

# Práctica 2 de Inteligencia Artificial

## [Grau - IA]

*Personalización de visitas a un museo aplicando  
sistemas basados en el conocimiento.*

1r cuatrimestre - Curso 2016-2017  
Ismael Julià - Ana Mestre - Gorka Piñol

## Índice.

1.	<u>El problema</u>	3
1.1.	Viabilidad de la solución	4
1.2.	Fuentes de conocimiento	4
1.3.	Objetivos	5
2.	<u>Conceptualización</u>	7
2.1.	Conceptualización del problema	7
2.1.1.	División de las visitas según el tamaño.	7
2.1.2.	Creación del conjunto de cuadros disponibles en nuestro museo.	8
2.1.3.	Diseño del museo.	8
2.1.4.	Cálculo de la complejidad de un cuadro.	8
2.1.5.	Cálculo de la relevancia de un cuadro.	9
2.1.6.	Gestión de la información del grupo visitante.	9
2.2.	Elementos del dominio	11
2.2.1.	Características de un cuadro.	11
2.2.2.	Características de un autor.	11
	11	
2.2.3.	Características de una visita.	11
2.3.	División en subproblemas	12
2.3.1.	Recogida de datos de la visita.	12
2.3.2.	Análisis de las preferencias de la visita.	12
2.3.3.	Distribución de los cuadros para la visita.	12
	12	
2.3.4.	Presentación de una solución válida.	13
2.4.	Objetivos de resolución.	13
2.5.	Enfoque de la solución.	13
3.	<u>Formalización</u>	14
3.1.	Desarrollo de la ontología	14
3.1.1.	Determinación del dominio y cobertura de la ontología	14
3.1.2.	Términos importantes de la ontología	14
3.1.3.	Definición de clases y jerarquía	14
3.2.	Método de resolución.	21
3.2.1.	Abstracción de los datos.	21

3.2.2.	Asociación heurística.	21
3.2.3.	Adaptación	21
4.	<u>Implementación</u>	22
4.1.	Construcción de la ontología.	22
4.2.	Módulos.	22
4.3.	Prototipos.	23
5.	<u>Juegos de prueba</u>	25
6.	<u>Conclusiones</u>	30

## **1. El problema.**

El motivo de esta práctica es comprender los modelos de inteligencia artificial que se tienen que aplicar para crear una visita personalizada a un museo para un grupo concreto de visitantes.

Los museos suelen ser muy grandes para el tiempo disponible de visita, dada la cantidad de obras que hay en su interior y la amplitud de las salas; así, surge la necesidad de crear un sistema que, dados los datos introducidos por el usuario sobre las características de su visita, recomiende una serie de obras a visitar que serán de su gusto y le permitirán aprovechar mejor su tiempo, en lugar de vagar sin guía por las salas llevándose una mala impresión.

Para sus recomendaciones, el sistema se basará en las obras expuestas en el museo y las preferencias y nivel de conocimiento del usuario, de forma que cada uno de ellos recibirá una visita personalizada a la vez que se tienen en cuenta otros factores independientes como la relevancia de esa obra en el mundo del arte o su situación en el interior del museo.

Las características del usuario que tendremos en cuenta se pueden dividir en tres categorías:

- Datos de la visita: recogeremos datos básicos como la cantidad de personas que forman el grupo, su edad media, y el tiempo que estarán en el museo. Esto permite al sistema organizar mejor la distribución de obras a visitar y asignar por defecto algunas preferencias independientemente de los gustos del usuario.
- Preferencias del usuario: recogen el interés del usuario por ciertos artistas, temáticas y estilos, que ayudarán al sistema a decidir entre obras dentro de la colección expuesta.
- Conocimiento del usuario: a través de una serie de preguntas, evaluaremos a grandes rasgos el conocimiento del usuario en el mundo del arte. De esta forma, el sistema tendrá una guía adicional para recomendar obras según su relevancia y difusión en la cultura general.

Gracias a estos datos, el sistema podrá recomendar obras de forma efectiva y ajustándose a aquello que el usuario quiera ver.

### **Viabilidad de la solución**

Como se ha visto ya, el problema consiste en encontrar un conjunto de obras que se adecúen al perfil del usuario y las características de su visita. Por tanto, es un problema de búsqueda, en el cual tenemos que visitar la totalidad de las obras y elegir aquellas que cumplan mejor los requisitos del usuario.

Esta búsqueda, sin un SBC, es costosa y compleja, gracias a la falta de criterios de ordenación del contenido y sin ninguna estrategia de exploración efectiva. Sin embargo, si disponemos del conocimiento para representar tanto el perfil de la visita como las características y los identificadores de las obras, podemos aplicar todas las capacidades de un SBC (reglas y restricciones) para trabajar con él y reducir la complejidad de la búsqueda a algo factible y usable. Por tanto, concluimos que la construcción de un SBC es adecuada para este proyecto.

### **Fuentes de conocimiento**

Las fuentes de conocimientos es aquella información a partir de la cual el SBC se basa y aprende cómo actuar.

Para nuestro problema concretamente, la distribución de una visita a un museo de arte, primero hemos necesitado consultar internet para informarnos nosotros. Hemos tenido que construir una base de datos para el museo con campos importantes como obviamente el título de cada cuadro y quién lo ha pintado pero también ha sido necesario conocer la época y año en que fue pintado, el estilo, la temática y sus dimensiones.

No obstante, la fuente de conocimiento esencial para el programa es el mismo usuario que visita el museo. Al principio de la sesión se le hacen una serie de preguntas sobre sus preferencias, cuyas respuestas ayudan a filtrar qué cuadros deberían tomar más relevancia a la hora de ser asignados a la visita.

Gracias a la búsqueda previa a empezar con la práctica sobre cuadros y diferentes aspectos artísticos y con la ayuda de internet, pudimos redactar unas preguntas para poder evaluar el grado de conocimiento de arte de los usuarios. De esta manera el sistema es capaz de darle más importancia a unas obras respecto a otras teniendo en cuenta que, según el nivel que tengan los usuarios valorarán más ver unos cuadros que otros.

A cada obra artística había que asignarle una relevancia para que el sistema pudiera comprender cuáles eran más “importantes”. No consideramos que más relevante equivalga a más importancia, nosotros hemos tomado relevancia como sinónimo de más conocido pero el sistema lo gestiona como una especie de ranking de prioridades. Para darle valores según la relevancia a cada cuadro, hicimos una pequeña encuesta entre varias personas para valorar qué obras conocían cada uno. De esta manera se obtiene un orden según el número de personas que conocen esa pieza de arte.

## **Objetivos**

El sistema debería cumplir una serie de objetivos para ser capaz de resolver con éxito cualquier situación propuesta:

- Interactuar con los usuarios para obtener toda la información necesaria respecto a las características que tiene una visita, los gustos personales de los miembros del grupo sobre arte y el conocimiento que tienen del mismo.
- Aprovechar al máximo el aprendizaje obtenido mediante la base de datos que hemos creado y las respuestas de los usuarios.
- Ordenar las obras de arte según cuáles pueden ser más interesantes para la visita, dejando al final las menos prioritarias para que, en caso de no disponer de suficiente tiempo, no tenga tanta importancia el hecho de no haberlas podido ver.
- Ordenar la visita según las salas que tiene el museo para no crear una visita ilógica en que tengas que ir cambiando constantemente de sala. Esto es por cuestión de logística y porque solo contemplamos el tiempo de observación de las obras, no el de cambio entre sala y sala.

- Presentar de forma adecuada y coherente la solución a los usuarios. De manera que se vea distribuida la visita por días, por salas y que muestre el orden sugerido en que debería realizar el recorrido.

## **2. Conceptualización.**

Partimos de un museo diseñado por nosotros con una base de datos compuesta por cuadros, cada cuadro con sus respectivos atributos (autor, dimensión, época, estilo, año, temática, complejidad y relevancia).

Para cada visita, se quiere saber cuántas personas forman parte del grupo o si se trata de una visita individual. También tenemos que saber cuál es la media de edad del grupo. Para facilitar la distribución de la visita en tiempo y orden de salas a visitar, preguntamos a los visitantes qué preferencias tienen respecto a autores, temáticas, estilos artísticos y a épocas. Hay otra información que necesitamos obtener de cada visita, el grado de conocimiento de arte, lo conseguimos mediante un cuestionario sobre cuadros y autores. Están ordenadas de más sencillas a más complicadas. A partir de la puntuación obtenida se valora cuál es el conocimiento del grupo. A partir de toda esta información podemos suponer que conocemos un poco mejor al grupo que quiere visitar el museo y podemos planificar una visita más detallada y personalizada.

### **2.1 Conceptualización del problema.**

#### **División de las visitas según el tamaño.**

Para poder garantizar una solución más personalizada para la visita que llega al museo, una de las preguntas iniciales es “¿De cuántos visitantes está formado el grupo?”. El usuario nos indica la cantidad y a partir de ello clasificamos la visita según:

- Visita individual (1 persona).
- Visita de pareja (2 personas).
- Visita de grupo pequeño (3 - 12 personas).
- Visita de grupo mediano (13 - 25 personas).
- Visita de grupo grande (más de 25 personas).

Hemos establecido unos valores mínimos y máximos, es decir, la visita tiene que ser de como mínimo una persona y como máximo cien personas. El motivo de estos números es que una visita de ninguna persona es ilógica y una de más de cien es exagerado, aunque cien personas es ya una cantidad muy elevada y, de todas formas, nuestro sistema no funcionaría lo suficiente bien para un número de tal magnitud.



## **Creación del conjunto de cuadros disponibles en nuestro museo.**

Para formar la base de datos del museo, hemos buscado sobretodo en la página [La ciudad de la pintura](#) cuadros de diferentes épocas y estilos pero para asegurar tener cuadros famosos, también hemos hecho búsqueda en internet en general. Una vez habíamos obtenido 56 cuadros hemos concluido que serían suficientes para la práctica.

## **Diseño del museo.**

Para el diseño del museo nos hemos basado en la temática de los cuadros y los hemos agrupado. Como tenemos muchas temáticas y algunas de ellas tienen muy pocas obras, es bastante absurdo tener alguna sala con un solo cuadro, por lo cual hemos decidido juntar algunas temáticas que tengan relación entre sí. Por lo que la división final del museo queda así, tenemos cinco salas distribuidas de la siguiente manera:

- Sala 1: Bodegón y costumbres.
- Sala 2: Retrato y desnudos.
- Sala 3: Mitología y alegorías y religión.
- Sala 4: Protesta social e historia.
- Sala 5: Paisajes y vistas e interiores.

## **Cálculo de la complejidad de un cuadro.**

Para determinar cuál es la complejidad de un cuadro partimos de la idea de que un cuadro mientras más grande sea, tiende a ser más complejo. Otro factor que tenemos en cuenta sobre las dimensiones es qué tan parecidas son las magnitudes del largo del cuadro y el ancho, es decir, miramos si son más largos que anchos, al revés o si son igual de ancho que de largo. Esto lo analizamos porque un cuadro más cuadrado tiende a ser más complejo que uno rectangular, puesto que uno rectangular suele seguir una secuencia que te guía a seguir la mirada a través de ella.

### **Cálculo de la relevancia de un cuadro:**

Uno de los problemas de la práctica ha sido cómo puntuar la relevancia de un cuadro, hay que tomar una referencia a partir de la cual darle un grado de relevancia, podría ser según el precio de venta que tiene, qué tan conocido es, escoger algún tipo de ranking... Finalmente hemos decidido escoger como referencia el conocimiento que tienen las personas de nuestro alrededor sobre los cuadros que forman nuestra base de datos. Hemos hecho unas cortas encuestas que consisten básicamente en marcar qué cuadros conoce cada individuo y a partir del resultado de todas las respuestas, hemos dado un valor a la relevancia de cada cuadro.

### **Gestión de la información del grupo visitante.**

Uno de los problemas con los que nos hemos tenido que pelear ha sido en qué orden asignamos cada cuadro para una visita concreta. Tenemos muchos criterios a tener en cuenta. Para empezar partimos de las preguntas iniciales que se les hace a cada visita:

*1. ¿De cuántos visitantes está formado el grupo?*

Según el número de personas dividimos las visitas en: visita individual, visita en pareja, grupo pequeño, grupo mediano y grupo grande. Esta información nos ayudará a determinar más adelante el tiempo de visita que se le asigna a cada grupo para cada cuadro en particular.

*2. ¿Cuál es la media de edad del grupo?*

Cuestión de cortesía.

*3. ¿Durante cuántos días realizará la visita?*

*4. ¿Cuánto tiempo dedicará diariamente a visitar el museo?*

Estas dos últimas preguntas son realmente importantes para poder distribuir los cuadros. Necesitamos saber cuánto tiempo de visita hay que cubrir para poder hacer la selección más oportuna y además, nos ayudará a hacer una selección más adecuada de qué salas visitar según el día que se asista.

*5. ¿Qué preferencia tiene respecto a autores?*

[Aquí se muestra el listado de autores del que disponemos en el museo, los visitantes también pueden escoger la opción “indiferente”].

*6. ¿Qué preferencia tiene respecto a la temática de una obra?*

[Aquí se muestra el listado de las temáticas del que disponemos en el museo, los visitantes también pueden escoger la opción “indiferente”].

*7. ¿Qué preferencia tiene respecto a estilos de cuadros?*

[Aquí se muestra el listado de estilos del que disponemos en el museo, los visitantes también pueden escoger la opción “indiferente”].

8. ¿Qué preferencia tiene respecto a épocas?

[Aquí se muestra el listado de épocas del que disponemos en el museo, los visitantes también pueden escoger la opción “indiferente”].

Respecto a las preguntas 5, 6, 7 y 8: Las preferencias de los usuarios ayudan a establecer un orden personalizado de los cuadros para visitar el museo.

Además de las preferencias de cada usuario o grupo de usuario, tenemos que estructurar la visita según el grado de conocimiento que tienen los asistentes. Para obtener esta información también se le hace una serie de preguntas al empezar. Concretamente son 7 preguntas, ordenadas de más sencilla (según nuestro parecer y por lo que hemos podido investigar en internet) a la más complicada. Una vez contestada las 7, el usuario obtiene una puntuación de 0 a 7 para poder especificar más el recorrido que tendrá que recorrer. Según si tiene más o menos conocimiento el programa le recomendará cuadros más o menos complejos y más o menos relevantes.

1. ¿Conoces *"El Grito" de Munch*?

[Respuesta binaria: sí o no]

2. ¿Conoces *"Las Meninas" de Velázquez*?

[Respuesta binaria: sí o no]

3. ¿Conoces *"El nacimiento de Venus" de Botticelli*?

[Respuesta binaria: sí o no]

4. ¿Cuál de los siguientes títulos no pertenece a un cuadro de Leonardo da Vinci?

- a) La Gioconda (la Mona Lisa).
- b) El jardín de las delicias.
- c) La última cena.

[Respuesta: b]

5. ¿Cuál de estas obras es de Dalí?

- a) La persistencia de la memoria.
- b) Alegoría de la poesía.
- c) American Gothic.
- d) Alegoría de la fe.

[Respuesta: a]

6. ¿Quién pintó el cuadro *"Las Hilanderas"*?

- a) El Greco.
- b) Francisco de Goya.
- c) Diego Velázquez.

[Respuesta: c]

7. ¿Quién pintó "El Beso"?

- a) Klimt
- b) Tiziano
- c) Yañez
- d) El Greco.

[Respuesta: a]

## **2.2 Elementos del dominio.**

### **Características de un Cuadro:**

- Título del cuadro.
- Autor que ha pintado el cuadro.
- Año en que fue pintado.
- Altura.
- Ancho.
- Época.
- Estilo.
- Temática.
- Complejidad: calculada a partir del ancho y la altura del cuadro, con un factor corrector para tener en cuenta la forma de éste.
- Relevancia: calculada a partir de datos de usuarios.
- Sala: distribuidas según la temática.

### **Características de un Autor:**

- Nombre del autor
- Nacionalidad

### **Características de una visita:**

- Número de individuos que forman la visita: nos permite clasificar la visita en visita individual, visita de pareja, grupo pequeño, grupo mediano o grupo grande.
- Media de edad del grupo.
- Días que dedicará a la visita: nos ayuda a organizar el orden de visita de los cuadros. Puede escoger entre uno y siete días.
- Horas al día que visitará el museo: nos permite acabar de gestionar el orden de visita según el tiempo dedicado. Puede escoger entre una y ocho horas al día (suponiendo un horario normal de 10h a 18h).
- Preferencia en cuanto a autores.
- Preferencia en cuanto a temáticas.

- Preferencia en cuanto a estilos.
- Preferencias en cuanto a épocas.
- Grado de conocimiento del grupo.

Las preferencias de la visita y el grado de conocimiento ayuda a filtrar los cuadros para ofrecerle a los usuarios una experiencia más personalizada.

## **2.3 División en subproblemas.**

### **Recogida de datos de la visita.**

Al iniciar el programa los visitantes tienen que contestar una serie de preguntas sobre las características del grupo (tamaño, media de edad y tiempo que dedicará a la visita).

El segundo paso es escoger preferencias sobre los cuadros de qué disponemos en nuestro museo.

Seguidamente se plantean siete preguntas que evalúan el grado de conocimiento que tiene el grupo. Todo este proceso facilita al experto formar una solución personalizada.

### **Análisis de las preferencias de la visita.**

El experto se dedica a analizar las respuestas ofrecidas por la visita. La forma en que se ha planteado este subproblema es con un campo *puntuación*. Según las preferencias de cada visita se le atribuyen más puntos a unos cuadros que a otros.

### **Distribución de los cuadros para la visita.**

Una vez puntuados todos los cuadros de nuestra base de datos, ya se tiene un valor coherente y equitativo por el que ordenar los cuadros. Se aplica un orden de mayor a menor puntuación.

Cada cuadro según su complejidad y el tamaño del grupo de la visita tiene asignado un tiempo de observación, hemos considerado los siguientes valores:

Tamaño del grupo	Complejidad 0	Complejidad 1	Complejidad 2	Complejidad 3
Visita individual o pareja	4 min.	6 min.	10 min.	13 min.
Grupo pequeño	5 min.	8 min.	12 min.	16 min.
Grupo mediano	7 min.	10 min.	14 min.	18 min.
Grupo grande	8 min.	12 min.	15 min.	20 min.

Partiendo de la lista de cuadros ordenados según la puntuación obtenida por las preferencias de los usuarios que forman la visita y el grado de conocimiento de arte que tienen, hay que distribuir los cuadros por días de manera que no se supere el tiempo máximo que se le quiere dedicar a la visita. Cada cuadro tiene su tiempo de observación. Secuencialmente se van llenando los días hasta el punto de no superar el tiempo máximo, en este punto solo hace falta aplicar un orden por salas (de menor a mayor) para que sea más lógica la visita y no se pierda tiempo cambiando entre sala y sala.

#### **Presentación de una solución válida.**

El experto ya ha hecho la clasificación pertinente de cada cuadro en los días correspondientes y ordenado de más interesante (para la visita) a menos. Los usuarios que esperan su propuesta de orden, obtienen el listado de cuadros que tendrán tiempo de ver en el tiempo establecido y ordenado desde el primer hasta el último día.

### **2.4 Proceso de la solución**

Después de recoger todos los datos necesarios, se asigna una valoración a cada uno de los aspectos (si la hay) según la importancia dada, para así facilitar la elección de los mejores candidatos. Nos basamos básicamente en las preferencias del usuario para ajustarnos justamente a lo que quiere visitar, dejando de lado todos los parámetros que no le han interesado, recomendándole así los cuadros más valorados junto con el número de días de las visitas al museo.

### **2.5 Organización.**

Partimos de la información dada por el usuario y sabemos que es un problema que puede ser resuelto a partir de SBC. Los pasos más remarcables que han de ser resueltos son: la abstracción de los datos, la obtención de los datos abstractos y la asociación heurística.

### **3. Formalización.**

#### **3.1 Desarrollo de la ontología**

##### **Determinación del dominio y cobertura de la ontología**

En el apartado de Conceptualización hemos descrito ya todos los conceptos del dominio, de forma que serán estos mismos conceptos los que trasladaremos para crear la ontología.

La ontología deberá ser capaz de representar tanto la colección de obras que expone el museo y sus características como todos los datos de los visitantes del museo, ya que su primera tarea será recomendar una ruta de obras a visitar.

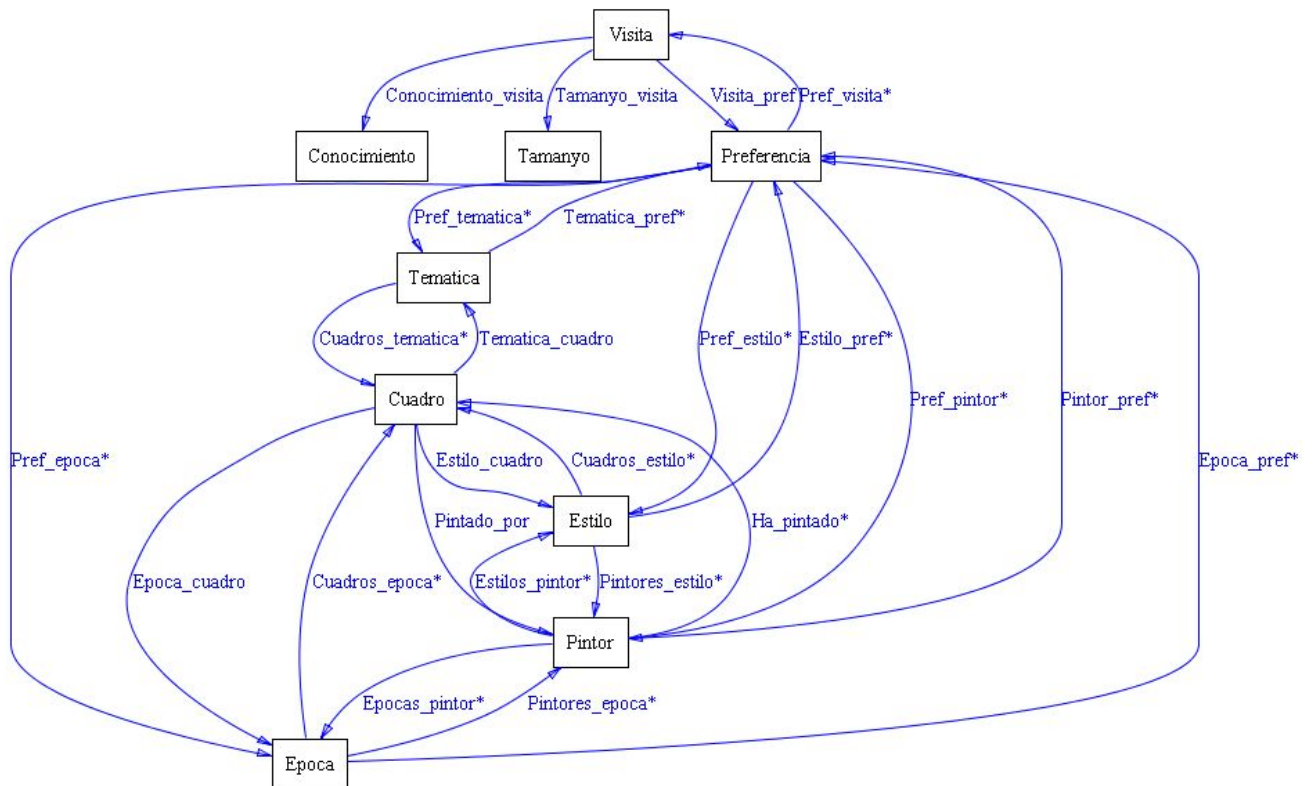
##### **Términos importantes de la ontología**

Los términos más importantes de la ontología son los **cuadros**, puesto que un conjunto de ellos va a ser la solución propuesta por nuestro sistema, y la **visita**, ya que sus datos serán esenciales para obtener dicha solución. Entre estos datos, las **preferencias** de la visita son muy importantes, para afinar la selección de cuadros.

##### **Definición de clases y jerarquía**

En primer lugar presentaremos la ontología completa, para después explicar cada clase con sus propiedades.

La ontología que hemos realizado en esta práctica es:



Información de las clases usadas:

### Cuadro

Cuadro		
Dim	String	
Epoca_cuadro	Instance	Epoca
Pintado_por	Instance	Pintor
Complejidad	Integer	
Año	Integer	
...		

Definimos toda la información de un cuadro, asociándolo también con una Epoca y un Pintor. Toda la información de esta clase será dada por las instancias declaradas previamente.



Los atributos son:

- **Dim:** dimensiones.
- **Epoca\_cuadro:** relación con la época en la que se realizó.
- **Pintado\_por:** autor.
- **Complejidad:** relaciona la anchura y altura del cuadro.
- **Anyo:** año en el que se pintó .

## Pintor

Pintor		
Nombre	String	
Estilos_pintor	Instance*	Estilo
Epocas_pintor	Instance*	Epoca
Ha_pintado	Instance*	Cuadro
Pintor_pref	Instance*	Preferencia
...		

Esta clase tiene toda la información de un pintor, lo asocia con un estilo, una época, un cuadro y si es o no preferencia del grupo de visitantes. La información de esta clase (exceptuando las preferencias) proviene de las diferentes instancias.

Los atributos son:

- **Nombre:** nombre del pintor.
- **Estilos\_pintor:** relaciona todos los estilos que domina.
- **Epocas\_pintor:** relaciona el pintor con una/s épocas.
- **Ha\_pintado:** le asocia todas las obras que pintó.
- **Pintor\_pref:** lo relaciona para ver si está entre las preferencias del grupo.

## Epoca

Epoca		
Pintores_epoca	Instance*	Pintor
Epoca_pref	Instance*	Preferencia
Nombre_epoca		String
Cuadros_epoca	Instance*	Cuadro

Define el nombre de una época, la clase relaciona diferentes pintores, las épocas preferidas del grupo y todos los cuadros que se pintaron en ese periodo. Toda la información (exceptuando las preferencias) será obtenida de las instancias.

Los atributos son:

- **Pintores\_epoca**: diferentes pintores relacionados con una época.
- **Epoca\_pref**: la época preferida del grupo de visitantes.
- **Nombre\_epoca**: el nombre de la época.
- **Cuadros\_epoca**: los diferentes cuadros asociados a una época.

## Estilo

Estilo		
Cuadros_estilo	Instance*	Cuadro
Estilo_pref	Instance*	Preferencia
Pintores_estilo	Instance*	Pintor
Nombre_estilo		String

Esta clase nos proporciona los nombres de diferentes estilos y los asocia con los cuadros pintados con ese mismo estilo, los pintores que los dominaban y finalmente los estilos preferidos del grupo de visitantes. La información de esta clase (exceptuando las preferencias) proviene de las diferentes instancias.

Los atributos son:

- **Cuadros\_estilo**: cuadros asociados al estilo.
- **Estilo\_pref**: estilo preferido por el grupo de visitantes.

- **Pintores\_estilo:** los diferentes pintores asociados a un estilo.
- **Nombre\_estilo:** nombre del estilo.

## Tematica

Tematica		
Nombre_tematica	String	
Cuadros_tematica	Instance*	Cuadro
Tematica_pref	Instance*	Preferencia

Define el nombre de una de las temáticas obtenidas por las diferentes instancias además de relacionar esta información con un cuadro y las preferencias del grupo.

Los atributos son:

- **Nombre\_tematica:** nombre de una temática de una obra.
- **Cuadros\_tematica:** cuadros que corresponden a una temática determinada.
- **Tematica\_pref:** las temáticas preferidas del grupo de visitantes.

## Visita

Visita		
Dias	Integer	
Conocimiento_visita	Instance	Conocimiento
Tamanyo_visita	Instance	Tamanyo
Visita_pref	Instance	Preferencia
HorasDia	Integer	

Esta clase nos proporciona los días de visita del grupo y las horas que dedicarán cada día a hacer la visita. Esta información está relacionada con el grupo en sí, por lo tanto vendrá dada por el mismo, además esta clase tiene una relación con el nivel de conocimiento del grupo, el tamaño y las preferencias de visita.

Los atributos son:

- **Dias:** número de días que estarán viendo el museo.
- **Conocimiento\_visita:** relaciona el nivel de conocimiento del grupo de visitantes.
- **Tamanyo\_visita:** relaciona una visita con el tamaño del grupo.
- **Visita\_pref:** todas las preferencias del grupo de visitantes.

### Tamanyo

Tamanyo	
Descripcion	String

Definimos en esta clase simple, el tamaño del grupo de visitantes, por lo tanto se relaciona con Visita, pero únicamente desde esta última clase.

### Conocimiento

Conocimiento	
Nivel	Integer

Esta clase simple define el nivel de conocimiento del grupo, así que se relaciona con Visita, pero únicamente desde esta última clase.

### Preferencia

Preferencia		
Pref_pintor	Instance*	Pintor
Pref_visita	Instance*	Visita
Pref_estilo	Instance*	Estilo
Pref_tematica	Instance*	Tematica
Pref_epoca	Instance*	Epoca

Esta clase define todas las preferencias del grupo, por lo tanto tendrá acceso a múltiples clases (el acceso será bidireccional).

Los atributos son:

- **Pref\_pintor**: todos los pintores preferidos
- **Pref\_visita**: toda la información relevante de la visita
- **Pref\_estilo**: los estilos preferidos de las obras
- **Pref\_tematica**: las temáticas preferidas de las obras
- **Pref\_epoca**: todas las épocas favoritas en las que se reúnen diversas obras

### 3.2 Método de resolución

#### **Abstracción de los datos**

En el caso que se nos plantea consiste en pasar una serie de datos que proporciona el usuario a hechos generales como por ejemplo los pintores y los estilos favoritos de pinturas para encontrar sus datos generales y prioridades.

#### **Asociación heurística**

Se relacionan los datos abstractos obtenidos y se encuentra una solución también abstracta. Si un parámetro concreto es analizado, el índice de recomendación también subirá en relación a los opciones que se hayan escogido, haciendo que el parámetro sea más favorable para poder hacer una recomendación asociada a este.

## **Adaptación**

Convertimos la solución abstracta que hemos encontrado previamente en una solución definitiva. En este caso, todo parámetro que tenga un índice elevado es recomendable para el usuario y es lo que desencadenará la recomendación, ya que nos interesará hacer una comparativa de los índices para encontrar el más elevado.

## **4. Implementación.**

### **4.1 Construcción de la ontología.**

Hemos generado la ontología con Protégé con las características descritas en el correspondiente apartado. Además, hemos creado clases para gestionar otros aspectos del programa: Recomendacion, para guardar la puntuación y justificaciones de cada cuadro y por qué corresponden a la solución, y Dia, para gestionar la distribución de los cuadros en los días de la visita. También tenemos dos deftemplates para guardar los datos y preferencias de la visita y tres que sirven de estructuras de datos para programar con más comodidad.

Las clases Cuadro y Pintor tienen instancias ya, junto a las clases que ayudan a describirlas (Estilo, Epoca y Tematica) y las clases cuyo rango de posibles valores estaba acotado y era reducido (Conocimiento, Tamaño). Los deftemplates y las clases Recomendacion y Dia se instancian dinámicamente.

### **4.2 Módulos.**

#### **MAIN**

Este módulo contiene una serie de funciones útiles para módulos posteriores (que describiremos en su momento) y la regla inicial que inicia la ejecución del sistema.

#### **recopilacion-grupo**

Este módulo recopila la información de los visitantes relevante a su visita: número de personas, edad media del grupo, días de visita, horas por día y, a través de un test, nivel de conocimiento. Esta información se recopila mediante una serie de preguntas, implementadas con las funciones del módulo MAIN.

#### **recopilacion-preferencias**

Este módulo recopila las preferencias de los visitantes, sugiriéndoles unas listas de pintores, épocas, estilos y temáticas y pidiendo que elijan aquellos elementos en los que están interesados (y ofreciéndoles la posibilidad de decir que les es indiferente).

#### **procesado-datos**

Este módulo realiza todo el procesado de la información aportada por los visitantes para elegir los cuadros que formarán la solución. Después de generar hechos para poder

procesar con facilidad las siguientes operaciones, otorga unas puntuaciones a los cuadros en función de las preferencias expresadas por la visita y su nivel de conocimiento.

### **generacion-soluciones**

Este módulo contiene las reglas que distribuyen los cuadros elegidos como solución en el tiempo establecido de visita (días y horas/día). También ordena las asignaciones para asegurar un recorrido lógico dentro del museo.

### **resultados\_al\_grupo**

Este módulo contiene una única regla, que presenta los resultados al grupo visitante y finaliza la ejecución.

## **4.3 Prototipos**

Hemos decidido centrar nuestro proyecto desde el principio en un único prototipo, es decir, hemos partido de una ontología bien diseñada avanzando poco a poco en el proyecto.

La estructura de CLIPS utilizada es la siguiente:

### **Clases e instancias**

- Código de Protégé que define las clases e instancias.

### **Definición de defclass**

- Recomendación: para los cuadros y su índice de recomendación.
- Día: para representar todos los cuadros asignados a un día (la recomendación).

### **Definición de defmodule**

- Recopilacion-grupo: reúne los datos del grupo .
- Recopilacion-preferencias: pregunta de las preferencias y nivel del grupo.
- Procesado-datos: filtrado de la recopilación y valoración.
- Generacion\_soluciones: genera soluciones con los cuadros valorados.



- Resultados\_al\_grupo: muestra la recomendación al grupo.
- Definición de defmessage-handlers: usados para imprimir los resultados.

#### **Definición de deftemplates**

- Reúne los datos del grupo y ordenada diferentes recomendaciones.

#### **Definición de deffunction**

- Funciones para hacer preguntas al grupo y así obtener la recomendación más recomendada de una lista de recomendaciones.

#### **Definición de defrule**

- Las diferentes reglas.

## **5. Juegos de prueba.**

Para poder comprobar la efectividad de nuestro sistema y testear los diferentes casos posibles hemos diseñado los siguientes seis juegos de pruebas. La salida que hemos diseñado para CLIPS es bastante detallada y en consecuencia, larga, por este motivo hemos decidido poner los *outputs* para cada juego de prueba en los anexos de la memoria para que sea más fácil su acceso.

Un pequeño detalle a comentar es que probablemente se esperaría que la solución estuviera ordenada por el grado de recomendación pero viendo los juegos de prueba se comprueba que no es así. Esto es debido a que justo después de ordenar por recomendación, el sistema ordena los cuadros asignados a cada día por salas, de esta manera no se sigue un camino absurdo en que tengas que ir cambiando de sala cada vez que quieres admirar una pieza.

A continuación siguen los casos que hemos planteado, la salida esperada para los mismos y la solución que el sistema ha ofrecido:

1. **[Caso inventado]** Visita individual, persona de 40 años, máximo conocimiento, le interesa el impresionismo.  
Tiempo de visita: 2 días - 3 horas.  
(Página 2 de los anexos)

### **Solución esperada:**

Al tener máximo conocimiento esperamos que el programa le asigne cuadros menos relevantes, puesto que se supone que el usuario estará interesado en el arte que hay más allá de las obras más populares.

No escoge ninguna preferencia excepto el estilo impresionismo por lo que no debería filtrar por nada más que el estilo y los valores del conocimiento.

### **Output:**

Paradójicamente solo ha escogido dos cuadros que tienen como temática el Impresionismo. Esto es debido a un fallo de nuestro sistema en que valora más el peso que tiene la relevancia y complejidad de un cuadro que las preferencias de un usuario. Como este usuario solo ha escogido una preferencia, el estilo, el sistema suma 50 puntos a los cuadros impresionistas pero como tiene un grado elevado de conocimiento le suma 60 puntos a los cuadros más complejos y 40 a los menos relevantes.

Entonces al ordenar por puntuación y escoger solo los que tendrá tiempo de ver, encuentra antes los cuadros que son más complejos, menos relevantes y tienen

como temática el Impresionismo, seguidamente encuentra los que son más complejos y menos relevantes.

2. **[Caso inventado]** Visita de grupo pequeño, media de 60 años, todos tienen diferentes gustos y escogen varias preferencias para filtrar la visita.

Tiempo de visita: 3 días - 1 hora.

(Página 9 de los anexos)

### Solución esperada:

Cuando son grupos suelen verse menos cuadros porque el tiempo de observación de cada cuadro es mayor. Como hay varias personas y con diferentes gustos, el filtraje por preferencias no será muy efectivo ya que habrán muchas obras distintas.

### Output:

Efectivamente para un grupo con tantas personas y con diferentes gustos, es demasiado complicado abarcar todas las preferencias en un tiempo establecido y menos en 3 horas. Por lo que el sistema ha intentado contentar a la mayoría de personas seleccionando las obras en que habían más valores preferentes.

Por ejemplo los usuarios han escogido la temática *Bodegón* (entre otras) pero el sistema en ningún momento les sugiere obras que tengan esta temática. Podemos ver fácilmente porque ninguna obra cuya temática sea *Bodegón* aparece entre las sugerencias. Estas son las obras que tenemos en el museo de esta temática:

Título	Autor	Época	Estilo	Temática	Complejidad	Relevancia
Bodegón	Francisco de Zurbarán	Barroco	Escuela española	Bodegón	2116	4
Naturaleza muerta	Paul Cézanne	Siglo XIX	Realismo	Bodegón	900	4

- A partir de la tabla anterior realizamos en análisis del proceso que ha hecho el sistema.
- Los usuarios no han escogido ninguno de los dos autores en las preferencias.
- Los usuarios han escogido las épocas *Barroco* y *Siglo XIX*: Puntuación (Bodegón) + 50 = 50. Puntuación (Nat. muerta) + 50 = 50.

- Estilo escogido: escuela española : Puntuación (Bodegón) + 50 = 100.
- Estilo escogido: realismo -> Puntuación (Nat muerta) + 50 = 100.
- La complejidad es baja para ambos casos. Cuando el grado de conocimiento es alto (como es este caso) le damos prioridad a las obras más complejas. -> No se suman puntos.
- La relevancia es alta. Cuando tenemos un alto grado de conocimiento se intenta dar más peso a las obras cuya relevancia es baja. -> No se suman puntos.

En definitiva tenemos ambos cuadros con 100 puntos cada uno pero los cuadros que sugiere la salida se encuentran en valores entre 200 y 300, por este motivo el sistema no ha seleccionado ningún cuadro de *Bodegón*. Esto mismo sucede con otras preferencias.

3. **[Caso inventado]** Visita de un grupo grande, una excursión escolar de 10 años de media, conocimiento bajo y no tienen ninguna preferencia.  
Tiempo de visita: 1 día - 3 horas  
(Página 17 de los anexos)

**Solución esperada:**

Dado que es un grupo grande, se verán menos cuadros ya que el tiempo de observación será bastante mayor que grupos más pequeños. Como hay un nivel de conocimiento bajo y no tienen preferencias, el sistema debería recomendar los cuadros con mayor relevancia y dejar aparte los menos conocidos.

**Output:**

Este caso es bastante simple, los niños a esa edad no suelen tener mucho conocimiento de arte, por lo que fallan las preguntas y el sistema interpreta que tienen un grado de conocimiento bajo, entonces coge todas las obras y le da 70 puntos a aquellas cuya relevancia sea alta, pues estarán más interesados en ver obras conocidas. Como la única fuente de conocimiento que le está proporcionando el usuario al sistema es qué tanto entiende de arte, la otra única regla que se puede aplicar es darle más prioridad a los cuadros menos complejos (concretamente 30 puntos). Así que predominan cuadros poco complejos y muy relevantes como *La maja desnuda* o la *Mona Lisa*.

4. **[Caso real]** Visita en pareja, dos chicas de media de edad de 22 años. Tiempo de visita: 2 día - 3 horas.

(Página 25 de los anexos)

**Solución esperada:**

Siendo una visita en pareja, el tiempo para ver los cuadros será más reducido y por tanto podrán visitarse más obras. Las preferencias son múltiples y variadas, así que el recorrido propuesto tendrá suficientes cuadros interesantes para el gusto de la visita y menos que se hayan recomendado por interés general (relevancia).

**Output:**

El sistema ha recomendado cuadros que se ajustan a las preferencias expuestas. Dado que parte de los cuadros obtienen puntos únicamente por el nivel de conocimiento del grupo, es posible que éstos hayan desplazado a cuadros que, pese a cumplir con alguna de las preferencias de la visita, no reunían los suficientes puntos (un ejemplo podría ser la *Mona Lisa* de da Vinci, que sólo reuniría 50 puntos frente a los 100 que obtienen otros cuadros por conocimiento). Mención especial merece el caso del cuadro *El Beso*, de Gustav Klimt, que aunque cumplía todas las preferencias no ha aparecido en la recomendación del sistema y, en cambio, sí lo ha hecho un cuadro que no ha recibido puntuación. Fuera de estos casos, el sistema se ha ajustado bastante bien a lo que la visita pedía, teniendo en cuenta el tamaño de la colección del museo (por ejemplo, de seis cuadros impresionistas que hay en el catálogo ha recomendado cinco, todos ellos además con otras características a las que se daba preferencia).

5. **[Caso real]** Visita de un grupo mediano, media de edad de 20 años.

Tiempo de visita: 1 día - 4 horas.

(Página 41 de los anexos)

**Solución esperada:**

Al ser un grupo mediano y disponer de relativamente poco tiempo (en comparación con otras visitas, su tamaño y su tiempo de visita), habrá menos cuadros, y la existencia de múltiples preferencias que abarcan tanto (por ejemplo, se han seleccionado todas las épocas y temáticas disponibles como favoritas) harán que el sistema sea menos efectivo y recomiende un poco al azar. Esto tampoco tiene por qué ser perjudicial, ya que un mismo cuadro puede gustar a dos personas por diferentes características.

**Output:**

El hecho de que se hayan marcado todas las épocas y temáticas como favoritas comporta que cualquier cuadro tenga, por el mero hecho de estar en el catálogo, cien puntos para empezar. No obstante, al elegirse también tantos pintores y estilos como favoritos, la mayoría de los cuadros sugeridos cumplen en su totalidad con las preferencias expresadas (al ser un grupo grande es improbable que alguien tenga

todas esas preferencias, pero, como expuesto en el punto anterior, eso significa que un mismo cuadro podrá gustar a muchas personas por diferentes factores). La gran variedad de autores y estilos marcados como favoritos comporta que no todos puedan visitarse en el tiempo disponible, de forma que el sistema se ha centrado mayoritariamente en aquellos cuadros autores cuyos estilos estaban marcados como favoritos (y viceversa) y que, además, recibían puntos por nivel de conocimiento. Aunque la solución es buena, el hecho de que dos características (temática y época) queden como irrelevantes es algo que debe considerarse, aunque quizá sea un factor causado por el catálogo disponible y no por el sistema.

6. **[Caso real]** Familia formada por 5 miembros, media de edad de 48 años.

Tiempo de visita: 1 día - 6 horas.

*(Página 51 de los anexos)*

**Solución esperada:**

Como en los dos juegos de prueba anteriores, un caso real proporciona un reto a nuestro sistema, puesto que debe sugerir una ruta de visita combinando las distintas preferencias con el nivel de conocimiento indicado y la relevancia de cada cuadro. Este caso debería proporcionar un resultado más acotado que el caso 5 (que tenía un grupo mediano) pero menos que el caso 4 (una pareja), debido a que al haber más miembros en la visita naturalmente habrá más preferencias, pero sin los extremos a los que se llega en el caso 5.

**Output:**

La asignación resultante es bastante equilibrada. Sin marcar una cantidad excesiva de preferencias, todos los cuadros han tenido al menos una característica expresada en éstas, y la gran mayoría de éstos reciben puntos por el nivel de conocimiento. El número de preferencias marcadas parece haber ayudado a esto, ya que hay más que en el juego de pruebas 4 y en éste se puede observar que parte de los cuadros no obtenían puntos por las preferencias, mientras que en éste dicho suceso sólo se ha dado con una obra. Tampoco se llega a los extremos del juego de pruebas 5, en el que el número de preferencias era tan elevado que las sugerencias del sistema se hacían en parte irrelevantes.

El usuario, tras recibir la asignación para la visita al museo, comenta que “ha cumplido las expectativas y ha ofrecido un servicio bastante completo”, en el contexto de una visita familiar para ver los cuadros más famosos que conocían. Le permitiría formarse una idea general pero completa de movimientos y artistas y cree que es adecuada tanto para las personas con conocimiento en las preferencias expresadas como para las que no lo tienen y, en general, está satisfecho con el resultado.

## **6. Conclusiones.**

Hemos resuelto diferentes subproblemas para afrontar el problema principal partiendo de la metodología en cascada a partir de la creación de un sistema basado en el conocimiento.

El sistema realizado cumple con los objetivos, ya que a partir de los datos proporcionados por el usuario (básicamente sus preferencias y datos generales), encuentra una recomendación, es decir, una serie de cuadros que cumplen con el objetivo de la visita al museo de forma efectiva para los casos probados que se asemejan más a los casos comunes.

Finalmente, cabe remarcar que se podrían considerar varias mejoras para un mejor comportamiento del sistema, a continuación listamos tres:

1. Aumentar la dificultad de las preguntas del nivel de conocimiento del grupo, por tal de obtener un dato más realista.
2. Tomar en cuenta la edad del grupo para aumentar más la relevancia de los cuadros si son menores de 12 años o no tomarlo en cuenta si son mayores de esa edad.
3. Aplicar una mejor cota para la complejidad y relevancia de los cuadros por tal de acercarse aún más a un mejor óptimo de recomendaciones.