

Una vez que conocemos los elementos que entran en juego dentro de la sensación interna global, vamos a explicar paso a paso las etapas de la sensación interna global y al final pondremos algunos ejemplos.

1. Sensación externa :

Son los datos percibidos en los sentidos, con los órganos correspondientes. Esto es la llamada percepción externa, que se hace con el sentido externo: vista, tacto, olfato, etc. La sensación externa es entonces cuando un sentido capta una cualidad sensible, siendo que esta manera de captarlo es, en esta etapa, por separado. Es decir, cada sentido capta su cualidad específica sensible y espera la siguiente etapa que es la percepción interna.

2. Percepción interna:

Se realiza con los sentidos internos. Los sentidos internos tienen diversas facultades y realizan diversas operaciones. Las siguientes son las facultades de los sentidos internos :

a) Sentido común: Es la raíz y principio común de los sentidos externos. Los sentidos externos son como instrumentos del sentido común. Tiene la función de organizar ulteriormente los datos recibidos a través de los sentidos externos. Distingue y relaciona las diversas sensaciones procedentes de uno o varios sentidos. Además unifica en el objeto real las diversas sensaciones. Tiene conciencia de la propia sensación, lo cual es el inicio de la reflexión.

b) Imaginación o fantasía: Tiene como características principales la dependencia de la sensación externa, ya que si falta un sentido externo, faltan también las imágenes correspondientes. Presenta objetos en ausencia de éstos (por ejemplo, completa el cuadro del arco visual, ya que el ojo percibe sólo parte de este arco y la imaginación "mantiene" esta imagen cuando ya ha sido percibida o la completa cuando no se ha percibido). Es capaz de hacer nuevas combinaciones entre las sensaciones recibidas; crear así seres que sólo existen en la imaginación como el unicornio, Pegaso, o los Pokémon.

c) Memoria: Tal como la conocemos comúnmente, como capacidad de recordar.

d) Cogitativa o estimativa: Tomás de Aquino dice que la estimativa aprehende las intenciones que no son recabadas por los sentidos. El mismo Tomás distingue entre la "estimativa del animal" (aestimativa animalis) y la cogitativa o razón

particular (*ratio particularis*) que es propia de los hombres . Esta facultad reviste de cierta coloración el conjunto de percepciones recabadas por los sentidos externos, una especie de "estimación" de los datos recibidos. Más adelante se aclara el papel de la cogitativa

Por otra parte, las operaciones que se llevan acabo en los sentidos internos son las siguientes.

Organizan las sensaciones recibidas por los sentidos externos. Pongamos como ejemplo una acción cotidiana y sencilla como la comida. En ella entran en juego todos los sentidos externos: la vista se fija en el contraste de colores, la presentación de la comida, etc.; el olfato distingue los olores que de ella se despiden; el oído a veces actúa también, al oír chisporrotear el refresco, o el tintineo de los hielos en el vaso, o el crujir de un pan, una tostada, una pizza, etc., el gusto paladea el sabor de la comida y, por último, el tacto siente la textura de los alimentos, bien sea con las manos al comerse un bocadillo de pan o unos tacos, bien sea con la boca y la lengua al sentir la textura cremosa de un flan o un pie.

Cada una de estas sensaciones es percibida por los sentidos externos y organizada por los sentidos internos. Los sentidos externos la han percibido cada uno por separado, pero los sentidos internos la han organizado de forma que se perciban como un objeto único.

Elaboran la imagen o phantasma. Una vez que se hace la percepción externa, los sentidos siempre elaboran el phantasma del objeto. Antes de explicar lo que es el phantasma, explicaremos cada una de las operaciones de los sentidos internos, cosa que servirá para entender mejor el papel de cada una de las facultades de los sentidos internos.

El sentido común unifica todas las percepciones que los sentidos han captado por separado.

La imaginación completa las sensaciones que faltan. Por ejemplo, si se ve pasar una rata y se percibe por los sentidos externos la textura casi pegajosa de su pelo gris, se escucha el chillido típico del animal y se le ve escurrirse por debajo de una puerta, la imaginación completa esta percepción y casi podemos sentir como si estuviéramos tocándola.

La memoria es capaz de recordar percepciones análogas vividas en el pasado. Un ejemplo de ello es en los animales, que cuando han tenido una mala experiencia con algún objeto -un perro atropellado por un coche- instintivamente tienden a evadirlo.

La estimativa, por último, que da cierta valoración o estimación al objeto percibido, que provoca la tendencia de atracción o de repulsión. Si una oveja, escucha un ladrido, y percibe un animal de hocico alargado con dientes grandes, pelo gris,

patas alargadas y esbeltas; el sentido común unifica estos datos y, aunque la imaginación o la memoria no entraran en juego (es decir que nunca hubiera visto a un lobo antes), la oveja percibe delante de este objeto el imperativo del instinto "¡Corre!". Esto es debido a la valoración que hizo la estimativa.

Analizado ya el conjunto de operaciones de los sentidos internos, expliquemos lo que estaba pendiente.

El phantasma es el conjunto de cualidades unificadas por el sentido común ayudado de la imaginación o fantasía, de donde toma el nombre de fantasma, coloreado de una valoración concreta por la estimativa o cogitativa y almacenado en la memoria. Nos creamos phantasmas de los objetos que percibimos, aunque, a diferencia de los conceptos, los phantasmas son concretos.

Los conceptos suelen ser genéricos (la casa), los phantasmas son concretos: el phantasma que me he hecho de mi casa tiene a la cocina en un lugar, las escaleras en otro, posiblemente hasta la altura y el número de escalones, etc.

Ejemplo de la sensación interna global.

Para explicarlo mejor, pongamos otra vez como ejemplo la cotidiana actividad de comer, pero agreguemos el ingrediente extra de engañar a la imaginación haciendo una broma. Cuando se han probado varias veces las gomitas sabor fresa, los sentidos internos han creado ya no solo un phantasma sino incluso un concepto de las gomitas de fresa.

Si alguien nos da a probar unas gomitas que parecen sabor fresa, pero que están "sazonadas" con sal de ajo, los sentidos externos percibirán las gomitas, pero sólo lo hará la vista y el tacto con la mano, el gusto no ha entrado en juego. La memoria traerá a través del concepto el phantasma de las gomitas de fresa, este ya está valorado por la estimativa como algo bueno y sabroso. A pesar de que sólo se ha percibido el color y el tacto, la imaginación completará las percepciones de gusto y olfato que faltan, en base al phantasma.

En el momento en que los sentidos externos de gusto y olfato perciben la realidad concreta del sabor a sal de ajo, se crea un momento de confusión, al no concordar lo que la imaginación y memoria trajeron a la mente y lo que de hecho se ha percibido. Este es precisamente el ingrediente que hace "apetecible" hacer una broma, el hecho de que se cree un contraste entre la realidad y lo que la imaginación ha creado.

Es necesario destacar la importancia de los sentidos internos, ya que estos "nos presentan al existente concreto, nos ponen en contacto con él, al captarlo en una cierta 'unidad'." "De hecho, la existencia concreta de los entes sensibles no es objeto ni de los sentidos externos, ni del intelecto (que conoce directamente sólo el universal), sino de la cogitativa [o estimativa] (la cual capta todo sensible per accidens particular)." "El sentido interno se mueve aún en el orden de lo concreto,

lo singular. Sin embargo, per accidens, se da ya, al menos inicialmente, una cierta percepción indirecta de lo universal, la cual constituirá el fundamento de la labor ulterior del intelecto."

La intelección.

Una vez conocidas las etapas del conocimiento sensitivo, explicaremos ahora las fases del conocimiento intelectual.

La conceptualización.

Para entender exactamente lo que es la conceptualización, hace falta entender el concepto filosófico de esencia. La esencia es algo que se encuentra en el ámbito de abstracción o separación de lo concreto y material. Por lo mismo se habla en el ámbito metafísico.

La esencia es aquello por lo que una cosa es eso y no otra cosa, hablando al nivel del ser. Aquello que causa que un hombre sea hombre es precisamente su esencia, la humanidad; aquello que hace que un reloj sea reloj, es su esencia, y en este sentido se podría hablar de la relojería.

Al igual que otros muchos conceptos en el ámbito metafísico, la definición de esencia es corta y sencilla, pero es difícil desentrañar el sentido que tiene y también es difícil explicarlo; sin duda es trabajo del propio intelecto llegar a entender el concepto de esencia.

Aún así, pongamos un ejemplo. Lo que hace que una computadora sea computadora, lo captamos aunque nos cueste trabajo describirlo. Si decimos que la computadora es un teclado con un monitor y un CPU, podremos reunir una calculadora, una televisión y una máquina de escribir y no hemos obtenido una computadora, porque no hemos obtenido su esencia. Si decimos que es una máquina capaz de realizar cálculos no únicamente matemáticos, que los elementos de los que hablábamos deben estar conectados de forma que se puedan comunicar entre ellos, entonces nos estamos acercando a la esencia de la computadora.

Sin embargo, la esencia no es la definición, sino es lo que hace a la computadora SER computadora. Aquí radica la dificultad, ya que se habla a nivel del ser y por lo mismo a nivel sumamente abstracto desprendido de toda materialidad.

Conceptualización significa generalización, es el acto por el que se "entiende" la esencia de una cosa. El concepto atañe a lo más significativo, a lo esencial del objeto. Por lo mismo, no se puede decir que "el hombre es un ave emplumada", como de hecho lo dijo algún filósofo de la Grecia antigua.

En cierto sentido esta forma de entender el concepto funciona: "Si tiene dos pies y no tiene plumas, entonces es hombre", lo cual es cierto y funcional, pero no es del

todo correcto. Porque se podría decir entonces que un hombre cojo no es hombre, porque no tiene dos piernas.

Lo correcto es decir que el hombre es un animal racional, porque esto atañe a la esencia del hombre, que es la inteligencia. No va a lo accidental sino a lo esencial.

Por lo mismo, un concepto no es un conjunto de características. El acto de conceptuar es una iluminación de la inteligencia. Esta es la razón por la que es a veces arduo definir el concepto de algo, porque el concepto es totalmente abstracto y necesita del ejercicio de la razón para expresarlo. Muchas veces los niños tienen el concepto de los objetos, pero no lo pueden expresar; lo mismo sucede con estudiantes con poca experiencia en una carrera, que no son capaces de definir, por ejemplo, lo que es un sistema operativo, aunque posiblemente sí saben lo que es.

"La conceptualización nace de una maravilla, de una pregunta de frente a los datos del conocimiento sensible, pero va más allá de estos datos. Es un acto que puede tardar en verificarse, pero cuando se verifica es instantáneo, es un flash, una iluminación"

Haciendo ahora un repaso: una vez que los sentidos han captado al objeto y los sentidos internos lo han unificado y se ha creado el phantasma correspondiente, el intelecto actúa sobre el phantasma para captar la esencia del objeto material.

Si un estudiante nuevo de una carrera de computación jamás ha escuchado sobre los sistemas operativos, la primera vez que lo conozca por medio de los sentidos, se hará un phantasma de este. Si ve un segundo sistema operativo diverso del primero, se volverá a hacer un phantasma de este segundo sistema operativo. Esta creación de diversos phantasmas seguirá hasta que el estudiante esté en grado de conceptuar lo que es un sistema operativo y esta conceptualización la hará por medio del intelecto, actuando siempre sobre los datos que han recabado los sentidos.

El juicio.

El juicio es el acto intelectual por el que se afirma o se niega algo de alguna cosa. En forma general, el juicio tiene el esquema "Sujeto es Predicado"; donde el verbo ser tiene una importancia particular, ya que envía siempre a la cuestión del ser de las cosas, al ámbito metafísico.

Es posible que se dé un juicio en forma negativa: "Sujeto no es Predicado"; por lo tanto, el juicio es un acto por el que se agregan o separan dos conceptos.

El juicio presupone siempre la conceptualización; el concepto es, por así decirlo, la materia del juicio.

Por otro lado, el pensamiento no se realiza por medio de conceptos, sino más bien por medio de juicios más o menos complejos.

Pongamos un ejemplo. Pensemos en un estudiante medianamente inteligente de computación, con más o menos experiencia en el uso del sistema operativo más difundido actualmente. Puede ser que el estudiante de nuestro ejemplo un día trabaje con una máquina diversa a la que habitualmente usa con un sistema operativo diverso al que utiliza. Utilizará programas dentro de esta máquina y en un momento dado se dará cuenta que está utilizando un sistema operativo llamado Linux. Cuando se dé cuenta de esto, o más bien, cuando logre conceptuar a Linux como sistema operativo, entonces emitirá el juicio "Linux es un sistema operativo".

El razonamiento.

El razonamiento es una actividad psíquica de orden cognitivo por la que se asocia un sujeto a un predicado, cuyo nexo no es del todo evidente. Un ejemplo sería: "Los sistemas operativos que no se bloquean son sistemas robustos, es así que Linux no se me ha bloqueado, por lo tanto Linux es un sistema operativo robusto". Es decir, el razonamiento da como resultado un juicio, pero no en virtud de la evidencia inmediata entre el sujeto y el predicado, sino en razón de un nexa necesario que el intelecto aprehende por medio de la verdad supuesta de los juicios dados.

El vehículo normal, por así decirlo, del razonamiento es la lógica. Utilizando una lógica se elaboran razonamientos. Es importante tener en cuenta esto ya que, esto es lo que hace posible simular el razonamiento. Esta es la base teórica para que algunas aplicaciones de IA funcionen.

Con esto hemos terminado de ver las fases principales del proceso intelectual, desde la sensación hasta el juicio.

Razonamiento e intuición.

En el punto anterior se vieron ya algunas de las bases del realismo crítico, y la forma en que este sistema filosófico concibe la intelección. Sin embargo, la inteligencia no es solo razonamiento ya que una parte importante de la inteligencia es la intuición.

Muchas veces decimos que las computadoras son tontas porque para "entender" algo necesitan largos procesos mientras que nosotros lo hacemos rápidamente. La razón es que el intelecto humano tiene una parte racional y otra parte intuitiva; la IA podrá simular lo racional pero nunca lo intuitivo.

No todos entienden la inteligencia como una facultad espiritual ni dan por sentado el carácter intuitivo de esta. Más adelante se probará la naturaleza espiritual de la inteligencia, analizaremos ahora su carácter intuitivo y racional.

Por el carácter intuitivo de la inteligencia, se captan instantáneamente realidades y aparecen a la mente (al intelecto) como verdaderas o falsas. Por su carácter racional, como ya lo vimos, la mente es capaz de sacar conclusiones de acuerdo a razonamientos; es el trabajo intelectual que el hombre suele hacer con más frecuencia.

Por la parte racional se puede demostrar si los ángulos de la base de un triángulo isósceles son iguales o no, por la parte intuitiva, se puede llegar a "descubrir" un camino para demostrar lo anterior.

La parte intuitiva se da por medio de una iluminación espiritual es el "eureka" que nos hace entender algo o no ayuda a demostrar algo. Es lo que hizo que Newton intuyera la teoría de la gravedad cuando una manzana le cayó en la cabeza. Lo que le hizo pensar a Arquímedes que podría comprobar si la corona del rey era de oro o no cuando se metió en la tina para darse un baño.

Esta parte intuitiva se puede comprobar al analizar el cambio que se da entre un estado mental de oscuridad y uno de iluminación delante de un concepto que se desea entender. En ambos estados mentales puede ser que se tengan los mismos datos, los mismos razonamientos, pero en uno ya se entendió y en el otro todavía no.

El carácter espiritual de la inteligencia.

Antes de analizar este carácter espiritual de la inteligencia, es necesario indicar que el acto de conocimiento es uno, por lo tanto tiene una unidad específica. Esto hace que el intelecto de alguna manera dependa de la materia para hacer su trabajo, pero sólo en cierta manera.

Hemos ya analizado las dos etapas del conocimiento, la etapa sensitiva y la etapa intelectual. Hemos dicho que la etapa sensitiva está muy ligada al cerebro, y ahora necesitamos probar que, a pesar de la unidad del acto de conocimiento y la dependencia del cerebro en la primera etapa, la inteligencia es de carácter espiritual.

El acto de conocimiento es intrínsecamente independiente de la materia, pero extrínsecamente dependiente de ella. Extrínsecamente depende de ella, porque el intelecto actúa sobre los datos administrados por los sentidos, sin que eso signifique que estos datos deban ser materiales. Pero intrínsecamente independiente porque es una actividad que se desliga de la materia.

Para probarlo, utilizaremos dos argumentos: la inteligencia es espiritual por el objeto propio del intelecto y el intelecto tiene la capacidad de reflexión completa (reditio completa en términos técnicos).

a) Por el objeto propio del intelecto.

El objeto propio del intelecto es aquello que le es primeramente y por sí mismo evidente, es decir, sobre lo que el intelecto primariamente actúa. Aquello que es primeramente y por sí mismo evidente al intelecto es la esencia de las cosas materiales. Como ya lo hemos visto, después del acto de conocimiento sensible, el intelecto conceptualiza y por medio de esta conceptualización capta aquello por lo que el objeto es eso y no otra cosa, es decir, la esencia ; esta esencia es sobre lo que el intelecto actúa primariamente.

Por otra parte, el concepto debe ser sumamente general y abstracto, el concepto no se refiere a lo singular sino a lo universal. El concepto de libro no es "El Quijote", ni "La Eneida", ni "Así fue Pancho Villa", ni ningún otro libro concreto y singular, es el concepto de libro, aquello que hace a un libro un libro y no una revista o un periódico. Este concepto es, por lo mismo, no material, ya que prescinde de toda materialidad ("Este libro"), y al ser no material es espiritual. De hecho, la materia es condición de lo concreto. Un libro concreto es un pedazo de materia. Mientras que la inmaterialidad es condición de la intelección.

"Así, yo veo un "árbol" y percibo una "canción"; veo "este" árbol y percibo "esta" canción. Es decir, veo objetos sensibles y singulares. Mientras no veo y no percibo objetos que non son sensibles y particulares: así, no veo a Dios, no siento la bondad; así tampoco, no veo el árbol (en abstracto) y no percibo la música (en abstracto)."

b) Por la reditio completa.

Transcribo la explicación que da el Dr. Ramón Lucas al respecto:

"La capacidad de reditio completa exige que el intelecto sea espiritual. El intelecto no conoce a través de la modificación material de un órgano, y por lo tanto es capaz de percibir el propio acto [llamado reditio completa] porque es intrínsecamente independiente de la materia. La capacidad de percibir el propio acto en modo reflejo, es decir, de tener el propio acto de pensar como objeto del propio pensamiento, implica libertad e independencia de la materia, de otra forma tal reflexión resulta imposible; como el ojo no puede verse a sí mismo, así el intelecto, si estuviera ligado a la materia, no podría pensarse a sí mismo."

Efectivamente, el ojo no es capaz de ver la visión que tiene; ni la visión como operación, ni el dato visto. Mientras que la inteligencia puede, por un lado, pensar en el acto de ella misma pensando, reflexionar en la capacidad que tiene de pensar, y por otra parte puede reflexionar o pensar, por ejemplo, en los conceptos, que son fruto de su acto de pensar.

De hecho lo que aquí se presenta es fruto de la reflexión del autor sobre el acto de conocimiento, lo que implica que el autor ha reflexionado en los actos intelectivos que ha hecho.

Relación entre cerebro e inteligencia.

Para terminar con este tema, habrá que decir algo sobre la relación que existe entre la inteligencia y el cerebro. Esto cobra importancia porque existe la tesis de intentar crear un cerebro para obtener una mente.

Suponiendo hipotéticamente que fuera posible la creación de una copia del cerebro, sea por medio de redes neuronales o por otro medio, sigue existiendo el problema de hacerle pensar, es decir lograr la inteligencia.

La creencia de que el cerebro es el órgano del pensamiento está bastante difundida. Puede ser en parte porque es instintivo pensarlo así, como también es instintivo pensar que amamos con el corazón, cosa que no es del todo cierta.

Como lo anotamos en otro momento, podría llegarse a pensar que así como existe una facultad de la vista a la que corresponde un órgano que es el ojo y una operación que es ver, así existe una facultad que es la inteligencia a la que corresponde un órgano que es el cerebro y una operación que es el pensar. Prueba de esto es que un daño en el cerebro implica un daño en la facultad de la inteligencia, de la misma manera en que un daño en el ojo implica un daño en la facultad de la visión. Esto es fácil de comprobar cuando ocurre con un golpe en el cerebro o con el deterioro del cerebro en la vejez o con alguna enfermedad, como un tumor cerebral.

La manera de explicar que esto no es cierto es volviendo a la prueba de la naturaleza espiritual de la inteligencia, agregando el principio de causalidad.

El principio de causalidad dice que la causa de algo debe ser proporcionada al efecto. La causa del funcionamiento de una bombilla eléctrica no puede ser el soplar por el cable de la luz. La causa es la corriente eléctrica.

"Ahora, por el principio de causalidad, lo que es material no puede ser causa de lo que es espiritual: la causa (material) no estaría proporcionada al efecto (espiritual). Por eso, la causa del conocimiento intelectual [siendo este conocimiento espiritual] no puede ser otro que una causa espiritual como lo es precisamente la inteligencia."

La relación entre inteligencia y cerebro no es causal, sino instrumental. Es decir, la inteligencia se sirve del cerebro para pensar, pero no piensa con él. Ya hemos analizado la manera en que la inteligencia se sirve del cerebro, ya que es el cerebro quien presenta los datos adecuados a los sentidos internos y a la inteligencia para que esta logre captar la esencia de la cosa sensible. Si no existe este "presentar datos", el intelecto no puede actuar. Así se explica el por qué un daño al cerebro es causa de un daño a la facultad de la inteligencia.

Sin embargo, dicho a manera de comentario, el que exista un daño en el cerebro no implica que deje de existir la facultad de la inteligencia; deja de existir la

posibilidad de que esta inteligencia entre en acto mediante la presentación de datos.

Otro ejemplo de la dependencia innegable entre la inteligencia y el cerebro, es la facultad de la memoria, que puede perderse por un golpe fuerte en el cráneo que afecte al cerebro. Pero esto habla, como ya se dijo, de una dependencia, de una interacción pero no evidencia que el cerebro sea el órgano de la inteligencia.

Dentro de la inteligencia están también implicadas las emociones, los ideales, el cansancio, la alimentación, etc. El hombre es un todo hecho de materia y espíritu que no forman una dicotomía sino una unidad.

Diferencia entre simulación y duplicación.

Hasta este punto, ha quedado clara la perspectiva que se abre analizando la IA desde un punto de vista nuevo. Para completar los conceptos teóricos antes de llegar a las conclusiones, veamos la diferencia entre duplicar y simular.

De John Searle es de quien se ha tomado la diferencia, resalta la diferencia entre simulación y duplicación:

"Para simular, todo lo que se necesita es un flujo correcto de entrada y salida de información y un programa de por medio que transforme la primera en la segunda."

La IA fuerte pretende crear programas sobre comprensión de relatos, análisis de lenguaje natural (como ELIZA, Dr. Abuse, etc.) u otros, y con ello entender lo que sucede en la mente humana cuando se entienden relatos. Searle, argumenta en contra de la IA fuerte, que no es lo mismo una simulación que un hecho real.

"Nadie supone que las simulaciones por computadora de un incendio de cinco alarmas podrían incendiar un vecindario o que la simulación por computadora de una tormenta nos pueda empapar. ¿Por qué habría de suponer alguien que entonces una simulación por computadora de la comprensión realmente entienda algo?"

"En ocasiones se dice que sería terriblemente difícil que las computadoras sintieran dolor o se enamoraran, pero amor y dolor no son ni más ni menos difíciles que la cognición. [...] Confundir la simulación con la duplicación es el mismo error, ya se trate de dolor, amor, cognición, incendio o tormentas."

Una computadora puede simular algo que en el hombre se da de otra manera. Un hombre capta la esencia de una cosa, mientras que en una computadora se pueden simular procesos epistemológicos en base a la forma accidental .

Pero no significa que se hagan de igual manera en el hombre que en la simulación. Para ejemplificar digamos lo siguiente: en la revista Scientific America

apareció hace unos 5 años un artículo sobre el reconocimiento por computadora; ahí presentaban un programa de cómputo que reconocía caballos de acuerdo a su forma : se digitalizaba directamente una imagen y la computadora era capaz de decir si la figura digitalizada era o no un caballo.

Aquí hay varias cosas que puntualizar. El intelecto humano siempre encuentra la esencia por los accidentes, entre otros por la forma accidental, parece que una computadora sería capaz de reconocer objetos porque es capaz de analizar todos los datos que proceden de los accidentes.

Por otro lado, en el caso del artículo de Scientific America la computadora hacía sólo el análisis de la forma accidental pero se pueden agregar otros sensores que captaran accidentes como temperatura, humedad, etc. (de hecho la parte de los accidentes más difícil de reconocer por computadora es la forma accidental), logrando con esto el reconocimiento de objetos.

Además, el hombre pasa de la experiencia sensible a la esencia de la cosa mediante el acto intelectual, mientras que la computadora puede ser capaz de recolectar datos meramente materiales y llegar a compararlos con un patrón ya dado, y llegar a decir "este objeto es X"; pero nunca podrá aprehender (en el sentido de captar la esencia de la cosa).

Si no tiene con qué comparar los datos que recolecta sólo será capaz de decir "No sé qué cosa es el objeto que se me presentó". Si un holandés que jamás haya conocido una guanábana, llegara a conocer una y a probarla, es capaz de captar la esencia de la guanábana, si bien no podrá decir que se llama guanábana y le llamará Schweterhinnen o algo así, mientras que la computadora no puede llegar a captar la esencia de la guanábana.

Por ello, debe quedar claro que en el caso que una computadora lograra "distinguir" objetos, esto sería siempre una simulación y no es válido decir que la computadora tiene "conceptos" o que "conoce". Es decir, esto no es una duplicación de lo que realmente sucede con la inteligencia.

Si realizo un simulador de vuelo por computadora, esto no implica que se corra el peligro de chocar contra una montaña o asfixiarse por inhalar el humo de un motor incendiado.

El Razonamiento Simulado.

Como se ha dicho, los procesos de razonamiento están basados en una lógica. Estos procesos de razonamiento son los que se han visto en la última fase del proceso intelectual. Por medio de ellos se asocia un sujeto y un predicado cuyo nexa no es evidente en un primer momento.

Lo que hace posible esta unión de sujeto y predicado es la lógica. Ahora, los sistemas lógicos son siempre sistemas formales, con reglas claras y precisas; por lo que el razonamiento es fácilmente simulable mediante programas de cómputo.

De hecho, los sistemas expertos son un ejemplo claro de lo que es la simulación del razonamiento.

Con esto se quiere decir que la parte de la inteligencia que es razonamiento es susceptible de ser simulada mediante computadora. Es preferible utilizar el término simulado al término artificial, para hacer la diferencia entre simulación y duplicación. Esto se debe a que es posible que algunos razonamientos sencillos los hagamos de manera intuitiva, más que racional y hay que mantener bien esta diferencia entre razonamiento e intuición.

Por ejemplo, si se hiciera un acertijo del tipo: "Si una botella vale \$30 más que el tapón y por una botella con tapón se pagan \$80, ¿cuánto cuesta la botella y cuánto el tapón?"; podría suceder que para alguien le resulte evidente que la botella vale \$55 y el tapón \$25, mientras que otro tenga que hacerse el siguiente planteamiento:

$x+y=80$ Sea x el valor del tapón y y el de la botella.

$y=x+30$ La botella vale \$30 más que el tapón.

$x+(x+30)=80$ Sustituyendo la segunda ecuación en la primera.

$2x=80-30$ Despejando el valor de x .

$x=25$

$y=25+30=55$ Sustituyendo el valor de x en la segunda ecuación.

Es decir que existen personas a quienes les resulta más fácil intuir las respuestas a ciertos problemas. Y es precisamente esta capacidad intuitiva la que hace la diferencia entre la inteligencia y el razonamiento.

De hecho, el intento por simular lo que comúnmente se conoce como sentido común y lo que se ha dado en llamar el problema estructural han frenado notablemente el avance de la corriente dentro de la IA llamada logicismo.

Pero nosotros afirmamos que tanto el sentido común como el problema estructural son dos aspectos que jamás lograrán ser duplicados por un programa de cómputo, ya que son parte intuitiva de la inteligencia. A nivel teórico podrían ser simulados, pero los intentos de implementación han demostrado que en la práctica estos modelos encuentran problemas sumamente difíciles de salvar, como el volumen de información que tendrían que procesar.

Por lo tanto, a la pregunta "¿Es posible crear inteligencia artificial?", respondemos:

1. Es posible simular la parte racional de la inteligencia. Esta afirmación, más que minar las investigaciones de IA, abren una puerta para que los esfuerzos se enfoquen en los campos en los que habrá fruto.

2. Hasta este momento no parece posible duplicar la parte racional; la parte intuitiva es claro que no puede ser duplicada. La razón por la que la parte racional no puede ser duplicada ya se dijo antes: no sería válido pretender que los mecanismos utilizados en resolver problemas simulando el razonamiento sean los mecanismos utilizados de hecho por el intelecto humano. En el ejemplo anterior, pudiera ser que el intelecto saltara algunos pasos.

3. El punto anterior se aplica también a los sistemas de análisis del lenguaje, análisis de relatos, etc. de los que se puede decir sólo que simulan la comprensión humana, pero no que la duplican. Esto significa que la computadora no es capaz de interpretar semánticamente .

Estas son las respuestas que se dan desde la perspectiva no tradicional del mecanicismo.

ANEXO DE LECTURAS

Pueden las máquinas ser creativas. (Marvin Minsky)

La mayoría de la gente piensa que los ordenadores nunca serán capaces de pensar. Quiero decir, realmente pensar. Ni ahora ni nunca. Sin duda, la mayoría de la gente también está de acuerdo en que los ordenadores pueden hacer muchas cosas que en caso de hacerlas una persona, tendría que pensar. Entonces, ¿cómo puede una máquina aparentar que piensa pero no pensar de verdad? Bien, dejando aparte la cuestión de qué es en realidad pensar, creo que la mayoría de nosotros respondería diciendo que en estos casos, lo que el ordenador está haciendo es una imitación meramente superficial de la inteligencia humana. Se ha diseñado para obedecer a ciertas órdenes simples y después se le han proporcionado programas compuestos de esas órdenes. Debido a esto, el ordenador tiene que obedecer esas órdenes, pero sin tener ninguna noción de lo que está ocurriendo.

Ciertamente, cuando aparecieron por primera vez los ordenadores, la mayoría de sus diseñadores los proyectaron para que no hicieran nada aparte de enormes cálculos sin discernimiento. De ahí es de donde viene la palabra "computers" (to comput, calcular). Pero incluso entonces, unos pocos pioneros, en especial Alan Turing, vislumbraron lo que ahora se llama "Inteligencia Artificial" o "IA". Vieron que los ordenadores posiblemente podrían ir más allá de la aritmética y quizás imitar los procesos que tienen lugar en el interior del cerebro humano.

Hoy, con robots por todas partes en la industria y en las películas de cine, la mayoría de la gente cree que la IA ha ido mucho más allá de lo que en realidad ha hecho. Los "expertos en ordenadores", sin embargo, dicen que las máquinas jamás pensarán de verdad. Si eso es así, ¿cómo pueden ser tan listos y sin embargo tan tontos?

Sentimos una admiración natural por nuestros Einsteins y Beethovens y nos preguntamos si los ordenadores podrían crear algún día teorías o sinfonías tan maravillosas. La mayoría de la gente cree que la creatividad requiere algún "don" especial y mágico que simplemente no se puede explicar. Si eso es así, entonces ningún ordenador podría crear, dado que la mayoría de la gente cree que se puede explicar todo lo que las máquinas pueden hacer.

Para ver el error en esto, tenemos que evitar una trampa ingenua. No debemos fijarnos únicamente en las obras de nuestra cultura consideradas como extraordinarias, hasta que hayamos conseguido entender cómo la gente corriente hace cosas corrientes. No podemos esperar adivinar, inmediatamente, cómo los grandes compositores componen grandes sinfonías. No creo que haya una gran diferencia entre el pensamiento ordinario y el pensamiento altamente creativo. No culpo a nadie por no ser capaz de hacer todo lo que las personas más creativas

hacen. Tampoco les culpo por no ser capaces de explicarlo. Sí me opongo a la idea de que, sólo porque no podamos explicarlo ahora, nadie podrá nunca imaginar cómo funciona la creatividad.

No deberíamos intimidarnos por nuestra admiración por los Beethovens y Eisnteins. En vez de ello, deberíamos estar disgustados por nuestra ignorancia en lo relativo a cómo tenemos ideas, y no sólo las "creativas". Estamos tan acostumbrados a las maravillas de lo insólito que nos olvidamos de lo poco que sabemos sobre las maravillas del pensamiento ordinario. Tal vez nuestras supersticiones sobre la creatividad cubren otras necesidades, como el proporcionarnos héroes con unas cualidades tan especiales que, de alguna forma, nuestras deficiencias parecen más excusables.

¿Las mentes sobresalientes difieren de alguna forma especial de las mentes ordinarias? No creo que haya nada esencialmente diferente en un genio, a excepción de tener una combinación inusual de habilidades, ninguna de las cuales es muy especial por sí misma. Debe existir alguna inquietud intensa por algún tema, pero eso es muy común. También debe existir una gran competencia en ese tema; esto tampoco es tan raro; es lo que llamamos destreza. Tiene que existir la suficiente confianza en uno mismo como para enfrentarse al vilipendio de los colegas; esto, aislado, es lo que llamamos testarudez. Y ciertamente, debe haber sentido común. Tal y como yo lo veo, cualquier persona corriente que pueda comprender una conversación corriente tiene ya en su cabeza lo que la mayoría de nuestros héroes tienen. Así que, ¿por qué el "sentido común corriente" no puede, cuando esté mejor equilibrado y más ferozmente motivado, hacer de cualquiera un genio?

Así pues aún tenemos que preguntar, ¿por qué no adquiere todo el mundo una combinación así? Desde luego, a veces es sólo el accidente de encontrar una forma novedosa de observar las cosas. Pero entonces, puede haber ciertas clases de diferencia en el grado. Una está en cómo tales personas aprenden a administrar lo que aprenden: bajo la superficie de su maestría, las personas creativas deben tener habilidades administrativas inconscientes que entretejen las muchas cosas que saben. La otra diferencia está en por qué alguna gente aprende más y mejores habilidades. Un buen compositor posee muchas aptitudes en cuanto a la frase y el tema, pero también cualquiera que hable de forma coherente.

¿Por qué algunas personas aprenden tanto y tan bien? ¡La hipótesis más simple es que se han encontrado con mejores formas de aprender! Tal vez tales "dones" son poco más que trucos de pericia de "orden superior". Al igual que un niño aprende a reordenar sus bloques de construcciones de forma inteligente, otro niño aprende a representar, dentro de su cabeza, ¡a reordenar cómo aprende!

Nuestras culturas no nos animan a pensar mucho sobre el aprendizaje. En vez de ello lo vemos como algo que simplemente nos ocurre. Pero el propio aprendizaje debe consistir en conjuntos de habilidades que nosotros mismos cultivamos;

empezamos con solo algunas de ellas y desarrollamos el resto lentamente. ¿Por qué no hay más gente que siga aprendiendo más y mejores habilidades de aprendizaje? Porque es algo que no tiene una recompensa inmediata, el pago se produce con un largo retraso. Cuando los niños juegan con cubos y arena, normalmente les preocupan objetivos como llenar los cubos de arena. ¡Pero una vez que un niño se preocupa en cambio por aprender mejor, entonces eso podría llevar a un crecimiento exponencial del aprendizaje! Cada forma mejor de aprender a aprender llevaría a mejores formas de aprender, y esto se podría magnificar en un cambio cualitativo impresionante. Así, la "creatividad" de primera clase podría ser tan sólo consecuencia de pequeños accidentes de la infancia.

Entonces, ¿por qué los genios son tan escasos, si todo el mundo tiene casi todo lo necesario? Quizás porque nuestra evolución funciona con una irreflexiva falta de respeto por los individuos. Estoy seguro de que ninguna cultura en la que todo el mundo encontrase formas diferentes de pensar podría sobrevivir. Si así fuera, qué triste, porque eso significaría que para desarrollar los genes que produzcan un genio necesitarían, en vez de que se los cultivara, que se eliminasen las malas hierbas.

ANEXO DE LECTURAS

El Duelo Psicológico En El Ajedrez

Introducción

Espera el Ajedrez por la Psicología para sistematizar toda una serie de observaciones sobre los aspectos psicológicos de la lucha ajedrecística. La bibliografía del Ajedrez está llena de tales vivencias y su influencia en el desarrollo de la partida. Los experimentos están hechos y el campo de experimentación continúa abierto. El ajedrez ofrece una posibilidad de modelar la conducta del hombre y controlar los resultados de modo muy peculiar, resulta de nuestro interés subrayar tales posibilidades.

Sin embargo el interés de los ajedrecistas en los aspectos psicológicos ha sido muy marcado. Krogus cronológicamente señala tales esfuerzos por la importancia que los mismos guardan tanto para su preparación como para el conocimiento del contrario.

A Lasker se le atribuye ser el pionero en apreciar que tras la vida de las piezas está el individuo con su carácter y que no se pueden comprender los secretos de la contienda ajedrecística si se prescinde de la Psicología, las inclinaciones y el carácter del individuo en el transcurso de esta contienda.

Estudió detalladamente el estilo, los aciertos y fallos de sus contrincantes, a fin de servirse en la práctica de las conclusiones deducidas. En sus partidas hay demostraciones de que no siempre hizo los mejores movimientos sino los que resultaban más desagradables para sus adversarios.

Estableció que el estilo del ajedrecista refleja el carácter del individuo y demostró la verdad de su tesis en la práctica. Su intuición humana, para su época se entendió como suerte o poderes hipnóticos; detrás de todo, sólo un trabajoso estudio clasificatorio para detectar las tendencias creadoras de sus contrincantes. El fruto de su trabajo pasa al acervo práctico y lenguaje común de los ajedrecistas cuando tratan de describir un estilo y no se supera aún que uno sea posicional y el otro combinatorio.

Se trata de describir en el estilo diversos factores como el modo de pensar, el grado de emotividad, las cualidades de la voluntad, la atención y el carácter.

Alekhine continuó desarrollando las ideas de Lasker sobre la necesidad de conocer el carácter de la personalidad del contrincante. Fueron precisas sus elaboraciones al respecto y destaca la que hiciese sobre J. R. Capablanca. Aportó nuevos elementos al prever la preparación psicológica tanto en su relación directa

como inversa. Somete a análisis los procesos psicológicos del pensar y el carácter, más aún, la influencia de uno sobre otro, la vinculación de uno y otro.

Posteriormente Botvinnik hace acotaciones importantes para crear un sistema de preparación y perfeccionamiento psicológico, destacando importantes parámetros, tales como el análisis de la capacidad óptima de trabajo durante la partida, la predisposición psicológica a la competición, etcétera. Se une a estos análisis la capacidad extraordinaria de Botvinnik para transformar los datos obtenidos en concretos esquemas de aperturas, en la forma de desarrollar la lucha en sus aspectos generales. La preparación especial la situaba en la lucha contra las emociones negativas y se preparaba para luchar hasta el final.

Estas generalizaciones que alcanzó Botvinnik se aprecian nítidamente en su larga carrera y podría buscarse muchos ejemplos en ella. Aprovechamos uno de estos momentos, que en la historia del Ajedrez han llegado a ser inolvidables.

Un Ejemplo Sobre El Duelo Psicológico En Ajedrez.

En el año 1958 en match de revancha, Botvinnik retoma la corona del mundo y se la ciñe con fuerza después de haber ganado titánicas partidas. Quedaba claro que era necesario buscar un igual más fiable para un evento similar.

El jugador de Riga, Mihail Tal, quien naciera en el año del éxito de Botvinnik, en Nottingham de 1936, acumulaba una serie de maravillosas victorias y a la temprana edad de 23 años gana el derecho al match por el Campeonato del Mundo, sin estar aún en posesión de todos los títulos comunes.

Tal, con su intrépido estilo, acapararía la atención del mundo, como no lo había logrado ningún otro jugador desde los tiempos de Morphy.

El retador por lo tanto ya tenía nombre: Mihail Tal. Ya en la primera partida del Match por el Campeonato del Mundo, se definió el carácter de la lucha: Tal logró a través de una Defensa Francesa lo que quería, desarrollar amenazas tácticas que le propiciarán la puesta en práctica de sus recursos, los cuales obligaron a resignar en 32 movimientos a Botvinnik. Botvinnik cambió sus planes y utiliza la Defensa Caro Kan, la cual exitosamente le había servido contra Smyslov, el reemplazo fue provechoso. Para la tercera partida Tal eligió después de:

1.e4 c6 2.Cc3 d5 3.Cf3 Ag4 4.h3 Axf3 la extraña recaptura de 5.gxf3 ...

la cual fue criticada por los analistas y en la 5ª partida tuvo que jugar muy preciso para salvarse de un final inferior.

Para la próxima partida Tal obtiene su objetivo y por su intuición típica sacrifica una pieza que fuerza a Botvinnik a confiarse enteramente en el cálculo de

variantes. Botvinnik yerra y fracasa. En el próximo juego, bajo la influencia de los anteriores también pierde.

Después de esto Botvinnik casi nivela las puntuaciones al ganar dos partidas muy agudas. Para la partida 17 se produce una repetición de la 3ª partida. Tal realiza un movimiento inferior y Botvinnik obtiene el mejor juego, dos peones de ventaja parecen asegurarle el triunfo, pero en la jugada 39 comete un error en el apuro de tiempo. Mihail Tal se corona Campeón del Mundo.

El enfrentamiento entre el estilo intuitivo y el científico no quedó resuelto en el match. Tal mismo consideró que no podría llegarse a conclusiones pues el match había estado influenciado por una mala preparación de Botvinnik, lo que se manifestó en los apuros de tiempo y en la falta de confianza en sí mismo.

Anteriormente Botvinnik no cometía errores en los apuros de tiempo, ahora su edad y la costumbre de verificar todas las variantes hacía que le diera menos peso a su intuición, lo que lo fatigaba extraordinariamente.

Tres años antes a este match intrigaba la pregunta de que si podría volver a desempeñarse en otro match, pese a su superioridad incuestionable. Ahora cercano a los 50 años, podía considerar que su nombre ya pasaba a los anales de la historia del Ajedrez, que podía descansar y dejar a la juventud el terreno de la lucha. Pero se propuso ejercitar su derecho otra vez y alcanzar si no la gloria, al menos, sí la esperanza de descubrir el secreto de Mihail Tal.

Tal estaba en una situación muy ventajosa, el problema de la edad parecía intratable, la victoria sobre Botvinnik había sido convincente (6 ganadas, 2 perdidas y 30 tablas). La situación parecía más impresionante que la que pudo tener Smyslov en 1957. Sin embargo, nadie debía olvidar la lección que diera Botvinnik en 1958. Los especialistas refrendaron los pronósticos.

Euwe escribió, que solamente Lasker había jugado eventos de clase después de los 50 años, pero en un año de profundo estudio quizás Botvinnik podía encontrar soluciones a sus problemas y podría ser un pilar como lo fue el alemán como maravilla de longevidad.

Al retornar al match Botvinnik de hecho debía superar todo lo que la había hecho fallar. Compuso su propio método de juego para enfrentar a Tal y privó al joven de cualquier posibilidad de seleccionar líneas intuitivas y si se forzaban le haría pagar un alto precio por ellas. Tal ya en el desarrollo de la revancha, se obstinó y pagó por sus decisiones antiposicionales. Botvinnik demuestra cómo el arsenal moderno de armas explosivas de Tal puede ser condenado al fracaso.

En la partida 9 se produce un ejemplo, Tal realizó 8 jugadas de peones y 3 de Dama en 12 jugadas. Trató de complicar el juego, pero el desarrollo superior de Botvinnik se impuso.

Botvinnik escrupulosamente evitó toda complicación y mostró su ventaja para jugar posiciones simples y claras, lo que llegó a ser molesto para Tal.

Para la partida 15 Tal estaba 5 puntos detrás, no renunció y ganó la 17 y la 19. Se acercó a la victoria en la partida 20, en la cual Botvinnik salva un final de torres y peón con récord de 121 jugadas. El marcador final dejó demostrado el triunfo de la lógica, la fuerza y la preparación: 10 ganadas, 5 perdidas y 6 tablas.

La riqueza de matices psicológicos se concreta partida a partida. Un ejemplo ilustrativo se da al nivel de la 13, los comentarios del propio Botvinnik los refuerzan:

Blancas: Mihail Botvinnik Negras: Mihail Tal

1.d4 Cf6 2.c4 g6 3.Cc3 Ag7 4.e4 d6 5.f3 O-O 6.Ae3 e5

Si después de la décima partida mi oponente definitivamente jugó por tablas entonces, después de haber ganado la partida 12, se mostró muy agresivo, como la elección de la apertura lo demuestra. Ante esto tomo la decisión correcta de cambiar las damas.

7.dxe5 dxe5 8.Dxd8 Txd8 9.Cd5 Cxd5 10.cxd5 c6 11.Ac4 ...

Esto le da al negro la posibilidad de jugar 11.-... cxd 12.- Axd5 Cc6 tal como jugaron Boleslasky y Najdorf en Zurich de 1953. Sin embargo esta prosaica continuación no es del gusto de Tal, él juega por complicaciones, en otras palabras, que comprometan su propia posición.

11... c5 12.Ab3 Ac7 13.O-O-O ...

13.Tc1 era posible pero daba lugar a varias trampas, como por ejemplo, 13... cxd5 14.Tc7 Td7 15.Txb7 seguido de Axd5 ó 13... Td7 14.Ce2 cxd5 15.Axd5 Axd5 16.Tc8 + Af8 17.Axe8. Pero desde la jugada realizada se instalaba por el blanco una base posicional.

13... c5

Aunque esta jugada la consideré, es inconsistente. El negro deja al blanco con un peón pasado y restringido el escape de su alfil dama.

14.Ac2 ...

Aquí no es difícil encontrar un plan. El plan fue ensayado exitosamente en un entrenamiento con Boleslasky. Este plan consiste en socavar la cadena de peones negros por b3 y a4. Esto mi oponente no lo consideró, por lo que se queda fuera del claro objetivo.

14... Cd7 15.Ce2 Af8 16.Cc3 a6

Probablemente una pérdida de tiempo. El alfil negro permanecerá ahora fuera del juego por un largo tiempo y lo que es más importante, el blanco realiza su plan sin ningún impedimento. El negro pudo haber decidido 16... b4

17.b3 Tac8 18.Ad3 Cb6 19.Ae2 Td6

Difícil una casilla para la Torre, pero hay una amenaza concreta ahora 20... b4 21.Cb1 c4

20.Rb2 f5

Después de 20... b4 21.Cb1 c4 22.bxc Cxc4 + 23.Axc4 Txc4 24. Tc1 el blanco penetra a lo largo de la columna alfil dama.

21.Tc1 Tf3 22.a4 ...

Ahora como 22... b5 23.Cb1 podría dejar al negro con muchos puntos débiles, él toma la decisión de abrir la columna caballo dama la cual pronto será ocupada por el blanco.

22... bxa 23.bxa a5

23... c5 24.Rc2 Ab4 25.Tb1 Axc3 26.Axb6 (ó 26.Rxc3 Cxa4+ 27.Rc2) no habría diferencia.

24.Rc2 c4 25.Tb1 Ab4 26.Ca2 ...

Obliga a desbloquear la columna. 26... Ac5

27.Axc5 Txc5 28.Cc3 ...

Aquí valoré que con 28.f4 podía ganar material y que el negro podía encontrar difícil defender sus piezas menores, pero podría darse un momento tenso para la quinta hora de juego y no quería presentar a mi oponente ninguna oportunidad de contrachances tácticos.

28... Ac8 29.Tb2 Ad7 30.Thb1 Axa4+ 31.Cxa4 Cxa4 32.Tb8+ Rg7 33.T1b7+ Tf2 34.d6 Txb7 35.Txb7+ Rf6 36.Txh7 Tc8 37.d7 Td8 38.Axc4 Cc5 39.Tf7+ Rg5 40.Ab5 fxe 41.fxe Resignan.

Factores Que Intervienen En El Duelo Psicológico En El Ajedrez

El ejemplo de Botvinnik parece suficiente para señalar los aspectos psicológicos que intervienen en el duelo ajedrecístico y parecería mejor no hacer una intervención en tal sentido que encasillara la vida en una llave clasificatoria.

La victoria de Tal como Campeón del Mundo sobre Botvinnik, su carrera ascendente, los prejuicios bien asentados sobre la edad, podrían considerarse barreras que entorpecieran la percepción optimista de Botvinnik sobre cómo afrontar el match de revancha.

No podríamos estudiar factores psicológicos aislados, sino que habría que valorarlos en el sistema complejo de la personalidad de los contendientes. Así desde la perspectiva de Botvinnik se manifiesta no sólo una capacidad para pensar, sino para pensar y sentir, capacidad para orientar su conducta a través de un modelo, capacidad para que ese futuro modelo logre la concreción adecuada en cada uno de sus actos. Esto necesariamente implica una amplia reflexión del modelo y sobre sí mismo para alcanzarlo.

Este proceso pudiera parecer muy simple, si es que no se tiene en cuenta las dudas continuas que nos pudieran asaltar, el temor al fracaso u otras vivencias complejas que exigen de una reconstrucción intelectual en todas las direcciones de la personalidad en que se den síntomas o sean causas de ellas. Solo ante un proceso de este tipo el hombre logra superar, transformar la vida y a sí mismo. Las orientaciones básicas se concretan en un proyecto con objetivos concretos, que prevé la organización de la conducta, de las acciones y los medios necesarios para la consecución de tales objetivos.

El proyecto indica lo que quiero alcanzar, lo que se va a hacer y la valoración sobre las posibilidades propias para obtenerlo. En esta unidad integrativa la personalidad alcanza dirección y fuerza valorativa lo que le permite acopiar los medios necesarios para la ejecución del proyecto. Sin embargo a más de uno no nos faltarán proyectos que no se concretaron, por lo que es importante analizar cómo éste logra eficiencia.

Primero se produce una fuerte interacción entre todo aquello que puede ser un acicate para emprender la lucha, con un desmenuzado inventario de todo lo que haría falta para llevar a vías de hecho la empresa propuesta y un diagnóstico profundo de sí mismo.

En otros términos se aprecia la interacción de las fuerzas motivacionales; la racionalización de lo propuesto mediante la organización del proyecto en tiempo, medios, vías y otros recursos necesarios con un balance autoconsciente para poderse abrir ante la idea innovadora y afrontar los riesgos que implica.

Segundo se produce una priorización de las fuerzas disponibles para emprender este proceso de auto-transformación y que mantendrán la tensión necesaria para no flaquear en el empeño propuesto.

Tercero el proyecto necesita una evaluación en el contexto general de la vida y obra del individuo, en tanto la construcción del sentido que el mismo adquiere en tal elaboración se erige en una de las fuerzas de mayor valor motivacional.

Cuarto el autodiagnóstico de sí mismo, será el factor de mayor nivel de regulación, en tanto concretizará las exigencias del proyecto a las posibilidades reales con que contamos. El proyecto de esta suerte se somete a duras pruebas de reflexión y construcción de valoraciones que van ganando cada vez más en especificaciones con lo que garantizará la expectativa realista de su ejecución con probabilidades altas o al menos bastante altas de éxito. Este autodiagnóstico implica un conocimiento exacto de las exigencias del proyecto para poder evaluar en qué lugar se hallan nuestras capacidades, necesidades, conocimientos, así como las posibilidades y perspectivas externas en qué medida podrían favorecer o entorpecer la ejecución del mismo. Conociendo de ésta forma qué se requiere de nosotros para poder cumplir con la organización y planificación ideada se requiere de una alta responsabilidad individual en cada acto, de manera de garantizar la estabilidad y nivel de comportamiento personal que se requiere de la autoprogramación de tareas para alcanzar este tipo de metas.

Pero en el ajedrez nuestro plan siempre entra en confrontación con los planes del adversario, en la preparación psicológica cobra gran valor este mismo análisis del contrario para entonces poder reajustar nuestro propio diagnóstico a las características de éste, de tal forma de sacar algún provecho extraordinario, no ya sólo de uno mismo sino de las limitaciones que él pudiera tener para emprender la lucha con una connotación inesperada o fuera de lo habitual o molesta dada las posibles expectativas que pudo haber forjado.

¿Qué motivaciones animaban a Tal para emprender el match? ¿Cuáles eran las perspectivas de la organización de su actividad? ¿Qué valoraciones tenía de sus posibilidades de vencer? ¿Cómo podría argumentar tales problemáticas dado los resultados alcanzados? ¿Estaría en condiciones de valorar justamente a Botvinnik? ¿Qué se propondría vencer en Botvinnik? ¿Qué daba por sentado de no ser un problema para él del juego de Botvinnik? ¿Serían claros sus objetivos de entrenamiento? ¿Qué significaba para Tal obtener la victoria? ¿Qué tipo de lucha en el tablero estaría dispuesto a sostener? ¿Qué tareas de entrenamiento realizaría si mantuviera su línea combinatoria?.

¿Cuáles sistemas de apertura? ¿Cómo reducir estos sistemas a las características de un juego posicional? ¿Qué elecciones podría hacer para que le resultaran más molestos?, etcétera.

Producto de estos análisis terminarían los ajustes del plan de Botvinnik. El match sólo fue la concreción temporal de una lucha donde se evaluó, a través de una cuidadosa elaboración personal el modelo futuro, efectivo en la regulación para el match y que le permitió a Botvinnik una orientación continua en sus objetivos. La partida valorada fue antecedida de una derrota para Botvinnik, ¿qué garantía está en la base de permanecer orientado hacia los objetivos?, podríamos preguntarnos.

Evidentemente hay un alto nivel de fundamentación en cada tarea propuesta, en cada fuerza sostenedora del nivel de tensión necesario, en los tipos de decisiones que se adoptarían, en las alternativas a tener en cuenta, etc. Esto implica una alta capacidad para fundamentar los análisis, utilizando para ello una amplitud de categorías y valoraciones que impiden la rigidez, el dogmatismo o las fantasías de los mismos. Pero esta capacidad analítica sería muy limitada si es que no llevara a la búsqueda consciente de las causas del comportamiento y la fuerza necesaria para superar los conflictos.

La capacidad de Botvinnik para regular su comportamiento a través de objetivos y proyectos mediatos muestra un alto nivel de precisión del acontecimiento futuro con una riqueza de contenido muy alta en toda su proyección. Se ha constatado, según afirma el psicólogo F. González Rey que el hombre que actúa en calidad de sujeto activo sobre sus conflictos y contradicciones, reduce en gran medida la aparición del stress emocional. Al stress nos hemos querido referir por la importancia que tiene para la lucha ajedrecística y por las posibilidades que abre el Ajedrez de explorar en uno de los problemas actuales de la Psicología y la Neurología, en la reacción del cerebro ante un aumento ilimitado de información que se recibe y cómo se adapta a esas condiciones de funcionamiento. Esta pregunta de actualidad, constituye un problema práctico porque se han incrementado los casos de alteraciones de la actividad nerviosa superior del hombre y ellos indudablemente relacionados a la necesidad de recibir información y tomar decisiones en el curso de intervalos cortos de tiempo. El Ajedrez en tal sentido pudiera ofrecer un campo de experimentación muy especial.

Las Neurosis Informacionales

Las neurosis informacionales son neurosis de carácter psicógeno, las cuales surgen como consecuencia de la combinación desfavorable de tres factores:

- 1.- Un gran volumen de información, sujeta a procesamiento y asimilación incluyendo también la toma de decisiones.
- 2.- Déficit prolongado de tiempo para realizar este tipo de trabajo.
- 3.- Un alto nivel de motivación.

La combinación desfavorable de estos tres factores conduce a alteraciones de regulación de la conducta. Experimentalmente se han obtenido datos que están muy en relación con las características del duelo psicológico que nos ocupa. Se reportan experimentos con perros en los cuales se forman reflejos condicionados motores alimentarios. Los estímulos condicionados eran fortalecidos desde diferentes fuentes, por lo que el animal, si es que quería comer, debía diferenciar entre un gran número de estímulos condicionados, tarea que se fue complejizando cuando tales estímulos se producían sin orden e implicaba un esfuerzo de

discriminación para saber cual fuente tenía el alimento, de acuerdo al estímulo que estuviera actuando. Ante esta complejidad se aprecia que en el animal se reduce la velocidad de las respuestas motoras, se dan carreras equivocadas hacia los recipientes, hay una inhibición para diferenciar correctamente, se producen mayor número de carreras no hacia las fuentes alimentarias sino a las tazas de agua, se orinan más a menudo, etcétera. Si el experimento continúa además de estas manifestaciones se aprecia rechazo hacia la comida, variación en las reacciones vegetativas, contracciones de las patas y variaciones del tono emocional. Si los sistemas de estímulos se integraban con largos períodos de tiempo estas reacciones no se producían, pero si el tiempo para integrar las diferenciaciones del sistema de estímulos se reducía aparecían reacciones motoras patológicas, tales como contracciones de los músculos del cuello, movimientos forzados de la cabeza.

La combinación de estos 3 factores también pueden darse en una relación óptima y esto ocurre cuando el volumen de información, el intervalo dedicado al procesamiento y el nivel de excitación emocional se encuentran en una interrelación que propicia el máximo de la actividad nerviosa superior.

El cerebro tiene sus propios mecanismos de compensación para regular el nivel de actividad en las condiciones de cargas informacionales crecientes. Una de estas vías de autorregulación, al complejizarse la actividad analítico sintética, es la reducción de velocidad en la respuesta motora, el animal cada vez se vuelve más lento. Si no se le permitiera responder con mayor lentitud, sólo comienza a reaccionar ante unos estímulos y no ante otros, aunque esto le implique recibir menos alimentos pero disminuye la actividad analítico sintética.

Pero si no se lograra esta autorregulación, entonces se producirían alteraciones que surgen por los siguientes mecanismos:

- 1.- Se produce una sobretensión tanto de la fuerza como de la dinámica de la excitación y la inhibición. Se enfrentan reflejos condicionados positivos y negativos o compiten entre sí los positivos.

- 2.- El déficit de tiempo crea la condición en la cual la información de alto significado no puede ser elaborada. Se exalta así la reacción de orientación, las reacciones se hacen más lentas, se limita la posibilidad de asimilación lo que conduce al incremento de reacciones erróneas.

Las diferenciaciones sutiles se hacen más difíciles pues se exige continuamente de reacciones de orientación que conducen a la ruptura de la actividad nerviosa superior.

- 3.- La sobretensión en la actividad sintética del cerebro hace que la función de integración se debilite.

4.- La sobretensión emocional y la descoordinación en la actividad hace que se altere la adopción de decisiones.

La influencia de la falta de tiempo en la contienda ajedrecística ha ganado más de un espacio de muchas publicaciones. Krogus valora su influencia negativa y subraya el descenso del rendimiento en la actividad mental, pero acota que el pensamiento tiene un índice de productividad mayor, cuando la falta de tiempo aparece paulatinamente y sin cambios bruscos en la partida. No pasa inadvertido para el maestro y psicólogo como la escasez de tiempo dificulta valorar la posición mediante deducciones (¡la función integrativa del cerebro está afectada!) y por lo común se reduce el cálculo de variantes.

La intuición y la abstracción lógica pierden efectividad, por lo que la creatividad descienden.

Un estudio prometedor estaría en buscar la combinación óptima de estos 3 factores para elevar la productividad del trabajo del ajedrecista. Índice que tendría un carácter netamente individual, pues la falta de tiempo es una particularidad propia, como lo son las particularidades de la actividad nerviosa superior, las genéticas y otros factores que pueden estar en la base del organismo como causas de astenias. De hecho, en la preparación psicológica del ajedrecista está un por ciento alto de la efectividad que alcance en competencia; allí se estará afinando el instrumento principal de la lucha.

ANEXO DE LECTURAS

COMPUTADURA: ¿RIVAL DEL FUTURO?

Introducción

El interrogante que se plantea con el título de esta nota constituye una versión actualizada de un hecho que se viene renovando con el transcurrir del tiempo.

La historia de la civilización muestra, incluso desde las épocas remotas, que el desarrollo cultural fue acompañado, en gran medida, por la evolución tecnológica. Por lo tanto, el Hombre se ha visto favorecido por las herramientas e instrumentos que ha creado, aunque es pertinente recordar que, en algunos aspectos, se vio enfrentado con sus ingenios, lo cual se ha manifestado con mayor frecuencia a partir del maquinismo y del ingreso a la denominada Era Industrial.

La computadora es, en las últimas décadas de este siglo que ya fenece, una de las creaciones humanas de mayor relevancia en el campo de la tecnología. El avance científico y técnico alcanzado, tanto en el software (equipo lógico) como en el hardware (equipo físico), ha permitido emprender y concretar empresas que parecían pertenecer -al menos para generaciones anteriores- al terreno de la ciencia ficción como ser, sólo por citar algún ejemplo, llegar a la Luna mediante navíos tripulados y colocar en órbita satélites artificiales que recogen datos sobre la atmósfera y los recursos terrestres. Existen a la vez otros satélites que facilitan las comunicaciones intercontinentales, en un nivel quizá nunca pensado: son posibles desde la consulta de vastísimos bancos de datos hasta recibir emisiones televisivas de hechos o espectáculos en el mismo momento en que se producen.

El avance de las computadoras afecta sensiblemente la vida cotidiana, a punto tal que obliga a pensar seriamente en las consecuencias que provoca sobre la realidad presente. Pero, yendo más lejos aun, algunos científicos meditan y opinan sobre el futuro, advirtiendo que el Hombre podría realizar, con el auxilio de supercomputadoras, progresos fantásticos; otros, por su parte, ven en ellas máquinas que abren las puertas a un riesgo potencial: que el Hombre se transforme en un servidor de la máquina, en lugar de servirse de la misma como es su deseo.

Si nos dirigimos al terreno de la literatura de anticipación, tomando por ejemplo a "Metrópolis" de Thea von Harbou -con su inhumana Máquina Geyser, atendida por obreros esclavizados- o lo que H. G. Wells concibe en "La máquina del tiempo" -con sus Eloi, aristócratas del futuro, y los Morlocks, esclavos carentes de inteligencia-, pueden hacerse algunas inferencias.

Escenario futuro: supercomputadoras con capacidad de aprender e incluso autoprogramarse dominan los medios de comunicación y, principalmente, a través de la televisión, controlan la conducta de los humanos. ¿Lo pueden hacer? Ciertamente sí: los mensajes subliminales que se hacen llegar a los hogares, de uso común en publicidad y propaganda, son una prueba de que existe un riesgo potencial de que todos los hombres puedan ser controlados por medio de la televisión.

Por lo tanto, se reitera, muchos han reflexionado -filósofos, científicos, escritores- sobre la relación entre el Hombre, sus máquinas y creaciones, atento a que esa relación ha sido, con alguna frecuencia, nada idílica. Esa tarea de carácter contemplativo se ha referido a hechos concretos actuales o del pasado y puede llegar a ser un ejercicio eminentemente intelectual cuando se proyecta hacia el futuro, quizá motivada por un interés profesional en ciertos casos, para tratar una temática específica que abre, a la vez, nuevos interrogantes.

Suele acontecer que personalidades destacadas llegan a dejar registrado el fruto de esas meditaciones, a través de escritos que brindan algo más de luz sobre la temática considerada y advierten sobre posibles riesgos futuros. En otros casos hay personas que contribuyen con ideas quizá no tan profundas, pero sí despiertan con su enfoque del tema inquietudes, incluso por contraste con las esbozadas, que conducen a la formulación de nuevas ideas, el aporte es también significativo.

En función de los elementos introductorios presentados al lector, se cree necesario y oportuno hacer conocer la perspectiva desde la cual se analizará la posible rivalidad Hombre-computadora; ésta es la lucha ajedrecística.

Mas antes de penetrar en ese terreno, fértil para la imaginación, es preciso hacer algunas consideraciones que hacen a la subjetividad del enfoque y a esa íntima necesidad de darlo a conocer.

Los temas involucrados en estas notas no son, naturalmente, nuevos para su autor, pero siempre surge algún detonante circunstancial que impulsa a su presentación; en este caso ha sido el enfrentamiento del campeón mundial de ajedrez, el Gran Maestro ruso Garry Kasparov, con un programa preparado en la Universidad Carnegie Mellon de Pasadena, Estados Unidos de América, denominado Deep Thought (Pensamiento Profundo). Cabe también agregar a ese hecho, que subyace en la mente -y, por qué no decirlo, en el corazón- una mezcla de asombro, admiración y quizás una pizca de temor por los cambios producidos y la evolución tecnológica que dio lugar a que el citado enfrentamiento se concretara.

En el dar a conocer las propias ideas sobre esta temática, a través de estas notas, se entiende que se busca el diálogo con los lectores: a ellos se someten opiniones del autor, sobre las cuales éste desea, en lo profundo de su ser, recibir respuestas. Es que el diálogo enriquece porque significa intercambio, mientras

que el monólogo es una forma de soledad, y puede asemejarse a la reflexión de los pensamientos en un espejo.

Por otro lado, dos o más personas que dialogan buscan, tal vez en lo más recóndito de sí mismos, conocerse, y esa es la vía más efectiva para llegar a entablar posibles afectos.

Se debe puntualizar que toda opinión o concepción personal sobre un tema esta determinada, en muchos aspectos, por el contexto en el cual se desarrolló la vida del opinante. Esto es, ya lo expresara el genial Ortega y Gasset: "Yo soy yo y mis circunstancias".

Por lo tanto, se estima que puede ser útil y oportuno que el escritor se presente a su probable interlocutor mental, para ofrecer así una mejor comprensión y facilitar la reflexión sobre la propuesta realizada. Una presentación de estas características es obviamente innecesaria para aquellas personalidades conocidas o que rozan la fama, pero como éste no es el caso, trazaremos una rápida semblanza.

Pertenezco a la generación que nació poco antes de la iniciación de la Segunda Guerra Mundial, a ese grupo infantil que prácticamente ignoró el drama que significó Hiroshima; a esos niños que se llenaron de gozo con las fantasías de Verne y de Salgari; a los que se entusiasmaron leyendo el Tarzán de E. R. Burroughs, a la par que devoraban revistas semanales como el "Tit-Bits", el "Pif-Paf" y "Aventuras", sin olvidar el importante "Billiken", que constituyó un valioso y fiel compañero para toda la escuela primaria.

Cursé el nivel primario en la tradicional Escuela Normal de Maestros, con docentes de jerarquía que fomentaban y exigían la lectura -medio formidable para descubrir el mundo-; tuve por compañía a la radio, que se escuchaba cotidianamente y que constituía, por su programación y peculiar puesta en el aire, una fuente importante para desarrollar la imaginación infantil.

Mi diversión preferida, al igual que para la mayoría de los chicos, era el cine. Aquel cine de una época en la que se ofrecían tres películas de largometraje por sección y en la cual la ciudad estaba salpicada por decenas de salas. El sensacional "matinée" de los domingos en el cine del barrio era el punto de interés sustantivo con sus recordadas "series" que constituían el verdadero "plato fuerte"; episodios que se sucedían semana tras semana y que eran ansiosamente esperados por un público ávido de acción. El personaje: "el muchacho", que siempre luchaba en condiciones desfavorables -aunque exitosamente- contra "el malo"; por ejemplo, el científico malvado que disponía de un robot invencible, que dirigía con sistemas de televisión y que estremecía a los niños, a punto tal de dejar la impronta de sus imágenes grabadas para siempre en la mente infantil.

Qué decir de las aventuras de Carlitos Chaplin, lo más destacado entre tantos otros de nivel relevante, que llenó el corazón de esa generación -al igual como lo

ha hecho y seguramente lo seguirá haciendo- con su comicidad y su ternura. No hay que olvidar que también dejó su sello durante la adolescencia, al satirizar sutilmente el maquinismo en su obra "Tiempos modernos", al igual que con el totalitarismo en "El gran dictador", creación que recién se pudo apreciar muchos años después.

Así, simultáneamente, viví la feliz exigencia del hoy Instituto Politécnico -la vieja y querida Escuela Industrial- mientras se sentía hondamente el alegato antibélico de la obra de Remarque "Sin novedad en el frente", a la par que Bradbury ("Fahrenheit 751") y Orwell ("1984" y "Rebelión en la granja") impactaban a adolescentes y adultos con la fantasía de su imaginación creadora.

Posteriormente la época de mi juventud está signada con el paso por la Universidad, cuando en la carrera de Ingeniería no se dictaba Computación y esta temática, como asimismo la investigación operativa, hacían sus primeras apariciones en cursos introductorios relacionados con los niveles de posgrado.

Toda la formación recibida, incluida la actividad profesional desarrollada en los decenios siguientes, da sustento al pensamiento que fluye hacia el razonamiento científico, tomando al análisis y a la habilidad técnica como herramientas fundamentales. Pero por otro lado se tienen los elementos de fe y la intuición, que a veces están en oposición con la lógica, quizá la veta creativa que integran la personalidad de todo individuo.

Tal vez en estos componentes psíquicos de la mente humana se origina lo que puede asimilarse a una sensación de asombro, cuando en 1957 los soviéticos sorprendieron colocando en órbita sus Sputniks y asimismo cuando a través del satélite Pajaro Madrugador se asistió a una transmisión televisiva, por primera vez, de carácter intercontinental.

Toda la generación a la que se hace referencia fue impresionada por un hecho de carácter excepcional, que sin duda tuvo más repercusión en la mente de aquellos devotos de Julio Verne. Fue el 20 de julio de 1969 cuando realizando tareas de campaña con otros colegas en la provincia de Catamarca, se hizo un alto para escuchar por radio la llegada del hombre a la Luna; fue un momento sentido, determinante de un estado emocional de profunda unción por la magnitud de ese hecho notable en la historia de la humanidad.

¿Tienen todos estos hechos vividos y otros, que constituyen un marco de referencia, relevancia con relación al enfoque sobre el tema planteado? Considero que sí, porque se insiste en lo subjetivo de los juicios y en la apreciación de que las opiniones representan sólo una parte de la verdad buscada; tal vez más que una parte, una perspectiva distinta o un punto de vista propio de cada individuo, en función de su formación y sus vivencias.

Por otro lado debe recordarse, con un tinte anecdótico, que para muchos de nosotros, los de la generación que pasó los cincuenta años, la simple televisión

tiene aún algo de novedoso, aunque algunos no lo perciban o no lo quieran reconocer. Ello no sucede, evidentemente, con la generación siguiente y cabe deducir cuál ha de ser el comportamiento de "los hijos de la computadora", ante los hechos de magnitud que la tecnología produce, casi se diría, día tras día.

Pero estas últimas digresiones no deben hacer olvidar que falta aún presentar mi componente personal más importante con relación al tema que se está considerando, que es indispensable hacer conocer al lector: soy un ajedrecista apasionado, que sostiene un idilio permanente con el noble juego desde hace más de cuarenta y cinco años.

Conocí la competencia deportiva febril en mi época adolescente y juvenil, con todas las emociones que la lucha conlleva. Derramé las lágrimas de una derrota y viví los sentimientos que se manifiestan cuando se enfrenta a rivales de jerarquía internacional.

Disfruté de amistades cultivadas en una pasión compartida en el ajedrez durante largos años. Algunas de carácter profundo con amigos ya desaparecidos, como fuera un maestro de fuste de profesión abogado -que llegó a formar una biblioteca especializada de gran valor-, a quien debo todo lo aprendido, y a la personalidad sensible, inteligente y equilibrada de un médico, que dio impulso y sugirió ideas para que me iniciara en la actividad ajedrecística de carácter periodístico. A sus dos nombres los llevo en el corazón.

Se hace menester dejar los aspectos subjetivos y plantear otros interrogantes. ¿Por qué tiene el ajedrez tanta fascinación y atractivo, que ha cautivado a millones de seres? ¿Por qué le han prestado singular atención los científicos ligados a la Cibernética, la Computación y la Inteligencia Artificial?

"Si el ajedrez fuera más difícil de lo que ya es, o mucho más fácil, habría desaparecido. No es un juego, pero tampoco una ciencia." Rey Ardid.

El ajedrez

Se dejaron planteadas algunas preguntas relativas al interés que ha despertado el ajedrez, no sólo entre sus entusiastas adeptos sino también entre los científicos vinculados con la computación y la inteligencia artificial en sentido amplio.

Es conveniente y necesario comenzar por conocer, aunque más no sea superficialmente, los orígenes del juego. Distintas fuentes históricas, sin coincidir plenamente, establecen que el ajedrez fue jugado por vez primera en la India, en los siglos VI a VII d. C. Muy poco se conoce sobre sus características y reglas de juego iniciales, a punto tal que los investigadores más reputados lo vinculan con un juego de tablero que se practicaba entre cuatro participantes, denominado "chaturanga". Cada uno tenía su ejército de piezas que se desplazaban sobre el espacio, definido por un tablero dividido en cuadros; se incluía también el arrojar

unos dados, por lo cual se puede inferir que el azar también influía en el desarrollo de la batalla.

Los dados de la fortuna fueron eliminados posteriormente y, tras sucesivos cambios, se elaboraron reglas similares a las que hoy se conocen, aproximadamente en el siglo XVI. Lo cierto es que este llamado "juego de los reyes", atento a que fue por casi un milenio uno de los pasatiempos más placenteros para la elite del mundo, ha sido siempre motivo de fuerte atracción entre quienes lo practicaron. Incluso ha llegado a despertar un gran apasionamiento, como puede deducirse del ejemplo que surge de algunos registros de la Edad Media; en ellos se indica que algunos clérigos habían recibido severas admoniciones por parte de sus superiores "...debido a que olvidaban los caminos de Dios, por dedicar gran parte de su tiempo al tablero jaquelado..."

Previamente el ajedrez había viajado hacia Persia donde recibió el nombre de shah mat, que significa "el rey está muerto". Los árabes conocieron el juego cuando conquistaron Persia, para luego introducirlo en España durante el siglo XI en el apogeo de su imperio. Así el ajedrez se extendió por toda la península ibérica, para hacer lo propio en el resto de Europa durante las centurias siguientes.

Tuvo vigencia en el plano sociocultural, como lo señalan unas notas del maestro ruso Vasily Panov referidas a la Europa medieval. Entonces se enseñaban las "siete artes liberales", que constituían el trivium (gramática, retórica y dialéctica) y el quadrivium (aritmética, geometría, astronomía y música) y las "siete artes caballerescas", que se reducían a equitación, natación, tiro de flecha, esgrima, poesía y ¡ajedrez! -¿Qué clase de caballero es si no sabe cazar un pato carbonero, ni escribir un soneto, ni distinguir un peón de un alfil? -exclamaba toda dama distinguida frunciendo los labios-; ¡no es un caballero, sino un ignorante y un impostor!

Corresponde puntualizar que tanto adeptos como profanos se han interesado en conocer cuál es la esencia del ajedrez. A menudo se suele utilizar como sinónimo de ajedrez una denominación particular: el juego ciencia; de aquí surge una vieja cuestión, aún no totalmente dilucidada, en el sentido de si se lo debe llamar juego o ciencia. ¿Acaso no puede ser también un arte?

Para atender estas cuestiones se estima conveniente parafrasear algunas ideas de Richard Réti, expuestas en una obra extraordinaria -"Modern Ideas in Chess"- editada en 1923. La historia del ajedrez muestra que éste estuvo de moda en aquellos países que poseían cierto liderazgo en la cultura de su tiempo. Los árabes, en uno de sus momentos cumbres, introdujeron el juego en España y posteriormente en el 1500, cuando España y Portugal encabezaban los descubrimientos materiales e intelectuales, se producen los libros de ajedrez más antiguos de Europa. A continuación, durante el Renacimiento, los ajedrecistas más importantes están en Italia y, ya en el siglo XVIII -cuando Francia, en plena era napoleónica, dominaba tanto en política como en otros aspectos de la cultura-, los

ajedrecistas precursores de los campeones del mundo fueron franceses; incluso el propio Napoleón dedicó horas de distracción al ajedrez. El siglo siguiente muestra que las más relevantes figuras pertenecen, sucesivamente, a Inglaterra, Alemania, Rusia y América, acompañando el desarrollo científico y cultural.

Además señala Réti que el ajedrez ha sido jugado, con preferencia, por personas de elevado nivel cultural y, si se buscan explicaciones sobre su valor intrínseco, son de interés estas apreciaciones. El ajedrez es un juego de lucha, un verdadero combate incruento; Emanuel Lasker puntualizó que todo ser humano posee una instintiva necesidad de luchar, así sea deportivamente o a través de los juegos de naipes o de tablero. Existe un deseo, no importa la manera de efectivizarlo, de probar su fortaleza buscando la victoria como una compensación interior. Sin embargo, en el largo plazo, la competencia que depende de la fuerza física o los juegos de azar no brindan satisfacción suficiente. Pero en el ajedrez se encuentra el Hombre con una batalla de carácter intelectual que excluye la suerte; se depende de la capacidad del intelecto para luchar y, así se gane o se pierda, esto es lo que otorga al juego una gran profundidad. Incluso el carácter de cada persona se trasunta en el ajedrez, por lo que también se lucha de manera diferente según sea el estado de ánimo del jugador, ya sea de felicidad o tristeza.

También plantea Réti si un juego puede ser al mismo tiempo un arte, entendiendo que arte y juego no difieren tanto como se piensa en principio, dado que ambos tienen muchas cosas en común. El jugador de ajedrez, al igual que el artista, construye su propio mundo y vuela, desde la rutina diaria hacia el reino que ha preparado para sí mismo; en última instancia todo arte fue una vez juego y pasatiempo. La esencia del arte consiste en la habilidad del artista para sumir su alma en el trabajo. Tal vez el ajedrez fue un juego hace más de un siglo, pero aquel que haya percibido el profundo sentimiento y devoción que surgen de algunas partidas del nivel magistral sabe que se ha encontrado con un arte nuevo, que continuará progresando y deleitándolo.

Pero dado que el aspecto artístico requiere de la apreciación de la belleza, al igual como sucede en la pintura o en la música, el ajedrecista espectador necesita del conocimiento previo que le permita capturar la belleza que encierra una producción magistral; es decir que cuanto mejor y más profundo es el conocimiento adquirido, mayor es su capacidad para percibir todo lo que, desde el punto de vista estético, se le ofrece en cada caso.

"El ajedrez, como el amor y la música, tiene el poder de hacer felices a los hombres." Tarrasch.

El ajedrez y el hombre

El conocimiento contemporáneo es una consecuencia de una evolución permanente de las ideas científicas que se han registrado a lo largo de la historia.

Cada uno de los grandes hombres de ciencia que realizaron aportes significativos no dejó de reconocer que se había apoyado en los hombros de sus antecesores.

Por lo tanto, es útil considerar la evolución del pensamiento ajedrecístico, al menos tomando como referencia los hitos que sus cultores de mayor relieve fueron estableciendo, y teniendo presente que esa evolución reflejó, en cierta medida, las tendencias que predominaban en cada período, tanto en los aspectos científicos como en los socioculturales en su sentido más amplio.

Los primeros siglos

Se puede comenzar recordando que el ajedrez moderno tiene sus raíces en el siglo XVI y que su figura más importante, el sacerdote español Ruy López de Segura, dio un ejemplo que casi todos los maestros posteriormente han repetido, cual fue escribir un tratado donde expuso sus ideas.

Lo sigue un período denominado Era Romántica, en el que los maestros no le prestaban mayor atención al hecho de establecer principios y normas. Sólo les interesaba la potencia arrolladora del juego de las piezas, entregando material en la búsqueda de brillantes combinaciones que condujeran directamente al jaque mate; el arte de la defensa era desconocido.

Esta corriente del pensamiento fue abruptamente interrumpida por una gran figura, François-André Danican Philidor (1726-1795), que merece se le dispense un poco más de atención. Es que Réti -uno de los padres de la escuela hipermoderna- lo calificó como "un filósofo del ajedrez, que estaba demasiado avanzado para su tiempo, a punto tal de no ser comprendido apropiadamente". ¿Cuál fue el aporte que realizó este maestro -contemporáneo de la Revolución Francesa- para merecer tamaño elogio? Pues nada menos que dejar sentados los principios sobre la importancia de la estructura de peones en la estrategia ajedrecística, la que ha constituido la base de numerosos estudios posteriores. La expresión que se le atribuye -"los peones son el alma del ajedrez"- ha quedado registrada en los anales del juego con letras de molde.

Sus trabajos y análisis fueron reunidos en una obra que publicó en 1749, "Analyse du jeu des Échecs". Cabe destacar que es el libro que más ediciones y traducciones tuvo y tal vez sea el de mayor circulación, entre los de ajedrez publicados, de manera que aún se lo puede encontrar hoy en algunas librerías que venden material bibliográfico de segunda mano. Pero existe otro hecho relevante en Philidor dado que, al margen de brillar como ajedrecista, resultó ser un destacado compositor musical de la Corte francesa, a un nivel tal que su busto adorna hoy la Ópera de París. Fue uno de los creadores más distinguidos en el género de la ópera cómica o bufa y sus obras son consideradas como modelos de corrección y armonía; incluso algunas se ejecutan en nuestros días.

¿Qué síntesis pudo haber en la personalidad de alguien que fue primer ajedrecista de su época y a la vez destacado compositor musical? Proponer que su formación

musical -en lo que respecta a su faz de ordenamiento y jerarquización- fue determinante en la elaboración de sus ideas ajedrecísticas, sólo es una hipótesis posible e interesante, que al menos merece profunda atención. Lo cierto es que su pensamiento original y estructurado quedó plasmado en su libro y en sus partidas.

Cabe señalar que debió transcurrir más de un siglo para que el notable Wilhelm Steinitz (1836-1900) -primer campeón mundial reconocido- produjera una revolución comparable, al incorporar nuevos conceptos y darles un ordenamiento adecuado. Pero, mientras tanto, debe citarse al maestro germano Adolf Anderssen (1818-1879), que representó al juego combinativo de manera inigualable. Fue tal su amor por el ajedrez y la jerarquía que éste alcanzó en Alemania merced a su labor, que la Universidad de Breslau le otorgó a Anderssen, en 1865, un doctorado honorario. Este maestro fue superado en 1858 por un genial americano, Paul Morphy (1837-1884), que pasó por Europa como un relámpago fulgurante, para luego retirarse; él estableció en sus partidas -dado que no dejó escritos- los principios básicos para el manejo de las posiciones abiertas, a partir del control del centro y de la superioridad en el desarrollo de las piezas.

Estaba tan por encima de sus rivales que se hace difícil encontrar partidas en las que exhiba su real poderío. Esto se hizo evidente quizá para el propio Morphy, cuando ofreció a cualquier jugador del mundo un peón de ventaja y la salida.

Se cuenta que este nativo de Nueva Orleans falleció en esa misma ciudad a los cuarenta y siete años mostrando signos mentales de extravío y con aversión por el juego que dio inmortalidad a su nombre. Un rumor muy difundido refería que una dama importante lo rechazó, diciendo que no podía casarse "con sólo apenas un jugador de ajedrez".

Siendo su familia de fortuna trató vanamente de sobresalir como abogado, pero aquellos que se inclinaban ante el genio del ajedrez no le guardaban parecida consideración en cuanto a su manejo de la faz jurídica. Tal vez estos hechos relatados contribuyeron a que se aislara y perdiera el equilibrio mental.

Por lo tanto, Steinitz fue el que elaboró la base científica del ajedrez, sistematizando y descubriendo las leyes del juego posicional; es decir que fundó una escuela con su pensamiento y propuso todo un cuerpo teórico que dio sustento a una técnica bien elaborada, tanto para las posiciones de carácter abierto como para las cerradas. Se pueden indicar, entre otros temas, la acumulación de pequeñas ventajas y la obligación de atacar para quien posee la ventaja. Mucho tuvo que ver en la difusión de sus ideas, naturalmente perfeccionadas, Siegbert Tarrasch (1862-1934), que con su gran capacidad literaria planteó los principios que influyeron poderosamente en el desarrollo del ajedrez mundial, prácticamente desde 1895 hasta 1925.

Pero la rigidez doctrinaria de Tarrasch, que pecaba quizá de dogmatismo, tuvo su contrapartida en dos figuras destacadas. Una fue la del ruso Mikhail Chigorin (1850-1908), el más serio desafiante de Steinitz por el título mundial. Sumamente

creativo, ideó verdaderos sistemas de aperturas y se opuso a los dogmas -por ejemplo, la ventaja del par de alfiles sobre alfil y caballo- indicando que cada situación debía analizarse de manera concreta; buscaba las excepciones y reivindicó la importancia de la dinámica del juego de piezas para compensar deficiencias estructurales, en tal medida que la escuela soviética lo considera su inspirador. El otro personaje fue el alemán Emanuel Lasker (1868-1941), que tomó la corona mundial de manos del propio Steinitz y la defendió honorablemente a lo largo de nada menos que veintisiete años. Tanto en sus escritos como en su praxis, demostró tener una concepción más amplia y elaborada que su antecesor. Por otra parte, había alcanzado un doctorado en filosofía y realizó contribuciones de interés en el campo de la Matemática.

Mientras sus contemporáneos prestaban atención al desarrollo de la técnica ajedrecística, él, que dominaba sus elementos estratégicos y tácticos, atendía a los aspectos psicológicos de la lucha, tema en el cual fue prácticamente insuperable. Dijo Reuben Fine, gran maestro y psicólogo: "Lasker podía cometer un yerro, y cometió muchos, pero sonreía dado que sabía muy bien que la perfección no se otorga a los mortales. La victoria no lo ufanaba indebidamente y la derrota no lo deprimía de manera desproporcionada; por eso nunca perdía la cabeza. El ajedrez significaba para Lasker un conflicto dramático. Una batalla entre dos seres humanos bajo reglas establecidas."

Se puede considerar que hasta aquí se manifiesta la influencia científica y sociocultural del siglo XIX, que referida a los jugadores que adherían al pensamiento de Steinitz, los involucró bajo la denominación de "los clásicos".

Los desarrollos y sucesivos avances originados durante la primera parte del siglo XX y los sucesos acaecidos, que culminaron con la I Guerra Mundial, provocaron cambios que también se revelaron en las ideas pertenecientes al arte de Caissa, la diosa del ajedrez.

El ajedrez es el arte del análisis.

La revisión del pensamiento ajedrecístico, iniciada en la nota anterior, destacó una figura importante e influyente por su personalidad, la del doctor Siegbert Tarrasch, que representó el punto culminante de la escuela de Steinitz, nacida a fines del siglo XIX.

Mientras Chigorin marcó sus diferencias con las ideas de Steinitz, Lasker adhirió a aquel pensamiento. Este maestro excepcional, si bien produjo partidas muy instructivas, no dejó discípulos, siendo para sus contemporáneos inimitable. Basta señalar que luego de retirarse, retornó a la competencia -a la edad de sesenta y seis años- en el Magistral de Moscú 1935; luego de diecinueve rondas duramente disputadas, finalizó invicto y a sólo medio punto de los entonces jóvenes vencedores, Botvinnik y Flohr, superando a Capablanca.

Precisamente el cubano José Raúl Capablanca (1888-1942) fue quien destronó a Lasker en 1921. Se reveló como un verdadero genio desde niño y se caracterizó por dominar la estrategia y la táctica con una seguridad asombrosa; captaba lo esencial de una posición rápidamente, maravillando a todos con su notable intuición. Su punto más fuerte era la conducción de los finales, siendo casi imbatible en el ajedrez rápido. Sus partidas son un modelo de precisión técnica, incluso para las generaciones actuales.

Tuvo su primer contacto con el ajedrez a los cuatro años, casualmente, viendo jugar a su padre. Aprendió las reglas observando y dos días después señaló el movimiento errado de un caballo a su progenitor; seguidamente, y ante su asombro, jugó con él y le ganó. Las crónicas registran que cuando Capablanca contaba veinte años, era un joven encantador, gentil y buen mozo. Aficionado a los deportes, se distinguía también en tenis y la prensa lo denominaba "el favorito de los dioses". Su gran atractivo personal lo transformó en la figura del ajedrez más famosa del mundo entero. Parte de su vida ha sido llevada recientemente al cine, en estudios de la Unión Soviética; la mayor parte de la película recrea episodios del Gran Torneo Internacional de Moscú 1925, al que Capablanca llegó como campeón mundial y en particular sus relaciones con la bailarina Saha Mozhaeva, que en aquellos tiempos enamoró al cubano. Precisamente en ese período aparecieron los primeros signos de debilitamiento en su juego.

Mientras Capablanca reinaba, y sin que él tuviera participación, surgió un movimiento rebelde contra el rígido formalismo y, por qué no decirlo, quizás el autoritarismo de Tarrasch y sus seguidores. Luego de finalizada la I Guerra Mundial ese movimiento se transformó en la denominada escuela Hipermoderna; fueron sus líderes más brillantes dos pensadores profundos y originales, el ruso Aaron Nimzovich (1886-1935) y el checoslovaco Richard Réti (1889-1929). Ambos produjeron contribuciones y libros de importancia; en "Mi sistema" Nimzovich introdujo un conjunto de nuevos principios, donde se enjuiciaba a los dogmas anteriores. Un principio relevante se refería a que no era necesario ocupar el centro para controlarlo y que una masa central de peones no es de por sí fuerte, ya que puede convertirse en una debilidad y ser objeto del ataque enemigo.

Al rechazar la aplicación unilateral de los principios generales, reivindicaron la individualidad de cada posición para ser evaluada. Además, la esencia de sus ideas se manifestó en una concepción global del combate ajedrecístico, en el sentido de que cada movimiento en la apertura debía vincularse con un plan bien concebido para el medio juego, y que la formación de peones debía estructurarse teniendo en cuenta las posibilidades del final.

Esta verdadera revolución en las ideas enriqueció notablemente al ajedrez, y fue Alexandre Alexandrovitch Alekhine (1892-1946), nacido en Rusia y luego emigrado a Francia, el que -conociendo profundamente las ideas de las escuelas de Steinitz y la Hipermoderna- produjo una síntesis notable. Luego de arrancarle la corona mundial a Capablanca, en el célebre match que tuvo por escenario a

Buenos Aires en 1927, su concepción dinámica del juego en todo el tablero y su estilo de fiero atacante, lo hicieron ganar la admiración del mundo.

Era abogado de profesión, pero como bien señala Fine "amaba el ajedrez y amaba ganar", por lo cual dedicó su vida a este noble juego. Los libros de torneo que Alekhine comentó constituyen una parte de las joyas más valiosas del tesoro que son los escritos que aportan ideas, para aquellos que siempre desean aprender y perfeccionarse.

Sufrió los efectos de la guerra como teniente del ejército francés, y cayó prisionero; fue liberado y participó en torneos realizados en territorio ocupado por los nazis. Como tuvo además algunas actitudes complacientes, fue acusado de colaboracionista. Así se le impidió jugar torneos de la posguerra, muriendo prácticamente como exiliado en Portugal, en 1946.

Al gran Alekhine lo interrumpió sólo por dos años en su reinado -el que retuvo hasta su muerte- una figura sumamente respetada por su bonhomía y apreciada por sus dotes de correcto deportista incluso fuera de su país natal, el holandés Max Euwe (1901-1981), doctor en Matemática y profesor universitario. En su juego se trasuntaba la lógica, destacándose como experto en la teoría de aperturas; sobre este tema fue su mayor contribución literaria, aunque también escribió sobre otros aspectos del ajedrez, a nivel de un cabal campeón mundial como lo fue de 1935 a 1937.

Finalizada la II Guerra Mundial se coronó campeón del mundo, en 1948, un ruso nacido en 1911, Mikhail Botvinnik. Este gran maestro encarna la síntesis del pensamiento científico del siglo XX aplicado al ajedrez. Fue el más profundo conocedor de las ideas y técnica de sus antecesores, a quienes rindió homenaje permanentemente a través de sus escritos y comentarios de partidas. Tenaz y perseverante en sus investigaciones, fue un sistematizador que exaltó la batalla ajedrecística, pero no en el sentido "laskeriano" -contra un adversario de carne y hueso- sino contra un problema intelectual: la búsqueda de la objetividad a través del cálculo concreto y profundo. Por ello siempre exhibió un gran espíritu de autocrítica. Sistematizó modelos del medio juego, no solamente líneas de aperturas, y su manejo de las posiciones defensivas complicadas, de doble filo, es ya legendario.

A pesar de sus éxitos ajedrecísticos, le otorgó siempre importancia a su carrera académica y profesional. Terminado el torneo de Nottingham 1936 -donde el joven Botvinnik, como invicto, empató el primer lugar con Capablanca superando a Euwe, Alekhine y Lasker, todos campeones mundiales- retornó a su país.

Allí dejó de jugar para dedicarse por siete meses a su trabajo de tesis, graduándose como ingeniero electricista. Narra Fine que al finalizar el citado torneo, Botvinnik se dirigió a otro participante, el maestro Milan Vidmar -ingeniero electricista y profesor de Física Teórica en la Universidad de Yugoslavia, donde fue también rector- diciéndole: "Desearía poder hacer lo que usted ha hecho en el

campo de la electricidad", a lo que Vidmar replicó: "Yo quisiera hacer lo que usted ha hecho en ajedrez."

Por otra parte, se debe señalar que Botvinnik es el fundador de la exitosa Escuela Soviética de ajedrez, que creció y se desarrolló bajo su inspiración, habiendo sido incluso un modelo para los jóvenes que luego le disputaron el título mundial. Basta recordar que Anatoly Karpov y Garry Kasparov -el primero, campeón mundial desde 1975 y el segundo, su sucesor- han sido sus alumnos directos.

Luego de abandonar la competencia en 1970, Botvinnik se transformó en una de las autoridades en el desarrollo de computadoras que juegan ajedrez, tarea a la que dedicó gran parte de su tiempo hasta su lamentado fallecimiento, acaecido en 1995.

Lo más difícil no es enseñarles ajedrez, sino darles sentido común.

Minsky. El ajedrez y la computadora

En la nota introductoria se estableció que la rivalidad entre el Hombre y la computadora se plantearía a través de una situación concreta, cual es la lucha ajedrecística. Si bien puede estar en claro para el lector cómo el Hombre, a lo largo de su vida, se relacionó y quedó prendado del ajedrez para siempre, obviamente no puede suceder lo propio con la computadora; ésta es, en esencia, una máquina y como tal carente de sentimientos. Pero es necesario conocer algo más sobre la computadora y cómo se produjo su vinculación con el ajedrez.

Si se intenta definir qué es una computadora, se puede decir que es una máquina que procesa informaciones, a través de un programa que ya tiene memorizado, para luego entregar unos resultados.

Esta máquina no es más que un simple autómatas, capaz de efectuar a gran velocidad solamente las operaciones que se le indican. Por lo tanto, definido claramente un problema, sigue un proceso de razonamiento lógico bien detallado para solucionarlo; ésta es la base para confeccionar el programa, el cual contiene el conjunto de operaciones que deberá ejecutar la computadora para arribar a la solución esperada.

Toda computadora tiene una unidad de entradas y salidas, que es la parte que la comunica con el mundo exterior, permitiéndole recibir datos y suministrar información. Los que podrían denominarse "órganos de los sentidos" de la máquina se conocen como "periféricos", y entre los cuales están las impresoras, pantalla de rayos catódicos, cintas magnéticas, teclado, etc. Las unidades de salidas proporcionan registros de la información ya procesada.

También tiene una unidad de memoria que almacena los programas que se han de ejecutar, como asimismo resultados intermedios del procesamiento. Una

unidad central de proceso (CPU), considerada como el cerebro del sistema, realiza las operaciones aritméticas y lógicas, ordenadas por las instrucciones que se llevan a cabo; posee además una unidad de control, que aparte de registrar en qué posición de la memoria se encuentra la próxima operación a ejecutar, produce la decodificación de instrucciones y genera las señales de control, necesarias para que funcione todo el resto del sistema.

Esta simple y quizás incompleta síntesis puede, de por sí, parecer bastante compleja para los legos, y por ello tal vez sea oportuna la reflexión de A. Kay - citado por Luis María Gonzalo en "Inteligencia Humana e Inteligencia Artificial"- que dice: "Las computadoras son al cómputo como los instrumentos son a la música; en definitiva, cómo expresar lo que es el violín para el violinista".

Pero ocurre que la computadora está integrada a una ciencia como la Cibernética (según Wiener es "la ciencia del control y de la comunicación de los sistemas, ya sean de animales o de máquinas"), que trata sobre el arte de guiar o conducir, al igual que al campo de la Inteligencia Artificial, una expresión que involucra a todo aquello que se refiere a la capacidad de resolver problemas utilizando computadoras, y en el cual también se incluyen estudios de la inteligencia humana. La forma de operar del sistema nervioso y el cerebro humano pueden ser vistas como una máquina natural; de allí surge la posibilidad de que el pensamiento humano pueda ser imitado mediante computadoras.

En esas tareas de investigación, pura y aplicada, en la que los científicos intentan elaborar modelos sobre la percepción humana -sobre capacidad de aprendizaje o bien sobre su capacidad para resolver problemas o tomar decisiones-, el ajedrez es uno de los "caballitos de batalla" preferidos. Su gran utilidad se fundamenta en que, a cada instante, el juego de ajedrez ejemplifica una situación de combate en la cual se interaccionan la planificación estratégica y la táctica, en la que se deben asumir decisiones; si se agrega el hecho de que el resultado se puede medir y registrar -el camino hacia la victoria- se evidencia su excelencia para la investigación.

Lograr formalizar el proceso del pensamiento humano es un objetivo largamente acariciado. Si se pueden elaborar criterios para armar programas que jueguen bien ajedrez, estos mismos programas constituyen una forma de estudiar los procesos de planificación y toma de decisiones; incluso más, el estudio de la mente en acción, cuando juega ajedrez, conduce a la mejor comprensión del pensamiento humano y su psicología.

Cabe tener presente que los hombres, a través de los tiempos, siempre han manifestado la inquietud de crear mecanismos que los reemplazaran en funciones consideradas "inteligentes". Pero a veces se actuó haciendo trampa y por eso no se resiste la tentación de narrar algo anecdótico, que contiene una dosis de humor.

El ajedrez -juego de inteligencia por antonomasia- no escapó a la fantasía creadora del engaño y, en 1769, una máquina apodada el "Turco" hacía su aparición en la corte de María Teresa, emperatriz de Austria. Fue su inventor el barón Wolfgang von Kempelen, que diseñó un complicado mecanismo para transmitir las jugadas, desde el interior de una caja a un tablero ubicado sobre ella, mediante sesenta y cuatro plaquitas magnéticas que se manejaban desde dentro. Pero su mayor habilidad consistió en guardar, a lo largo de nada menos que setenta y un años, el secreto de que el autómatas era operado por un ajedrecista humano escondido en la caja. Se cuenta que Napoleón, en una exhibición que tuvo lugar en Viena en 1809, perdió tres veces y, muy exasperado, barrió con las piezas del tablero que conducía el presunto autómatas. Lo que nunca supo era que se enfrentó a Johann Allgaier, un fuerte maestro austríaco de la época. El misterio del "Turco" se develó en 1897, durante una exhibición en Filadelfia. Un periodista norteamericano observó ruidos y agitación en el interior del ingenio, por el intento de escapar del ajedrecista en momentos en que un gracioso del público asistente comenzó a gritar estentóreamente: "¡Fuego! ¡Fuego!"

Retornando a la investigación, los atisbos de una máquina que verdaderamente jugara ajedrez tienen, quizá, sus raíces en el matemático inglés Charles Babbage. Es que en 1840 ideó una calculadora con memoria, dispositivo de cálculo y sistemas de entrada y salida, tal como tienen las computadoras actuales. También pensó en un autómatas jugador de ajedrez e incluso definió algunas "instrucciones de funcionamiento", pero todo quedó en la teoría, dado que el investigador expresó: "...la construcción de tal máquina absorbería demasiado tiempo de mi vida..."

Más de un siglo después el norteamericano Claude Shannon, nacido en 1916, estableció importantes conceptos para la elaboración de programas de ajedrez. A él corresponde, por ejemplo, la idea de asignar una célula de memoria a cada escaque del tablero y un valor numérico a cada pieza.

Es oportuno recordar que todo programa destinado a jugar ajedrez debe dar solución a tres aspectos fundamentales: a) generación (cálculo) de movimientos; b) evaluación de posiciones; c) decisión entre las posibles respuestas.

Cabe señalar que las computadoras -también llamadas ordenadores- de la primera generación, que funcionaban mediante válvulas, se anotaron su primera victoria contra un ajedrecista principiante en la década de los cincuenta, con el programa denominado MANIAC I. Mientras tanto, otros programas resolvían problemas de ajedrez, como el que se indica en el diagrama y que pertenece a Paul Morphy. Juega el blanco y da mate en dos.

En 1951 un programa elaborado por Dietrich Prinz en la Universidad de Manchester, Inglaterra, para la computadora experimental a válvulas MADM tardó

quince minutos en resolverlo. La campeona mundial de los '80, Chess 4.8, lo resolvió en cinco segundos y actualmente sería de solución casi instantánea.

Siguiendo un interrogante planteado por Pachman y Kühnmund: ¿Cuánto tardaría usted, lector?

La solución es 1. Th6!!, gxh6; 2. g7 mate y si responden 1...A mueve; 2. Txh7 mate. Si usted encontró la solución en menos de tres minutos, la calificación es: excelente.

"Hay que estudiar, y mucho, porque los grandes desafíos que tenemos hoy por delante son intelectuales. Es preciso confiar en el ingenio, no en los músculos."
Robert Ballard.

La mente y la computadora

En la nota precedente, en su parte final, se señalaron los primeros logros, a comienzos de los años cincuenta, de los programas elaborados para jugar ajedrez. Precisamente hacia 1950 Claude Shannon propuso, en un trabajo de relieve histórico, dos tipos de programas que aún hoy orientan a los existentes. Uno denominado como estrategia A o de la "fuerza bruta" -con éste operan Deep Thought y Deep Blue, programas de la Universidad Carnegie Mellon-, dado que para una posición determinada el programa calcula todas las variantes posibles, hasta un límite definido. Este límite u "horizonte" abarca normalmente, en las computadoras comerciales, hasta cuatro jugadas; es decir ocho movimientos, cuatro blancos y otros tantos negros. Dicen Pachman y Kühnmund: "...es como jugar a la Gallina Ciega, ya que la computadora debe simular por completo todas las secuencias posibles; su gran inconveniente es pues la cantidad de ramificaciones" (árbol de variantes).

La estrategia B consiste en no explorar todos los movimientos posibles, sino que depende de una evaluación de la posición anterior, para solo considerar los más promisorios. Esta concepción trata de imitar el estilo de juego humano; por eso ha sido bastante difícil de implementar, ya que existe un gran peligro de excluir las mejores respuestas.

Las dificultades que se derivan en lo que hace al armado de programas eficientes deben entenderse dentro del marco referencial siguiente: la máquina necesita de un programa elaborado con toda precisión, y si lo tiene es más capaz que el hombre para resolver los problemas que se plantean. Esto es así, al menos para un problema que tiene solución exacta.

A pesar de que el ajedrez está comprendido en la teoría de los juegos, de John von Neumann y Oskar Morgenstern, para un problema de número finito de soluciones, Botvinnik planteó el ajedrez como un problema inexacto. Esto es, aquel en el cual los métodos matemáticos destinados a resolverlos no han sido

definidos; por eso, si no se tiene algo bien determinado, ¿cómo programar a la computadora para obtener una solución precisa?

Las tareas inexactas ofrecen distintas posibilidades de solución que el hombre ejecuta, en muchas ocasiones, de modo inconsciente y quizás apoyado en su intuición. Lo hace en relación con el capital acumulado en previas experiencias, y con el misterio. En síntesis: cuando el hombre no conoce bien el método exacto, es decir cuando no logra formalizar la solución, la computadora carecerá del programa requerido.

Lo cierto es que existe una amplia gama de problemas inexactos, con un gran número de posibles soluciones, correspondientes a distintas áreas del quehacer humano. Ellas están relacionadas con los niveles de comando, y justamente la tarea más importante y difícil del que conduce es la del carácter de los problemas inexactos.

Eliot Hearst, de la Universidad de Indiana, señala que trabajos llevados a cabo en la investigación psicológica destinados a analizar la toma de decisiones en situaciones complejas -que contienen elementos que pueden inducir a errores- indican que los sujetos que producen las mejores decisiones muchas veces no pueden dar una explicación clara de cómo y por qué lo hacen.

Por lo tanto, es de interés indagar en los procesos de la mente humana, y eso no es tarea sencilla. Un famoso científico de Inteligencia Artificial, Marvin Minsky, expresó: "La mente de un niño puede enseñarnos más que los textos de Einstein", refiriéndose a su mecanismo de aprendizaje natural. Llegaron a esa conclusión luego de intentar averiguar cómo funcionaba la mente de un adulto, "...dado que era un campo demasiado vasto y complejo, fundamentalmente porque un adulto es, entre muchas cosas, el resultado de una cultura y de una manera de crecer y desarrollarse".

De todas maneras cabe citar como ejemplo lo que narra Frank Brady, en "The Chess of Bobby Fischer": "...en 1969 Bobby -nacido en 1941- se encontró con el gran maestro Vasiukov en Vancouver, Canadá; allí le mostró y explicó una partida rápida, movimiento por movimiento, que ambos habían jugado en Moscú ¡quince años atrás! ¿Cómo funcionan esas mentes? Ésa es la pregunta de difícil contestación, ante la exhibición de tamaño talento."

Situaciones similares y otras pueden hacer creer a los legos en la materia que un gran maestro de ajedrez es una persona que posee una memoria extraordinaria, que puede calcular muchas jugadas con gran rapidez e incluso que tiene una inteligencia elevada. Si se recuerda que la computadora posee gran capacidad de memoria y puede realizar cálculos específicos en fracciones de segundo, no caben dudas de que es un gran maestro potencial.

La verdad es que los grandes maestros no son personas excepcionales, en comparación con otras pertenecientes a familias parecidas y similares niveles de

educación; poseen, sí, al menos en lo que hace al ajedrez, capacidad para adquirir nuevas ideas fácilmente, habilidad para resolver nuevos problemas, como asimismo para reconocer y evaluar -con celeridad- similitudes y disparidades en situaciones complejas. Saben también definir, sin vacilar, el tema central y determinante en situaciones complicadas. A todo eso se debe agregar una disposición especial para la lucha y un profundo amor por lo que hace, que lo conduce a transformarse en un verdadero artista.

Para aproximarse a la forma en que un ajedrecista selecciona sus movimientos, es bueno indicar que sólo un principiante se conduce observando cada movimiento posible, para evaluar la respuesta inmediata. El maestro parte de un método más seguro, cual es el reconocimiento de patrones o estructuras típicas; esto es, disposiciones particulares de piezas y peones, que son más comunes de apreciar en las aperturas. En esos casos puede efectuar movimientos rápidos y precisos. No sucede exactamente lo mismo en el medio juego, pero también suele encontrar rasgos en la organización de los peones o bien ciertos elementos tácticos, que le sugieren objetivos a alcanzar en varios movimientos. En otros casos la clave es encontrar una idea significativa, para proseguir la lucha. Hallada la idea, los movimientos no son difíciles de determinar.

Son valiosas dos expresiones de Lasker, que sintetizan mucho: "El manejo adecuado de los principios simplifica la búsqueda de las acciones más convenientes y eficientes" y "La base de un plan maestro es siempre la correcta evaluación".

Penetrando un poco en el terreno real y concreto de la competencia entre los ajedrecistas, es natural que los grandes maestros conozcan y retengan la serie de jugadas correspondientes a distintas variantes, bien actualizadas. Pero se reitera que es sólo por razones prácticas, dado que lo afecta en el consumo del tiempo de reflexión y en el hecho de poder adentrarse en caminos desconocidos. Dice el gran maestro danés Bent Larsen que si uno sólo sabe las ideas y su adversario, de igual jerarquía, sabe las ideas y todas las variantes específicas, entonces es muy probable que éste lo venza.

El gran maestro William Lombardy considera que la precisa definición de objetivos -combinada con adecuadas cortinas de humo cuando se lucha con un enemigo fuerte- y la acumulación de pequeñas ventajas (sigue las ideas de Steinitz) son las claves de la conducción magistral. El cálculo profundo se efectúa luego que los objetivos se han alcanzado.

Algunos maestros tratan de reducir al mínimo -sólo lo hacen cuando la situación lo exige- los cálculos profundos. Esta decisión se adopta para evitar caer en errores de cálculo o en apuros de tiempo o bien por economía de pensamiento, atento a que hay que administrar convenientemente las fuerzas físicas en una competencia prolongada.

Pero hay excepciones, como ser el desaparecido campeón mundial Mikhail Tal, que se caracterizó por plantear situaciones tensas y desequilibradas, que demandaban un cálculo profundo de variantes arriesgadas, con mucha frecuencia. Esto complicaba la tarea de sus rivales, a punto tal de cometer errores o no acertar con las respuestas exactas, las que se encontraban en los análisis post mortem, lo que enfurecía a sus detractores.

Por otro lado, para no olvidar que el Hombre ni es ni se comporta como una máquina, es pertinente tener en cuenta unos conceptos de Botvinnik: "...la mejor edad para calcular variantes se sitúa entre los veinte y treinta años. Luego el jugador no piensa ya tan deprisa, empieza a utilizar más tiempo de reflexión y a tener descuidos; ...se vuelve más experimentado y profundo en la estrategia y mejor psicólogo".

Existen numerosos trabajos sobre el pensamiento del ajedrecista, entre los que no debe olvidarse el de Nikolai Krogius de 1971, "La psicología del ajedrecista". Pero ya en los años treinta el psicólogo holandés Adriaan de Groot inició experiencias con un grupo de grandes maestros. Estableció que, en promedio, la elección humana considera aproximadamente dos de las treinta y cinco movidas iniciales y que la misma depende fundamentalmente de su habilidad para generalizar las experiencias de juegos anteriores, del reconocimiento de patrones estructurales típicos y de la determinación de objetivos estratégicos. Posteriormente opinó: "Mi actitud hacia los fenómenos de la percepción y del funcionamiento de la memoria ha llegado a ser de profundo respeto. Estos fenómenos son altamente complejos, a menudo de carácter ambiguo y muy difíciles de ajustar en términos codificables a un modelo o a un programa... La simulación del funcionamiento de la memoria y, más aun, de la percepción es demasiado primitiva, comparado con lo que los humanos e incluso los animales pueden hacer".

Considerando los serios escollos señalados y otros, para asemejar los programas al pensamiento humano, los investigadores del campo de la Inteligencia Artificial han entendido que, así como hay muchos tipos diferentes de problemas, también existen muchas maneras diferentes de solucionarlos.

Así, el refinamiento de los métodos de programación, junto a la tarea de los científicos en computación y psicología, unido al desarrollo tecnológico de los últimos decenios -en el cual confluyen el nuevo diseño de circuitos integrados y la impresionante velocidad de cálculo alcanzada-, permitió acariciar una meta: enfrentar, con posibilidades de vencer, a un programa de ajedrez con el mejor jugador del mundo.

Es conveniente hacer un poco de historia reciente, destacando algunos hechos previos, que incluso ha permitido la aparición de un fenómeno singular, en las dos últimas décadas; se trata del advenimiento de computadoras -microprocesadores- que juegan ajedrez a nivel de ajedrecistas de primera categoría e incluso maestros FIDE, que se comercializan como artículos comunes para todo público.

Simultáneamente con la elaboración de programas que demostraron cierta efectividad, se efectuaron encuentros y competencias entre computadoras. Estos enfrentamientos contrastan notoriamente en el silencio que impera en los certámenes entre ajedrecistas, dado que los movimientos son calculados por máquinas -a menudo se encuentran a centenares de kilómetros- y sus operadores humanos se encuentran frente a terminales, discutiendo a veces animadamente, incluso con sus rivales. El público asistente recibe explicaciones y con frecuencia, a viva voz, festeja los aciertos de su programa preferido.

Naturalmente que despertó interés supremo la iniciación de encuentros entre Estados Unidos y la Unión Soviética en 1966/67, más que nada porque implicaba una extensión de la competencia permanente -en todos los órdenes- entre las dos superpotencias de aquellos tiempos.

Luego, en 1968, se destaca una apuesta, de mil doscientas libras, que realiza el maestro internacional inglés David Levy, también experto en computación, de que ninguna computadora lo vencería dentro de un plazo de diez años. Ganó su apuesta en 1978, luego de sucesivas confrontaciones ante el programa "Chess 4.7" por tres y medio a un punto y medio (tres victorias, un empate y una derrota); pero quedó demostrado que los enfrentamientos ya no eran paseos triunfales.

Posteriormente, en enero de 1979, Levy se presentó en Europa con el programa "Chess 4.8", versión mejorada del anterior, a través de una exhibición televisiva. Contó con el apoyo de la computadora ultrarrápida de ese entonces, la Cyber 176, localizada en Minneápolis (EUA), capaz de examinar setecientas mil posiciones en ciento ochenta segundos y que alcanzaba los 2300 puntos en el ranking Elo internacional.

Allí confirmó su capacidad para las partidas rápidas, al vencer al gran maestro Ludek Pachman, cosa que su antecesora, la "Chess 4.7", ya había demostrado al batir a grandes maestros como Walter Browne y Robert Hübner. Es que gracias a su enorme velocidad de cálculo y dado que en las partidas rápidas (orden de cinco minutos para reflexionar) predominan los elementos tácticos sobre la estrategia - en lo que es más fuerte el humano-, las computadoras son serias rivales aun de los grandes maestros.

Consecuente con esto, Levy dejó dentro de sus experiencias un consejo para evitar ser atrapado por la capacidad táctica del programa: "No hagas nada, pero hazlo bien". Es decir que los maestros, para no arriesgarse a ser batidos debido a su inferioridad en el cálculo, deben apoyarse en la adopción de líneas estratégicas de sólido fundamento posicional; no hay que entrar en batallas sangrientas, donde predomina la táctica, con muchas piezas que pueden chocar e intercambiarse.

Ya más recientemente un programa elaborado por la Universidad Carnegie Mellon -de Pasadena, Estados Unidos- denominado High Tech venció a grandes maestros bajo las normas comunes de los torneos. A continuación se llegó a un punto culminante en el Torneo Abierto de Los Angeles 1988, donde triunfó el

programa Deep Thought, de la misma universidad citada. Allí superó a los grandes maestros Anthony Miles y Bent Larsen, obteniendo seis puntos y medio sobre ocho partidas de un sistema suizo, en un certamen que contó con la participación de unos trescientos jugadores. Este notable éxito abrió el camino para enfrentar al programa con el mejor jugador del mundo.

Es importante notar, por lo visto, que tanto el Hombre como la computadora toman decisiones; pero no hay que olvidar una diferencia sustancial, en virtud de que el Hombre posee voluntad y la máquina no. Por eso el ser humano es el único capaz de asumir decisiones libremente.

ANEXO DE LECTURAS

Efectos de Verdad del Discurso Psicológico

Con la irrupción de la cultura de los paradigmas en los círculos académicos de vanguardia, y en el horizonte conceptual de quienes hemos decidido ir más allá de esos clichés esotéricos tan al gusto de quienes creen en sus poderes de exorcismo y/o invocación de las divinidades, perdimos el centro y emprendimos una larga marcha hacia la X. Y si bien con ello perdimos también la fe en los cuentos de hadas, también es cierto que ganamos una actitud que acepta la diversidad, el azar de la lucha, lo relativo, la indeterminación, y con ella un enfoque situacional, localizado, ante los problemas.

Posteriormente aprendimos con Michel Foucault (a partir de su deceso en 1984 en que sus obras lograron cierta difusión, llegando hasta las páginas de los suplementos culturales) que "el problema no está en hacer la partición entre lo que, en un discurso, evidencia la cientificidad y la verdad y lo que evidencia otra cosa, sino en ver históricamente cómo se producen los efectos de verdad en el interior de los discursos que no son en sí mismos ni verdaderos ni falsos."

En fin, y para terminar esta breve introducción, con éstos y otros autores, hemos aprendido a vivir los descentramientos de la época contemporánea en la cual ya no nos quedan absolutos o, en palabras de Marx, una época en que "todo lo que es sólido se evapora en el aire". Es con esta rejilla (para usar un término de Foucault) postmoderna con la que podemos ponderar en su justo valor las aportaciones que la psicología habría de hacer a la educación. Skinner, Piaget, Freud, pero también Jerome Bruner y Herbert A. Simon son autores cuyos discursos teóricos han producido sus efectos de verdad (o, en palabras de Bruner, han creado "realidades").

Es conveniente aclarar que, a estas alturas del siglo y dentro de la cultura de los paradigmas a la que se aludió arriba, lo que debe uno pedir a un discurso no es que sea verdadero (en un sentido metafísico) sino que sea argumentativo y que no carezca de estética literaria. Afortunadamente los autores mencionados cumplen tales requisitos (excepto, posiblemente Skinner, a quien no leí directamente).

Piaget y la Enseñanza de las Matemáticas

Piaget se dejó seducir por el grupo Bourbaki, un grupo de distinguidos matemáticos franceses que empezó a publicar su colección Elements de Mathématique bajo el pseudónimo de N Bourbaki desde 1939, cuyo enfoque es totalmente abstracto. Así, por ejemplo, en el libro La Enseñanza de las

Matemáticas cuyo primer capítulo es de Piaget y los restantes de matemáticos de la talla de un Dieudonné, podía decir Piaget: "Hemos aquí en condiciones de precisar en qué sentido las tres estructuras fundamentales del grupo Bourbaki corresponden a estructuras elementales de la inteligencia, de las cuales constituyen la prolongación formalizada y no, naturalmente, la expresión directa".

Como vemos, Piaget añadió al final un cauteloso complemento. Pero eso lo ignorarían los entusiastas de la matemática moderna. En otras declaraciones posteriores, Piaget perdió su recato. Así, por ejemplo, en la discusión de un coloquio de 1965 en que Piaget responde a sus críticos (capítulo 5 de la compilación de Deaño y Delval, Alianza, 1982), Piaget respondía a uno de los participantes: "Estoy, como usted, persuadido de que se puede transformar la enseñanza en el sentido de una aceleración y de una mejor comprensión presentando nociones matemáticas y físicas mucho más próximas a las estructuras operatorias naturales de lo que se hace actualmente en la enseñanza tardicional. Las estructuras que nosotros encontramos en los niños están más próximas a la matemática moderna que a la matemática clásica." Esto fue ya un total apoyo a la reforma que entraría a México vía USA alrededor de 1967 (no hay tiempo para precisar fechas) y que aguantamos hasta el año pasado. Ya nadie recordaría las palabras de cautela que, también en "La Enseñanza...", había adelantado el Piaget anterior a su domingo: "Desde el punto de vista práctico, no se trata para el educador de elegir entre los métodos formalistas fundados en la Lógica y los métodos activos fundados en la Psicología: el objeto de la enseñanza de las matemáticas será siempre alcanzar el rigor lógico lo mismo que la comprensión de un formalismo suficiente, aunque sólo la Psicología está en condiciones de proporcionar a los pedagogos datos sobre el modo de conseguir con seguridad este rigor y este formalismo. Pero nada prueba que colocando el formalismo al principio lo encontraremos al final bajo sus especies auténticas, y los estragos de un seudoformalismo o un formalismo puramente verbal por demasiado precoz muestran, por el contrario, los peligros de un método que ignora las leyes del desarrollo mental. " (El subrayado es mío)

Obviamente los Bourbaki y Piaget no fueron los únicos factores que dieron origen a la reforma. En un artículo reciente de la revista Educación Matemática (Abril de 1992) el autor, de la Universidad de Costa Rica, menciona que otro de los factores fue el apoyo financiero norteamericano al percatarse de su rezago educativo respecto a los soviéticos a raíz de la puesta en órbita del Sputnik (un hecho que, según Matterlat, también dio lugar a la serie televisiva Plaza Sésamo). Comoquiera que sea podemos ver en este ejemplo cómo se producen los efectos de verdad de los discursos.

Procesamiento de Información en el Tablero de Ajedrez

Enseguida desarrollo otro ejemplo de efecto de verdad pero, debido a las prisas, en forma bastante anecdótica.

H. A. Simon contó con la asesoría de grandes maestros del tablero para desarrollar sus programas de inteligencia artificial que jugaban al ajedrez. Entre ellos estuvo Adriaan de Groot quien, en 1946, se había dado a la tarea de entrevistar a los grandes maestros participantes en un torneo en Europa. Las entrevistas consistían en plantear una posición sobre el tablero y pedir a los participantes su análisis sobre cuál sería la mejor jugada (pidiéndoles también que verbalizaran lo que tenían en su mente en cada momento antes de dar la respuesta definitiva). Un método que después Simon bautizó con el nombre de "protocolos verbalizados de pensamiento" los cuales constituirían los "datos" para validar sus teorías. Un método que, por otro lado, es bastante cercano al de Piaget. Así pues, con estas ideas, Simon se basó en el pensamiento ajedrecista y descubrió (quizás borrosamente) una estructura de árbol de decisiones (una técnica que ya estaba presente --en los 60s en que inicia sus investigaciones-- como una técnica estándar en los programas de inteligencia artificial). Así que Simon sistematiza cuidadosamente la idea y la pone en la computadora. Después hace experimentos y los resultados concuerdan con su teoría. Y diría: "así piensan los ajedrecistas, está comprobado en la práctica".

Por otro lado, el gran maestro Kotov, en su libro "Piense como un Gran Maestro" (Ed. R. Aguilera, 1974) apunta: "De las muchas técnicas científicas estudiadas en las escuelas de nivel secundario para resolver problemas, es particularmente útil el dibujo de gráficas y diagramas. Vamos ahora a describir en forma esquemática los análisis que acabamos de considerar "Se presenta un árbol de decisiones. No es improbable que Kotov haya estado al tanto de que las computadoras que juegan al ajedrez tienen como base un árbol de decisiones (puesto que los rusos no cantaban mal las rancheras en ese campo). Y diría: "Así se debe analizar, está comprobado en la teoría de la inteligencia artificial."

La aceptación de este interjuego entre teoría y práctica es característico del enfoque de procesamiento de información. En su libro *The Sciences of the Artificial*, 1969, H.A. Simon dice: "el hombre pensante es un sistema adaptativo, sus metas definen la interfase entre sus ámbitos interior y exterior. En la medida en que es efectivamente adaptativo, su comportamiento reflejará primordialmente características del ámbito externo (a la luz de sus metas) y revelará sólo unas cuantas propiedades limitantes de su ámbito interno, de la maquinaria fisiológica que lo capacita para pensar. Me gustaría apuntar hacia la evidencia de que hay solamente unas cuantas características intrínsecas del ámbito interno del hombre pensante que limitan la adaptación de su pensamiento a la configuración del ámbito del problema. Todo lo demás, en su conducta pensante y de solución de problemas, es artificial --es aprendido y está sujeto a mejoras vía la invención de diseños mejorados."