



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
CENTRO UNIVERSITARIO NEZAHUALCÓYOTL
INGENIERÍA EN SISTEMAS INTELIGENTES

**MANUAL PARA PRÁCTICAS DEL
LABORATORIO DE CÓMPUTO DE LA
ASIGNATURA DE INTRODUCCIÓN A LA
INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

ELABORARÓN:

DRA. DORICELA GUTIÉRREZ CRUZ
M. en C. YAROSLAF AARÓN ALBARRÁN FERNÁNDEZ
DR. RICARDO RICO MOLINA

AGOSTO 2019

**MANUAL PARA PRÁCTICAS DEL LABORATORIO DE CÓMPUTO
PARA LA ASIGNATURA DE INTRODUCCIÓN A LA
INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

ESPACIO ACADÉMICO: Centro Universitario Nezahualcóyotl							
PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN SISTEMAS INTELIGENTES					Área de docencia: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA		
Aprobación por los H.H. Consejos Académico y de Gobierno			Fecha: SEPTIEMBRE 2018		Programa elaborado por: Doricela Gutiérrez Cruz, Yaroslaf Aarón Albarrán Fernández		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje: INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL					Fecha de elaboración: agosto 2019		
Clave L40635	Horas de teoría 2	Horas de práctica 1	Total de horas 3	Créditos 4	Tipo de Unidad de Aprendizaje Curso	Carácter de la Unidad de Aprendizaje Obligatoria	Núcleo de formación Integral
Prerrequisitos Contar con conocimientos básicos de lógica matemática.		Unidad de Aprendizaje Antecedente Lógica matemática			Unidad de Aprendizaje Consecuente Introducción al tratamiento de imágenes		

EL PRESENTE MANUAL DE PRÁCTICAS HA SIDO AVALADO EN EL MES DE AGOSTO DE 2019 POR:

 Centro Universitario UAEM Nezahualcóyotl	
 M. EN C. JOSÉ A. CASTILLO JIMÉNEZ SECRETARIO H. CONSEJO DE GOBIERNO H. CONSEJO DE GOBIERNO DEL CENTRO UNIVERSITARIO NEZAHUALCÓYOTL	 M. EN C. JOSÉ A. CASTILLO JIMÉNEZ SECRETARIO H. CONSEJO ACADÉMICO H. CONSEJO ACADÉMICO DEL CENTRO UNIVERSITARIO NEZAHUALCÓYOTL

ÍNDICE

DIRECTORIO UAEM	4
DIRECTORIO DEL CU- NEZAHUALCÓYOTL	5
UBICACIÓN DE LA ASIGNATURA DE INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL, DENTRO DEL PROGRAMA DE LA LIC. EN ING. EN SISTEMAS INTELIGENTES.	6
SECUENCIA DIDÁCTICA	7
PRÁCTICA 1	
INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL	
OBJETIVO	8
INTRODUCCIÓN	8
DESARROLLO	10
BIBLIOGRAFÍA	12
PRÁCTICA 2	
TÉCNICAS DE RESOLUCIÓN: LA BÚSQUEDA	
OBJETIVO	13
INTRODUCCIÓN	13
DESARROLLO	16
BIBLIOGRAFÍA	18
PRÁCTICA 3	
ESTRATEGIA DE CONTROL: BÚSQUEDA EN AMPLITUD O ANCHURA	
OBJETIVO	19
INTRODUCCIÓN	19
DESARROLLO	24
BIBLIOGRAFÍA	26
PRÁCTICA 4	
ESTRATEGIAS DE CONTROL: BÚSQUEDA EN PROFUNDIDAD	
OBJETIVO	27
INTRODUCCIÓN	27
DESARROLLO	30
BIBLIOGRAFÍA	31
PRÁCTICA 5	
REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO	
OBJETIVO	32
INTRODUCCIÓN	32
DESARROLLO	36
BIBLIOGRAFÍA	37
PRÁCTICA 6	
FORMALIZACIÓN DE PROPOSICIONES LÓGICAS	
OBJETIVO	38
INTRODUCCIÓN	38
DESARROLLO	42
BIBLIOGRAFÍA	43
PRÁCTICA 7	
MODELO ESTRUCTURADO DE REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO : TECNICAS DECLARATIVAS	
OBJETIVO	44

INTRODUCCIÓN	44
DESARROLLO	48
BIBLIOGRAFÍA	49
PRÁCTICA 8	
MODELO ESTRUCTURADO DE REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO: TECNICAS PROCEDIMENTALES	
OBJETIVO	50
INTRODUCCIÓN	50
DESARROLLO	54
BIBLIOGRAFÍA	55
PRÁCTICA 9	
ESTRUCTURAS DE REPRESENTACIÓN DECLARATIVA: REDES SEMÁNTICAS	
OBJETIVO	56
INTRODUCCIÓN	56
DESARROLLO	60
BIBLIOGRAFÍA	64

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

DIRECTORIO INSTITUCIONAL

Dr. en Edu. **Alfredo Barrera Baca**

RECTOR

M. en E.U. y R.

Marco Antonio Luma Pichardo

Secretario de Docencia

M. en C

Jannet Valero Vilchis

Secretaria de Rectoría

Dra. en Ed.

Sandra Chávez Marín

Secretaria de Extensión y Vinculación

M. en Dis.

Juan Miguel Reyes Viurquez

Secretario de Administración

M. en L.A.

María del Pilar Ampudia García

Secretaria de Cooperación Internacional

Dr. en C.S.

Luis Raúl Ortiz Ramírez

Abogado General

Lic. en Com.

Gastón Pedraza Muñoz

Director General de Comunicación Universitaria

M. en D.F.

Jorge Rogelio Zenteno Domínguez

Encargado del Despacho de la Contraloría Universitaria

M. en A.

José Francisco Mejía Carbajal

Secretario Particular Adjunto del Rector

Dr. en C.I.

Carlos Eduardo Barrera Díaz

Secretario de Investigación y Estudios Avanzados

Dr. en A.

José Édgar Miranda Ortiz

Secretario de Difusión Cultural

M. en E.

Javier González Martínez

Secretario de Finanzas

Dr. en C.C.

José Raymundo Marcial Romero

Secretario de Planeación y DESARROLLO
Institucional

Dra. en Dis.

Mónica Marina Mondragón

Secretaría de Cultura Física y Deporte

M. en R. I.

Jorge Bernáldez García

Secretario Técnico de la Rectoría

M. en A. P.

Guadalupe Ofelia Santamaría González

Directora General de Centros Universitarios y
Unidades Académicas Profesionales

Lic. En Act.

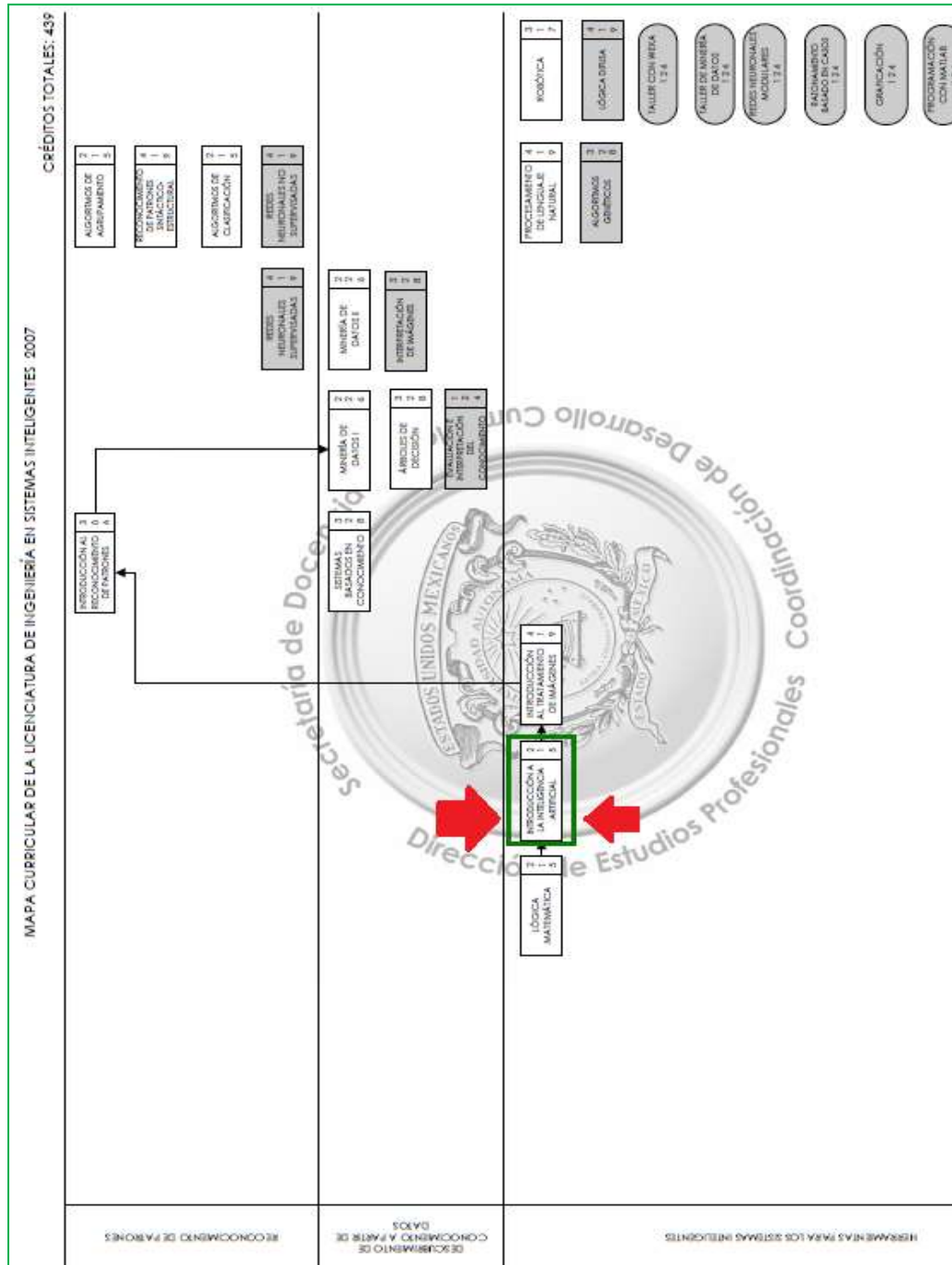
Angelita Garduño Gómez

Secretaria particular del Rector

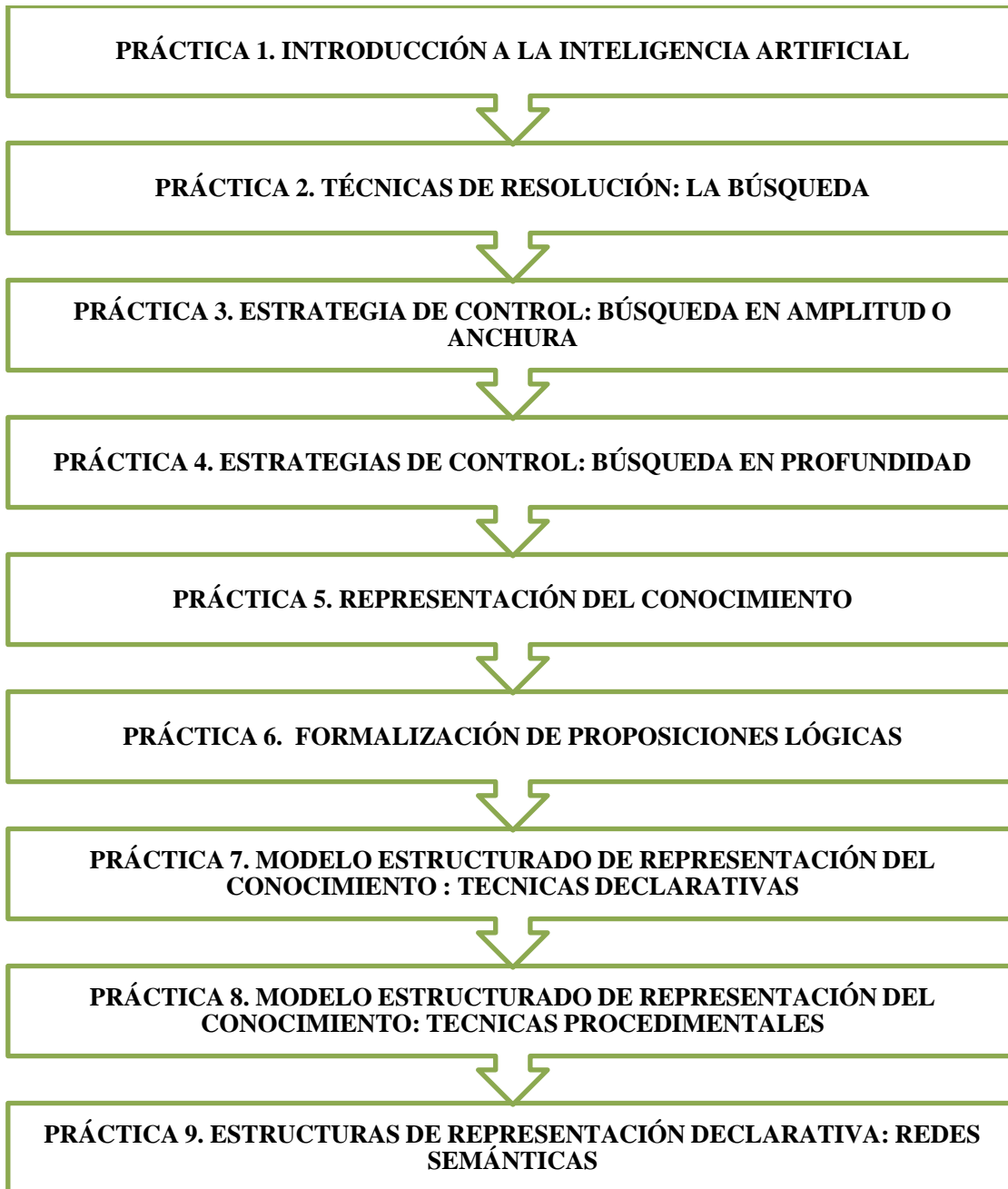
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM NEZAHUALCÓYOTL DIRECTORIO

Maestro en Derecho Juan Carlos Medina Huicochea	ENCARGADO DEL DESPACHO DE LA DIRECCIÓN
Maestro en Ciencias José Antonio Castillo Jiménez	Subdirector Académico
Licenciado en Economía Ramón Vital Hernández	Subdirector Administrativo
Doctora en Ciencias Sociales María Luisa Quintero Soto	Coordinadora de Investigación y Estudios Avanzados
Licenciado en Administración de Empresas Víctor Manuel Durán López	Coordinador de Planeación y DESARROLLO Institucional
Maestro en Ciencias Cesar Lucio Gutiérrez Ruiz	Coordinador de la Licenciatura en Comercio Internacional
Maestro en S.F. Carlos Anaya Hernández	Coordinador de la Licenciatura en Educación para la Salud
Doctor en Ingeniería de Sistemas Ricardo Rico Molina	Coordinador de la Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Inteligentes
Maestro en Ciencias Ricardo Pacheco Ruiz	Coordinador de la Licenciatura en Ingeniería en Transporte
Maestro en Ciencias de la Computación Erick Nicolás Cabrera Álvarez	Coordinador de la Licenciatura en Seguridad Ciudadana Mixta
Maestro en Administración José Ramon CS. Garcia Ibarra	Coordinador de la Licenciatura en Seguridad Ciudadana Presencial

Ubicación de la asignatura de Introducción a la Inteligencia Artificial, dentro del programa de la Ingeniería en Sistemas Inteligentes.



SECUENCIA DIDÁCTICA



PRÁCTICA 1

INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

OBJETIVO

- Conocer los aspectos fundamentales de la Inteligencia Artificial.

INTRODUCCIÓN

Es de fundamental importancia destacar los acontecimientos y conocer la historia de la Inteligencia Artificial, ya que esta ciencia data desde las principales aportaciones que conllevaron al desarrollo de diversas técnicas de manipulación del conocimiento, se realizaron avances en diversas tareas que se describirán en la siguiente relación de acontecimientos, también es importante destacar que gracias a los avances que llevaron al progreso a la Inteligencia Artificial, se resaltaron nuevas áreas de investigación. Estas áreas incluyen las áreas de percepción (visión y habla) y el lenguaje natural (comprensión, generación, traducción). Según (Huerta, 2009, p. 18) una vertiente más de las incursiones de la Inteligencia Artificial se ha dado en el desarrollo de sistemas que ayudan a tareas de expertos, en la resolución de problemas en campos especializados (como en la realización de análisis químicos) en el campo de la ingeniería (diseño, detección de fallos, planificación de manufacturación, etc.), en el análisis científico, en la medicina, en el análisis financiero, etc.

La idea de construir una máquina que pueda realizar tareas que requieran de inteligencia humana es uno de los objetivos de la IA, ya que esta pretende que estas máquinas no solo realicen la tarea con inteligencia, sino que también aprendan o adquieran conocimientos, es por esto que desde 1956 los sistemas buscan mejorar su estructura de datos y el desarrollo de algoritmos.

Según (Arauz, 1998, p. 1) una técnica de la Inteligencia Artificial es un método que utiliza conocimiento representado de tal forma que:

- 1) Representa generalizaciones
- 2) Es comprendido por las personas que lo proporciona
- 3) Se puede modificar fácilmente

Puede usarse en gran cantidad de situaciones Desde el punto de vista de la Ingeniería la Inteligencia Artificial utiliza diversas herramientas en la solución de problemas, estas herramientas se presentan en distintas técnicas, mismas que proveen elementos

fundamentales en las áreas de la Inteligencia Artificial, entre las técnicas básicas podemos citar:

AÑO	AUTOR	APORTACIÓN	ÁREA
428 a.C.	Aristóteles	Sistema informal para extraer conclusiones a partir de premisas.	Filosofía
250 a.C.	Ktesibios de Alejandra	Construyo la primera máquina auto controlada	Cibernética
1315	Ramón Lull	Ideas de pensamiento útil para obtener medidas artificiales.	Filosofía
1400	Thomas Hobbes	Razonamiento de la constitución de la computación numérica.	Filosofía
1500	Leonado Da Vinci	Diseño una calculadora mecánica.	Filosofía
1623	Wilhelm Schirckard	Construyo la primera calculadora mecánica.	Filosofía
1700	Wilhelm Leibniz	Construyo un dispositivo mecánico para llevar a cabo operaciones.	Filosofía
1739	David Hume	Dio a conocer "Inducción". Eran reglas generales mediante la exposición a asociaciones.	Filosofía
1776	Adam Smith	An Inquire into the native and causes of the wealth of nations.	Economía
1805	Joseph Marie Jacquard	Creo la primera máquina programable telar con tarjetas para almacenar información sobre los patrones de los bordados	Ingeniería Computacional
1856	Herman Von Helmholtz	Aplicar el método científico de la vista humana.	Psicología
1861	Paul Broca	Dio a conocer que en ciertas 9 áreas del cerebro son responsables de funciones cognitivas específicas.	Neurociencia
1873	Camillo Golgi	Desarrollo una técnica de coloración que permitió la observación de las neuronas.	Neurociencia
1879	George Boole	Creo la lógica de primer orden.	Matemáticas
1890	Santiago Ramon y Cajal	Pionero en estudiar y descubrir la estructura neuronal del cerebro.	Neurociencia
1900	David Hibert	Presento una lista de 23 problemas.	Matemáticas
1920	John Watson	Aplica el punto de vista de los humanos, argumentos que la introspección no aportaba una evidencia.	Psicología
1929	Hans Berger	Descubrimiento del Electroencefalograma.	Neurociencia
1930	Kurt Gödel	Demostró que hay un método para demostrar cualquier aseveración verdadera en la lógica de primer orden.	Matemáticas
1931	Frank Ramsey	Mejoro el tratamiento matemático del "Beneficio Deseado".	Economía
1936	Turing	Con base a la "Maquia de Turing" es posible calcular cualquier función computable.	Matemáticas
1940	Alan Turing	Construyó el primer computador operacional.	Ingeniería Computacional
1941	Konrad Zuse	Construyo el primer computador operacional programable llamado Z-3	Ingeniería Computacional
1942	Konrad Zuse	Invento números de coma flotante y el primer lenguaje de programación de alto nivel.	Ingeniería Computacional
1943	Warren McCulloch	Propuso un modelo constituido por neuronas artificiales, se caracterizaba por representar una "activada" y la otra "desactivada"	Inteligencia Artificial
1936	Alfred Traski	Introdujo una teoría de referencia.	Matemáticas
1943	Kenneth Craik	Restablece la legitimidad de términos mentales.	Psicología

1949	Donald Hebb	Propuso una regla de actualización para modificar las conexiones entre las neuronas.	Inteligencia Artificial
1951	Marvin Minsky Dean Edmonds	Construyeron el primer computador a partir de la red neuronal.	Inteligencia Artificial
1957	Richard Bellman	Formalizó una clase de problemas de decisión secuencial.	Economía
1957	Skinner	Presento "verbal Behavior" que hablaba un enfoque conductista al aprendizaje del lenguaje.	Lingüística
1978	H. Simon	Gano el Premio Nobel por sus investigaciones en modelos basados en satisfacción.	Economía
1995	Wellmon	Técnicas de decisión teórica para sistemas agentes.	Economía

DESARROLLO

El alumno consultará el repositorio de REDALYC



Descargará los siguientes artículos:

- [1] Barrera Arrestegui, Luis (2012). FUNDAMENTOS HISTÓRICOS Y FILOSÓFICOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL. <i xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">UCV-HACER. Revista de Investigación y Cultura, 1</i>(1), undefined-undefined. [fecha de Consulta 18 de Septiembre de 2019]. ISSN: 2305-8552. Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=5217/521752338014
- [2] IA: Inteligencia Artificial: Hardy, Thomas, (IA: Inteligencia Artificial). POLIS, Revista Latinoamericana [en línea] 2001, 1 Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30500219>> ISSN 0717-6554
- [3] La tecnología y la inteligencia artificial como futuro en el área médica: Beltrán Ramírez, Raúl, Maciel Arellano, Rocío, Jiménez Arévalo, José, la tecnología y la inteligencia artificial como futuro en el área médica. Universitas, Revista de Ciencias

Sociales y Humanas [en línea] 2014, (Julio-diciembre). Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476147261009>> ISSN 1390-3837

- [4] Urretavizcaya, Maite y Onaindía, Eva Docencia Universitaria de Inteligencia Artificial. Inteligencia Artificial. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial. 2002;6(17):. [fecha de Consulta 18 de Septiembre de 2019]. ISSN: 1137-3601. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=925/92501702>
- [5] Zamorano Rojas, Alma Delia (2009). EN BUSCA DEL SUJETO PERDIDO: INTELIGENCIA ARTIFICIAL. Argumentos, 22(60), [fecha de Consulta 18 de Septiembre de 2019]. ISSN: 0187-5795. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=595/59512089008>
- [6] Rendueles Mata, Miguel y Dreher Grosch, Mercedes La epistemología y los sistemas de información basados en inteligencia artificial. Télématique. 2007;6(1): [fecha de Consulta 18 de septiembre de 2019]. ISSN: 1856-4194. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=784/78460108>

Complementara la tabla que a continuación se presenta basándose en los artículos que leyó previamente:

Autor	Título del artículo	Objetivo principal	Aplicación	Revista y año

Autor	Título del Artículo	Contexto	Aportación y Aplicación	Revista y Año
Richard Rafael Aroca Acosta y Mauro García Pupo	La inteligencia artificial como valor agregado en la formación del ingeniero de sistemas	Se hacen consideraciones sobre la importancia que significa el desarrollo de proyectos de grado en el campo de la Inteligencia Artificial (IA) por los estudiantes de la carrera de Ingeniería de Sistemas. La incidencia en la formación del ingeniero de sistemas al involucrarse en este campo como un resultado de manejar herramientas no necesarias en la producción de otros tipos de productos informáticos.	se reflexiona sobre la necesidad del desarrollo de acciones motivacionales para revertir una situación en la UAC que desde 1999 hasta el año 2005 mostraba cifras casi nulas en el campo de la IA. Una alternativa para el desarrollo de productos informáticos, acordes con las exigencias de procesamiento de flujos rápidos de información con nuevas dimensiones de tiempo y espacio, con incertidumbre, complejidad creciente, no lineal, es la utilización de la inteligencia artificial (IA), donde se define como producto informático inteligente (PII) al producto hardware y/o software desarrollado utilizando herramientas	Prospectiva, 2006

CONCLUSIONES

Anote de manera breve las principales conclusiones obtenidas al término de esta práctica

BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. Russell y p. Norvig, “inteligencia artificial. Un enfoque moderno”. Prentice hall, 1996
- [2] E. Rich y k. Knight. “inteligencia artificial”. Mcgraw-hill, 1994 (lógica)
- [3] N. Nilsson, “inteligencia artificial”. Una nueva síntesis, mcgraw-hill, madrid, 2000
- [4] Mc allister, j. “inteligencia artificial y Prolog”. Editorial alfa omega/ marcombo. México. 1999.
- [5] Pedro Ponce Cruz. (2010). Inteligencia artificial. Alfaomega
- [6] José t. Palma Méndez, Roque Martín Morales. (2008). Inteligencia artificial técnicas, métodos y aplicaciones. Mc graw hill
- [7] Matt Ginsberg(1993). Essentials of artificial intelligence. Morgan Kaufmann
- [8] George f. Luger. (2009). Artificial intelligence. Pearson
- [9] Philip husbands, Owen Holland. (2008). The mechanical mind in history. The mit press
- [10] David Poole, Alan Mackworth. (1998). Computational intelligence a logical approach oxford
- [11] Ivan Boratko. (2001). Prolog programming for artificial intelligence Pearson

PRÁCTICA 2

TÉCNICAS DE RESOLUCIÓN: LA BÚSQUEDA

OBJETIVO

- Conocer el concepto de búsqueda en la Inteligencia Artificial y su estructura aplicada.

INTRODUCCIÓN

La búsqueda es el núcleo de muchos procesos inteligentes, es necesario escoger la estructura de control apropiada con el fin de que el proceso de búsqueda sea eficiente. La inteligencia artificial proporciona varias técnicas de búsqueda que tienen una formulación matemática, la cual hace posible su implementación computacional bajo el esquema de programación estructurada (Molina *et al.*, 2008).

Una técnica de IA es un método que utiliza conocimiento expresado, de tal forma que represente las generalizaciones, que sea comprendido por las personas que lo proporcionan, que pueda modificarse fácilmente para corregir errores y reflejar los cambios en el mundo y en nuestra visión del mundo, que pueda usarse en gran cantidad de situaciones aun cuando no sea totalmente preciso o completo y que pueda usarse para ayudar a superar su propio volumen, ayudando a acotar el rango de posibilidades que normalmente deben ser consideradas (Bagnall y Zatuchna, 2005; Sigvad, 2001).

La búsqueda es un proceso de gran importancia en la resolución de problemas difíciles para los que no se dispone de técnicas más directas. El problema puede resolverse con el uso de las reglas en combinación con una estrategia apropiada de control para trasladarse a través del espacio problema hasta encontrar una ruta desde un estado inicial hasta un estado objetivo (Carpin, 2005)¹. De esta forma, el proceso de búsqueda es fundamental en la solución de problemas. La búsqueda es un mecanismo general que puede utilizarse cuando no se conoce otro método más directo (Alencastre, 2006)². Si la estructura del laberinto se conoce de antemano, se podrían emplear técnicas heurísticas para solucionar el laberinto optimizando el recorrido, pero debido a que el laberinto es desconocido no se puede plantear una función objetivo para optimizar y es por esto por lo que se debe emplear un método de búsqueda.

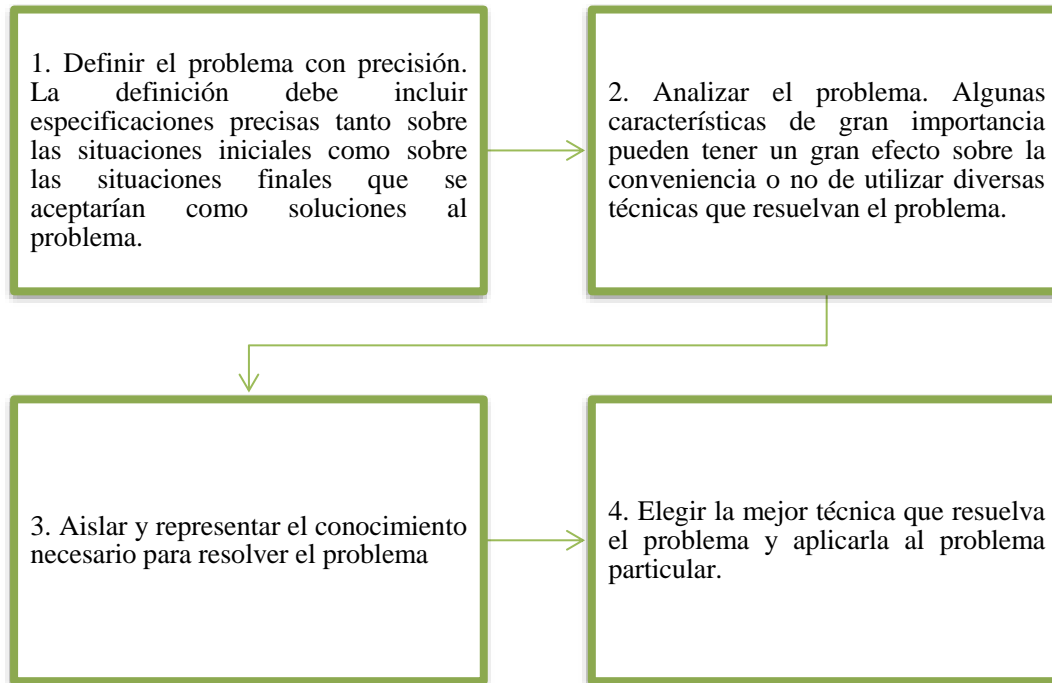
Las técnicas de IA deben diseñarse de acuerdo con las restricciones impuestas por los problemas de IA, existe cierto grado de independencia entre los problemas y las técnicas para su solución. Los programas que solucionan problemas de IA ponen en manifiesto tres importantes técnicas que son: *la búsqueda, el uso del conocimiento y la abstracción* (Ruseell,

¹ S. Carpin, G. Pillonetto, "Motion Planning Using Adaptive Random Walks," IEEE Transactions On Robotics, Vol. 21, No. 1, Febrero 2005. [7] B. Tovar, L. Muñoz-Gómez, R. Murrieta-Cid, M.

² Alencastre-Miranda, R. Monroy, S. Hutchinsona, "Planning exploration strategies for simultaneous localization and mapping," Robotics and Autonomous Systems, Elsevier, Vol 54, 2006, pp. 314–331.

1996)³. Proporciona además una forma de resolver problemas en los que no se dispone de un método más directo, el uso del conocimiento resuelve problemas complejos aprovechando las estructuras de los objetos involucrados y la abstracción proporciona una forma de separar aspectos y variaciones importantes de aquellos otros sin importancia y que en caso contrario podrían hacer colapsar un proceso (Dracopoulos, 2005)⁴.

Para construir un sistema que resuelva un problema específico, es necesario realizar estas cuatro acciones:



En Inteligencia Artificial (IA) los términos resolución de problemas y búsqueda se refieren a un núcleo fundamental de técnicas que se utilizan en dominios como la deducción, elaboración de planes de actuación, razonamientos de sentido común, prueba automática de teoremas, etc. Aplicaciones de estas ideas generales aparecen en la práctica totalidad de los sistemas inteligentes, como por ejemplo en los programas que tratan de entender el lenguaje natural, en los programas que tratan de sintetizar un conjunto de reglas de clasificación en un determinado dominio de actuación, o en los sistemas que realizan inferencias a partir de un conjunto de reglas.

³ S. J. Russell, P. Norvig, "Inteligencia Artificial: un enfoque moderno," Mexico, Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. 1996.

⁴ D. C. Dracopoulos, "Neural robot path planning: The maze problem," Neural Computing & Applications, Springer London, ISSN0941-0643 (Print) 1433-3058, Vol. 7, No. 2, June, 1998, pp.115-120, April 06, 2005.

Dependiendo del problema que se plantee, se ha de elegir una forma de representar el conocimiento del dominio; así que se tienen dos opciones:

- **Técnicas declarativas:** se describen los aspectos conocidos del problema, se especifica la información, pero sin decir cómo usarla, describen el conocimiento del dominio como tal, se expresa con claridad y uso modular para añadir nuevos hechos, los cuales se almacenan una sola vez, también conllevan un tratamiento heurístico.
- **Técnicas procedimentales:** describe el proceso a realizar para encontrar la solución, declaran como se manipulan las entidades; son más eficientes que las anteriores, conllevan un tratamiento algorítmico por lo que son fáciles de mantener, guían las líneas de razonamiento para que la evaluación sea coherente.

Ningún sistema experto es completamente declarativo o procedimental (salvo que el problema que soluciona sea muy sencillo), ya que la especificación del conocimiento (declarativo) necesita de algoritmos para su tratamiento (procedimental). No obstante, el uso de unas u otras técnicas determinan como se representa el conocimiento.

Estas técnicas son intercambiables, siempre y cuando, para las declarativas, haya un procedimiento de interpretación algorítmico.

Los métodos estarán ligados a las herramientas de representación. Para cuyo conocimiento se representa por técnicas procedimentales, los métodos son de resolución y se llevan a cabo mediante tareas de búsqueda, que son de naturaleza algorítmica (procedimental): son subtarefas genéricas para la resolución de problemas.

La IA estudia precisamente como pasar del nivel de conocimiento al simbólico y conseguir un algoritmo computable para alguno de estas dos últimas categorías. Esto se hace con herramientas y métodos, que al ser independientes de dominio son:

- Aplicables a muchas clases de problemas; cada uno de ellos se pueden caracterizar encontrando unas “entidades” y “procedimientos de manipulación” comunes. Entonces, es cuando podemos crear procedimientos de resolución genéricos, independientes del dominio del problema.
- Su principal desventaja es que son poco eficientes, debido precisamente, a su carácter genérico.

Las técnicas de búsqueda son una serie de esquemas de representación del conocimiento, que mediante diversos algoritmos que permite resolver ciertos problemas desde el punto de vista de la Inteligencia Artificial.

DESARROLLO

Con base a lo anterior el alumno construirá el **planteamiento** para resolver un problema en específico, que después servirá de base para ejecutarlo en la respectiva técnica de control.

En la tabla se muestra una serie de acciones que se deben especificar para la solución de un problema. Se le pide al alumno que detalle lo más que sea posible lo que a continuación se le indica.

Problema	<ul style="list-style-type: none"> • Definir la problemática que se abordará
Situación inicial	<ul style="list-style-type: none"> • Indique la situación inicial desde la que se parte, especifique las entradas que actualmente se tienen. esto es específica estados iniciales.
Situación final	<ul style="list-style-type: none"> • Describa los posibles resultados o salidas que consideraría aceptables como solución a la problemática presentada. Especifica estados finales o metas
Analizar el problema	<ul style="list-style-type: none"> • Considerando las entradas de la problemática describa que otros elementos intervienen en el proceso y evolución de la problemática.
Aislar y representar el conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Separe según la relevancia los actores que intervienen en la evolución de la solución del problema, así como especificar el grado de dificultad que representan esos elementos aislados. Especifica reglas
Elegir la mejor técnica	<ul style="list-style-type: none"> • Proponga con que herramientas es posible solucionar la problemática focalizada y compare la eficiencia del algoritmo.

Después de detallar la problemática el alumno, definirá la técnica más aplicable al contexto planteado, considerando los aspectos más relevantes de las técnicas declarativas y técnicas procedimentales.

TÉCNICA DECLARATIVA	TÉCNICA PROCEDIMENTAL
<ul style="list-style-type: none">• Describir aspectos conocidos del problema, se especifica la información pero sin decir cómo usarla, describen el conocimiento del dominio como tal, se expresa con claridad y uso modular para añadir nuevos hechos, los cuales se almacenan una sola vez, también conllevan un tratamiento heurístico.	<ul style="list-style-type: none">➤ Describir el proceso a realizar para encontrar la solución, declaran como se manipulan las entidades; son más eficientes que las anteriores, conllevan un tratamiento algorítmico por lo que son fáciles de mantener, guían las líneas de razonamiento para que la evaluación sea coherente.

Toda la documentación elaborada deberá subirla a su portafolio de SEDUCA en la fecha indicada.

CONCLUSIONES

Anote de manera breve las principales conclusiones obtenidas al término de esta práctica

BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. Russell y P. Norvig, “Inteligencia Artificial. Un enfoque moderno”. Prentice Hall, 1996
- [2] E. Rich y K. Knight. “Inteligencia Artificial”. McGraw-Hill, 1994 (lógica)
- [3] N. Nilsson, “Inteligencia Artificial”. Una nueva síntesis, McGraw-Hill, Madrid, 2000
- [4] Mc Allister, j. “Inteligencia Artificial y Prolog”. Editorial Alfa Omega/ Marcombo. México. 1999.
- [5] MOLINA VARGAS, JASON, TORRES PINZÓN, CARLOS y RESTREPO PATIÑO, CARLOS TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA SOLUCIÓN DE LABERINTOS DE ESTRUCTURA DESCONOCIDA. Scientia Et Technica. 2008;XIV(39). [fecha de Consulta 18 de septiembre de 2019]. ISSN: 0122-1701. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=849/84920503025>
- [6] A.J. Bagnall, Z.V. Zatuchna, “On the Classification of Maze Problems,” Applications of Learning Classifier Systems, Studies in, Bull, Springer, pp. 307-316, 2005.
- [7] P. Gerard, O. Sigvad, “YACS: Combining Dynamic Programming with Generalization in Classifier Systems,” Advances in Learning Classifier Systems. Springer, 2001, pp. 52–69.

PRÁCTICA 3

ESTRATEGIA DE CONTROL: BÚSQUEDA EN AMPLITUD O ANCHURA

OBJETIVO

- Conocer el concepto de búsqueda en amplitud y su aplicación.

INTRODUCCIÓN

El primer requisito que debe cumplir una buena estrategia de control es que cause algún cambio, las estrategias de control que no causen cambio de estado nunca alcanzan la solución. El segundo requisito que debe cumplir una buena estrategia de control es que sea sistemática (Gerard y Siguid, 2001).

La resolución de problemas en IA requiere, normalmente, determinar una secuencia de acciones o decisiones. Esta secuencia será ejecutada posteriormente por un agente con el fin de alcanzar un objetivo a partir de una situación inicial dada. Dependiendo del problema concreto, la ejecución de la secuencia de acciones o decisiones tiene asociado un costo que se tratará de minimizar, o bien tiene asociado un beneficio que se tratará de maximizar. En la descripción de los sistemas de búsqueda, se supone que el agente se mueve en un entorno accesible, o lo que es lo mismo, que es capaz de percibir el entorno con precisión. Además, se supone también que tanto el efecto como el coste o costo de las acciones se pueden predecir con exactitud. De este modo, la secuencia de acciones se puede obtener antes de su ejecución; en otro caso, la siguiente acción no podría ser determinada hasta conocer el resultado de la ejecución de la anterior.

La estrategia de control (EC) también llamada, en el contexto de los sistemas expertos, mecanismo o motor de inferencia. Es la parte más importante de los sistemas de producción y la que establece el proceso de búsqueda de la solución mediante la aplicación de operadores a los distintos estados. Con esta perspectiva, la EC se encarga de decidir qué estados serán expandidos y decidir qué operador aplicar en cada momento. El primer requisito que debe cumplir una buena estrategia de control es que cause algún cambio, las estrategias de control que no causen cambio de estado nunca alcanzan la solución. El segundo requisito que debe cumplir una buena estrategia de control es que sea sistemática (Gerard *et al.*, 2001)⁵.

⁵ P. Gerard, O. Siguid, "YACS: Combining Dynamic Programming with Generalization in Classifier Systems," *Advances in Learning Classifier Systems*. Springer, 2001, pp. 52–69.

BÚSQUEDA EN AMPLITUD O ANCHURA

Este método va construyendo un grafo de estados explícito mediante la aplicación de los operadores disponibles al nodo inicial, después aplica los operadores disponibles a los nodos sucesores directos del nodo inicial, y así sucesivamente (Shenga *et al.*, 2006; Carpin *et al.*, 2005)⁶. Este procedimiento de búsqueda actúa de manera uniforme a partir del nodo inicial.

Su búsqueda consiste en ir explorando el árbol por ramas del mismo nivel, es decir, no se podrá explorar una rama superior si la rama inferior no se ha explorado por completo. La búsqueda en amplitud no queda atrapada explorando callejones sin salida, además, si existe una solución la búsqueda en anchura garantiza que se encuentre. Si existen múltiples soluciones se encuentra la solución mínima, es decir, la que requiera el mínimo número de pasos. Esto está garantizado por el hecho de que no explora una ruta larga hasta que se hayan examinado todas las rutas más cortas que ella.

Mediante esta estrategia, el árbol de búsqueda se va generando por niveles de profundidad. Hasta que todos los nodos de un nivel no han sido revisados no se revisa ninguno del siguiente nivel. Para facilitar la comprensión del proceso de búsqueda vamos a introducir algunos espacios de estados artificiales (que no provienen de ningún sistema de producción real), que serán árboles o grafos etiquetados por letras. Las letras representan los estados. La figura 1 aparece un árbol de estados, con estado inicial I y con un único estado objetivo O.

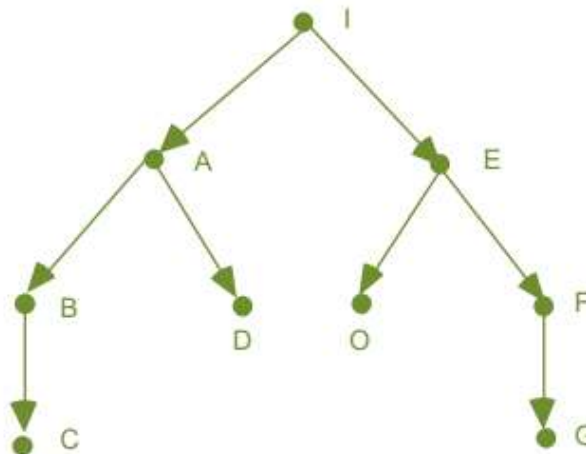


Figura 1. Árbol de estados.

⁶ W. Shenga, Q. Yang, J. Tan, N. Xi, “Distributed multi-robot coordination in area exploration,” *Robotics and Autonomous Systems*, Elsevier, 2006, doi:10.1016/j.robot.2006.06.003.
 S. Carpin, G. Pillonetto, “Motion Planning Using Adaptive Random Walks,” *IEEE Transactions On Robotics*, Vol. 21, No. 1, Febrero 2005.

En el árbol de búsqueda no se dibujarán los nodos (cuya estructura, en general, puede ser compleja) sino tan solo los estados (letras, en los ejemplos artificiales) y junto a ellos la información relevante sobre los nodos (en el caso de la búsqueda en anchura, ninguna). La información relativa a la adyacencia entre los nodos queda recogida en el gráfico por las flechas dirigidas. En el árbol de búsqueda aparecerán vértices correspondientes a todos los nodos que van siendo generados (es decir, todos aquellos que en algún momento del proceso hayan estado en la lista de ABIERTOS) y se numerarán secuencialmente (con números subrayados) los nodos conforme son examinados. El árbol de búsqueda correspondiente a la búsqueda en anchura en el espacio de estados de la figura 1 ha sido recogido en la figura 2. Puesto que los nodos de igual profundidad generados a partir de un mismo padre se ordenan de un modo arbitrario, es necesario indicar cuál es el criterio seguido. En el ejemplo, hemos expandido los estados de "izquierda a derecha".

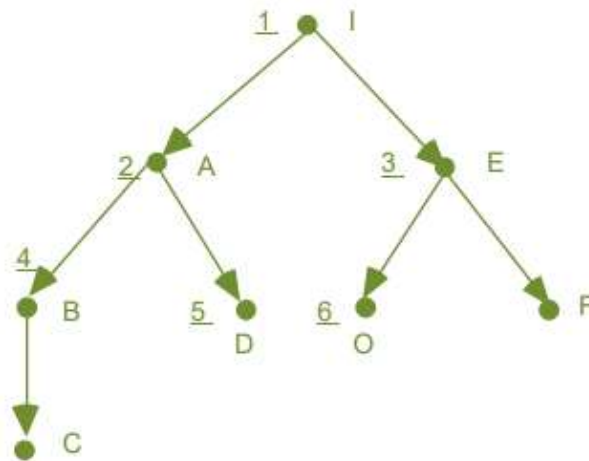
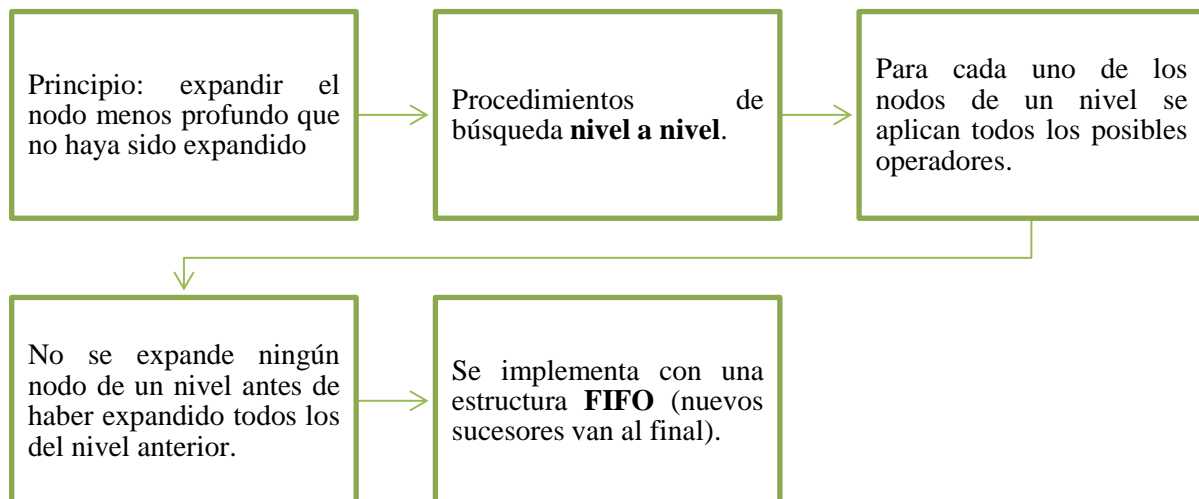


Figura 2. Árbol con etiquetas

El procedimiento podría resumirse de la siguiente manera:



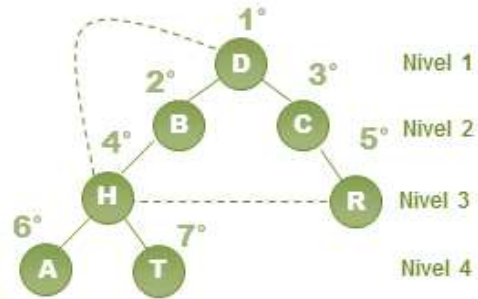
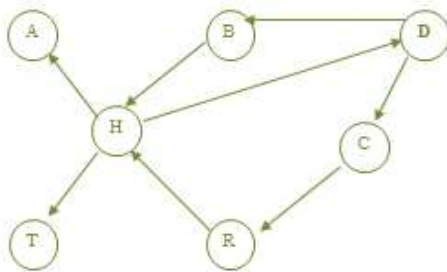
La búsqueda en anchura es una estrategia exhaustiva: el recorrido por niveles examina todos los estados que son accesibles desde el estado inicial. En particular, si un estado objetivo es alcanzable, la búsqueda en anchura lo encuentra. La demostración es sencilla: el estado objetivo aparecerá en un cierto nivel de profundidad y, en un número finito de pasos (suponiendo un número finito de operadores y un número finito de posibles aplicaciones de un operador sobre un estado), llegará a ese nivel. Este mismo razonamiento muestra que la búsqueda en anchura siempre encuentra la secuencia solución más corta (una de las que tienen el mínimo número de aristas). Atención: esto no significa en absoluto que realice un número pequeño de operaciones. Se trata de una propiedad de la secuencia solución encontrada, no del proceso por el que ha sido construida (de hecho, veremos que la búsqueda en anchura puede llegar a ser extremadamente ineficaz). De lo anterior se sigue que, si existe solución, incluso en un espacio de estados con ciclos, como el del problema de las garrapas (la Figura 3 presenta parte de ese espacio de estados), el algoritmo de búsqueda en anchura no entrará en bucles infinitos, aunque sí que explorará en numerosas ocasiones la misma zona del espacio de estados, lo que puede perjudicar considerablemente su eficiencia.



Figura 3. Recorrido de búsqueda en anchura

Por lo anterior el Algoritmo de búsqueda en amplitud o anchura, se considera:

- [1] Completo: es completo (esto solo sucederá si el número de hijos es finito, en otro caso no se llegaría a la solución), porque si hay solución, esta estrategia la encuentra (siempre con los recursos disponibles).
- [2] Optimo: si hay solución, esta estrategia la encuentra; pero además va a encontrar la de menor costo computacional, si consideramos los operadores tienen el mismo coste unitario, y en todo caso la solución con el menor número de operaciones (la de menor nivel).
- [3] Complejidad temporal: el tiempo de ejecución dependerá del factor ramificación y de la profundidad p , en el tiempo necesario.
- [4] Complejidad espacial: al terminar la expansión de los estados de un nivel de profundidad ($p-1$) tendremos almacenados en ABIERTA todos los estados del nivel p . si el número de operadores es n y estamos a profundidad p , tendremos almacenados n^p estados. El caso peor será cuando la meta este en el último estado generable de un nivel p .



Recorrido desde Vertice por anchura desde vertice D = {D, B, C, H, R, A, T }

VENTAJAS DE LA BÚSQUEDA EN PROFUNDIDAD

- necesita menos memoria (en profundidad sólo se almacenan, en esencia, los nodos del camino que se sigue, mientras que en anchura se almacena la mayor parte del árbol que se va generando)
- con "suerte" puede encontrar una solución sin tener que examinar gran parte del espacio de estados (depende en gran medida de que el orden de las reglas sea "adecuado").

VENTAJAS DE LA BÚSQUEDA EN ANCHURA

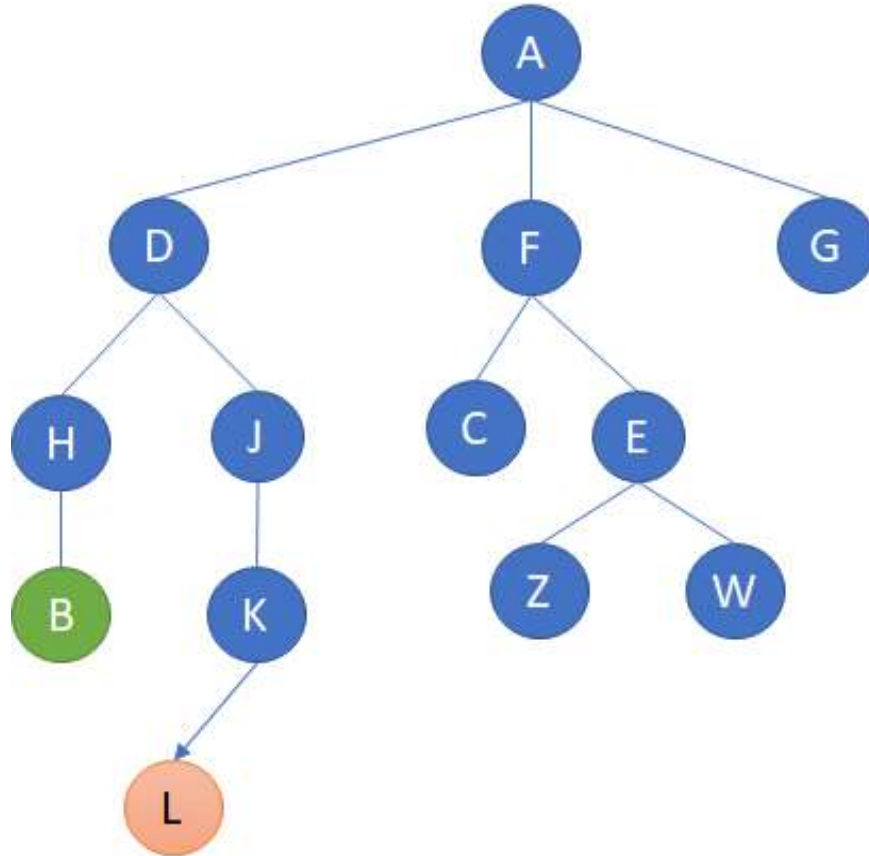
- es más difícil que quede atrapada explorando callejones sin salida
- si existe una solución garantiza que la encuentra (independientemente de la estructura combinatorial del espacio de estados) y además será una de las de longitud mínima.

DESARROLLO

El alumno diseñara un programa que emule la búsqueda por amplitud o anchura, para ello puede considerar el algoritmo que a continuación se muestra:

- ```
[1] Crear la lista ABIERTA y poner su primer elemento el nodo raíz
 (descripción del problema)
[2] HASTA que ABIERTA este vacía (error) o el estado sea META
[3] Extraer (eliminar) de ABIERTA el primer nodo de la lista, y
 asignarlo a t (temporal) // se expande t
[4] PARA cada operador y cada instanciación de operador aplicable a
 "t":
[5] Aplicar el operador "t". obtendremos un nuevo estado "s" (sucesor).
 Aeste se le asna como padre a "t" (apuntador)
[6] SI "s" es meta:
[7] Terminar la expansión de nodos
[8] SINO
[9] Incluir "s" al final de ABIERTA
[10] // fin PARA cada operador
[11] //fin HASTA que ABIERTA esta vacia (error) o el estado es META
[12] SI es META
[13] Devover la slución
[14] SINO // ABIERTA esta vacia = error
[15] Mensaje de error
```

A partir del árbol que a continuación se muestra, donde B y L son los dos únicos nodos meta y A es el nodo inicial, indicar el orden en que se visitan los nodos, distinguiendo los que sólo se han generado de aquellos que se han elegido en el proceso de búsqueda amplitud o anchura:



Toda la documentación elaborada deberá subirla a su portafolio de SEDUCA en la fecha indicada.

**CONCLUSIONES**

Anote de manera breve las principales conclusiones obtenidas al término de esta práctica

---

---

---

---

---

---

**BIBLIOGRAFÍA**

- [1] S. Russell y P. Norvig, “Inteligencia Artificial. Un enfoque moderno”. Prentice Hall, 1996
- [2] E. Rich y K. Knight. “Inteligencia Artificial”. McGraw-Hill, 1994 (lógica)
- [3] N. Nilsson, “Inteligencia Artificial”. Una nueva síntesis, McGraw-Hill, Madrid, 2000
- [4] Mc Allister, j. “Inteligencia Artificial y Prolog”. Editorial Alfa Omega/ Marcombo. México. 1999.
- [5] MOLINA VARGAS, JASON, TORRES PINZÓN, CARLOS y RESTREPO PATIÑO, CARLOS TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA SOLUCIÓN DE LABERINTOS DE ESTRUCTURA DESCONOCIDA. Scientia Et Technica. 2008;XIV(39). [fecha de Consulta 18 de Septiembre de 2019]. ISSN: 0122-1701. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=849/84920503025>
- [6] A.J. Bagnall, Z.V. Zatuchna, “On the Classification of Maze Problems,” Applications of Learning Classifier Systems, Studies in, Bull, Springer, pp. 307-316, 2005.
- [7] P. Gerard, O. Sigvad, “YACS: Combining Dynamic Programming with Generalization in Classifier Systems,” Advances in Learning Classifier Systems. Springer, 2001, pp. 52–69.

## PRÁCTICA 4

### ESTRATEGIAS DE CONTROL: BÚSQUEDA EN PROFUNDIDAD

#### OBJETIVO

- Conocer el concepto de búsqueda en profundidad y su aplicación.

#### INTRODUCCIÓN

A diferencia de los métodos en anchura, los métodos en profundidad seleccionan un camino determinado y siguen por él hasta agotarlo completamente. En los métodos en profundidad puros la prueba de realización se efectúa cada vez que se genera un nuevo nodo. Puede ocurrir que el camino recorrido sea resolutorio y lleve a una solución del problema o puede que agotemos todas las posibilidades de expansión sin haber encontrado nada. En este último caso hay que efectuar una vuelta atrás y explorar otro camino diferente

En este proceso de búsqueda se genera sólo un sucesor del nodo en cada paso, es decir, cada vez que se obtiene un nuevo sucesor, se le aplica a este un nuevo operador y se obtiene un nuevo sucesor, y así sucesivamente. En este tipo de búsqueda se avanza por una sola rama del árbol hasta que se encuentre una solución o hasta que se llegue a un callejón sin salida (Dracopoulos , 2005)<sup>7</sup> . En el caso de llegar a un callejón sin salida se retorna hasta la raíz para iniciar una nueva búsqueda. La búsqueda en profundidad necesita menos memoria ya que sólo almacena los nodos del camino que se siguen en ese instante. Esto contrasta con la búsqueda en anchura en la cual debe almacenarse todo el árbol que haya sido generado hasta ese momento.

Esta búsqueda se centra en expandir un único camino desde la raíz. Siempre se expande el nodo más profundo en la frontera actual. En el caso de llegar a un “callejón sin salida” se retrocede hasta el nodo más cercano (siguiendo al nodo padre) donde se puede tomar una rama alternativa para poder seguir avanzando. Se puede implementar, mediante el Algoritmo General, considerando la lista, como una pila (cuyas operaciones funcionan en forma LIFO). De esta manera el siguiente nodo a expandir siempre será el último que se haya colocado en la pila de ese nivel, garantizando esto que la expansión vaya aumentando en la profundidad de los nodos. Es común aplicar esta estrategia mediante un algoritmo recursivo que recorra

---

<sup>7</sup> D. C. Dracopoulos, “Neural robot path planning: The maze problem,” Neural Computing & Applications, Springer London, ISSN0941-0643 (Print) 1433-3058, Vol. 7, No. 2, June, 1998, pp.115-120, April 06, 2005.

el árbol en Pre-Orden. Tiene modestos requisitos de memoria. Sólo necesita almacenar un camino, junto con los hermanos restantes no expandidos en cada nodo.

Los métodos en profundidad son sensibles a la “posición relativa” de los operadores en una lista, ya que este es el criterio que se utiliza para la selección de operadores en caso de conflicto. Desde una perspectiva computacional, requieren menos recursos de memoria que los métodos en anchura, ya que consideran un espacio de búsqueda más limitado, pero pueden tratar de explorar caminos muy largos habiendo alternativas mejores e incluso no llegar nunca a alcanzar una solución; no está clara su sistematicidad (la búsqueda en profundidad “pura” es un procedimiento sistemático, pero permite que encontremos la solución “por casualidad”, sin que tenga, por supuesto, que ser la mejor) y hay que hacer un montón de comprobaciones, por lo que se es más ineficiente desde el punto de vista temporal. En ocasiones, los caminos generados por los métodos en profundidad no se exploran completamente, abandonándose la búsqueda tras alcanzarse sin éxito una determinada profundidad.

Ello puede suponer que consideremos que un determinado camino es infructuoso cuando, en realidad, se estaba muy cerca de la solución.

La **búsqueda en profundidad (DFS)** también puede ser vista como un proceso por niveles, pero con la diferencia de que, tras visitar un nodo, se visitan sus hijos antes que sus hermanos, por lo que el algoritmo tiende a bajar por las ramas del árbol hacia las hojas antes de visitar cada una de las ramas posibles. De nuevo, si hacemos uso de estructuras clásicas de programación, DFS se puede implementar por medio de una pila accediendo a sus elementos por un proceso de LIFO (último en entrar, primero en salir).

Algoritmo para búsqueda en profundidad:

1. Colocar el nodo inicial N en CAMINO
2. Aplicar el test de realización a este nodo. Si es meta, salir
3. Expandir N aplicando el primer operador no aplicado para genera un sucesor S.
4. Si ningún operador es aplicable, salir
5. En caso contrario, realizar una búsqueda en profundidad partiendo de S

Análisis del algoritmo:

| Completo                                                                                                                                                                                                                                           | Óptimo                                                                                                                                                                                                  | Complejidad Temporal                                                                                                                                                                                                                                                                 | Complejidad Espacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>•No es completo, pues no encontrará una solución si está a un nivel superior. si no hubiese límite de exploración tampoco sería completo, pues es posible entrar en una rama que no tenga metas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>•No es óptimo, pues la primera que encuentre, si esta en esa rama, puede no ser la de menor coste y también puede que no sea la de menor profundidad.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>•El caso peor será si se encuentra la meta a la profundidad en la última rama posible. En este caso se van a expandir todos los estados posibles, así que la complejidad dependerá del factor de ramificación y de la profundidad.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>•El caso peor será cuando tengamos, en cada nivel que se expande, un estado sin eliminar ninguno de sus hijos. Así, si <math>r</math> es el factor de ramificación, vamos a almacenar <math>r</math> estados a la profundidad <math>p</math>, luego vamos a almacenar <math>p</math> veces <math>r</math>.</li> </ul> |

DFS no es ni óptimo ni completo. No es óptimo porque si existe más de una solución, podría encontrar la primera que estuviese a un nivel de profundidad mayor, y para ver que no es completo es necesario irse a ejemplos en los que el espacio de búsqueda fuese infinito: *supongamos un robot que puede moverse a izquierda o derecha en cada paso y ha de encontrar un objeto; la búsqueda en profundidad le obligaría a moverse indefinidamente en una sola dirección, cuando el objeto podría estar en la dirección contraria (e incluso a un solo paso del origen)*. Para evitar este problema es común trabajar con una pequeña variante de este algoritmo que se llama de **Profundidad limitada**, que impone un límite máximo al nivel alcanzado.

Las implementaciones recursivas de los algoritmos permiten por lo general un gran ahorro de espacio. En este caso, la búsqueda en profundidad se puede realizar recursivamente de manera natural. La recursividad permite que las alternativas queden almacenadas en la pila de ejecución como puntos de continuación del algoritmo sin necesidad de almacenar ninguna información. Así, el ahorro de espacio es proporcional al factor de ramificación que en la práctica en problemas difíciles no es despreciable. Lo único que perdemos es la capacidad de buscar repetidos en los nodos pendientes que tenemos en el camino recorrido, pero habitualmente la limitación de memoria es una restricción bastante fuerte que impide resolver problemas con longitudes de camino muy largas.

En el caso de la búsqueda en profundidad, el tratamiento de nodos repetidos no es crucial ya que al tener un límite en profundidad los ciclos no llevan a caminos infinitos. No obstante, en este caso se pueden comprobar los nodos en el camino actual, ya que está completo en la

estructura de nodos abiertos. Además, no tratando repetidos mantenemos el coste espacial lineal, lo cual es una gran ventaja. El evitar tener que tratar repetidos y tener un coste espacial lineal supone una característica diferenciadora de hace muy ventajosa a la búsqueda en profundidad, y permite obtener soluciones que se encuentren a gran profundidad.

### DESARROLLO

1. El alumno diseñara un programa que emule la búsqueda en profundidad considerando el algoritmo

```
Función: Búsqueda en profundidad limitada recursiva (actual:nodo,
limite: entero)
si profundidad(Actual) ≤ limite entonces
 para todo nodo ∈ generar_sucesores (Actual) hacer
 si es_final?(nodo) entonces
 retorna (nodo)
 sino
 resultado ← Búsqueda en profundidad limitada
recursiva(nodo,limite)
 si es_final?(resultado) entonces
 retorna (resultado)
 fin
 fin
 fin
sino
 retorna (∅)
fin
```

2. Considere el espacio de búsqueda de la figura 1, que tiene forma de árbol, donde el nodo raíz del árbol es el nodo inicial (NODO J), existe un único nodo meta (NODO E) y cada operador tiene asociado un coste. Explique razonadamente en qué orden se expandirían los nodos de dicho árbol de búsqueda a partir de cada uno de la búsqueda Primero en Profundidad (de derecha a izquierda).

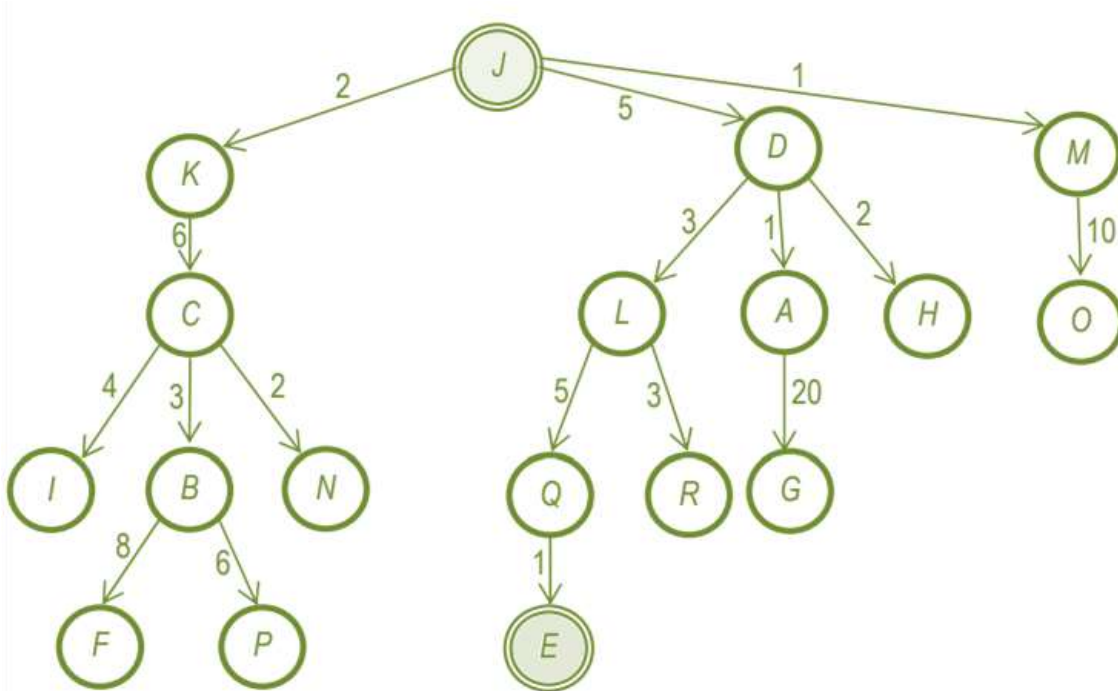


Figura 1. Árbol de búsqueda de profundidad

Toda la documentación elaborada deberá subirla a su portafolio de SEDUCA en la fecha indicada.

### CONCLUSIONES

Anote de manera breve las principales conclusiones obtenidas al término de esta práctica

---



---



---



---



---

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. Russell y P. Norvig, “Inteligencia Artificial. Un enfoque moderno”. Prentice Hall, 1996
- [2] E. Rich y K. Knight. “Inteligencia Artificial”. McGraw-Hill, 1994 (lógica)
- [3] N. Nilsson, “Inteligencia Artificial”. Una nueva síntesis, McGraw-Hill, Madrid, 2000
- [4] Mc Allister, j. “Inteligencia Artificial y Prolog”. Editorial Alfa Omega/ Marcombo. México. 1999.



**PRÁCTICA 5**

**REPRESENTACIÓN FORMAL DEL CONOCIMIENTO**

**OBJETIVO**

- El alumno identificara la representación formal del conocimiento a través de técnicas específicas para su formulación.

**INTRODUCCIÓN**

Resulta evidente que, si un programa de IA debe explotar eficazmente un conjunto determinado de conocimientos de un dominio concreto, al menos parte de la potencia de dicho programa vendrá determinada por la eficacia y la consistencia del esquema que hayamos elegido para representar el conocimiento.

En cualquier dominio de aplicación existen dos tipos de entidades diferentes:

- hechos o verdades del dominio
- representaciones de los hechos.

Para manipular computacionalmente “hechos” es necesario definir un conjunto de procedimientos que los conviertan en representaciones. Una vez ejecutado el programa de IA, necesitamos nuevos procedimientos que conviertan las representaciones internas en hechos comprensibles para nosotros. Este proceso configura lo que se denomina fase de codificación- decodificación (Figura 1).

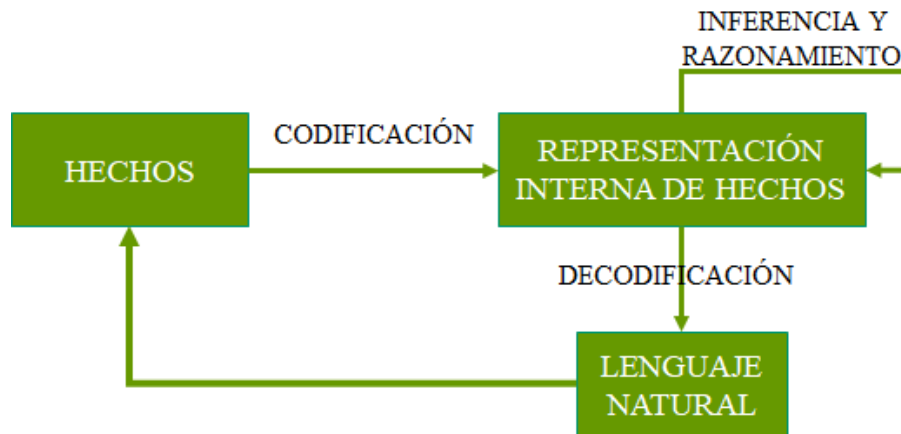


Figura 1. Fase de codificación- decodificación del conocimiento.

Cualquier procedimiento para representar conocimiento tiene que reunir un conjunto mínimo de condiciones:

|               |                                                                                                                  |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Transparencia | •Concepto que hace referencia a si podemos o no identificar fácilmente el conocimiento representado              |
| Naturalidad   | •Significa si podemos o no representar el conocimiento en su forma original.                                     |
| Claridad      | •Referencia si podemos o no representar directamente el conocimiento.                                            |
| Eficiencia    | •Facilidad relativa con la que se puede acceder a conocimientos específicos durante la ejecución.                |
| Adecuación    | •Capacidad del esquema para representar todos los conocimientos y tipos de conocimiento que requiere el sistema. |
| Modularidad   | •capacidad del esquema de representación para fragmentar los distintos tipos de conocimiento del sistema.        |

Un aspecto importante a tener en cuenta es la flexibilidad con la que podemos manejar el conocimiento. Como regla general, cuanto mayor sea el nivel del conocimiento barajado, menor será su flexibilidad: el conocimiento de alto nivel es potente pero muy poco flexible, mientras que el conocimiento de bajo nivel es flexible pero poco potente. Los esquemas de representación del conocimiento existentes pueden clasificarse en las siguientes categorías:

### MÉTODOS DECLARATIVOS

- Hacen énfasis en la representación del conocimiento como una acumulación o colección de hechos estáticos a los que se añade cierta información limitada que describe cómo se va a emplear el mencionado conocimiento, esto es, para cuya manipulación se define un conjunto genérico y restringido de procedimientos. Presentan la ventaja de que las verdades del dominio se almacenan una sola vez y es fácil incrementar e incorporar nuevo conocimiento sin modificar ni alterar el ya existente.

### MÉTODOS PROCEDIMENTALES

Se enfatizan la representación del conocimiento en forma de estructuras dinámicas (procedimientos, en los que la representación de los hechos va implícita) que describen procedimientos de utilización de los conocimientos. Sus ventajas son, por ejemplo, que al dar prioridad a los procedimientos se hace mayor énfasis en las capacidades inferenciales del sistema, que permiten explorar distintos modelos y técnicas de razonamiento, que permiten trabajar con falta de información y con datos de carácter probabilístico y que incorporan de forma natural conocimiento de tipo heurístico.

En realidad, los problemas interesantes de IA suelen requerir distintas proporciones de ambas filosofías en la representación del conocimiento del dominio.

### CONOCIMIENTOS DECLARATIVOS

El saber el qué de algo (qué es alguna cosa) o conocimiento declarativo. Este tipo de saber es imprescindible, porque constituye el entramado fundamental sobre el que éstas se estructuran. Podemos definir el saber el qué de las cosas como aquella competencia referida al conocimiento de datos, hechos, conceptos, leyes y principios. Se le denomina conocimiento declarativo, porque es un saber que se dice, que se declara o que se conforma por medio del lenguaje. Es el entramado fundamental de los conocimientos

Los conocimientos declarativos se dividen en factuales y conceptuales:

**Conocimiento factual:** son los que se refieren a datos, hechos, fechas, cifras, acontecimientos, etapas históricas, lugares y capitales, nombre de autores, vocabulario, signos convencionales, etc. Implica el manejo de la información literal, o sea, lo que el estudiante debe saber; es una información verbal y que los estudiantes deben aprender en forma literal o "al pie de la letra". Algunos ejemplos de este tipo de conocimiento son los siguientes: el nombre de las capitales de los distintos países de Sudamérica, la fórmula química del ácido sulfúrico, los nombres de las distintas etapas históricas de nuestro país, los títulos de las novelas representativas de un país, etc.

**Conocimientos conceptuales:** son un conjunto de ideas, leyes, sistemas conceptuales, principios generales, conceptos, explicaciones, axiomas, etc. que no tienen que ser aprendidos en forma literal, sino abstrayendo su significado esencial o identificando las características definitorias y las reglas que los componen. Son considerados contenidos estáticos y su enunciado se expresa por medio de sustantivos. Se aprenden asimilando y comprendiendo el significado profundo y la relación que tienen con los conocimientos previos del estudiante. Son más complejos que los factuales.

Diferencias entre los conocimientos factuales y conceptuales:

| CONOCIMIENTO FACTUAL                                                                                                                                                                        | CONOCIMIENTOS CONCEPTUALES                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>•Conocimientos específicos de datos.</li><li>•Requieren memorización.</li><li>•el aprendizaje es por repetición.</li><li>•Se olvida pronto.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>•Busca la comprensión profunda y completa de algo.</li><li>•Son conocimientos acabados y estructurados, como leyes, principios, etc.</li><li>•la metodología de aprendizaje es experimental</li><li>•Extinción a largo plazo</li></ul> |

### CONOCIMIENTOS PROCEDIMENTALES

Implican el saber hacer o saber procedimental. Este conocimiento se refiere a la ejecución de procedimientos, estrategias, técnicas, habilidades, destrezas, métodos y procedimientos ordenados y orientados a la consecución de un fin; hacen referencia a la metodología utilizada y apprehendida para lograr la asimilación de determinados contenidos.

Podríamos decir que a diferencia del saber qué, que es de tipo declarativo y teórico, el saber procedimental es de tipo práctico, porque está basado en la realización de varias acciones u operaciones; es un saber cómo hacer. El aprendizaje procedimental se expresa a través de un verbo de acción que indica habilidades cognitivas y manuales. Se desarrollan por ejercitación y práctica, usando estrategias para realizar acciones concretas en una cadena secuenciada y planificada.

Los procedimientos pueden ser definidos como un conjunto de acciones ordenadas y dirigidas hacia la consecución de una meta determinada<sup>8</sup>. En tal sentido, algunos ejemplos de procedimientos pueden ser: la elaboración de resúmenes, ensayos, gráficas estadísticas, el uso de algoritmos u operaciones matemáticas, la elaboración de marcos y redes conceptuales, participar en foros o debates, realización de mapas y redes conceptuales, mapas mentales, el

<sup>8</sup> Coll, C., Pozo, J. I., Sarabia, B. y Valls, E. (1994). Los contenidos de la Reforma. Madrid, España: Santillana

uso correcto de algún instrumento como un microscopio, un telescopio, un procesador de textos, etc.

Los contenidos procedimentales permiten realizar con éxito los procesos de adquisición de información y, a partir de ahí, producir conocimientos. Es decir: se trata de todas las metodologías utilizadas y aprehendidas para lograr la asimilación de un determinado saber.

**DESARROLLO**

1. Complete la siguiente tabla.

| <b>Tipo de Conocimiento</b> | <b>Características principales</b> | <b>Representación</b> |
|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| DECLARATIVO                 |                                    |                       |
| DECLARATIVO –<br>FACTUAL    |                                    |                       |
| DECLARATIVO-<br>CONCEPTUAL  |                                    |                       |
| PROCEDIMENTAL               |                                    |                       |

2. El alumno enunciara un ejemplo utilizando una técnica declarativa y una técnica procedimental sustentando su argumento.

Toda la documentación elaborada deberá subirla a su portafolio de SEDUCA en la fecha indicada

### CONCLUSIONES

Anote de manera breve las principales conclusiones obtenidas al término de esta práctica

---

---

---

---

---

---

---

---

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. Russell y P. Norvig, “Inteligencia Artificial. Un enfoque moderno”. Prentice Hall, 1996
- [2] E. Rich y K. Knight. “Inteligencia Artificial”. McGraw-Hill, 1994 (lógica)
- [3] N. Nilsson, “Inteligencia Artificial”. Una nueva síntesis, McGraw-Hill, Madrid, 2000
- [4] Mc Allister, j. “Inteligencia Artificial y Prolog”. Editorial Alfa Omega/ Marcombo. México. 1999.

## PRÁCTICA 6 FORMALIZACIÓN DE PROPOSICIONES LÓGICAS

### OBJETIVO

- El alumno conocerá la formalización de proposiciones lógicas mediante transformaciones y cuantificaciones.
- Desarrollará proposiciones singulares, proposicionales, cuantificadas y complejas aplicando las reglas dispuestas para ello, mismas que le servirán en el empleo del lenguaje lógico programable.

### INTRODUCCIÓN

La lógica de proposiciones y la lógica de predicados suelen englobarse en lo que denominamos lógica formal. Como esquema de representación del conocimiento, la lógica formal permite derivar conocimiento a partir de conocimiento ya existente a través de procesos deductivos, esto es, permite afirmar que una aseveración es cierta si puede deducirse a partir de otras que se sabe que son ciertas. La más sencilla de las lógicas formales es la lógica de proposiciones, en la que los hechos del mundo real se representan como proposiciones lógicas (fórmulas bien definidas, FBD, o fórmulas bien formadas, FBF), por ejemplo: “Sócrates es un hombre” se denotaría *SOCRATESHOMBRE* y “Aristóteles es un hombre” sería *ARISTOTELESHOMBRE*.

Está claro que la lógica de proposiciones presenta varios problemas, como la representación eficaz de varios ejemplos de una misma entidad y la cuantificación, no es una representación versátil. Surge la necesidad, pues, desde la óptica formal, de utilizar la lógica de predicados, que representa el conocimiento como declaraciones lógicas que son FBF o FBD. Así, el ejemplo anterior se convierte en *HOMBRE(SÓCRATES)*.

Los componentes básicos de un esquema de representación del conocimiento basado en lógica de predicados son:

- Alfabeto
- Lenguaje formal
- Conjunto de enunciados básicos o axiomas
- Reglas inferenciales

## ALFABETO

En cualquier lenguaje formal, el alfabeto es el conjunto de símbolos a partir de los que se construyen los enunciados. En lógica de predicados el alfabeto está constituido por:

- (1) **conectivos lógicos:**  $\rightarrow, \wedge, \vee, \neg, \forall, \exists, =$
- (2) **Símbolos de predicado:**  $P_1^2, P_2^4, \dots, Q^n, R^m, S^k$  (se utilizan usualmente las letras del medio del alfabeto en mayúscula)
- (3) **Constantes:**  $a_1, a_2, \dots, b, c, d$  (se utilizan usualmente las primeras letras del alfabeto en minúscula)
- (4) **Variabes:**  $x_1, x_2, \dots, y, z$  (se utilizan usualmente las últimas letras del alfabeto en minúscula, las variables usuales)
- (5) **Símbolos auxiliares:** (,)

Entre los conectivos lógicos hay tres símbolos nuevos que de alguna forma se adicionan a la simbología utilizada en la lógica proposicional, estos son:

Cuantificador universal  $\forall$ .

Permite reflejar la estructura de oraciones, ejemplo: “todos los hombres son fieles”; en general expresa algo sobre el conjunto de cosas: e.g. “los hombres”

Cuantificador existencial  $\exists$

Permite reflejar la estructura de oraciones como: “algún hombre es esclavo”; representan la existencia de un determinado objeto.

Cuantificador de igualdad =

Es una relación que se da entre objetos y permite representar oraciones como: “Peter Parker y Spiderman son la misma persona”.

Dentro de la simbología anteriormente expuesta; también hay relaciones como “ser mayor que”, “estar a mitad de”; reflejados por los subíndices; los cuales establecen la **aridad** de un predicado. Esta aridad de un predicado como “ser fieles” es 1 (predicado unario), pues ser fiel, se predica de un solo objeto, mientras que la aridad de un predicado como “ser mayor que” es 2 (predicado binario) pues se necesitan dos objetos para ser comparados bajo esta relación.

Las **constantes** se utilizan exclusivamente para representar objetos individuales, evidentemente no representan conjuntos o grupos de conjuntos.

Las **variables** de la lógica de predicados son variables de objetos. Una variable como x varía entre objetos particulares, pero no entre conjuntos o grupos de cosas.



## LENGUAJE FORMAL

El lenguaje formal asociado a la lógica de predicados es el conjunto de todas las FBD que se pueden construir legalmente a partir del alfabeto. Se puede definir inductivamente una FBD del siguiente modo:

### *Formalización de proposiciones singulares*

Una proposición predicativa se simboliza funcionalmente invirtiendo el orden de sus elementos y, por razones operativas, se usa cualquier letra mayúscula para los predicados y cualquier letra minúscula para las constantes individuales.

*Ejemplos:*

- a) David es abogado: Ad
- b) David y Goliat no son médicos:  $\sim Md \wedge \sim Mg$
- c) Es falso que David y Goliat sean filósofos:  $\sim (Fd \wedge Fg)$
- d) David y Goliat son hermanos: Hdg

### *Formalización de funciones proposicionales*

Las siguientes expresiones ‘*x es inteligente*’ e ‘*y es sabio*’, que se simbolizan respectivamente ‘Ix’ y ‘Sy’, son funciones proposicionales, es decir, casi proposiciones ya que sus argumentos están representados por variables que significan individuos indeterminados, de manera que no pueden ser calificadas de verdaderas ni de falsas.

### *Cuantificación*

Una función proposicional expresa simbólicamente la forma de una proposición individual. Para ampliar su significación a más individuos se les anteponen los cuantificadores. Así se tiene:

- Px : x es periodista
- $(\exists x) Px$  : algunos x son periodistas
- $(\forall x) Px$  : todos los x son periodistas

### *Transformación de Funciones en Proposiciones*

Sustituyendo la variable individual por una constante individual.

Ejemplo:

- Fx (función proposicional)
- Fa (proposición)

Anteponiendo un cuantificador a la Función.

Ejemplo:

- Fx (función proposicional)
- $(\exists x) Fx$  (proposición)
- $(\forall x) Fx$  (proposición)

*Formalización de Proposiciones cuantificadas*

Las proposiciones cuantificadas, como existenciales y universales, pueden ser afirmativas o negativas, su expresión simbólica es la siguiente:

| Proposiciones       | Fórmulas              |
|---------------------|-----------------------|
| Todo x enseña :     | $(\forall x) Ex$      |
| Ningún x enseña :   | $(\forall x) \sim Ex$ |
| Algún x enseña :    | $(\exists x) Ex$      |
| Algún x no enseña : | $(\exists x) \sim Ex$ |

**REGLAS DE INFERENCIA**

La inferencia en lógica formal es el proceso de ejemplificación que permite generar nuevas FBD a partir de FBD ya existentes, mediante la aplicación de las llamadas reglas de inferencia. De tales reglas, la más común es la llamada modus ponens que se puede expresar:

$$[P1 \text{ and } (P1 \rightarrow P2)] \rightarrow P2$$

que no es sino la formalización del razonamiento deductivo. Otra regla de inferencia común es la especialización universal: individuo and  $(\forall x)[f(x)] \rightarrow f(\text{individuo})$

Además de estas dos reglas básicas de inferencia existen otras, como la sustitución, el modus tollens, etc., todas ellas capaces de generar nuevas FBD a partir de FBD ya existentes. Con estas reglas, con tal de que los axiomas construidos sean válidos, la inferencia sintáctica es siempre posible. Desgraciadamente, que una inferencia sea posible no quiere decir que el resultado tenga o no el menor interés. Por el contrario, en lógica formal es muy común que las inferencias realizadas conduzcan a información absolutamente irrelevante y, además, no se nos asegura la obtención de nueva información útil en un tiempo prudencial.

## DESARROLLO

Formalizar las siguientes proposiciones:

| Oración                                                                                                                                                                                                                                     | Formalización lógica |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1. Juan afeita a los que no se afeitan así mismos                                                                                                                                                                                           |                      |
| 2. Existe un estudiante que afeita a todos los que no se afeitan a sí mismos                                                                                                                                                                |                      |
| 3. Hay estudiantes que no afeitan a nadie, pero Juan se afeita a sí mismo                                                                                                                                                                   |                      |
| 4. Todos los estudiantes afeitan a Juan solo si Juan no se afeita a sí mismo                                                                                                                                                                |                      |
| 5. Los estudiantes no afeitan a Juan a menos que Juan sea estudiante                                                                                                                                                                        |                      |
| 6. Hay personas honradas y hay personas sensatas. Las personas honradas siempre son sensatas. Podemos concluir que hay personas que son honradas y sensatas.                                                                                |                      |
| 7. Los que están tristes rinden por debajo de sus posibilidades. Hay quienes no están tristes y que tienen dificultades. Relámpago no está triste, pero rinde por debajo de sus posibilidades. Entonces es que Relámpago tiene dificultades |                      |
| 8. “Hay programas correctos que no satisfacen al usuario”                                                                                                                                                                                   |                      |
| 9. Todos los directivos importantes llevan corbata                                                                                                                                                                                          |                      |
| 10. Algunos navegantes se marean cuando se acercan a puerto                                                                                                                                                                                 |                      |
| 11. Todo es gris y de aspecto descuidado                                                                                                                                                                                                    |                      |
| 12. Los programadores que tienen asignado un despacho rinden por encima de la media                                                                                                                                                         |                      |
| 13. Todo objeto que emite luz a causa de la energía de sus partículas es un cuerpo luminoso. La Luna no es un cuerpo luminoso. Por tanto, la Luna es un objeto que emite luz a causa de la energía de sus partículas                        |                      |
| 14. Platón fue un filósofo griego. Algún filósofo griego fue ciudadano de Atenas. Por tanto, Platón fue ciudadano de Atenas                                                                                                                 |                      |

|                                                                                                                                                                                     |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 15. Ningún perro es anfibio. Koko es un perro. Por tanto, Koko no es anfibio.                                                                                                       |  |
| 16. Ningún crustáceo pertenece al <i>phylum mollesca</i> . Todas las almejas y caracoles pertenecen al <i>phylum mollesca</i> . Por tanto, ninguna almeja o caracol son crustáceos. |  |
| 17. Algunos miembros del Consejo son demócratas. Algunos demócratas se oponen a la reelección de White. Por tanto, algunos miembros del Consejo se oponen a la reelección de White  |  |
| 18. Todos los consejeros de la ciudad viven dentro de la ciudad. Ninguno de los López vive dentro de la ciudad. Por tanto, ninguno de los López es consejero de la ciudad.          |  |
| 19. Todas las ranas son anfibios. Todos los anfibios son vertebrados. Por tanto, todas las ranas son vertebrados.                                                                   |  |
| 20. Todos los árboles de nuestro jardín pierden las hojas en otoño. Ningún pino pierde sus hojas en otoño. Por tanto, algunos de los árboles de nuestro jardín son pinos.           |  |

### CONCLUSIONES

Anote de manera breve las principales conclusiones obtenidas al término de esta práctica

---



---

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. Russell y P. Norvig, “Inteligencia Artificial. Un enfoque moderno”. Prentice Hall, 1996.
- [2] E. Rich y K. Knight. “Inteligencia Artificial”. McGraw-Hill, 1994 (lógica),
- [3] N. Nilsson, “Inteligencia Artificial”. Una nueva síntesis, McGraw-Hill, Madrid, 2000,
- [4] Mc Allister, j. “Inteligencia Artificial y Prolog”. Editorial Alfa Omega/ Marcombo. México. 1999.

## PRACTICA 7

### MODELO ESTRUCTURADO DE REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO : TECNICAS DECLARATIVAS

#### OBJETIVO

El alumno conocerá la forma representación de conocimiento con técnicas declarativas enfocadas a la inteligencia Artificial.

#### INTRODUCCIÓN

Dado que un modelo es una vista simplificada de una realidad compleja, implicando la creación de una abstracción que permite entender mejor la realidad del dominio<sup>9</sup>, entonces un modelo de conocimiento identifica y describe el conocimiento de un dominio particular, dando una vista holística e integrada del contenido del conocimiento<sup>10</sup>

El modelo de conocimiento es una imagen del conocimiento y se compone de elementos primitivos llamados objetos de conocimiento que pueden ser de varios tipos:

**Conceptos:** Los conceptos son cosas que constituyen un dominio. Pueden ser objetos físicos, cosas abstractas, personas, entre otras. Cada concepto se describe por las relaciones que tiene con otros conceptos en el dominio, por ejemplo, a través de una jerarquía, y por sus atributos y valores. Desde la perspectiva gramatical, los conceptos son usualmente equivalentes a sustantivos. Por ejemplo: cuenca petrolífera, pozo, petróleo.

**Instancias:** Las instancias son ejemplos particulares de una clase o concepto y por eso sólo tienen atributos de esa clase. Por ejemplo: cuenca del Chocó, pozo Buchadó.

**Procesos (tareas y actividades):** Son una serie de acciones ejecutadas para satisfacer una meta o una serie de objetivos. Son una secuencia de estados y eventos, Por ejemplo: Explotación de petróleo.

**Atributos y valores:** Describen las propiedades de los objetos de conocimiento. Los atributos son las propiedades genéricas, cualificaciones o características que pertenecen a

---

<sup>9</sup> H. Eriksson and M. Penker. "Business modeling with UML: Business patterns at Work". John Wiley & Sons, Inc., New York: New York. 2000

<sup>10</sup> K. Sung-kwan, L. Sengbae and R. Mitchell. "Building A Knowledge Model: A Decision-Making Approach". Journal of Knowledge Management Practice. August, 2004. <http://www.tlinc.com/articl68.htm>

una clase de conceptos. Por ejemplo, profundidad, calidad, extensión. Los valores son las cualidades específicas de un concepto, tal como el volumen actual de un pozo. Los valores están asociados con un atributo particular y pueden ser numéricos (por ejemplo 15539 ft.) o de categorías (grande, productivo). Desde una perspectiva gramatical un valor es equivalente a un adjetivo.

**Reglas:** Son instrucciones de la forma SI... ENTONCES... Por ejemplo: SI el conocimiento es conceptual ENTONCES hacer un mapa conceptual.

**Relaciones:** Representan la forma en que los objetos de conocimiento (tales como conceptos y tareas) están relacionados con otros. Por ejemplo, la relación **ES-A** para mostrar la clasificación, **PARTE-DE** para mostrar composición. Las relaciones son a menudo representadas como flechas o diagramas. Desde una perspectiva gramatical las relaciones son usualmente equivalentes a verbos pasivos.

El **Conocimiento Declarativo** se refiere a los conceptos, datos, hechos, así a los acontecimientos que a uno le han sucedido. De tal manera que un estudiante puede ser categorizado a partir de las siguientes dimensiones: si el estudiante completa las categorías, si el estudiante nombra las categorías y si el estudiante enumera elementos de cada categoría

Una de las preocupaciones características de los humanos ha sido el deseo de cuantificar y cualificar el conocimiento propio sobre todos los aspectos de su entorno. Alrededor de esta preocupación ha girado buena parte de la actividad científica y filosófica, la intención de este entender el conocimiento, es la de situar este problema en el contexto de la Inteligencia Artificial y abordar los problemas relacionados con el análisis y uso del conocimiento<sup>1</sup> y su estudio y tratamiento mediante un ordenador o un agente [1].

La mayoría de los programas que trabajan con IA, manipulan símbolos y piezas de información sobre el mundo, representado a partir de los conocimientos adquiridos, provenientes de múltiples fuentes de conocimiento, como: documentos, expertos, etc.

Para que la máquina se comporte de manera inteligente debe poseer conocimiento almacenado en una Base de Conocimiento y debe ser capaz de utilizarlo, es decir, no basta con introducir el conocimiento en la máquina o en el software, hay que proveer unos mecanismos que le permitan razonar con el conocimiento previamente almacenado y esto es expresar de una manera formal conceptos y las relaciones surgidas.

Lograr tal razonamiento sobre una Base de Conocimiento implica la necesidad de plasmarlos según algún modelo de representación, que en cualquier caso debe ser aquel que mejor se adecúe a los conocimientos adquiridos. Posteriormente, se concreta la elección particular de la herramienta y se formaliza de acuerdo con ella.

El área de la IA que estudia cómo representar el conocimiento adquirido del mundo en una computadora, se llama Representación del Conocimiento, y a las distintas formas, estructuras o técnicas que permiten expresar el esquema conceptual como un esquema formal, se denominan Formalismos o Técnicas de Representación de Conocimiento (Figura 1) [2].

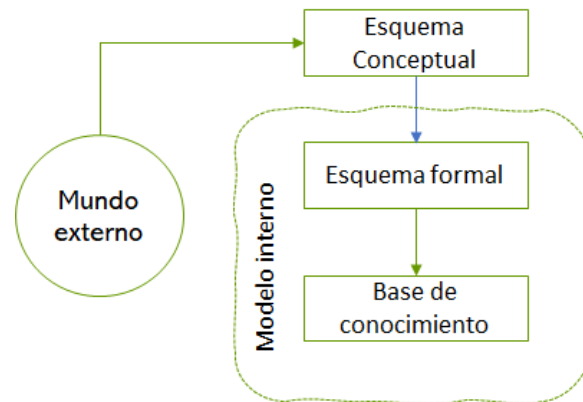


Figura 1. Proceso modelización del Mundo Externo hacia una Base de Conocimiento.

En la inteligencia artificial, una de las formas de adquisición y modelado del conocimiento se enfoca en el aprendizaje de conocimiento declarativo, en donde se determina “*el saber qué*”. Este tipo de saber es imprescindible en todas las asignaturas o cuerpos de conocimiento disciplinar, porque constituye el entramado fundamental sobre el que éstas se estructuran. Como una primera aproximación, podemos definir el saber qué como aquella competencia referida al conocimiento de datos, hechos, conceptos y principios. Algunos han preferido denominarlo conocimiento declarativo, porque es un saber que se dice, que se declara o que se conforma por medio del lenguaje.

Así pues, el conocimiento declarativo se limita a enunciar información, pero sin tener en cuenta los procesos ni algoritmos que se aplicarán. Esto es muy útil para facilitar la agregación de nuevo conocimiento en la estructura que lo sustenta, pero también nos limitará en el proceso de inferencia, sin embargo, se trata posiblemente del conocimiento más utilizado y al mismo tiempo el más conocido.

**Ejemplo** de forma declarativa: se especifican los objetos, las propiedades y las relaciones generales, y se deja al cuidado del agente que ha de resolver los problemas la aplicación de mecanismos generales de razonamiento. Considerar como primer ejemplo el dominio de conocimiento sobre estructuras de datos. Hay un conjunto de conceptos básicos. Por ejemplo, los referentes a las listas:

lista L: sucesión de elementos;

lista vacía: la que no tiene ningún elemento;

permutación de una lista L: otra lista,  $L_p$ , que contiene los mismos elementos que L colocados en otro orden;

concatenación de dos listas L1 y L2: lista resultante de poner los elementos de L2 a continuación de los de L1; mayor, menor, igual: relaciones entre dos elementos que dependen de su naturaleza; lista ordenada: aquella en la que todo elemento es igual o mayor que el que le precede; partición de una lista L con respecto a un elemento e de L: conjunto de dos listas, L1, que contiene todos los elementos de L menores o iguales a e, y L2, que contiene todos los elementos de L mayores que e;

Entre otros muchos problemas a resolver en este dominio está el de la ordenación de listas. Podemos declarar un nuevo concepto definido en función de los anteriores:

lista resultante de la ordenación de una lista L: permutación ordenada de L y confiar en un agente al que se le da este conocimiento y lo aplica cuando le pedimos que ordene una lista, o bien especificar un procedimiento: particionar la lista en L1 y L2 con respecto a un elemento arbitrario, ordenar L1 y L2 (aplicando el procedimiento recursivamente: particionar L1 y L2, etc.) y concatenar los resultados; escrito en pseudocódigo:

```
ordenar(L, Lord) {
 si L está vacía devolver Lord vacía;
 si no {
 elegir arbitrariamente un elemento e de L
 particionar(L, e, L1, L2);
 ordenar(L1, Lord1);
 ordenar(L2, Lord2);
 concatenar(Lord1, Lord2, Lord);
 }
}
```

Hay que observar que el conocimiento descrito es declarativo porque describe qué significa estacionarlo bien, pero no cómo hacerlo.



## DESARROLLO

Dada la explicación de conocimiento declarativo definida en el ejemplo, realice la redacción de 5 conocimientos declarativos funcionales para contextos diferentes.

| # |                                      | Descripción (declarativa) | Seudocódigo: |
|---|--------------------------------------|---------------------------|--------------|
| 1 | Producto punto de dos vectores en R3 |                           |              |
| 2 | Producto cruz de dos vectores en R3  |                           |              |
| 3 | Binomio cuadrado perfecto            |                           |              |
| 4 | Algoritmo de dijkstra                |                           |              |
| 5 | Lista doblemente ligada              |                           |              |

|   |                                           |  |  |
|---|-------------------------------------------|--|--|
| 6 | Método de ordenamiento rápido (Quicksort) |  |  |
| 7 | Método de ordenamiento Shell              |  |  |

### CONCLUSIONES

Anote de manera breve las principales conclusiones obtenidas al término de esta práctica

---

---

---

---

---

---

---

---

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. Russell y P. Norvig, “Inteligencia Artificial. Un enfoque moderno”. Prentice Hall, 1996
- [2] Julio Cesar Ponce, “Inteligencia Artificial”. Iniciativa Latinoamericana de Libros de Texto Abiertos (LATIn), 2014

**PRÁCTICA 8**  
**MODELO ESTRUCTURADO DE REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO:**  
**TECNICAS PROCEDIMENTALES**

**OBJETIVO**

El alumno conocerá la forma representación de conocimiento con técnicas procedimentales enfocadas a la inteligencia Artificial.

**INTRODUCCIÓN**

El Conocimiento Procedimental se refiere a los procedimientos, habilidades o destrezas, concernientes al modo de ejecución de distintas actividades o tareas. De tal manera que un estudiante puede ser categorizado a partir de las siguientes dimensiones: si el estudiante constituye o conforman los grupos o a partir de la formación de los grupos y nombra categorías. Es el conocimiento de cómo hacer las cosas o llamado también "saber cómo". Un procedimiento<sup>11</sup>, como Vesely lo define, es un patrón que determina los tipos de estados y eventos que pueden ocurrir en un proceso. Puede ser difícil de explicar pues está asociado con las habilidades y la experiencia.

Implica el saber que poseemos conocimiento acerca de todos los pasos que debemos seguir para completar un proceso en particular. Tanto en operaciones como situaciones donde debemos plantear resoluciones a problemas. Así es como para una actividad determinada podemos aplicar reglas y estrategias para que los resultados finales sean óptimos. Refiere a los conocimientos que dirigen las acciones para lograr un objetivo.

Así es como podemos dar cuenta que el **conocimiento procedimental** busca el "*cómo*" de las cosas. Mientras que el conocimiento declarativo busca el "*qué*". Este tipo de conocimiento refiere a las destrezas que se dirigen al accionar de forma parcial y gradual. De esta forma poder resolver los problemas que se presenten. Entendemos el conocimiento procedimental como aquel modo que tenemos de ejecutar una actividad determinada. Pero, desde el punto de vista de la práctica educativa, hace referencia al conocimiento que posee el docente sobre cómo debe dar una clase. El mismo se presenta como dinámico desde la perspectiva que mejorar con la práctica, así como se declina sin ella.

A diferencia del conocimiento declarativo, se manifiesta mediante el accionar. El cual implica el uso de diferentes habilidades cognitivas y manuales. Logran el desarrollo y su notoria maduración, a través de la práctica y ejercitación. Haciendo uso de estrategias para la óptima realización de diferentes acciones concretas en una sucesión secuenciada y planificada. Es imprescindible conocer los contenidos conceptuales que se encuentran asociados a dichos procedimientos. Se presenta como un saber práctico.

---

<sup>11</sup> A. Vesely. "On the representation of expert procedural knowledge (Reprezentace expertní procedurální znalosti)". Czech University of Agriculture, Prague, Czech Republic. AGRIC. ECON. -CZECH. Vol. 52, pp. 516-521. 2006.

Características del conocimiento procedimental:

- El mismo cuenta con el fundamento de conocimiento declarativo.
- Definido como aquellas acciones o manipulaciones intelectuales que incorporan reglas, estrategias y algoritmos requeridos para completar una tarea determinada.
- Es la habilidad de ejecutar diferentes secuencias de accionar, denominados procedimientos, para la resolver problemas.
- Conocimiento operacionalizado y secuenciado.
- Intenta encontrar, de manera constante, una meta.
- Se basa en el “*por qué*” de las cosas.
- Se puede desarrollar y perfeccionar a través de la destreza y habilidad.
- Tiene todo lo que se necesita para saber qué pasos debo seguir y qué estrategia debo aplicar ante un contexto determinado.
- Está en permanente búsqueda del desarrollo y crecimiento de habilidades procedimentales.

Este **conocimiento procedimental**, se basa en el “*saber hacer o saber procedimental*”. Se basa en la realización de diferentes procedimientos, técnicas, habilidades, estrategias, métodos y procedimientos. Los cuales se encuentran organizados y dirigidos a la adquisición de un fin específico. Destaca la metodología a utilizar, la cual es aprehendida con el fin de asimilar contenidos determinados.

Para evaluar este conocimiento, los individuos participantes son expuestos a la resolución de una serie de problemas. Estos se evalúan en base a la velocidad, precisión o el repertorio utilizados para llegar a las respuestas brindadas. En su mayoría, estas tareas procedimentales son habituales para los participantes. Son menores las veces en las que se encuentran ante un procedimiento desconocido donde deben adoptar variaciones para resolver dicho problema.

Hiebert y Lefevre (1986) describieron al conocimiento procedimental como un conocimiento que se compone por dos partes. Una de ellas, conformada por el lenguaje formal o también denominado el sistema de representación simbólica de las matemáticas. Y, por otro lado, compuesto por algoritmos o reglas que se utilizan para guiar en la resolución de problemas matemáticos. También aquellas instrucciones que son ejecutadas en una secuencia lineal predeterminada. Las cuales, a modo de *paso a paso*, dispone cómo completar las tareas.

Este tipo de **conocimiento procedimental** se describe en aquellas habilidades necesarias para lograr ejecutar secuencias de accionar para resolución de problemas. Involucrados a problemas específicos y no ampliamente generalizables. Se lo define como un conocimiento automatizado, lo que genera una atención consciente mínima para su correcta aplicación. Poder lograr una automatización de este conocimiento, requiere mucha práctica. Al lograrlo, nos permite disponer de una rápida activación y posterior ejecución.

También, dicho carácter automatizado implica a lo procedimental como un conocimiento que se encuentra parcialmente abierto a la inspección consciente. Presenta una dificultad frente a

la verbalización y transformación de procesos mentales superiores. De esta forma, podemos explicar el porqué de estar ligado solo a tipos de problemas específicos.

*Recursos instruccionales empleados en el aprendizaje de contenidos procedimentales.*

Los principales recursos que se utilizan para aprender contenidos procedimentales. Mediante la ejecución comprensiva y repeticiones significativas y contextualizadas. Estos recursos permiten los cuales son:

- Observación delicada.
- Reproducción de modelos convenientes.
- Retroalimentación pertinente, adecuada y vasta.
- Constitución del sentido de las tareas y de los procesos en su conjunto. A través de la alusión de conocimientos y experiencias previas.
- Reiteración de ejercicios reflexivos.
- Verbalización mientras el conocimiento es aprendido.
- La promoción de la **metacognición**, utilización del conocimiento, control y análisis de los comportamientos.

*Verbos que se utilizan en el aprendizaje procedimental*

- Analizar-Sintetizar-Aplicar-Clasificar-Comparar-Interpretar-Inferir-Debatir-Definir-Demostrar-Describir-Dibujar-diseñar-Dramatizar-Elaborar-Crear-Coordinar-Experimentar-Explicar-Exponer-Ejecutar-Explorar-Formular-Generalizar-Utilizar algoritmos-Planificar-Identificar-reconocer-Relacionar-Representar-Escenificar-Reproducir-Seleccionar-Atender-Observar-Percibir-Memorizar-Leer-Inventar-Ubicar-localizar-Manipular, entre otros.

Para finalizar, diremos que el conocimiento procedimental se define como un procedimiento motor. El mismo es comprendido como la ejecución de la acción motriz comprendiendo los movimientos a realizar en determinada actividad. Así como también, el proceso de selección de respuestas ante determinada situación. Presentándose como un proceder de reglas y fórmulas generales de actuación. Las cuales pueden ser usadas antes, durante y después de la ejecución de tareas establecidas.

En la IA se determina que el desarrollo de sistemas inteligentes requiere adecuadas representaciones del conocimiento para que imiten la inteligencia. El conocimiento no debe ser confundido con datos o información, el conocimiento incluye y requiere el uso de datos e información, además combina relaciones, dependencias, y la noción del saber con datos e información, el conocimiento posee ciertas propiedades generales como el ser voluminoso, difícil de caracterizarlo, dinámico, con incertidumbres, y debe estructurarse de la manera como se va a utilizar.

La IA busca representar generalizaciones de conocimiento, es decir, no representar cada situación individual, sino agrupar las situaciones que comparten propiedades importantes, de tal forma que en este pueda:

- Ser entendido por las personas que lo provean.
- Ser modificado para corregir errores y reflejar cambios en el mundo.
- Usarse en muchas situaciones aun sin ser totalmente exacto o completo.
- Caracterizarse las técnicas de IA con independencia del problema a tratar.
- usarse superando su propio volumen, y disminuir el rango de posibilidades que normalmente deben considerarse.



La IA determina que deberían generarse grandes bases de conocimiento, bases de los sistemas para expertos. Pero para esto se necesita conocer las diferentes clasificaciones del conocimiento, las cuales se definen de tipo procedimental, declarativo o heurístico.

El Conocimiento procedimental es definido como aquel que es compilado, que se refiere a la forma de realizar una cierta tarea "el saber cómo hacerlo". Por ejemplo, el proceso estándar para el ensamble de un vestido, una computadora, una máquina, la realización de una receta, la resolución de ecuaciones algebraicas, etc.

Un requerimiento implícito en el desarrollo de un sistema inteligente es la capacidad de representar y utilizar el conocimiento necesario para resolver el problema tal y como lo haría un experto humano, como, por ejemplo: La conducción de vehículos terrestres.

Una aplicación práctica de la inteligencia artificial es el desarrollo de sistemas capaces de conducir vehículos terrestres sin la supervisión de los humanos. Un sistema como este tiene que ser capaz de tratar e interrelacionar conocimiento de diferentes ámbitos.

a) Conocimiento sobre el propio vehículo: - Sus características (altura, anchura, longitud, peso, etc.), - Su estado (velocidad, combustible disponible, número de ocupantes, carga total, posibles averías, etc.).

b) Conocimiento sobre el problema de la conducción: - Las normas del código de circulación., - Las leyes físicas relacionadas con el movimiento, la aceleración, etc.

c) Conocimiento sobre el entorno: - Los otros vehículos de la vía (posición, dirección y velocidad), - Otros objetos relevantes para la conducción (carriles, señales de tráfico, obstáculos en la ruta, etc.), - Las condiciones climatológicas (lluvia, nieve, niebla, etc.).

## DESARROLLO

El alumno desarrollara para cada uno de los conceptos propuestos el diseño procedimental como corresponde, así como el respectivo diagrama de flujo

| # |                                      | Diseño procedimental | Diagrama de flujo |
|---|--------------------------------------|----------------------|-------------------|
| 1 | Producto punto de dos vectores en R3 |                      |                   |
| 2 | Producto cruz de dos vectores en R3  |                      |                   |
| 3 | Binomio cuadrado perfecto            |                      |                   |
| 4 | Algoritmo de dijkstra                |                      |                   |
| 5 | Lista doblemente ligada              |                      |                   |

|   |                                           |  |  |
|---|-------------------------------------------|--|--|
| 6 | Método de ordenamiento rápido (Quicksort) |  |  |
| 7 | Método de ordenamiento Shell              |  |  |

### CONCLUSIONES

Anote de manera breve las principales conclusiones obtenidas al término de esta práctica

---



---



---



---



---



---

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] Nilsson, N. J., & Morales, R. M. (2005). Inteligencia artificial: Una nueva síntesis. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España.
- [2] Mc Allister, j. “Inteligencia Artificial y Prolog”. Editorial Alfa Omega/ Marcombo. México. 1999.
- [3] MOLINA VARGAS, JASON, TORRES PINZÓN, CARLOS y RESTREPO PATIÑO, CARLOS TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA SOLUCIÓN DE LABERINTOS DE ESTRUCTURA DESCONOCIDA. Scientia Et Technica. 2008;XIV(39). [fecha de Consulta 18 de septiembre de 2019]. ISSN: 0122-1701. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=849/84920503025>
- [4] A.J. Bagnall, Z.V. Zatuchna, “On the Classification of Maze Problems,” Applications of Learning Classifier Systems, Studies in, Bull, Springer, pp. 307-316, 2005.



## PRÁCTICA 9

### ESTRUCTURAS DE REPRESENTACIÓN DECLARATIVA: REDES SEMÁNTICAS

#### OBJETIVOS

- El alumno conocerá el concepto de las redes semánticas y sus componentes.
- desarrollará una representación semántica de conceptos, que puedan ser abstraídos para formalizar en código

#### INTRODUCCIÓN

Las redes semánticas son estructuras declarativas de representación en las que el conocimiento se representa como un conjunto de nodos conectados entre sí por medio de arcos etiquetados que representan relaciones lingüísticas entre nodos. En las redes semánticas cada propiedad incluye un enlace unidireccional. Para establecer enlaces bidireccionales hay que tratar cada relación por separado (como dos enlaces unidireccionales). Un enlace puede ser considerado como algo que aseveramos de un nodo en relación con otro. Puesto que una aseveración dada sólo puede ser cierta o falsa, un enlace es una relación binaria entre nodos.

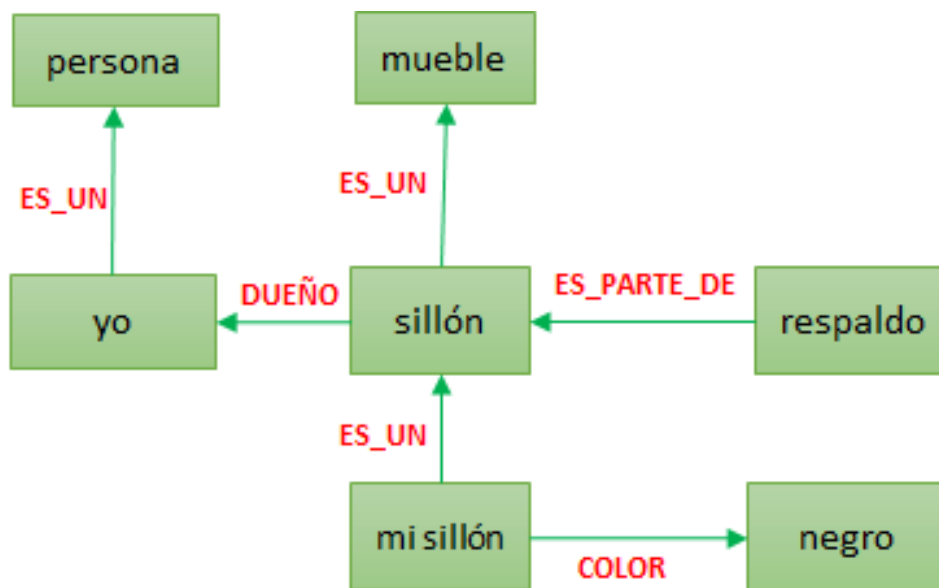


Figura 1: Una red semántica sencilla.

Las redes de significados -llamadas también redes semánticas- son las concepciones que las personas hacen de cualquier objeto de su entorno, de acuerdo con Figueroa (1976), mediante el conocimiento de ellas se vuelve factible conocer la gama de significados, expresados a través del lenguaje cotidiano, que tiene todo objeto social, conocido. Para Cole y Scribner (1977), el lenguaje constituye una herramienta crucial, para la construcción de las relaciones sociales y de la expresión propia de la individualidad. Además, se destaca la relación de la palabra con la realidad, con la propia vida y con los motivos de cada individuo. Chomsky (1971) sugirió que el estudio del lenguaje puede ofrecer una “perspectiva notablemente favorable” en el auxilio a los estudios de los procesos mentales, pues el autor defiende la relación íntima del lenguaje, no solo con el pensamiento, también con la percepción y el aprendizaje.

Dos de las relaciones binarias más corrientes en las redes semánticas son las relaciones ya mencionadas **ES UN** y **ES PARTE DE**. En este contexto, la relación **ES UN** se emplea para establecer el hecho de que un elemento dado es miembro de una clase de elementos que tienen en común un conjunto de propiedades distinguibles, aunque también puede emplearse para representar situaciones, acciones y eventos.

Las relaciones más frecuentes en redes semánticas pueden clasificarse en una de las siguientes categorías:

- Ocurrencia: cuando se relaciona un miembro de una categoría general con la categoría a la que pertenece (se suele etiquetar pertenece).
- Generalización: cuando se relaciona una entidad con otra de carácter más general (es un –ejemplificación–).
- Agregación: cuando se relacionan componentes de un objeto con el objeto propiamente dicho (es parte de).
- Acción: cuando se establecen vínculos dinámicos entre diferentes objetos.
- Propiedades: que son relaciones entre objetos y características de los objetos

Desde una perspectiva computacional, la implementación de una red semántica requiere la construcción de una tabla de  $n$  tuplas del tipo objeto-atributo-valor de forma que el objeto sea el nodo padre, el atributo sea el arco y el valor sea el nodo destino. También existe una correspondencia directa entre las redes semánticas y la lógica formal, donde los predicados tendrán un aspecto atributo(objeto, valor). En redes semánticas, la herencia de propiedades nos dice que cualquier propiedad que consideremos cierta para una clase de elementos debe ser cierta para cualquier ejemplo de la clase. Este concepto hace que las redes semánticas sean particularmente interesantes para representar dominios que se puedan estructurar como taxonomías.

En cuanto a la forma de razonar con redes semánticas, el modelo permite obtener asociaciones simplemente rastreando los enlaces del sistema, sin que ninguna regla semántica rigurosa guíe el proceso. Esto hace que, mientras que, en un sistema de lógica formal, dado

que las inferencias se realizan sobre la base de manejos sintácticos uniformes de símbolos, éstas sean siempre válidas (aunque en ocasiones puedan ser irrelevantes), en redes semánticas las relaciones que se representan pueden no ser totalmente rigurosas (la mayoría de las veces por condiciones de excepción no reconocidas) y, por lo tanto, las inferencias obtenidas por rastreo pueden no ser válidas. Otra técnica de corriente de razonamiento con redes semánticas es el emparejamiento, consistente en la construcción de fragmentos de red, algunos de cuyos nodos tiene valores definidos, pero otros no. En este caso los nodos sin valores se representan por variables. El sistema debe entonces tratar de encontrar un fragmento de la red semántica original que encaje perfectamente en el fragmento de red semántica que hemos construido para representar nuestro problema.

Freedman et al. (1970) explicaron, que cuando la comunicación, entre dos personas es permitida, se debe al máximo evitar cualquier ambigüedad o restricción, para maximizar la capacidad de una actuación eficaz.

Las personas desarrollan estructuras psicológicas de conocimiento (estructuras cognitivas), como creencias, opiniones, expectativas, hipótesis, teorías, esquemas, etc., que usan para interpretar los estímulos de manera selectiva y que sus reacciones están mediadas por estas interpretaciones. Los psicólogos sociales cognitivos, explican la percepción y la conducta como una reacción al significado psicológico de la situación, mediada por el funcionamiento cognitivo del individuo, un proceso activo en virtud del cual, se da sentido al mundo<sup>12</sup> de los estímulos y no por simples aprendizajes o instintos (Morales et al., 1994).

### *Relaciones semánticas*

- En el marco de relaciones semánticas, la información obtenida se ordena en forma de redes, en las que las palabras, sucesos o representaciones se correlacionan para producir significados, los cuales reflejan las restricciones de la propia naturaleza y las modificaciones de la historia de cada cultura, es decir, son dinámicos y no existen en un vacío sincrónico.

---

<sup>12</sup> Moreno Ortiz, Antonio. 2000 “Diseño e implementación de un lexicón computacional para lexicografía y traducción automática”, en *Estudios de Lingüística del Español*, vol. 9

*Red IS-A*

- Una gran parte del conocimiento de los seres humanos está basada en la vinculación de varios elementos como pieza de un conjunto general. De allí resultan las redes IS-A –en inglés– (Moreno Ortiz, 2000), o sea, ES-UN/UNA, en español. Estas redes son en realidad jerarquías taxonómicas construidas por un sistema de conexiones entre conceptos cuyas propiedades se heredan de otros que se encuentran en un nivel superior. A los conceptos se les llama *nodos* y los enlaces o arcos entre éstos pueden estar etiquetados “IS-A” o con otras etiquetas (Moreno Ortiz, 2000). De esta manera, la estructura jerárquica resulta económica puesto que solamente se van agregando aquellas características que no se han adquirido en los niveles anteriores. La mayoría de las definiciones de sustantivos (como el caso de las enfermedades) tiene relaciones IS-A (Copestake, 1992: 110).
- La representación gráfico-lógica de una proposición asume la forma de un constructo de la unidad semántica de la MLP, tal como se visualiza en la figura 2. Una proposición: “El árbol tiene raíces”, contiene dos conceptos enlazados. El concepto 1 (El árbol) es el nodo origen y el concepto 2 (raíces) el nodo destino, ambos están enlazados por una *relación* definida o relación etiquetada. Puede ser una relación recíproca o simétrica ( $\leftrightarrow$ ).

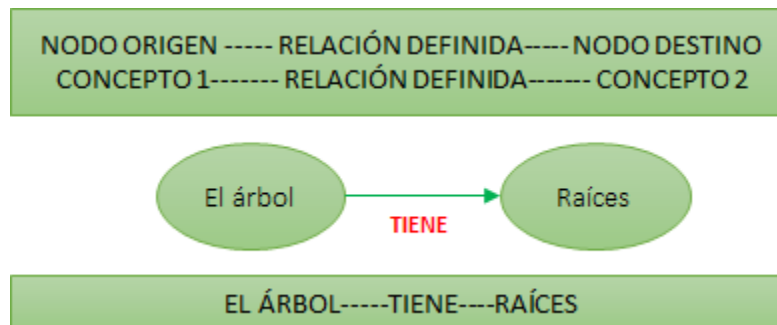


Figura 2. Ejemplo de una representación de unidad semántica

La *representación del significado* en la memoria semántica. Para ello, Quillian<sup>13</sup> considera que los conceptos son *representaciones mentales* de una clase de objetos. Estas representaciones están profusamente relacionadas entre sí, formando una densa malla, y *la estructura de esas interrelaciones reproduce el significado del concepto*. Por lo que el *significado de un concepto* viene dado por el conjunto de relaciones que un concepto tiene con otro/s.

<sup>13</sup> Quillian, M.R. (1968). Semantic memory. En Vivas, J.R. et al. (2006).

**DESARROLLO**

Con base a lo anterior el alumno representara el conocimiento de un tema en particular. Debe realizar la red semántica correspondiente, en la figura 2 se denota una representación de esta.

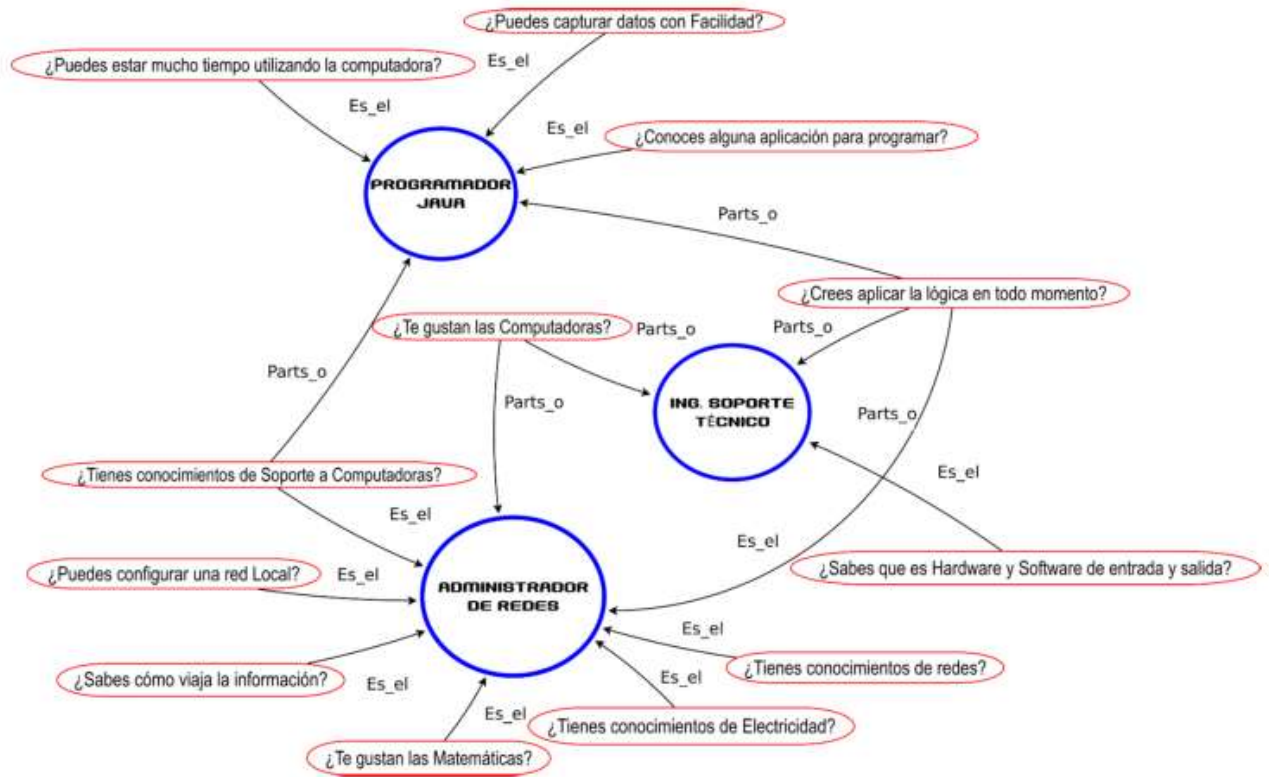


Figura 2. Red semántica que representa perfiles profesionales.

Posteriormente deberá elaborar las respectivas oraciones lógicas que la componen.

Is\_a (¿Puedes capturar datos con Facilidad?, Programador en Java)

Is\_a (¿Conoces alguna aplicación para programar?, Programador en Java)

Is\_a (¿Tienes conocimientos de redes?, Administrador de Redes)

Is\_a (¿Puedes estar mucho tiempo utilizando la computadora?, Programador en Java)

Is\_a (¿Te gustan las Matemáticas?, Administrador de Redes)

Part\_of (¿Crees aplicar la lógica en todo momento?, Ing. Soporte Técnico)

Part\_of (¿Crees aplicar la lógica en todo momento?, Administrador de Redes)

Part\_of (¿Crees aplicar la lógica en todo momento?, Programador en Java)

Is\_a (¿Sabes que es Hardware y Software de entrada y salida?, Ing. Soporte Técnico)

Part\_of (¿Tienes conocimientos de Soporte a Computadoras?, Administrador de Redes)

Part\_of (¿Tienes conocimientos de Soporte a Computadoras?, Programador en Java)

Is\_a (¿Tienes conocimientos de Electricidad?, Administrador de Redes)

Part\_of (¿Te gustan las Computadoras?, Ing. Soporte Técnico)

Part\_of (¿Te gustan las Computadoras?, Administrador de Redes)

Is\_a (¿Sabes cómo viaja la información?, Administrador de Redes)

Is\_a (¿Puedes configurar una red Local?, Administrador de Redes)

Así mismo realizara las tuplas que componen dicho conocimiento

| OBJETO                                                 | ATRIBUTO | VALOR                  |
|--------------------------------------------------------|----------|------------------------|
| ¿Puedes capturar datos con Facilidad?                  | Is_a     | Programador en Java    |
| ¿Conoces alguna aplicación para programar?             | Is_a     | Programador en Java    |
| ¿Tienes conocimientos de redes?                        | Is_a     | Administrador de Redes |
| ¿Puedes estar mucho tiempo utilizando la computadora?  | Is_a     | Programador en Java    |
| ¿Te gustan las Matemáticas?                            | Is_a     | Administrador de Redes |
| ¿Crees aplicar la lógica en todo momento?              | Part_of  | Programador en Java    |
| ¿Crees aplicar la lógica en todo momento?              | Part_of  | Administrador de Redes |
| ¿Crees aplicar la lógica en todo momento?              | Part_of  | Ing. Soporte Técnico   |
| ¿Sabes que es Hardware y Software de entrada y salida? | Is_a     | Ing. Soporte Técnico   |
| ¿Tienes conocimientos de Soporte a Computadoras?       | Part_of  | Administrador de Redes |
| ¿Tienes conocimientos de Soporte a Computadoras?       | Part_of  | Programador en Java    |
| ¿Tienes conocimientos de Electricidad?                 | Is_a     | Administrador de Redes |
| ¿Te gustan las Computadoras?                           | Part_of  | Ing. Soporte Técnico   |
| ¿Te gustan las Computadoras?                           | Part_of  | Administrador de Redes |
| ¿Sabes cómo viaja la información?                      | Is_a     | Administrador de Redes |
| ¿Puedes configurar una red Local?                      | Is_a     | Administrador de Redes |

Finalmente ingrese estas oraciones en PROLOG y haga las consultas correspondientes.

```

SWI Prolog c:/Users/Javier8/Desktop/ProyectoInteligencia/hola.mondo
File Edit Settings Run Debug Help
true.
?- es_ing_soporte(conocimientos.electricidad).
true.
?- es_ing_soporte(gustan.computadoras).
true.
?-
| es_ing_soporte(luis.soporte).
true.
?- es_ing_soporte(conocimientos.electricidad).
true.
?- es_ing_soporte(soporte.luis).
false.
?-
| c:\users\javier8\Desktop\proyectoInteligencia>test2 compiled 2.00 sec. 1 clause
?- es_ing_soporte(soporte.luis).
true.

```

## PROGRAMADOR JAVA CONSULTA

```

test3.pl | test3.pl | test2.pl
es_Programador_java(computadoras, luis).
es_Programador_java(ana, luis).
es_Programador_java(datos, facilidad).
es_Programador_java(cesar, aplicacion).
es_Programador_java(matematicas, luis).
es_Programador_java(logica, todomomento).
es_Programador_java(captura, facilidad).
es_trabajador(T, P):-es_Programador_java(P, T).

```

## ING. EN SOPORTE TECNICO

```

test2.pl | test2.pl | test2.pl
es_Ing_soporte(suporte, computadoras).
es_Ing_soporte(logica, todomomento).
es_Ing_soporte(conocimientos, electricidad).
es_Ing_soporte(gustan, computadoras).
es_Ing_soporte(luis, soporte).
es_Ing_soporte(conocimientos, electricidad).
es_Ing_soporte(suporte, luis).
es_Trabajador(T, I):-es_Ing_soporte(I, T)

```

Toda la documentación elaborada deberá subirla a su portafolio de SEDUCA en la fecha indicada



## CONCLUSIONES

Anote de manera breve las principales conclusiones obtenidas al término de esta práctica

---

---

---

---

---

---

---

---

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. Russell y P. Norvig, “Inteligencia Artificial. Un enfoque moderno”. Prentice Hall, 1996
- [2] E. Rich y K. Knight. “Inteligencia Artificial”. McGraw-Hill, 1994 (lógica)
- [3] N. Nilsson, “Inteligencia Artificial”. Una nueva síntesis, McGraw-Hill, Madrid, 2000
- [4] Mc Allister, j. “Inteligencia Artificial y Prolog”. Editorial Alfa Omega/ Marcombo. México. 1999.

