



# UAEM

Universidad Autónoma  
del Estado de México



## Sistemas Tutoriales Inteligentes 1.2 Introducción a la Representación del Conocimiento

**Centro Universitario UAEM Valle de México**



**Fecha de elaboración julio 2016**

**Semestre: Agosto-Diciembre 2016**

**Maestría en Ciencias de la Computación  
(MACSCO)**

**Ph. D. Victor Manuel Landassuri Moreno**

**vmlandassurim@uaemex.mx**

**landassuri@gmail.com**

**UNIDAD DE APRENDIZAJE:****SISTEMAS TUTORIALES INTELIGENTES****CLAVE:****MCC213****HT: 2****HP: 2****TH: 4****CRÉDITOS: 6****FECHA DE ELABORACIÓN:**

Abril 2007

**PARTICIPACIONES EN LA ELABORACIÓN**

Dra. Magally Martínez Reyes

**OBJETIVO(S) GENERAL(ES)**

El alumno participante adquirirá las competencias específicas y las herramientas computacionales para el desarrollo de un Sistema Tutorial Inteligente

**CONTENIDOS BÁSICOS**

- I. Los sistemas tutoriales inteligentes y sus módulos
- II. El módulo de dominio de conocimiento
- III. El módulo tutor
- IV. El módulo del estudiante
- V. El módulo de la interfaz
- VI. Normas de interacción entre módulos

**PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN:**

30% Lecturas y Trabajos escritos

30% Exposiciones individuales o grupales

40% Exámenes escritos o prácticos

# Versión 1 del programa de MACSCO

---

**Programas de Posgrado de 2010**

*Universidad Autónoma del Estado de México*

---

## **MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

*Centros Universitarios UAEM Texcoco y Valle de Chalco*

*Duración: 4 semestres (dos años)*

*Total de créditos: 110*

### ***Objetivo***

---

Formar capital humano de alto nivel con orientación a la investigación para el desarrollo de tecnología en computación, con los ámbitos científicos y empresarial.

## Estructura curricular

<b>Primer semestre</b>	<b>H/Teóricas</b>	<b>H/Prácticas</b>	<b>Créditos</b>
Teorías de la computación	3	1	6
Programas Avanzados	2	2	6
Ingeniería de Software	3	1	6
Investigación I	2	2	6
Subtotal:	10	6	24
<b>Segundo semestre</b>			
Bases de datos	2	2	6
Arquitectura de Computadoras	3	1	6
Optativa 1	2	2	6
Investigación II	2	2	6
Subtotal	9	7	24
<b>Tercer semestre</b>			
Optativa II	2	2	6
Temas Selectos de Computación I	1	1	3
Investigación III	2	2	6
Subtotal:	5	5	15
<b>Cuarto semestre</b>			
Optativa III	2	2	6
Temas Selectos de Computación II	1	1	3
Investigación IV	2	2	6
Subtotal:	5	5	15
Tesis			32
Total:	29	23	110

### CUADRO DE OPTATIVAS POR FORMACIÓN DISCIPLINARIA

<b>SISTEMAS DE INFORMACIÓN</b>	<b>INGENIERÍA DEL SOFTWARE</b>	<b>INTELIGENCIA ARTIFICIAL</b>
Bases de datos Avanzadas	Bases de datos avanzadas	Sistemas basados en conocimientos
Sistemas de Información para la toma de decisiones	Procesos de Software	Sistemas Tutoriales Inteligentes
Sistemas de Información Administrativos	Modelo de Procesos de negocios	Algoritmos genéticos
Sistemas de Información distribuidos	Estándares internacionales de calidad de software	Redes Neuronales artificiales
Minería de datos		Inteligencia artificial
		Minería de datos

# Índice de Contenidos

- Descripción de la unidad de aprendizaje
- Introducción
- Unidad I. Los sistemas tutores inteligentes y sus módulos  
1.2 Introducción a la representación del conocimiento
- Guion explicativo
- Referencias

# Descripción de la unidad de aprendizaje

# Identificación del Curso

**Maestría en Ciencias de la Computación**

**Horas de Teoría: 2 hrs.**

**Horas de Práctica: 2 hrs.**

**Créditos: 6**

**Unidad de Aprendizaje Antecedente:**

Ninguna

**Unidad de Aprendizaje Consecuente:**

Ninguna



# LINEAMIENTOS

## DEL DOCENTE

- Establecer las políticas del curso al inicio del mismo.
- Respetar el horario del curso y la forma de evaluarlo.
- Cumplir el temario y el número de horas asignadas al curso o justificar la ausencia por adelantado (asistencia a conferencias, etc.)
- Asesorar y guiar el trabajo de las unidades de aprendizaje.
- Retroalimentar el trabajo de los alumnos.
- Fomentar la creatividad en los alumnos a través del desarrollo de proyectos.
- Evaluar y Calificar a los alumnos.
- Preparar el material didáctico para las clases y prácticas.

## DEL DISCENTE

- Cumplir con las actividades encomendadas entregando con calidad en tiempo y forma los trabajos requeridos.
- Participar activa y críticamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Hacer uso adecuado de las instalaciones y equipo de cómputo.
- Realizar las evaluaciones que se establezcan.
- Mantener unas pautas de comportamiento socialmente aceptables cuando se encuentre en clases y laboratorio.
- Cuando se requiera, entregar a tiempo y forma los trabajos requeridos.

# PROPÓSITO

Que el alumno permita conocer las herramientas adecuadas para la extracción del conocimiento, así como contar con la experiencia práctica para desarrollar un sistema tutorial inteligente completo.

# COMPETENCIAS GENÉRICAS

El alumno podrá plasmar de forma clara y consisa los métodos y técnicas empleafos en la construcción de un Sistema Tutorial Inteligente.

NOTA: Tratando de incentivar el uso y dominio del idioma Inglés, diversos materiales o textos en este documento se dejan en dicho idioma, para que el alumno vaya obteniendo gradualmente esta competencia



## Objetivo General

- El alumno participante adquirirá las competencias específicas y las herramientas computacionales para el desarrollo de un Sistema Tutorial Inteligente

# ESTRUCTURA / UNIDADES

1. Los sistemas tutoriales inteligentes y sus módulos
2. El módulo de dominio de conocimiento
3. El módulo tutor
4. El módulo del estudiante
5. El módulo de la interfaz
6. Normas de interacción entre módulos

# ESTRUCTURA / UNIDADES

En este juego de diapositivas nos enfocamos en la Unidad 1, la cual se subdivide en:

## 1. Los sistemas tutoriales inteligentes y sus módulos

1.1 Introducción a los Sistemas Expertos

1.2 Introducción a la Representación del Conocimiento (tratados aquí)

1.3 Introducción a la Máquina de Inferencia

# Procedimientos de Evaluación

Lecturas y Trabajo Escrito	<b>30%</b>
Exposición Individual	<b>30%</b>
2 Exámenes parciales	<b>40%</b>

Si el alumno no exentar (9.0 o más en promedio de lo anterior), se presentará un examen final ordinario:

Evaluación del Semestre:	<b>60%</b>
Examen ordinario:	<b>40%</b>

# Introducción



# Contenido

## 1.2 Introducción a la Representación del Conocimiento

- Características de una buena representación del Conocimiento
- Teorías filosóficas del Conocimiento
- Jerarquía del Conocimiento
- Ingeniería del Conocimiento

# MACSCO

- En este juego de diapositivas se presenta una introducción a la Representación del Conocimiento
- Posteriormente, se podrá revisar el material de la tercera sección, donde se presenta una Introducción a las Máquinas de Inferencia

# Representación del Conocimiento

# Epistemología

- *Epistemología*
  - *Del griego*
    - *Episteme*
      - *Conocimiento o ciencia*
    - *Logos*
      - *Discurso*
  - Se puede definir como el **estudio del conocimiento**
- **Estructuración del conocimiento**

# *Epistemología*

- En todas las ciencias, en particular en IA
  - **Se tienen representaciones para estructurar el conocimiento**
  - **Buscan respuestas a:**
    - ¿Qué es el conocimiento?
    - ¿Cómo razonan los seres humanos?
    - ¿Cómo se verifica que lo que se cree que sucede en el mundo real es verdad?

# Representación del conocimiento

## – Representaciones

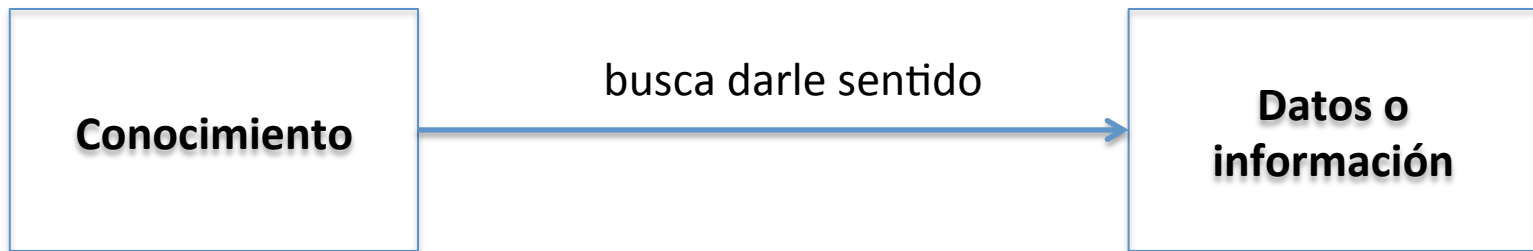
- Pensadas para el procesamiento computacional
- Compuestas por objetos explícitos
  - Todos los hombres son mortales, Sócrates es hombre
  - Afirmación - Sócrates es mortal

## – Permite a las computadoras inferir (llevar a cabo conclusiones)

- A partir del conocimiento previamente almacenado

# Representación del conocimiento

- No confundir
  - **Conocimiento con datos o información**



# Información

- Conjunto de datos básicos
- Sin interpretar
- Se obtienen como entrada de un sistema.
- Ejemplo
  - Datos que recaban los sensores de un robot
    - Requeridos para expresar un comportamiento
    - Pasados como parámetros a sus algoritmos internos.



# Conocimiento

- Conjunto de datos de primer orden
- Modelan de forma estructurada la experiencia que se tiene sobre un cierto dominio
- O surgen de interpretar los datos básicos.
- Ejemplo
  - La interpretación de los sensores de un robot
    - Clasifica objetos para decir si son grandes o pequeños
    - Color o textura, etc.

# Conocimiento

- A veces el Conocimiento
  - Difícil de categorizar
  - En exceso grande o voluminoso
  - Dinámico
  - Propenso a presentar incertidumbres
- **Recomendación**
  - Estructurarlo de acuerdo a como será utilizado

# Definición de conocimiento

Intuitivamente se puede decir y afirmar el siguiente hecho:

Conocimiento = Información + Interpretación



Figura tomada de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Conocimiento>, para fines didácticos

# Diseño

- Tener cuidado con el diseño a usar
  - Dar una mejor expresividad
    - Poco expresivas
      - Pueden ser completas y consistentes
      - e.g., lógica proposicional
    - Más expresivas
      - Pueden ser ni completas ni consistentes
      - Lógica auto epistémica
  - Debe ser fácil, compacta y poco expresiva
    - De lo contrario, será menos difícil de derivar inferencias de él.

## Al resolver problemas

- Disponer de conocimiento específico del problema
- y
- El conocimiento general de como resolver problemas se combina con el específico
  - Para ello, responder las siguientes preguntas:

## Al resolver problemas

- ¿Cómo escoger el formalismo de representación para que permita hacer una traducción fácil del mundo real a la representación?
- ¿Cómo ha de ser esa representación para que pueda ser utilizada de forma eficaz o correcta?

# Inteligencia Artificial

- Los sistemas de IA
  - Necesitan diferentes tipos de conocimiento
  - No suelen estar disponibles en bases de datos y otras fuentes de información
- Conocimiento sobre los objetos en un entorno y posibles relaciones entre ellos.

# Inteligencia Artificial

- Conocimiento sobre los procesos en los que interviene o que le son útiles.
- Conocimiento difícil de representar como datos básicos, como la intencionalidad, la causalidad, los objetivos, información temporal, conocimiento que para los humanos es “de sentido común”, etc.



# Representación de conocimiento

- En un sistema basado en reglas:
  - Cada regla tiene un “if” o condición
    - Premisa o antecedente
  - un “then” o entonces
    - Consecuencia o conclusión
  - Si el “if” es verdadero, la regla se dispara, y el “then” es confirmado (un hecho)
- Por ejemplo, continuando con el ejemplo del carro:

### **RULE 1:**

**If the result of switching on the headlights is nothing happens or the result of trying the starter is nothing happens**

**Then the recommended action is recharge or replace the battery**

### **RULE 2:**

**If the result of trying the starter is the car cranks normally and a gas smell is not present when trying the starter**

**Then the gas tank is empty with 90% confidence**

### **RULE 3:**

**If the gas tank is empty**

**Then the recommended action is refuel the car**

### **RULE 4:**

**If the result of trying the starter is the car cranks normally and a gas smell is present when trying the starter**

**Then the recommended action is wait 10 minutes, then restart flooded car**

Diapositiva tomada de: <http://www.expertise2go.com/e2g3g/tutorials/ESIntro/>

# Representación de Conocimiento

- Las reglas son usualmente combinadas para alcanzar una conclusión
- La meta del auto-diagnostico es alcanzar una conclusión
  - Que se tiene que hacer para prender el carro
- Si la anterior reglas 2 se dispara, la 3 también lo hará, dando una recomendación
  - Notar que solo se esta un 90% seguros de ello

# Representación de Conocimiento

- ¿Cuál es su naturaleza, origen, forma o estructura?
- ¿Qué uso le dan los seres inteligentes?
- ¿Qué uso le dará una inteligencia artificial?
- ¿Cómo adquirir el conocimiento?
- ¿Cómo almacenarlo y manipularlo?
- ¿Debería un esquema de representación tratar con un dominio particular o ser de propósito general?
- ¿Qué tan expresivo es un esquema de representación o lenguaje formal a utilizar?
- ¿Debería el esquema ser declarativo o procesal (procedimental)?

# Representación de Conocimiento

- No hay respuesta completas a todas estas preguntas
- Aproximación computacional:
  - Se implementarán modelos que simulen la adquisición, estructuración y manipulación del conocimiento y que permitan crear sistemas artificiales inteligentes.

# Características de una buena representación

## 1. Cobertura

- Representación del conocimiento cubre la información en anchura y profundidad.
- Sin ella no es posible
  - Determinar nada
  - Resolver ambigüedades.

# Características de una buena representación

## 2. Comprensible por humanos

- Representación del conocimiento es visto como un lenguaje natural
- La lógica debería fluir libremente.
- Debería soportar la modularidad y la jerarquía de clases
  - Las gaviotas son aves, que son ovíparos y que son animales.
- Debería además contar con primitivas simples que se combinen de forma compleja.

# Características de una buena representación

## 3. Consistencia

- Si Juan Pérez cerró la ventana
- También puede ser interpretado como:
  - La ventana fue cerrada por Juan Pérez.
  - Siendo consistente
- La representación del conocimiento puede eliminar conocimiento redundante o conflictivo.



# Características de una buena representación

## 4. Eficiencia

- Debe disponer de él al momento en que se le necesite.

## 5. Facilidad de modificación y actualización

- Para mantenerlo y realizar inferencias que lo acrecienten.

## 6. Soporte de la actividad inteligente que usa la base de conocimiento

- Debe de poder acceder fácilmente e interpretarse sin ambigüedades.

# Teorías filosóficas del conocimiento

- **A priori o verdadero**
  - Ya está y es irrefutable, no depende de los sentidos.
- **A posteriori**
  - Deriva de los sentidos, puede refutarse ya que se basa en evidencia que a veces no se sabe si es verdadera o no, i.e. puede cambiar sus características al presentarse nuevo conocimiento.
- **Tácito**
  - Existe pero es difícil de explicar. Normalmente se usa sin tener conciencia de él.

# Teorías filosóficas del conocimiento

- **Procedural o procedimental**
  - Se refiere a la forma en que sabemos hacer algo.
  - Llevar a cabo una serie de pasos para resolver un problema:
    - Algoritmos + estructuras de datos = programas.
- **Declarativo**
  - Alude a la capacidad de que algo puede ser falso o verdadero.
  - Se expresa en forma de frases declarativas.
    - Da información sobre hechos, o bien:
      - Conocimientos + inferencias = sistemas expertos.

# Jerarquía del conocimiento

Para lo anterior, se debe tener presente la jerarquía del conocimiento

- Se encuentra de mayor a menor importancia:
  - **Meta conocimiento**
    - Conocimiento acerca del conocimiento y la experiencia.
  - **Conocimiento**
    - Información especializada que es útil.
  - **Información**
    - Datos procesados que resultan de interés.
  - **Datos**
    - Elementos de interés potencial.
  - **Ruido**
    - Elementos de poco interés y que ocultan datos.

# Jerarquía del conocimiento

- Así, el principal problema radica en encontrar
  - Una buena representación del conocimiento
  - Un conveniente sistema de razonamiento
    - Hacer las inferencias que se necesiten dentro de los límites del problema a tratar.
- Desarrollos recientes en la representación del conocimiento
  - Web semántica
    - Incorporado el desarrollo de lenguajes y estándares de representación del conocimiento basados en XML, incluyen
    - Resource Description Framework (RDF)
    - RDF Schema y Web Ontology Language (OWL).

# Ingeniería del Conocimiento

# Ingeniería del conocimiento

- ¿Cómo es desarrollado un SE?
  - Códifica la experiencia humana
  - La representa a través de una base de conocimientos
  - Se puede usar un proceso de entrevista para capturar el conocimiento del experto

# Atributos

- Definen la estructura del problema
- Se identifican y se nombran
- También
  - Se identifican y nombra al subconjunto de atributos que representa la meta



# Reglas

- Se construyen
- Combinan atributos en las premisas de las expresiones lógicas
- En consecuencia, asignan valores a atributos

# Estrategias de control

- Nos indica cómo:
  - Usar encadenamiento hacia adelante o hacia atrás
  - Especificar la interfaz de usuario
- El objetivo es hacer sentir al usuario una interacción con un humano, al estar frente al sistema experto

Adquisición del  
Conocimiento



Representación  
del Conocimiento



Manipulación del  
Conocimiento

# Adquisición del Conocimiento

- Proceso inicial de la Ingeniería del conocimiento, se divide en 2 partes
  - Elicitación del Conocimiento
    - Extracción – Fuentes estáticas
    - Educción – Fuentes dinámicas
  - Validación del Conocimiento

# Representación del Conocimiento

- Es un estándar o convención, sintáctica y semántica para describir algo
- Permite realizar razonamientos
- Sintaxis: Reglas combinadas con símbolos
- Semántica: es la especificación de como esas expresiones se interpretan

# Manipulación del Conocimiento

- Sirve para validar
  - El conocimiento
  - El funcionamiento del sistema
- Participan:
  - El Ingeniero del conocimiento
  - El experto
  - Los usuarios

## Resumen

- Aquí se mostró una breve introducción a la forma de representar el Conocimiento, el cual, aunque no es entendido por la máquina, si nos permite hacer manipulaciones en él.
- Notar que esto permite tenerlo estructurado y posiblemente un día, las máquinas puedan usar esas bases de conocimiento para aprender de él.

## Guión Explicativo

- Este juego de diapositivas debe leerse en el orden que aparece.
- Anterior a este juego, se debe revisar la Introducción a los sistemas Expertos.
- El material que se deberá revisar posteriormente es la introducción a las Maquinas de Inferencia.



# Bibliografía

- eXpertise2go. Web Enable Expert systems. <http://www.expertise2go.com/> (2/08/2016)
- P. Harmon and D. King, Expert Systems: Artificial Intelligence in Business, Wiley, 1985.
- P. Harmon and B. Sawyer, Creating Expert Systems for Business and Industry, Wiley, 1990.
- F. Hayes-Roth, D. Waterman, D. Lenat (editors), Building Expert Systems, Addison-Wesley, 1983.
- C. Holsapple and A. Whinston, Expert Systems Using GURU, Irwin, 1986
- R. Mockler, Knowledge-based Systems for Management Decisions, Prentice-Hall, 1989.

# Bibliografía

- Blessing Stephen B. and Stephen Gillbert. (2006). *“Evaluating an Authoring tool for Model- tracing intelligent Tutorial System”*, *Intelligent Tutoring System*. June 2006.
- Cha, H.J., Kim, Y.S., et al. (2006). *“Learning styles diagnosis based on user interface behaviors for the customization of learning interfaces in an Intelligent Tutoring System”*. *Lecture Notes in Computer Science 4053*: 513-524.
- Chang Kai-min, Joseph Beck, Jack Mostow and Albert Corbett. (2008). *“A Bayes Net Toolkin for Student Modeling in Inteligent Tutoring System”*. *Intelligent Tutoring System*. June 2008.
- Feng Neil Mingyu, Hefferman T. and Kenneth R. Koedinger. (2008). *“Predicting State Tests Scores Better with Intelligent Tutoring Systems: Developing Metrics to Measure Assistance Required”*. *Intelligent Tutoring System*. June 2008.

# Bibliografía

- Fossati Davis, Barbara Di Eugenio, Christopher Brown and Stellan Ohlsson. (2006). *“Learning linked lists: experiments with the lists System”*. *Intelligent Tutoring System*. June 2006.
- Kaklauskas, A, and Zavadskas, E. (2006). *“An intelligent tutoring system for Construction and real estate management master degree studies”*. *Lecture Notes in Computer Science* 4101: 174-181.
- Wong, W.K., Wing-Kwong, H., (2007). LIM-G: *“Learner-initiating instruction model based on cognitive knowledge for geometry word problem compression”*. *Computer and Education* 48 (4): 582-601. May 2007.
- Zhang, T, Hasegawa-Johnson, M, Levinson, S.E. (2006) *“Cognitive state classification in a spoken tutorial dialogue system”*. *Speech Communication* 48 (6): 616-632