



# UAEM

Universidad Autónoma  
del Estado de México



## Sistemas Tutoriales Inteligentes 1.1 Introducción a los Sistemas Expertos

**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
  - 1.1 Introducción a los Sistemas Expertos
- 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 (tratados aquí)

1.2 Introducción a la Representación del Conocimiento

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

## 1.1 Introducción a los Sistemas Expertos

- Antecedentes
- Conceptos
- Consultando a un Experto
- Indicaciones Remotas
- Sistemas Expertos basados en Computadora
- Tipos de Sistemas Expertos
- Componentes de un Sistema Experto
- Interprete de comandos Shell
- Selección de problemas

# MACSCO

- En este juego de diapositivas se presenta una la introducción general a los Sistemas expertos, como primera etapa para conocer los Sistemas Tutores Inteligentes
- Posteriormente, se podrá revisar de introducción a la representación del conocimiento.

# Sistema Tutor Inteligente

- Es un sistema capaz de adaptarse al estudiante, su forma de aprendizaje, y poderlo guiar de forma personalizada como si fuera un tutor de tiempo completo que acompaña al alumno todo el tiempo.

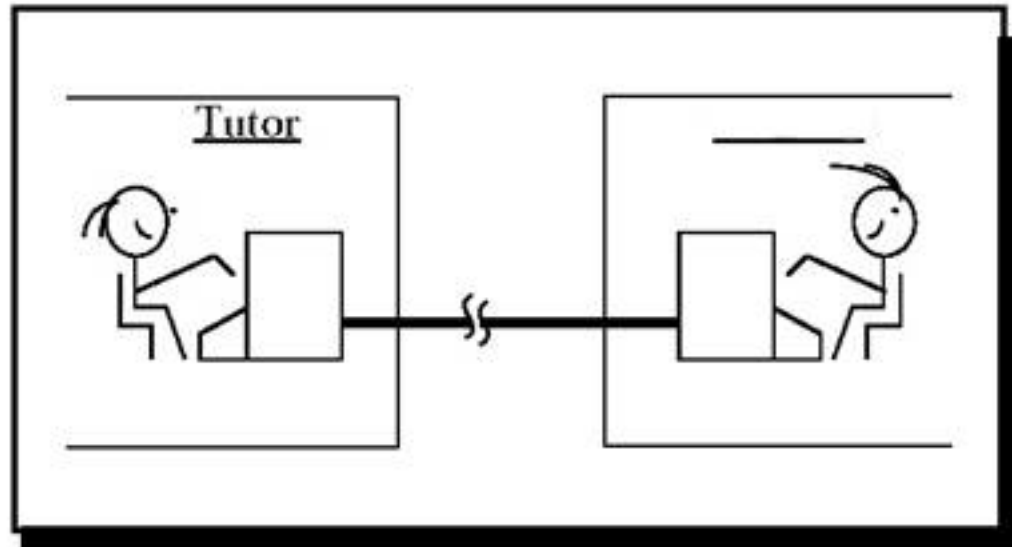


Figura tomada de: [http://dieumsnh.qfb.umich.mx/tutoria/cap\\_uno.htm](http://dieumsnh.qfb.umich.mx/tutoria/cap_uno.htm), para cuestiones didácticas

# Sistema Tutor Inteligente

- De esta forma, la Inteligencia Artificial busca que el alumno tenga una interacción natural, como si fuera un Tutor humano.
- El esfuerzo está en aprender del estudiante automáticamente y hacerlo sentir como si el alumno interactuara con un humano
  - *Cuando realmente es una máquina*
  - Revisar “Turing imitation game” – “The Turing Test”

# The turing test

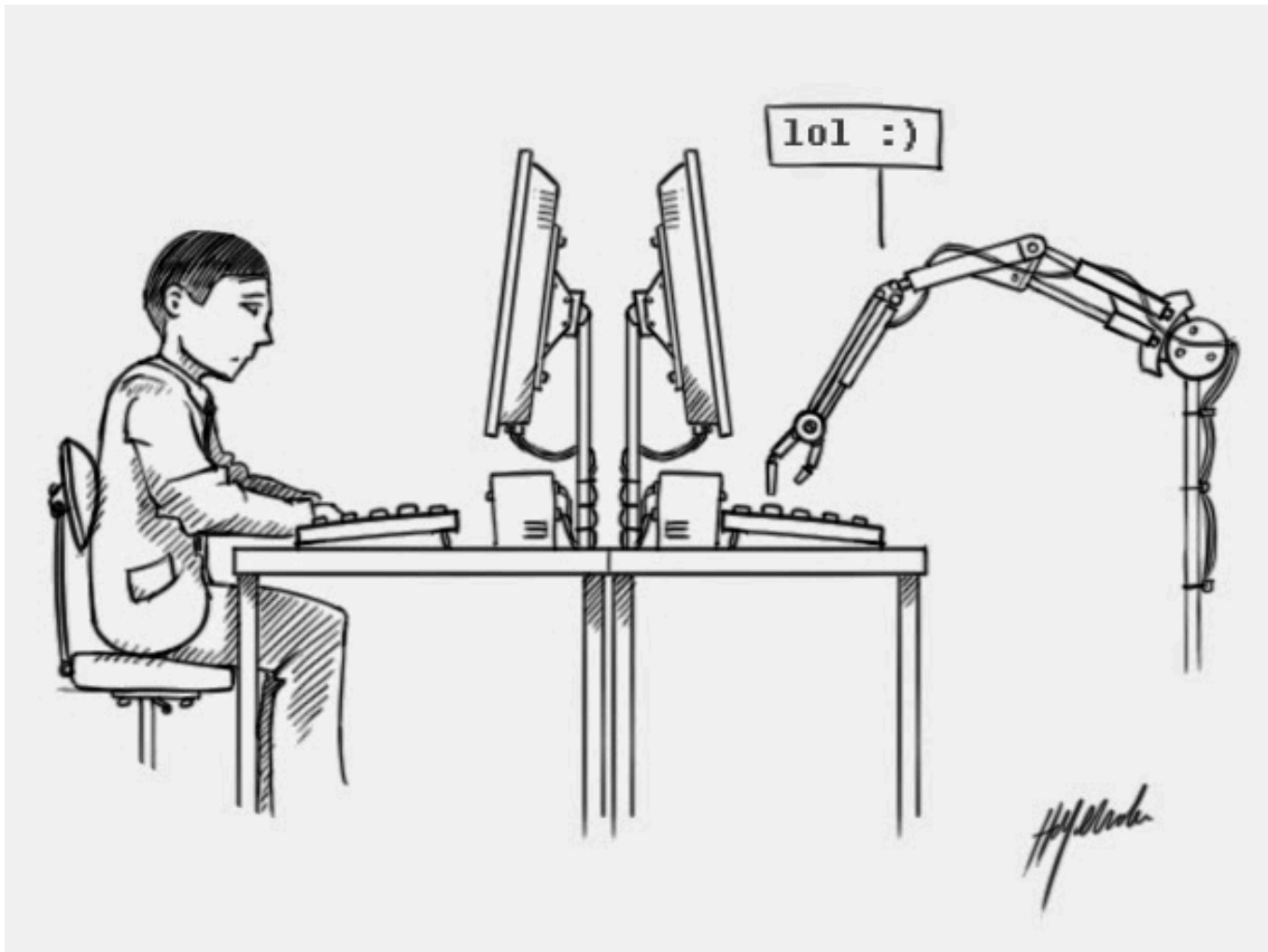


Figura tomada de: <http://turingtestsin2014.blogspot.mx/2014/06/4-days-to-turing-tests-at-royal-society.html>, para cuestiones didácticos

# Sistema Tutor Inteligente

- Así podemos iniciar con un rápido repaso de los primeros sistemas desarrollados para tratar de llegar a ese juego
  - Donde una persona no puede identificar si platica con un humano o una máquina
  - Es decir, vamos a iniciar, revisando que son los **Sistemas Expertos**

# Antecedentes

# Inicio de los Sistemas Expertos

- 60s
  - Se buscaban soluciones generales
- 70s
  - Los sistemas son eficientes en dominios acotados
  - Su rendimiento depende de la calidad y cantidad de información
  - Importante separar el conocimiento del dominio, del mecanismo de inferencia



# Inicio de los Sistemas Tutores Inteligentes

- 80s
  - Se inicia la idea de poder impartir conocimiento
    - Usando una forma inteligente para guiar y asistir a los alumnos
  - Se busca eliminar al tutor humano
    - Teniendo un tutor que se pueda adaptar al comportamiento del estudiante
    - Es un tutor personalizado
    - Brinda ayudas cognitivas cuando lo requiera

## Definición

- Sistemas basados en conocimiento (SBC)
  - knowledge-based systems (KBS)
- Sistemas que resuelven problemas aplicando una representación simbólica de la experiencia humana
- Sistemas que representan en conocimiento del dominio en forma explícita y separada del resto del sistema

## Definición

El objetivo es resolver problemas simulando la conducta inteligente de un experto humano

# Conceptos

# Conceptos

- Experto
  - Persona con la habilidad de resolver un problema
  - Tiene
    - Habilidades especializadas
    - Conocimiento que no cualquiera tiene
    - Aplicación correcta de dicho conocimiento (la mayoría de las veces) usando:
      - Trucos, reglas, principios basados en la experiencia (rules-of-thumb)

# Conceptos

- **Atributo:** Variable que toma un valor, numerico, texto o lógico, almacenan el conocimiento actual en la base de conocimiento
- **Inferencia:** nuevo concepto inferido a partir de los hechos existentes
- **Maquina de inferencia:** software que tiene un mecanismo de resonamiento
- **Interfaz de Usuario:** software por el cual el usuario interactua con el Sistema Experto

# Conceptos

- Información: Conjunto de datos básicos sin interpretar
- Datos: unidad básica de información, por ejemplo los datos recolectados de los sensores de un robot
- Conocimiento: Interpretación de información, modelando de forma estructurada cierto dominio

## Consultando a un experto

- Atributos para llevar a cabo la consulta
  - La consulta es
    - Orientada a una meta
    - Eficiente
      - Se eliminan opciones de acuerdo a las respuestas
    - Adaptativa
      - Cuando no se puede hacer recomendaciones, se intentan otras preguntas



# Consultando a un experto

- Los expertos
  - Trabajan sin información perfecta
    - Dependiendo del grado de seguridad en la respuesta se puede sugerir una recomendación o la siguiente pregunta
  - Explican sus recomendaciones de acuerdo a su razonamiento
- Ejemplo:

What happens when you turn the key in the ignition to try to start the car?

It turns over OK, but it just won't start.



The objective in calling your mechanic is to get a very specific answer to a very specific question. You aren't interested in learning how a fuel injection system works or how to rebuild a starter -- even though your expert would be quite capable of providing this information. The objective of the consultation represents a **goal** in expert system terminology, and there can be one or many goals to be satisfied during a consultation with a human expert or a computer-based expert system.

Figura tomada de: <http://www.expertise2go.com/e2g3g/tutorials/ESIntro/>, con fines didácticos

## Indicaciones remotas

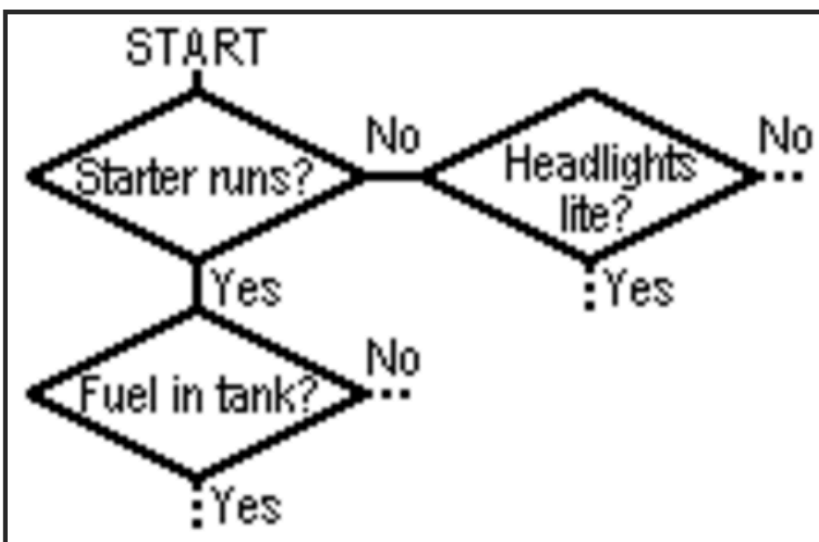
- Libros y manuales permiten consultas remotas (experiencia almacenada)
- Métodos para extraer el conocimiento
  - Checklist
  - Diagramas de flujo
  - Tablas de Decisión
  
  - Todos son enfocados en metas

## AUTO DIAGNOSTIC CHECKLIST SECTION 1

1. Does the starter operate?  
A. Yes (GO TO SECTION 2)  
B. No (GO TO SECTION 3)

## SECTION 2

A **checklist** for diagnosing why a car won't start might begin like this. The branching nature of the problem could result in a complex questionnaire.



Graphical representations of diagnostic procedures like this **flowchart**, provide an alternative to complex checklists.

Rule	1	2	3	...
Starter runs?	Y	Y	N	
Smell gas?	Y	N	.	
Dead battery	.	.	X	
Out of gas	.	X	.	
Flooded	X	.	.	

**Decision tables** can provide procedural guidance for complex problems. Attributes of the problem are listed in the **condition stub** (yellow) and recommendations or intermediate results in the **action stub** (green). **Rules** (read vertically) specify the action to take for any combination of conditions.

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

# SE Basado en Computadora

- ¿Los SE basados en computadoras son similares a los expertos humanos?

# SE Basado en Computadora

- ¿Los SE basados en computadoras son similares a los expertos humanos?
- Los SE basados en computadora simulan mejor a los expertos humanos en comparación con:
  - Checklists
  - Diagramas de flujo
  - Tablas de decisión
  - Estos fallan con información incompleta o al dar una explicación

# SE Basado en Computadora

- Los SE son una aplicación de la IA
- Reglas de producción
  - Conocimiento representado por un sistema basado en reglas
  - Cuando una regla es verdadera, se genera un hecho



# Tipos de sistemas expertos

- **Según naturaleza del problema:**

- *Deterministas*

- El estado actual depende del estado anterior y las acciones sobre el entorno.
    - SE basados en reglas
    - Usan un mecanismo de razonamiento lógico para sacar sus conclusiones.

# Tipos de sistemas expertos

## – *Estocásticos*

- Sistemas en los que existe incertidumbre, por lo que necesita ser tratada.
- Son los Sistemas Expertos Probabilísticos y la estrategia de razonamiento usada es el razonamiento probabilístico.

# Componentes de un SE basado en reglas

## Integra:

- Base de conocimiento - de un problema específico
  - Almacena conocimiento codificado de un dominio específico de un problema
  - Contiene sentencias if-then
  - Contiene especificaciones adicionales para controlar el curso de la entrevista

# Integra:

- Motor de inferencia
  - Implementa el mecanismo de inferencia
  - Controla el proceso de entrevista
  - Es generalizado
    - Soporta varias bases de conocimiento
- Interfaz de usuario
  - Solicita información
    - Del usuario
    - y/o de bases de datos o sensores
  - Presenta salidas parciales y finales

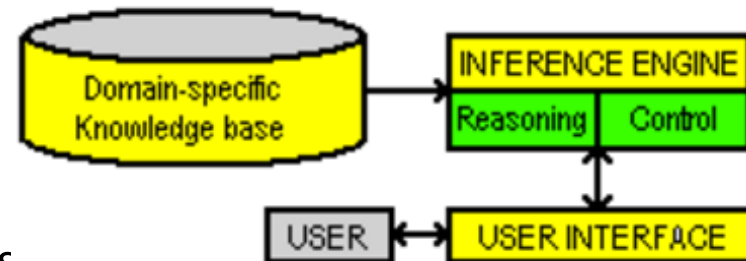
# Integra:

## – Motor de inferencia

- Implementa el mecanismo de inferencia
- Controla el proceso de entrevista
- Es generalizado
  - Soporta varias bases de conocimiento

## – Interfaz de usuario

- Solicita información
  - Del usuario
  - y/o de bases de datos o sensores
- Presenta salidas parciales y finales



# Interprete de comandos (Shell)

- Consiste de un motor de inferencia generalizado
- Base de conocimiento en formato específico
- Interfaz de usuario
  
- Herramientas para
  - Diseño
  - Desarrollo
  - Pruebas
  - De la base de conocimiento

## Shell de SE

- Representa muchos dominios de problema con el mismo software
- Opciones:
  - e2g3g
    - The Web-Based Expert System Inference Engine
    - Proprietary
    - Non-commercial tool



# Selección de problemas

# ¿Qué problemas son candidatos?

- Diagnóstico
  - Mi carro no enciende
  - Diagnostico en medicina
- Planeación
  - Estrategía de mercado (marketing) para un nuevo producto
- Tutor
  - Ayudando alumnos a reconocer sus debilidades
- Configuración
  - Envío junto de todos los componentes de un equipo

## Tips

- Escoger un problema que se pueda resolver al rededor de una hora
- El problema es resuelto de forma repetitiva
- Se tiene acceso al conocimiento del experto
- Los sistemas expertos no pueden resolver problemas que los humanos no pueden

## Resumen

- Aquí se mostró varios conceptos importantes para entender que es un Sistema Experto y a su vez entender posteriormente un Sistema Tutor Inteligente.
- Ten en cuenta el Juego de imitación de Turing, ya que mucho de lo tratado en IA esta enfocado a ello.

# Guión Explicativo

- Este juego de diapositivas debe leerse en el orden que aparece.
- Esta es la primera parte se comento una Introducción a los Sistemas Expertos.
- El siguiente juego de diapositivas a revisar deberá ser la introducción a la representación del conocimiento.

# Bibliografía

- eXpertise2go. Web Enable Expert systems. <http://www.expertise2go.com/> (1/07/2016)
- 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