

# Proyecto de Sistemas Basados en el Conocimiento

Facultad Informática de Barcelona (UPC)  
Grado en ingeniería informática  
Curso 2024-2025

Inteligencia Artificial  
16, diciembre del 2024



Verenisse Cáceres  
Lluc Santamaria Riba  
Adrià Cebrián

# Tabla de Contenidos

<b>1. Identificación del problema.....</b>	<b>3</b>
1.1. Análisis de viabilidad del sistema basado en el conocimiento (SBC).....	4
1.2. Identificación de las fuentes de conocimiento.....	5
1.3. Objetivos del sistema y resultados esperados.....	6
1.3.1. Objetivos.....	6
1.3.2. Resultados.....	7
<b>2. Conceptualización del problema.....</b>	<b>7</b>
2.1. Conceptos del dominio.....	7
2.1.1. Obra de arte.....	7
2.1.2. Pintor.....	7
2.1.3. Movimiento artístico y época.....	8
2.1.4. Temática.....	8
2.1.5. Sala.....	8
2.1.6. Visita.....	8
2.2. Problemas y subproblemas.....	9
2.2.1. Problema concreto.....	9
2.2.2. Problema abstracto.....	9
2.2.3. Solución abstracta.....	9
2.2.4. Solución concreta.....	9
2.2.5. Impresión de la información.....	10
2.3. Ejemplos de conocimiento experto extraído del dominio.....	10
2.4. Proceso de resolución.....	10
<b>3. Formalización del problema.....</b>	<b>12</b>
3.1. Construcción de la ontología.....	12
3.1.1. Definición de las clases de nuestra ontología.....	13
3.1.1.1. Obra.....	13
3.1.1.2. Visita.....	14
3.1.1.3. Movimiento.....	14
3.1.1.4. Sala.....	15
3.1.1.5. Temática.....	15
3.1.1.6. Pintor.....	15
3.1.2. Ontología final.....	16
3.2. Razonamiento de los subproblemas.....	17
3.2.1. Recopilación de información.....	17
3.2.2. Abstracción de la información.....	17
3.2.3. Formación solución abstracta.....	18
3.2.4. Formación de solución concreta.....	18
3.2.5. Impresión de la solución.....	18
3.3. Justificación de la metodología.....	18

<b>4. Implementación del problema.....</b>	<b>19</b>
4.1. La ontología.....	19
4.2. División del problema en módulos.....	21
4.2.1. Módulo de recopilación de datos (Módulo A).....	21
4.2.2. Módulo de abstracción de datos (Módulo B).....	22
4.2.3. Módulo de creación de solución abstracta (Módulo C).....	23
4.2.4. Módulo de creación de solución concreta (Módulo D).....	23
4.2.5. Módulo de impresión.....	25
4.3 Representación del proceso de resolución mediante reglas.....	25
4.3.1. Problema concreto:.....	25
4.3.2. Problema abstracto:.....	25
4.3.3. Solución abstracta:.....	25
4.3.4. Solución concreta:.....	26
4.3.5. Impresión de la solución:.....	26
4.4 Metodología incremental y prototipos.....	26
<b>Juegos de prueba.....</b>	<b>28</b>
1. Visita turística familiar.....	28
2. Visita intelectual en pareja.....	29
3. Visita escolar.....	33
4. Visita turística organizada.....	34
5. Visita de media jornada.....	39
6. Visita de un historiador.....	41
7. Visita exprés.....	43
8. Caso extremo.....	44
<b>Bibliografía.....</b>	<b>51</b>

# 1. Identificación del problema

Hoy en día, los museos son una importante fuente de cultura y una atracción turística de gran relevancia. Si hay que planificar un viaje a París, es imprescindible hacer una visita al Louvre. De igual forma, un viaje a Londres debería incluir la visita al Museo de Historia Natural y al Museo Galería Nacional. De museos nacionales, podemos destacar El Prado de Madrid, uno de los museos de arte más sobresalientes del mundo, según la Wikipedia. Un problema que nos encontramos a la hora de planificar la visita es como se debe estructurar el recorrido y las salas por las que se pasará, ya que hay muchas combinaciones.

Sabemos que la optimización de visitas a museos plantea un desafío significativo, ya que estos espacios suelen exhibir amplias colecciones que abarcan épocas, estilos y temáticas variadas. La gran cantidad de obras disponibles y el tiempo limitado del visitante requieren un sistema de recomendación que permita disfrutar de una experiencia personalizada y satisfactoria. Este sistema debe adaptar la visita al perfil del usuario, ajustándose a sus preferencias, tiempo disponible, tamaño de su grupo (y si sus integrantes son jubilados o niños), y nivel de conocimiento, con el fin de ofrecer un recorrido optimizado que evite la saturación o una sensación de tiempo desaprovechado.

Para identificar qué restricciones de la planificación tenemos, podemos sintetizar las necesidades y requerimientos del usuario en los siguientes puntos:

- Número de días de visita al museo.
- Duración de una visita en horas.
- Tamaño y naturaleza del grupo: Hay que identificar si es una persona individual, una pareja, un grupo grande, una familia con niños o sin niños, si hay personas mayores, etc.
- Qué grado de conocimiento tienen en arte.
- Si hay preferencias por algún autor, temática, movimiento artístico, país, época, etc.

Por otro lado, un museo puede organizar sus obras de múltiples formas: de manera cronológica, por autor o en exposiciones temáticas. Asimismo, las obras de arte poseen características diversas (por ejemplo, época de creación, estilo o escuela, relevancia, complejidad, y ubicación dentro del museo), lo que contribuye a definir el tipo de experiencia que cada visitante tendrá. También es relevante tener en cuenta los autores, ya que sirve de referencia a muchos usuarios.

En consecuencia nuestro sistema deberá identificar la siguiente información del museo:

- Todas las salas del museo y qué obras se encuentran en ellas.
- Todas las obras incluyendo su respectivo autor, el movimiento, época artística, relevancia, complejidad y dimensiones.
- Todos los autores incluyendo información sobre su nacionalidad, su época y popularidad.
- Todas las épocas, temáticas y movimientos artísticos que recoge el museo.

Una vez identificadas las características necesarias que permiten contextualizar los requerimientos del problema, se deberá construir una solución óptima que planifique cuáles cuadros ver, por qué salas pasar y qué duración tendrá cada visita. Así pues, para poder construir esta solución óptima hemos visto que nuestro sistema debe obtener por un lado que necesidades y requerimientos plantea el usuario y por otro lado la información del museo. En la Figura 1 se puede observar un diagrama que ilustra el esquema de nuestro sistema.

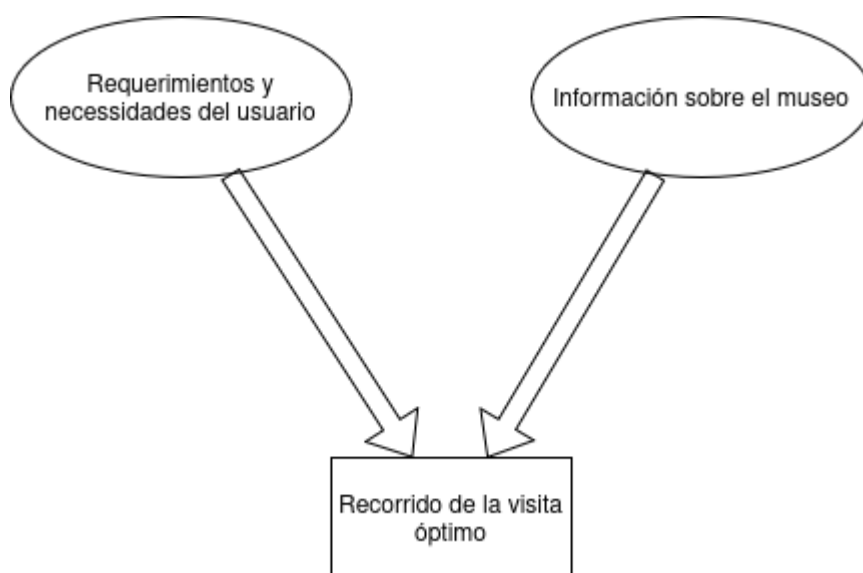


Figura 1: Esquema simplificado del sistema

Para obtener esta solución, consideramos que un sistema basado en conocimiento es el adecuado.

### 1.1. Análisis de viabilidad del sistema basado en el conocimiento (SBC)

Para solucionar el problema que se nos plantea, no nos basta con un sistema de resolución de problemas general (como podría ser aproximación heurística con Hill Climbing), porque requerimos de conocimiento específico del dominio del problema. En este caso, el dominio son todos los conceptos y entidades que subyacen en el contexto de los museos. Nuestro sistema debe disponer de conocimiento experto de este dominio. Así pues, la construcción de un sistema basado en el conocimiento (SBC) es altamente viable para este problema, ya que permite organizar y aprovechar de manera estructurada el conocimiento experto sobre arte, museos y las preferencias de los visitantes. La forma adecuada de representar el conocimiento de este dominio es mediante una ontología. La ontología permite unificar el vocabulario y los conceptos que subyacen en el dominio del problema. Nos ayudaremos de la herramienta Protégé para construir la ontología.

Para solucionar el problema, un SBC también pone a nuestra disposición conocimiento basado en reglas de producción. Un factor crucial para poder inferir a partir de los hechos del dominio y del usuario el resultado final. En cuanto a este conocimiento, el lenguaje basado en reglas CLIPS se posiciona como la herramienta ideal para esta implementación debido a varias razones:

1. **Gestión eficiente de reglas de producción:** CLIPS es un sistema experto basado en reglas, lo que permite modelar conocimientos mediante reglas de producción claras y fáciles de gestionar. Esto resulta esencial para definir cómo seleccionar las obras y planificar la secuencia de la visita en función de los intereses del usuario, sus preferencias y las restricciones de tiempo disponibles.
2. **Capacidad de inferencia:** CLIPS cuenta con un motor de inferencia sólido que permite realizar razonamientos complejos basados en las reglas definidas. Esto optimiza las decisiones del sistema, asegurando que las obras y salas seleccionadas sean las más adecuadas para cada visitante, personalizando así la experiencia de la visita.
3. **Facilidad de implementación y escalabilidad:** CLIPS es un entorno de programación diseñado específicamente para SBC, lo que reduce la complejidad en el desarrollo de sistemas expertos. Además, su capacidad para añadir nuevas reglas o modificar las existentes lo hace flexible y escalable para ampliar el conocimiento del sistema conforme crezcan las necesidades o el conocimiento.
4. **Enfoque eficiente y especializado:** A diferencia de otros lenguajes o plataformas, CLIPS está diseñado específicamente para sistemas expertos, lo que lo hace más adecuado que alternativas genéricas. Esto asegura un rendimiento óptimo y minimiza el esfuerzo necesario para modelar el conocimiento y las reglas asociadas al dominio del arte y los museos.

En conclusión, la implementación en CLIPS no solo es adecuada, sino también eficiente y flexible. Su capacidad para manejar inferencias complejas y reglas de producción optimiza la gestión del conocimiento necesario para planificar las visitas, garantizando una experiencia personalizada y adaptada a las necesidades del visitante.

## 1.2. Identificación de las fuentes de conocimiento

Para construir el conocimiento de nuestro sistema, primero hemos identificado que clases de conocimiento requiere:

1. **Características de las obras:** Datos como la época, estilo, autor, tema, complejidad y relevancia de las obras, que son fundamentales para clasificar y organizar los contenidos de la visita.

2. **Perfil del visitante:** Preferencias en términos de estilo, temática, época, así como el nivel de conocimiento artístico y el tamaño del grupo. Este conocimiento será esencial para adaptar el itinerario a cada visitante de forma específica.
3. **Restricciones y contexto del museo:** La organización del museo, incluida la disposición de salas, exposiciones y distancia entre ubicaciones, será un factor clave para optimizar el recorrido.

Sabemos que el perfil del visitante es conocimiento particular que nos debe proporcionar el mismo visitante. Así pues, la fuente de conocimiento será el propio usuario el cual mediante preguntas interactivas nos pondrá a nuestra disposición todo el conocimiento para identificar su perfil como visitante.

Por otro lado, las características de las obras y las restricciones y contexto del museo dependen del propio museo el cuál nuestro SBC se especializa. Hemos decidido escoger el Museo del Prado debido a su gran relevancia en ámbito nacional y a su gran colección de obras compresas dentro del periodo del XV al XVIII. Como fuente de conocimiento altamente fiable y completa para poder saber qué obras podemos encontrar nos hemos ayudado de su página web oficial [1] y una visita virtual ofrecida por la misma página web oficial [2]. Para obtener información extra sobre las obras y sus autores no incluida en las fuentes de conocimiento anteriores, nos hemos ayudado con búsquedas en la Wikipedia. Finalmente, para obtener el conocimiento sobre la organización del museo y sus salas, hemos usado la página web principal del museo del prado en la wikipedia [3] como fuente de información (está muy bien detallado indicando cuántos edificios hay, su organización en salas y los tipos de obras por sala).

## 1.3. Objetivos del sistema y resultados esperados

### 1.3.1. Objetivos

El objetivo principal del sistema es diseñar itinerarios personalizados que maximicen la satisfacción del visitante en función de sus intereses, conocimientos y tiempo disponible. Los objetivos que nuestro sistema deberá cumplir son:

- **Seleccionar y priorizar obras** de forma eficiente. Garantizando que se ajusten a las preferencias y perfil del visitante, optimizando el recorrido.
- **Optimizar el uso del tiempo** de manera que el visitante pueda apreciar las obras recomendadas sin exceder la duración diaria establecida. También debe asignar suficientes obras al recorrido para que el visitante se sienta satisfecho, pocas obras pueden provocar el sentimiento de desaprovechamiento o insatisfacción.
- **Evitar saltos innecesarios entre salas o desplazamientos largos**, proporcionando un recorrido lógico y fluido que maximice el tiempo de observación.

### 1.3.2. Resultados

El sistema se evaluará en función de su capacidad para proponer itinerarios realistas, útiles y personalizados. El resultado esperado es un recorrido que permita al visitante aprovechar al máximo su tiempo y que, al mismo tiempo, enriquezca su experiencia en el museo, adaptando la visita a sus intereses y limitaciones. Por otro lado, esperamos del sistema un recorrido completo, este debe terminar el recorrido y no quedarse a medias. Nuestro sistema también debe tener como resultado secundario la posibilidad de extenderse a múltiples museos o colecciones, lo que amplía su aplicabilidad en contextos turísticos y educativos.

## 2. Conceptualización del problema

El proceso de conceptualización fundamenta la base de nuestro sistema basado en el conocimiento. La conceptualización del problema se compone por una descripción del dominio, una descripción de los problemas y subproblemas y una descripción informal del proceso de resolución del problema. Esta conceptualización será nuestro primer paso de construcción del SBC para luego poder hacer la formalización.

### 2.1. Conceptos del dominio

En esta práctica, el dominio se centra en el contexto de los museos y el arte. El dominio recoge conceptos como obras, autores, movimientos, épocas, técnicas de pintura, temáticas, tonalidades... No obstante, debemos identificar esos conceptos del dominio que permitan al SBC hacer la gestión y personalización de visitas. Así pues, debemos identificar qué conceptos permiten a nuestro SBC obtener conocimiento experto suficiente para poder diseñar una visita óptima que se ajuste a las restricciones y necesidades del usuario. Analizando el dominio se pueden encontrar los siguientes elementos:

#### 2.1.1. Obra de arte

En primer lugar, las obras de arte constituyen el núcleo del dominio. Cada una posee características como su autor, estilo, época y relevancia histórica. Estas obras no solo son piezas únicas por sus valores artísticos, sino que también están organizadas dentro del museo en función de criterios temáticos, cronológicos o por movimientos artísticos. Por ejemplo, algunas salas agrupan obras de un periodo específico, mientras que otras se centran en un tema, como paisajes o escenas mitológicas.

#### 2.1.2. Pintor

Los autores de las obras de arte tienen un papel crucial en el dominio. La mayoría de obras son visitadas directamente por su autor. Nuestro SBC necesariamente debe tener en consideración el autor de las obras. Un pintor tiene las características nombre del pintor,



nacionalidad, estilo principal del pintor, época en la que ejerció su oficio y popularidad que la sociedad le ha atribuido.

### 2.1.3. Movimiento artístico y época

Los movimientos artísticos y las épocas proporcionan el contexto cultural e histórico necesario para interpretar las obras. Cada movimiento, como el Renacimiento o el Impresionismo, representa un conjunto de valores estilísticos y técnicos que influyeron tanto en los pintores como en sus obras. Estos movimientos están vinculados a períodos específicos que ayudan a los visitantes a comprender cómo el arte evolucionó a lo largo del tiempo.

### 2.1.4. Temática

Por otro lado, las temáticas juegan un papel importante al clasificar las obras según su contenido o mensaje, como retratos, naturaleza muerta o escenas religiosas. Este enfoque permite a los visitantes explorar obras que se alinean con sus intereses, sin importar necesariamente el estilo o la época.

### 2.1.5. Sala

La disposición del museo también es un elemento clave. Las salas agrupan las colecciones y definen el flujo físico de la visita. Algunas salas están organizadas de forma cronológica, mientras que otras se centran en autores específicos o exposiciones temáticas. Optimizar el recorrido entre estas salas es esencial para que los visitantes puedan aprovechar su tiempo y evitar desplazamientos innecesarios.

### 2.1.6. Visita

Por último, el perfil de los visitantes añade otra capa de complejidad al problema. Cada visitante tiene intereses únicos que pueden variar desde la preferencia por un autor o estilo específico hasta el interés en temáticas concretas. Además, factores como el tamaño del grupo, la presencia de niños o mayores, y el tiempo disponible afectan significativamente la experiencia. Es crucial que el sistema se adapte a la visita para cumplir con estas expectativas, priorizando obras y salas según las preferencias y limitaciones del usuario.

En este contexto, es evidente que la planificación de visitas a museos no es simplemente una cuestión de elegir qué ver, sino de diseñar una experiencia que ayudándose de los elementos del dominio disponibles conecte los intereses del visitante con las riquezas culturales del museo, asegurando una experiencia satisfactoria, educativa y organizada.

## 2.2. Problemas y subproblemas

Para solucionar este problema nos vamos a guiar de la estrategia de asociación heurística mencionada previamente en las clases de teoría. Teniendo en cuenta esto, hemos identificado los siguientes subproblemas que intervienen en la resolución:

### 2.2.1. Problema concreto

El programa ha de recopilar información de la visita del usuario para poder construir el problema concreto. La adquisición de información nos dará la base del conocimiento sobre los requerimientos del usuario para poder empezar a trabajar. Se deberá preguntar el número de días que estará en el museo y las horas que querrá estar cada día nos ayudará a organizar el tiempo de la visita. Para personalizar la experiencia se tendrá que recopilar también las diferentes preferencias del usuario, ya sean de temática, autor, movimiento o época. También se ha de recopilar el tamaño del grupo, y si incluye mayores y/o niños, así como los conocimientos de arte del grupo para poder acotar la complejidad de la visita.

### 2.2.2. Problema abstracto

Trabajar con la información concreta proporcionada en el subproblema anterior no es nada recomendado, ya que hay demasiado detalle que no influye en que tipo de solución que se dará. Es necesario hacer una abstracción del conocimiento concreto, destilando la mayoría de detalles para obtener el problema discretizado. En el nivel de abstracción, hablamos de arquetipos de problema. Este subproblema de abstracción permite identificar con qué arquetipo de problema nos encontramos. Abstraemos la información concreta para obtener si hay interés en autores (pero no en cuáles), temáticas, movimientos o épocas. También se discretiza el tiempo total y el conocimiento. Finalmente, se infiere conocimiento sobre si debe haber o no descansos y una discretización del número de obras que debe recoger la visita.

### 2.2.3. Solución abstracta

Una vez identificado el arquetipo de problema abstracto con su conocimiento discretizado, se infiere nuevo conocimiento para determinar qué tipo de solución abstracta tenemos. En el nivel de abstracción, hablamos de arquetipos de soluciones. Nuestro arquetipo de solución guardará conocimiento del problema abstracto sobre las preferencias. También se infiere conocimiento sobre si el tipo de visita solución es turística o intelectual, además de cuantas obras por hora debe ofrecer la solución (discretizado en muy lento, lento, medio, rápido, muy rápido).

### 2.2.4. Solución concreta

Una vez obtenido el arquetipo de solución abstracta, se debe concretar para poder ajustarse a los requerimientos del usuario. A partir de los conocimientos abstractos y discretizados del arquetipo de solución y los conocimientos concretos y numéricos del problema concreto, se infiere el conocimiento que permitirá ofrecer al usuario la visita que

mejor se ajuste a sus requerimientos. Esta solución incluirá todas las salas por donde debe pasar y que cuadros ver por sala. Desglosado en los distintos días que dura la visita.

### 2.2.5. Impresión de la información

Una vez generado el conocimiento de la solución concreta, esta se ha de imprimir en consola con el formato concreto para que el usuario pueda obtener este conocimiento de forma legible y entendible.

## 2.3. Ejemplos de conocimiento experto extraído del dominio

A continuación, se dan algunos ejemplos de conocimiento experto que se puede encontrar en el dominio. Estos ejemplos permiten dar una orientación a cómo debe trabajar nuestro sistema basado en reglas de producción para poder cumplir con los resultados esperados.

1. Una obra como ***La Libertad guiando al pueblo*** está clasificada dentro de la corriente del *Romanticismo*, periodo pictórico del siglo XIX, y tiene una temática política e histórica. Esta obra es adecuada para las visitas que tienen preferencia por el movimiento *Romanticismo*, por la época del siglo XIX o por la temática política o histórica.
2. Un usuario interesado en el ***Barroco*** priorizará obras de pintores como *Caravaggio* y *Rubens*, y visitará salas dedicadas a escenas religiosas y mitológicas.
3. La asociación de un pintor como ***Vincent van Gogh*** al Postimpresionismo permite que un usuario con preferencia por el movimiento Postimpresionista se le recomienden obras de ***Vincent van Gogh***.

## 2.4. Proceso de resolución

Para el proceso de resolución se ha apostado por la opción de dividir en cinco subproblemas. Al ser el problema un análisis siguiendo las preferencias de los visitantes en la clase Visita, queremos llegar a hacer una visita con las obras que más se acercan a sus intereses, ya sea porque son de su pintor favorito o de su época favorita. El proceso que seguirá nuestro sistema se compone de los siguientes pasos:

1. El sistema se inicializa sin ningún tipo de información, por lo que debe pedírsela al usuario. El usuario dará información concreta sobre sus requerimientos. Este paso se corresponde al problema concreto. Hasta que el sistema no haya obtenido todos los datos explicados en el apartado [problema concreto](#), no pasará al siguiente.
2. Con todos los datos del problema concreto, el sistema empezará a hacer sus inferencias para abstraer y discretizar el conocimiento concreto. Por ejemplo, si hay niños o jubilados, entonces deberá haber descansos. Este paso corresponde al

problema abstracto. Una vez obtenido todo el conocimiento especificado en el apartado [problema abstracto](#), pasará al siguiente paso.

3. Con el arquetipo de problema ya determinado, el sistema hará la asociación heurística para obtener la solución concreta. Esta asociación heurística consiste en determinar el arquetipo de solución. Por ejemplo, si el tiempo es bajo y hay muchas obras por ver, se tratará de una solución donde la velocidad de obras por hora es muy alta. Este paso corresponde a la solución abstracta. Una vez obtenido todo el conocimiento especificado en el apartado [solución abstracta](#) se continuará al siguiente paso.
4. Con el arquetipo de solución ya determinado, el sistema deberá hacer el refinamiento y adaptación para dar al usuario el recorrido que se adapte a sus necesidades. Por ejemplo, con una velocidad de obras por hora muy alta y una visita consistente en un día de cuatro horas sin preferencias y con poco conocimiento en arte, el sistema infiere las 15 primeras obras más populares que se encuentren en la misma sala o en una sala contigua. Este paso corresponde a la solución concreta. Una vez obtenida la solución concreta especificada en el apartado [solución concreta](#) se continuará con el siguiente paso.
5. Con la solución concreta ya determinada, solo queda dar al usuario la solución de forma legible y entendible. Este paso corresponde a la impresión de resultados. Se imprimirán las salas por orden y que cuadros dentro de cada sala debe ver el visitante. Además se diferenciarán los días.

Esta descripción informal del proceso de resolución queda ilustrada en la figura 2.

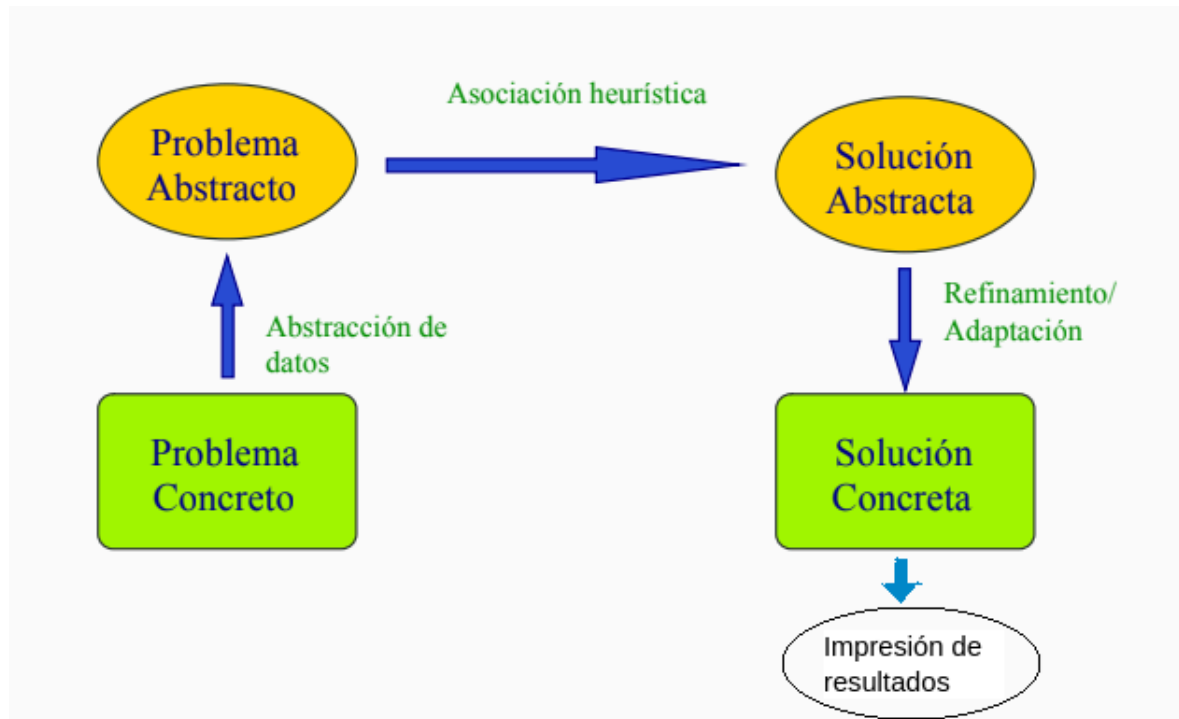


Figura 2: Flujo de los subproblemas y proceso de resolución.

### 3. Formalización del problema

La formalización del problema se llevó a cabo mediante la construcción detallada de una ontología que modela el dominio de los museos y el arte, permitiendo capturar todos los conceptos, atributos y relaciones necesarias. Por otra parte, se concretó qué metodología de resolución se usaría, detallando el proceso de razonamiento que encadena los subproblemas.

#### 3.1. Construcción de la ontología

El diseño de la ontología comenzó con la identificación de las clases principales que se podían encontrar con tal de definir el dominio definido en el apartado [Conceptos del dominio](#), como *Obra*, *Pintor*, *Temática*, *Sala*, *Visita*, y *Época*, así como las subclases derivadas de conceptos más específicos, como *Estilo*, *Corriente*, *Escuela* y *Periodo Pictórico* que són una especialización de *Movimiento*. Cada clase y subclase fue definida con atributos específicos que detallan sus propiedades relevantes. Detallando cual es el rango de esos atributos (por ejemplo, los enteros) y definiendo si admiten valores únicos o múltiples valores. Una vez que las clases y sus atributos están bien definidos, hemos detallado las relaciones entre clases necesarias para representar el conocimiento que permitirá al SBC resolver el problema. Para cada relación, también hay que detallar la multiplicidad de la relación.

### 3.1.1. Definición de las clases de nuestra ontología

#### 3.1.1.1. Obra

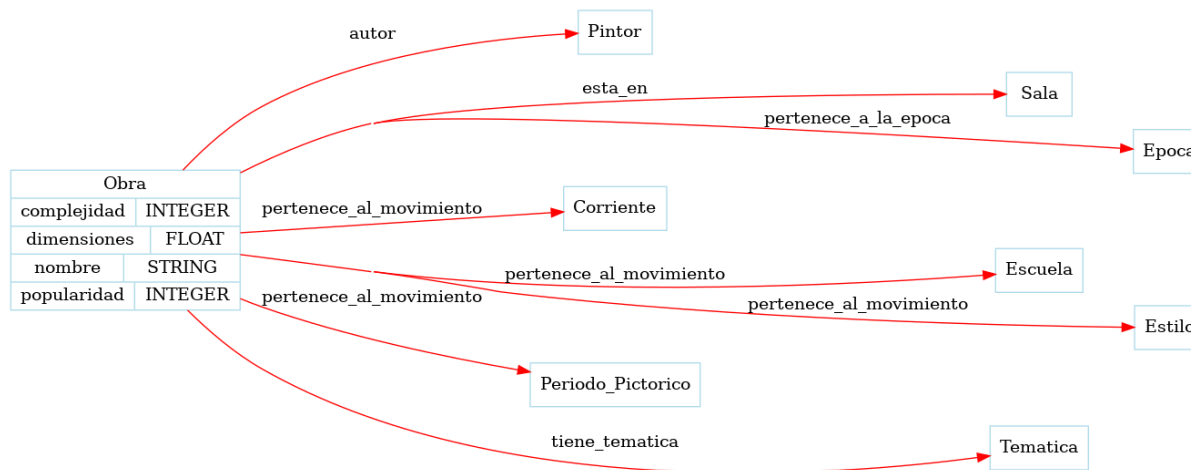


Figura 3: La clase Obra con sus relaciones y atributos.

Obra es de las clases principales que componen nuestra ontología, se relaciona además con un gran número de clases.

Hemos decidido definir obra con las siguientes características:

- **Complejidad:** esta característica servía para definir la dificultad y el grado de conocimiento que demandaba una obra para ser correctamente disfrutada.
- **Dimensiones:** la superficie total del cuadro en metros cuadrados
- **Nombre:** nombre del cuadro
- **Popularidad:** la popularidad de la obra, útil para distinguir si es adecuada entre diferentes tipos de visitas.

A su vez, obra tiene diversas posibles relaciones:

- **Autor:** el autor de la obra
- **Esta\_en:** indica en cuál de las instancias de sala se sitúa la obra
- **Pertenece\_al\_movimiento:** relaciona a la obra con una de las instancias de las subclases de movimiento.
- **Tiene\_tematica:** define qué temáticas trata la obra en cuestión.

### 3.1.1.2. Visita

Visita	
conocimiento	INTEGER
dias	INTEGER
grupo	SYMBOL
horas	INTEGER
preferencias	STRING

Figura 4: La clase Visita con sus atributos (no tiene relaciones).

Visita es básicamente la clase en la que se almacenaba toda la información del usuario en cuestión, información que será utilizada para personalizar al máximo la visita. Sus atributos son:

- **Conocimiento:** atributo que cuantifica el conocimiento de arte que tienen los integrantes del grupo que va a hacer la visita.
- **Días:** durante cuántos días van a visitar el museo.
- **Horas:** las horas por día que va a estar el grupo en el museo.
- **Grupo:** este atributo puede almacenar múltiples tipos de información
  - Número de Integrantes
  - ¿Hay niños en el grupo?
  - ¿Hay jubilados en el grupo?
- **Preferencias:** los diferentes tipos de preferencias que puede tener el grupo, ya sean de época, autor, movimiento... Se ha escogido un tipo String porque de esta manera, en vez de buscar las preferencias por clases, podemos simplemente hacer comparaciones con los nombres de las instancias.

### 3.1.1.3 Movimiento

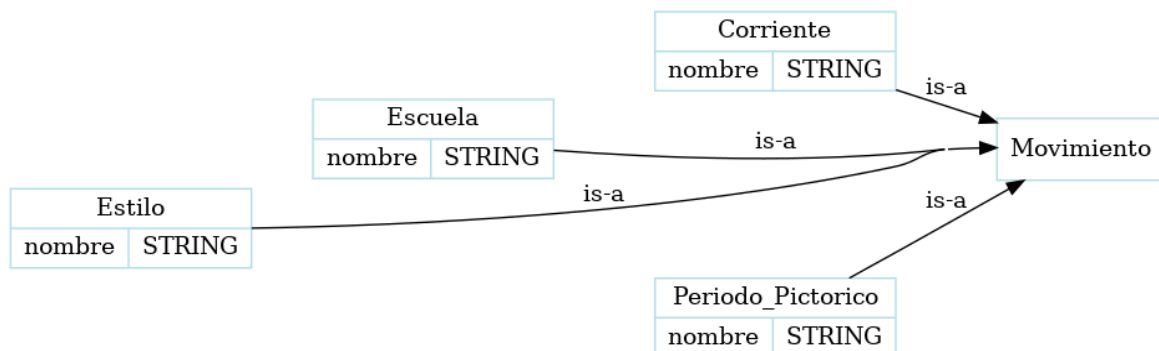


Figura 5: La clase Movimiento con sus subclases y atributos.

En este caso la relación movimiento solo se usa como clase generalizada de los diferentes tipos de movimientos que pueden existir, esta decisión se tomó con tal de que a la hora de abstraer la información, todo fuese más claro.

Eso sí, todas las subclases del movimiento tienen el atributo:

- **nombre:** que es el nombre de la instancia de la subclase de movimiento

#### 3.1.1.4 Sala

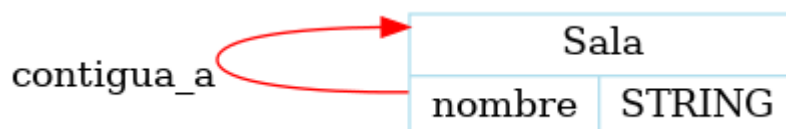


Figura 6: La clase Sala con sus relaciones y atributos

Como un objetivo de la ontología es ser capaz de crear un recorrido eficiente, decidimos crear la clase Sala con la intención de representar la distribución del museo.

Solo tiene un atributo:

- **nombre:** identificador de cada instancia de sala

La única relación que sale de sala es:

- **contigua\_a:** relaciona la instancia de sala con otras instancias, indicando que en un plano físico, está contigua a ellas.

#### 3.1.1.5 Temática

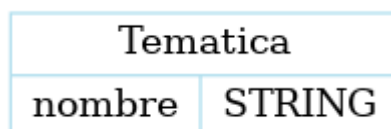


Figura 7: La clase Tematica con sus atributos

La clase temática fue creada para representar una de las posibles preferencias que podría tener el usuario, busca representar la idea y/o temática general de la obra con la que se relaciona. Sus atributos son:

- **nombre:** atributo para distinguir las instancias de temática.

#### 3.1.1.6. Pintor



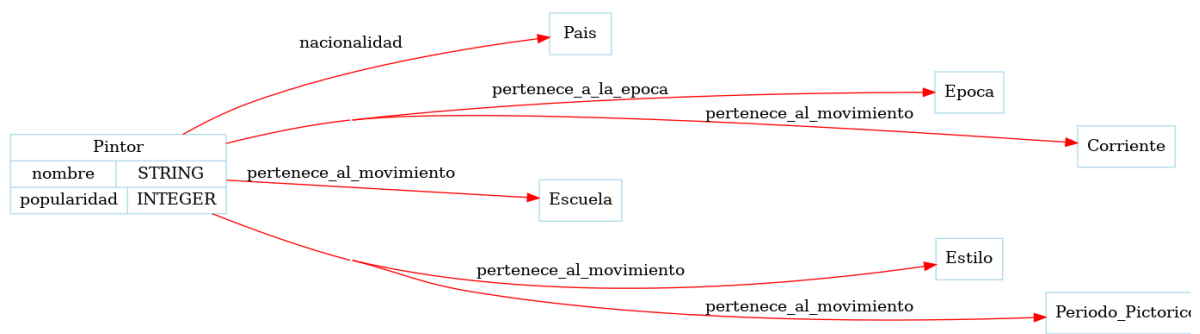


Figura 8: La clase Pintor con sus relaciones y atributos

La clase Pintor representa los diferentes autores de las obras, y puede ser usada como preferencia para una visita. Sus atributos son:

- **nombre:** el nombre del pintor en cuestión.
- **popularidad:** un valor en el rango [1, 10] utilizado para indicar la popularidad del autor.

Tiene dos posibles relaciones que salen de la clase:

- **nacionalidad:** indica el país del que es este autor
- **pertenece\_a\_la\_epoca:** la época de la que formó parte el autor
- **pertenece\_al\_movimiento:** el movimiento principal del que el autor formó parte.

### 3.1.2. Ontología final

Finalmente, la fusión de todas nuestras clases nos deja con esta versión de la ontología que utilizamos para definir el dominio. Gracias a los atributos que tenemos podemos organizar el conocimiento de la ontología perfectamente, tanto la información de la visita como la de las obras del museo y sus características.

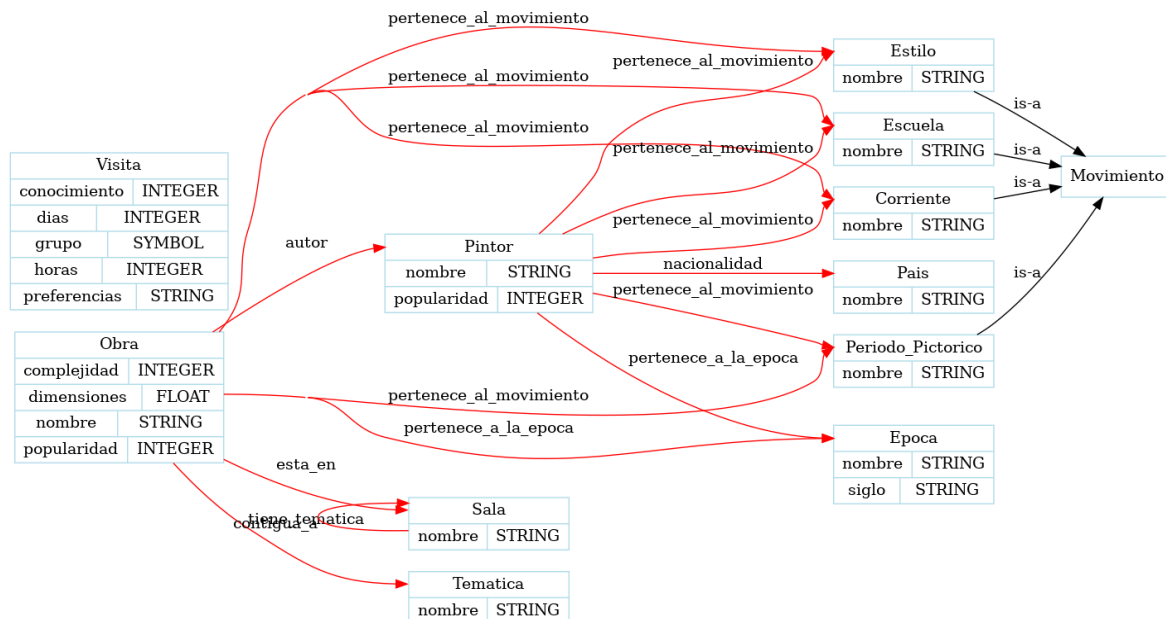


Figura 9: La ontología completa.

## 3.2. Razonamiento de los subproblemas

Cada subproblema identificado en la conceptualización se abordó con un razonamiento específico:

### 3.2.1. Recopilación de información

Dando por hecho que la información de la ontología sea accesible previamente a esta fase, se le hacen preguntas al usuario, para recopilar esta información de la visita. Las preferencias se dejarán elegir de las disponibles que tengamos como instancias de la ontología. Por lo tanto:

- Entrada: Que se haya configurado previamente la ontología adecuadamente.
- Salida: La creación de una instancia Visita, con la información que se haya recopilado.

### 3.2.2. Abstracción de la información

Partiendo de los datos concretos, hemos de ahora convertirlos en información abstracta. Para esto aplicaremos reglas que, dependiendo del tamaño del grupo y de factores como si hay niños o jubilados, pueda estimar si se podrán ver muchas obras, si se harán descansos, el tiempo que se tiene de visita y otros datos como el grado de conocimiento que tienen los visitantes y los diferentes tipos de preferencias seleccionadas por los visitantes. Por lo tanto:

- Entrada: Nuestro problema concreto con la información recopilada.

- Salida: Esta misma información, pasada por un proceso de destilación. Esta salida no ha de tener información concreta, por ende, todos los datos que recopilemos tienen que ser no cuantificables, y meramente simbólicos.

### 3.2.3. Formación solución abstracta

Una vez conseguidos los datos abstractos del problema, se han de analizar sus valores con tal de identificar cuál será la información importante para definir nuestra solución. De esta manera, podremos categorizar si el tipo de visita es intelectual o turística, la cantidad de obras que pueden ver en relación con el tiempo que tienen y así como unificar el conjunto de intereses para definir así más adecuadamente la solución. Entonces tenemos:

- Entrada: La información abstraída del problema.
- Salida: Conjunto de datos abstractos que caracterizan cómo se deberá formar una solución. De nuevo han de ser abstractos, no cuantificables.

### 3.2.4. Formación de solución concreta:

Una vez se tienen los datos de solución abstracta, se ha de formar la solución concreta usando la información del problema concreto y las instancias de la ontología. Esto se hará teniendo en cuenta el tipo de visita, intelectual o turística, y según las preferencias, se irán añadiendo obras al recorrido, preferentemente asignándolas según la proximidad de las salas y las preferencias, y en finalmente, rellenando los huecos que hayan quedado vacíos en el itinerario.

- Entrada: Los datos del problema concreto, así como la solución abstracta.
- Salida: Una distribución adecuada de las obras por cada uno de los días que cubra las preferencias del usuario con un recorrido lo más eficiente posible entre las salas.

### 3.2.5. Impresión de la solución:

Finalmente, teniendo el recorrido de la visita creado, solo tendremos que imprimirlo. Así que tenemos:

- Entrada: El recorrido de la visita con el conjunto de obras y el número de obras por día.
- Salida: Una impresión del recorrido por días, indicando las obras que se visitan, así como los cambios de sala y el autor de cada una de las obras.

## 3.3. Justificación de la metodología

Para encontrar la metodología de resolución de problemas más adecuada para nuestro problema, primero consideramos las distintas alternativas vistas en teoría:

- Clasificación heurística: Mediante razonamiento se escoge un prototipo de solución dentro del conjunto acotado de soluciones. Esta alternativa tiene tres fases bien diferenciadas:
  1. Abstracción de datos.
  2. Asociación heurística.

### 3. Refinamiento.

- Resolución constructiva: Orientada a problemas con un número ilimitado de soluciones. La resolución implica construir la solución a partir de un conjunto de elementos.

Como el número de combinaciones de asignaciones de obras a salas es limitado, observamos que nuestro método de resolución se alinea con la clasificación heurística. Además, nuestro programa realiza los siguientes pasos:

1. Empieza pidiendo información al usuario.
2. Realiza una destilación de los datos para discretizar y categorizar la información del usuario y así obtener el problema abstracto. Observamos cómo este paso se corresponde con la abstracción de datos de la metodología de resolución heurística.
3. Asocia el problema abstracto a una solución abstracta mediante las reglas de producción. El número de soluciones abstractas es limitado, por lo que encuentra la que mejor se ajusta al problema abstracto. Observamos cómo este paso se corresponde con la asociación heurística de la metodología de resolución heurística.
4. Una vez obtenida la solución abstracta, mediante adaptación transforma los datos abstractos a concretos y numéricos. Es decir, obtiene cuáles obras y en cuáles salas se compone la visita. Observamos cómo este paso se corresponde con el refinamiento de la metodología de resolución heurística.

Así pues, hemos visto cómo la metodología de resolución heurística es la que mejor se adapta a nuestro problema y cómo los problemas identificados en la conceptualización encajan en esta metodología.

## 4. Implementación del problema

La implementación del sistema se centra en el uso de una ontología estructurada y un motor de reglas basado en CLIPS, dividiendo el proceso en módulos según los subproblemas identificados. Esto asegura que la solución sea coherente con la metodología de clasificación heurística seleccionada, aplicando un enfoque incremental para desarrollar prototipos y ajustar el sistema.

### 4.1. La ontología

La implementación de la ontología se ha hecho mediante el programa protégé, y tiene exactamente la misma estructura que la explicada en el apartado de [formalización](#). En la Figura 10 se puede comprobar que efectivamente encaja con la formalización previa.

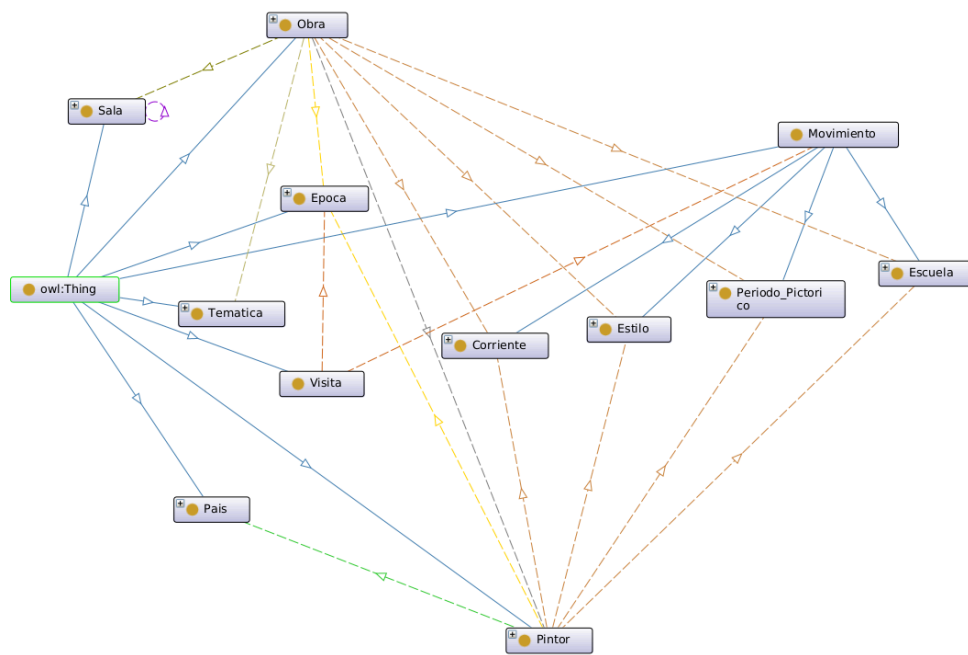


Figura 10: Implementación de la ontología mediante Protégé.

Para instanciar las clases de la ontología, se ha utilizado un conjunto de las 75 obras principales del Museo del Prado. Las clases Epoca, Pintor, Temàtica, Corriente, Estilo, Periodo\_Pictorico y Escuela se han instanciado a partir de las características de las 75 obras. Posteriormente se han creado las instancias de la clase Pais y otras que no estaban ya instanciadas de Epoca, Temàtica, Corriente, Estilo, Periodo\_Pictorico y Escuela para representar las características de los pintores presentes. Una vez todas instanciadas, se han añadido las relaciones correspondientes.

Finalmente, para instanciar las salas, hemos decidido que habría 10 salas. En la Figura 11 se puede observar la distribución de las salas en el museo. Hemos decidido que en cada sala habría entre 5 y 10 obras, y el conjunto de obras estaría distribuido de forma cronológica en las salas. Una vez asociada cada obra con su respectiva sala, nuestra ontología ya es completa.

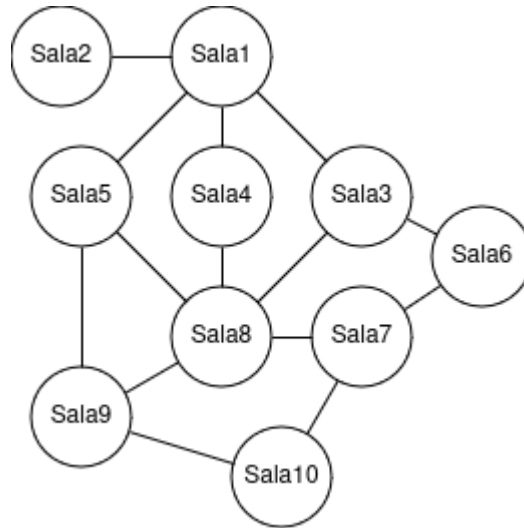


Figura 11: Distribución de las salas

## 4.2. División del problema en módulos

El sistema se divide en módulos usando los subproblemas identificados previamente en [problemas y subproblemas](#). Se sigue el proceso de razonamiento de la metodología de clasificación heurística explicado en [razonamiento de los subproblemas](#). A continuación se van a explicar las diferentes funciones y reglas que tienen cada uno de nuestros módulos:

### 4.2.1. Módulo de recopilación de datos (Módulo A)

La tarea principal del módulo A es llevar a cabo la recopilación de los datos del usuario. Para ello este módulo se compone de las siguientes reglas y funciones:

#### Funciones:

- **entrar\_entero:** pide al usuario que ingrese un número dentro de un rango especificado. Devuelve un entero.
- **entrar\_pregunta\_binaria:** hace al usuario una pregunta de “sí” o “no”. Devuelve true o false dependiendo de la respuesta.
- **entrar\_tipo\_de\_grupo:** solicita al usuario que ingrese los datos del grupo, primero número de visitantes, y después si hay niños y/o jubilados. Devuelve la información del grupo.
- **entrar\_preferencia:** Solicita al usuario que seleccione una preferencia de una lista de instancias de una clase especificada. Devuelve el nombre de la preferencia seleccionada.
- **entrar\_todas\_las\_preferencias:** se llama a sí misma repetidas veces hasta que el usuario decida que no quiere añadir más referencias, hace uso de la función **entrar\_preferencias** para seleccionar cada preferencia individualmente. Devuelve una lista de preferencias.

#### Reglas:

- **entrar\_preferencias:** se activa si no hay ningún hecho “preferencia”, le asigna a “preferencia” lo que devuelve la llamada a **entrar\_todas\_las\_preferencias**.
- **entrar\_dias:** se activa si no hay ningún hecho “dias”, le asigna a “dias” lo que devuelve la función **entrar\_entero**.
- **entrar\_dias:** se activa si no hay ningún hecho “horas”, le asigna a “horas” lo que devuelve la función **entrar\_entero**.
- **entrar\_conocimiento:** se activa si no hay ningún hecho “conocimiento”, le asigna a “conocimiento” lo que devuelve la función **entrar\_entero**.
- **entrar\_grupo:** activada cuando no hay instancia hecho “grupo” y se asigna a un hecho “grupo” el valor que devuelve la llamada **entrar\_tipo\_de\_grupo**.
- **asignar\_a\_vista:** se activa cuando tienes todos los hechos creados por las reglas anteriores, crea una instancia de Visita con toda la información dada por el usuario.
- **cambio\_a\_moduloB:** se activa cuando detecta que hemos creado la instancia de Visita, cambia el foco al moduloB.

#### 4.2.2. Módulo de abstracción de datos (Módulo B)

El módulo B es llamado por el módulo A con tal de abstraer la instancia de visita que el módulo A crea. Al estar este módulo diseñado solamente para abstraer información, no tiene funciones, solamente reglas, estas son las siguientes:

- **regla\_hay\_preferencia\_(pintor/movimiento/epoca/tematica):** hay 4 reglas, una para cada una de las preferencias, pero la plantilla es la misma para las 4, como explicaremos con plantilla general, llamaremos al tipo de preferencia (pintor, movimiento, epoca o tematica) *type*. Para entrar en la regla, mira si existe un hecho “intereses” con un valor *type*, en caso negativo, entra en la regla si existe un valor en el atributo de la instancia de Vista que comparta nombre con el nombre de una de las instancias de *type*. En caso de que lo anterior se cumple, añade un hecho “interes” con el *type* en cuestión.
- **regla\_num\_obras:** si no existe ningún hecho “obras”, crea un hecho “obras” con un posible valor (bajo, medio o alto), basándose en los atributos de la instancia de Vista: dias, horas, grupo y preferencias. Este valor aproxima la cantidad de obras que podrán ver.
- **regla\_conocimiento:** se activa si no hay hecho “conocimiento”, en ese caso lo crea, usando el valor del atributo “conocimiento” de la clase Visita. Este valor abstrae el conocimiento del grupo visitante.
- **regla\_tiempo:** se activa si no existe el hecho “tiempo”, usando los valores “horas” y “dias” de la instancia de Visita, para asignar una abstracción que indique el tiempo del que dispondrá la visita.
- **regla\_descansos:** si no existe el hecho “descansos”, se activa, mira si en el atributo “grupo” de la instancia de visita, indica que hayan niños o jubilados, y en caso positivo crea el hecho “descansos” con valor “sí”, en caso contrario, lo crea con el valor “no”.

- **cambiar\_moduloC:** esta regla es la última que se aplica, y solo se puede activar si existen los hechos “tiempo”, “descansos”, “conocimiento” y “obras”, cambia el foco al módulo C.

#### 4.2.3. Módulo de creación de solución abstracta (Módulo C)

Este módulo es el encargado de utilizar los valores abstractos y crear otros que serán luego útiles para crear una solución concreta. Las reglas que forman el módulo son las siguientes:

- **AbstraerTiempoObras:** se activa si existen los hechos “obras” y “tiempo”, usa los valores de estos dos para encontrar la relación entre ellos, creando entonces el nuevo hecho “obrashora” que indica el ritmo al que se verán las obras en la visita.
- **Es\_turistica:** se activa cuando existe el hecho “conocimiento” y usa este último para crear el hecho “tipo\_visita”, que puede tener asignado el valor “intelectual” o “turística”, dependiendo del valor de conocimiento.
- **preferencia:** si no existe el hecho “pref” y el hecho “interes” existe, crea un hecho “pref” que, dado los valores del hecho “interes”, lista los tipos de preferencias que tiene.
- **cambiar\_moduloD:** se activa la última y cambia el foco al moduloD.

#### 4.2.4. Módulo de creación de solución concreta (Módulo D)

Este módulo se corresponde con el subproblema de la solución concreta. Tiene el conocimiento necesario almacenado en forma de reglas de producción para a partir de la solución abstracta y el problema concreto, inferir la solución concreta. Este módulo tiene una función auxiliar:

- **frecuencia:** Tiene como parámetros una instancia de Obra y una lista de instancias de Obra. Devuelve el número absoluto de apariciones de la instancia en la lista.

En cuanto a las reglas, por un lado, tenemos dos reglas que operan de forma individual:

- **regla\_inicial:** Es la primera regla en ejecutarse del módulo. A partir de la velocidad de obras por hora (el hecho *obrashora* de la solución abstracta), el número de días de la visita (guardado en la instancia de Visita del problema concreto) y el número de horas de cada visita (guardado en la instancia de Visita del problema concreto) infiere una lista con el número de obras por día que se deben rellenar a la visita.
- **cambiar\_moduloImprimir:** se activa la última y cambia el foco al moduloImprimir.

Por otro lado, tenemos un conjunto de 26 reglas de producción que todas siguen el mismo esquema. En lo único que se diferencian es en si la visita es turística o intelectual, en si la nueva obra por añadir estará en la misma sala que la anterior o en una contigua y en si siguen alguna preferencia o ninguna. El esquema de una regla sigue los pasos:

1. En caso de que sea una regla de preferencia (tienen prioridad respecto a las que añaden obras sin seguir ninguna preferencia), comprueba que haya la preferencia que maneja la regla. Por ejemplo, la regla



*regla\_rellenar\_autores\_intelectual\_sala\_contigua* comprueba que exista una preferencia por autor (en el hecho *pref* de la solución abstracta). Posteriormente se captura el nombre de un autor (guardado en la instancia de Visita del problema concreto).

2. Comprueba que el tipo de solución (intelectual o turística) concuerde con la regla. Por ejemplo, la regla *regla\_rellenar\_autores\_intelectual\_sala\_contigua* comprueba que el tipo de solución sea intelectual (en el hecho *tipo\_visita* de la solución abstracta).
3. Captura el primer día de la lista con el número de obras por día que se está rellenando. Por ejemplo, si el día uno de la visita tenía 15 obras por rellenar y ya se han rellenado y el día dos otras 15 de las cuales aún restan 7 por rellenar, comprueba que se haya ejecutado en el día dos.
4. Captura una instancia de obra que cumple con la preferencia capturada antes (una obra cualquiera en caso de que la regla no siga ninguna preferencia).
5. Verifica que la instancia tenga frecuencia mínima en el conjunto de obras ya presentes en el recorrido.
6. En caso de que la regla sea para visitas turísticas comprueba que la instancia de obra sea la que tenga más popularidad de entre las disponibles. En caso de ser para visitas intelectuales comprueba que sea la más compleja de entre las disponibles.
7. En caso de que la regla sea para una obra tal que esté en la misma sala que la anterior, se verifica que la anterior sea de la misma sala. En caso contrario, donde la regla es para una obra tal que esté en otra sala contigua, se verifica que la anterior esté en una sala contigua.
8. Una vez cumplida la parte izquierda de la regla, se añade la obra en la lista de las obras del recorrido y se decrementa el número de obras por rellenar de ese día.

Así pues, el conjunto de reglas queda resumido en los siguientes esquemas:

- **regla\_rellenar\_{X}\_{Y}\_{Z}**: Permite añadir una obra a la lista de obras. **X** puede ser autor, temática, movimiento, época o nada e indica según qué preferencia añadir una obra que cumpla esa preferencia (paso 1 y 4). **Y** puede ser intelectual o turística y diferencia el tipo de solución (paso 2). **Z** puede ser misma sala o sala contigua e indica la relación con la sala anterior (paso 7).
- **regla\_rellenar\_random**: En caso de que el motor de inferencia quede atascado por un empate (todas de igual popularidad o complejidad), se añade una obra aleatoria para que el motor pueda continuar aplicando. Cabe destacar que este suceso es muy poco frecuente.

#### 4.2.5. Módulo de impresión

El módulo de impresión tiene la función de, una vez calculada la solución, teniendo ya listo el recorrido del museo, imprimir este recorrido para que sea claro para el usuario. Solo se compone de una función y una regla. La función es:

- **imprimir\_solucion:** esta función recibe dos parámetros, “cjt\_obras” y “obras\_por\_dia”, por cada obra, imprime su nombre y el de su autor, además, cada vez que cambia de sala, indica que ha habido un cambio de sala.

Después tenemos la regla:

- **regla\_imprimir:** que simplemente se asegura de que tengamos los hechos “cjt\_obras” y “obras\_por\_dia”, en caso de que los tenga, llama a la función imprimir\_solución pasándole estos hechos como parámetros.

### 4.3 Representación del proceso de resolución mediante reglas

#### 4.3.1. Problema concreto:

Este subproblema lo cubre el moduloA, el cual se encarga de pedir y leer el input del usuario. Tiene un conjunto de reglas, cada una de estas se activa si el parámetro correspondiente de visita no ha sido creado, al activarse la regla del parámetro en cuestión, se llama a la función correspondiente para recopilar los datos del atributo. Una vez recopilada la información, se activa la regla que crea la instancia de Visita, y de esto se pasa al siguiente módulo.

#### 4.3.2. Problema abstracto:

La abstracción de la información queda cubierta por el moduloB, donde un conjunto de reglas se encarga de leer las preferencias que hay en visita, y busca entre las instancias de la ontología para ver de qué tipo es cada una de las estas, además este conjunto de reglas crean un hecho que corresponde a cada tipo de interés. Otra regla se encarga de hacer una puntuación basándose en los días de la visita, las horas de la visita, la información del grupo y sus preferencias, según los valores de esa puntuación, la cantidad de obras que se verán en esa visita puede ser baja, media o alta. Una regla permite la asignación de un valor de conocimiento a bajo, medio o alto según el valor numérico del conocimiento en el problema concreto. Parecida a la regla anterior, hay otra que se encarga de lo mismo pero con el tiempo. Finalmente, una regla asigna si hay descansos en el recorrido, dependiendo de si hay niños y/o jubilados.

#### 4.3.3. Solución abstracta:

El moduloC se encarga de transformar los datos abstractos a información abstracta aplicable a la construcción de una solución. Usa para ello un conjunto de reglas, las cuales se encargan de asignar la relación que tenemos entre la cantidad de obras que hay que ver y el tiempo que se tiene en la visita. Otra indica, basándose en el conocimiento, si la visita será de tipo intelectual o turística. Y otra regla se encarga de coger los diferentes hechos de interés, y juntarlos en una lista en que se indica la clase de las instancias de los intereses del grupo.

#### 4.3.4. Solución concreta:

El extenso moduloD, tiene una regla inicial que usa la información de los días y las horas de problema abstracto, y junto a la información de la velocidad a las que se verán las obras, asigna un número de obras por ver cada día. Además, tiene múltiples reglas distinguidas según si la visita es de tipo intelectual, también según la preferencia, la sala en la que está... En resumen, el conjunto de estas reglas mira lo siguiente, va sala a sala, rellenando por cada sala el máximo número de preferencias que consiga encontrar, antes de cambiar a la siguiente sala contigua a esta. Una vez cubre las preferencias, si no ha gastado el número de obras total, asigna nuevas obras para llenar el recorrido.

#### 4.3.5. Impresión de la solución:

El módulo de impresión solo tiene una regla, que es activada por el conjunto de obras y el número de obras por cada uno de los días, que llama una función que imprime por cada uno de los días, las obras que se visitarán, y la información de las obras, como el nombre de esta y el autor, y las salas por las que se pasa.

### 4.4 Metodología incremental y prototipos

El desarrollo se realizó de forma incremental, dividiendo el sistema en prototipos iterativos:

1. **Fase Inicial:** Representación básica de la ontología:
  - Modelado inicial de clases, atributos y relaciones en Protégé.
  - Borrador básico de reglas y objetivos que tendrían los módulos en CLIPS.
  - Validación de conceptos fundamentales como Obra, Visita y Sala.
2. **Prototipo 1:** Funcionamiento inicial en CLIPS:
  - Creación de reglas básicas para comprobar y empezar a comprender mejor el funcionamiento de CLIPS.
  - Se genera una versión inicial sin usar módulos, donde todo está unificado.
  - En este prototipo se hicieron pruebas para inicializar nuestro conocimiento sobre CLIPS y la solución generada era una aleatoria escogiendo obras y salas al azar.
3. **Prototipo 2:** Profundización de módulos:
  - En este prototipo se empezó a profundizar más en la adición de módulos, dividiendo así la resolución de los subproblemas.
  - Se empezó a trabajar en la abstracción de conocimiento. La solución dada al usuario utilizaba el conocimiento, por lo que no se ajustaba a los requerimientos específicos del usuario (estaba discretizada a grandes rasgos).
4. **Prototipo 3:** Implementación de reglas básicas en CLIPS (entrega punto extra):
  - Creación de reglas iniciales para abstraer nuestro conocimiento concreto a conocimiento abstracto, y formar además una solución abstracta con este conocimiento.
  - En este se encontraban ya los primeros módulos implementados menos el módulo D debido a su complejidad.

- Al no haber un módulo D correctamente forjado, se proporcionaba una salida pseudo-aleatoria del recorrido.
  - Este es el prototipo utilizado para el punto extra.
5. **Prototipo 4:** Incorporación del módulo D:
- Se añade el módulo D.
  - Este módulo se encargaba de personalizar los detalles del recorrido de la visita, ajustando el recorrido a las preferencias del usuario.
6. **Prototipo final:** Integración y pruebas completas:
- Integración de todos los módulos y validación del sistema con datos reales y simulados.
  - Pruebas con diferentes perfiles de usuarios para garantizar robustez y flexibilidad.

# Juegos de prueba

Con todo el sistema de reglas y el conocimiento ya implementado, una etapa de validación fundamental son los juegos de prueba. Nuestros juegos de prueba han sido elegidos para maximizar la representatividad de los tipos de visita que suelen hacerse en un museo. Es decir, para que cubran la gran mayoría de tipos de visita que hacen los visitantes. Los juegos de prueba incluyen casos no usados durante el desarrollo con la finalidad de verificar la escalabilidad y la capacidad de resolver problemas nuevos de nuestro sistema basado en conocimiento. El proceso para elegir los juegos de prueba ha consistido en determinar qué clases de tipos de visita se suelen realizar en los museos, considerando también algún caso extremo que reafirme la validez de nuestro sistema. En total hemos determinado ocho juegos de prueba:

## 1. Visita turística familiar

La mayoría de viajes vacacionales a ciudades de todo el mundo suelen incluir visitas a museos en la planificación del viaje. El perfil común suele ser una familia de unos 4 miembros, en nuestra entrada incluimos que hay niños y personas mayores. El conocimiento en arte suele ser moderado, un 6 sobre 10. Las preferencias suelen ser moderadas al no tener un objetivo fijado ni conocimiento experto en arte, para este caso, consideraremos que no hay preferencias. La duración será de un día de seis horas. A continuación la salida original del programa:

Que tipo de preferencia quiere anadir?

[1] Preferencia por algun autor

[2] Preferencia por alguna tematica

[3] Preferencia por algun movimiento

[4] Preferencia por alguna epoca

[5] No hay mas preferencias

5

En cuantos dias desea visitar el museo? El valor debe estar entre 1 y 3 (ambos incluidos)

1

Cuantas horas quiere que dure una visita de un dia? El valor debe estar entre 1 y 8 (ambos incluidos)

6

Cuantas personas sois? El valor debe estar entre 1 y 100 (ambos incluidos)

4

Hay ninos? [Si/No]

Si

Hay jubilados? [Si/No]

Si

Que grado de conocimiento en arte tiene? El valor debe estar entre 0 y 10 (ambos incluidos)

6

```
#####
El recorrido de una visita diaria esta compuesto por salas. Para cada sala, se indica los
cuadros a ver
Dia 1
En la [Sala4] ver:
La obra [Vista de Toledo] de [El_Greco]
La obra [Venus y Adonis] de [Tiziano]
La obra [Retrato de Isabel Clara Eugenia] de [Peter_Paul_Rubens]
La obra [La Sagrada Familia] de [Francisco_Bayeu_y_Subias]
La obra [La Natividad] de [El_Greco]
La obra [Judith en el Banquete de Holofernes] de [Lucas_Cranach_el_Viejo]
En la [Sala8] ver:
La obra [Retrato de Felipe III a caballo] de [Diego_Velazquez]
La obra [Los Musicos] de [Diego_Velazquez]
La obra [Las Tres Gracias] de [Peter_Paul_Rubens]
La obra [Las Meninas] de [Diego_Velazquez]
La obra [Las Hilanderas] de [Diego_Velazquez]
La obra [La Venus del Espejo] de [Diego_Velazquez]
La obra [La Sagrada Familia del Pajarito] de [Bartolome_Esteban_Murillo]
En la [Sala9] ver:
La obra [San Juan Bautista en el desierto] de [Caravaggio]
La obra [San Jeronimo] de [Jose_de_Ribera]
La obra [San Andres] de [Jose_de_Ribera]
La obra [Retrato de Maria Luisa] de [Claudio_Coello]
La obra [Retrato de Isabel de Borbon] de [Claudio_Coello]
#####
```

La salida de este juego de prueba corresponde a una visita de 1 día, como se pidió en la entrada de datos. Hay 18 obras, un número coherente teniendo en cuenta que se indicó 6 horas de visita en el museo y para un grupo de 4 con niños y jubilados. Los cuadros recomendados son de complejidad moderada y populares. No se aprecian obras repetidas.

## 2. Visita intelectual en pareja

Para este juego de prueba, hemos considerado una pareja apasionada del arte y la cultura. Una visita intelectual en pareja donde tienen claro qué ver y por lo tanto hay varias prioridades. Sin niños ni jubilados, desean hacer una visita al museo de 2 días y 7 horas por día. Con un conocimiento en arte de 9 sobre 10 y con preferencias por los pintores Diego Velazquez y Tiziano. También por la temática Retrato. A continuación la salida original del programa:

```
Que tipo de preferencia quiere anadir?
[1] Preferencia por algun autor
[2] Preferencia por alguna tematica
[3] Preferencia por algun movimiento
```

[4] Preferencia por alguna epoca

[5] No hay mas preferencias

1

[1] Antonello

[2] Antonio Gisbert

[3] Bartolome Esteban Murillo

[4] Caravaggio

[5] Claudio Coello

[6] Claudio de Lorena

[7] Diego Velazquez

[8] El Bosco

[9] El Greco

[10] Fra Angelico

[11] Francisco Bayeu y Subias

[12] Francisco de Goya

[13] Francisco de Zurbaran

[14] Jose de Ribera

[15] Leonardo da Vinci

[16] Lucas Cranach el Viejo

[17] Peter Paul Rubens

[18] Pieter Brugel el Viejo

[19] Rafael Sanzio

[20] Rogier van der Weyden

[21] Sandro Botticelli

[22] Tintoretto

[23] Tiziano

[24] No anadir la preferencia

7

Que tipo de preferencia quiere anadir?

[1] Preferencia por algun autor

[2] Preferencia por alguna tematica

[3] Preferencia por algun movimiento

[4] Preferencia por alguna epoca

[5] No hay mas preferencias

1

[1] Antonello

[2] Antonio Gisbert

[3] Bartolome Esteban Murillo

[4] Caravaggio

[5] Claudio Coello

[6] Claudio de Lorena

[7] Diego Velazquez

[8] El Bosco

[9] El Greco

[10] Fra Angelico

[11] Francisco Bayeu y Subias

[12] Francisco de Goya

[13] Francisco de Zurbaran

[14] Jose de Ribera

[15] Leonardo da Vinci  
[16] Lucas Cranach el Viejo  
[17] Peter Paul Rubens  
[18] Pieter Brugel el Viejo  
[19] Rafael Sanzio  
[20] Rogier van der Weyden  
[21] Sandro Botticelli  
[22] Tintoretto  
[23] Tiziano  
[24] No anadir la preferencia  
23

Que tipo de preferencia quiere anadir?

[1] Preferencia por algun autor  
[2] Preferencia por alguna tematica  
[3] Preferencia por algun movimiento  
[4] Preferencia por alguna epoca  
[5] No hay mas preferencias

2

[1] Retrato  
[2] Costumbrista  
[3] Historico  
[4] Alegorico  
[5] Mitologico  
[6] Naturaleza muerta  
[7] Paisaje  
[8] Religiosa  
[9] Biblico  
[10] No anadir la preferencia

1

Que tipo de preferencia quiere anadir?

[1] Preferencia por algun autor  
[2] Preferencia por alguna tematica  
[3] Preferencia por algun movimiento  
[4] Preferencia por alguna epoca  
[5] No hay mas preferencias

5

En cuantos dias desea visitar el museo? El valor debe estar entre 1 y 3 (ambos incluidos)

2

Cuantas horas quiere que dure una visita de un dia? El valor debe estar entre 1 y 8 (ambos incluidos)

7

Cuantas personas sois? El valor debe estar entre 1 y 100 (ambos incluidos)

2

Hay ninos? [Si/No]

No

Hay jubilados? [Si/No]

No

Que grado de conocimiento en arte tiene? El valor debe estar entre 0 y 10 (ambos incluidos)



#####

El recorrido de una visita diaria esta compuesto por salas. Para cada sala, se indica los cuadros a ver

Dia 1

En la [Sala8] ver:

La obra [Las Meninas] de [Diego\_Velazquez]

En la [Sala3] ver:

La obra [Retrato encuestre del Duque de Lerma] de [Tiziano]

En la [Sala1] ver:

La obra [Carlos V en la batalla de Muhlberg] de [Tiziano]

La obra [El Jardin de las Delicias panel izquierdo] de [El\_Bosco]

La obra [El Jardin de las Delicias panel derecho] de [El\_Bosco]

La obra [El Jardin de las Delicias] de [El\_Bosco]

La obra [El Expolio] de [El\_Greco]

La obra [El Descendimiento] de [Rogier\_van\_der\_Weyden]

La obra [El Cardenal] de [Rafael\_Sanzio]

La obra [El Caballero de la Mano en el Pecho] de [El\_Greco]

La obra [Diana y Calisto] de [Tiziano]

En la [Sala5] ver:

La obra [Cristo abrazando a la cruz] de [Jose\_de\_Ribera]

La obra [Cristo Muerto Sostenido por un Angel] de [Antonello]

La obra [Conde Duque de Olivares a Caballo] de [Diego\_Velazquez]

Dia 2

En la [Sala5] ver:

La obra [Bodegon con cesto de frutas] de [Caravaggio]

La obra [Bodegon con Cacharros] de [Francisco\_de\_Zurbaran]

La obra [Autorretrato] de [Diego\_Velazquez]

La obra [Apolo en la Fragua de Vulcano] de [Diego\_Velazquez]

La obra [Adoracion de los Reyes Magos] de [Peter\_Paul\_Rubens]

En la [Sala9] ver:

La obra [San Juan Bautista en el desierto] de [Caravaggio]

La obra [San Jeronimo] de [Jose\_de\_Ribera]

La obra [San Andres] de [Jose\_de\_Ribera]

La obra [Retrato de Maria Luisa] de [Claudio\_Coello]

La obra [Retrato de Isabel de Borbon] de [Claudio\_Coello]

La obra [Retrato de Inocencio X] de [Diego\_Velazquez]

La obra [Retrato de Felipe IV] de [Diego\_Velazquez]

En la [Sala8] ver:

La obra [Retrato de Felipe III a caballo] de [Diego\_Velazquez]

La obra [Los Musicos] de [Diego\_Velazquez]

La salida de este juego de prueba corresponde a una visita de 2 días, como se pidió en la entrada de datos. Hay unas 14 obras por día, un número coherente teniendo en cuenta que se indicó 7 horas de visita en el museo y para una pareja con un alto conocimiento en arte que desean focalizarse en sus preferencias indicadas. Se pueden observar 8 obras de Diego Velazquez y 4 de Tiziano (versus las 5 totales de Tiziano que hay en nuestro museo).

Además, se pueden observar que hay 7 obras que son retratos. Se han recomendado obras de gran complejidad. No se aprecian obras repetidas.

### 3. Visita escolar

Para este juego de prueba, hemos considerado un colegio que va a realizar una visita focalizada en una preferencia que quieren estudiar. Una visita popular de un grupo de 30 niños (una clase). Desean hacer una visita al museo de 1 día y 5 horas. Se centrarán en el movimiento Barroco. Con un conocimiento en arte de 3 sobre 10. A continuación la salida original del programa:

Que tipo de preferencia quiere anadir?

- [1] Preferencia por algun autor
- [2] Preferencia por alguna tematica
- [3] Preferencia por algun movimiento
- [4] Preferencia por alguna epoca
- [5] No hay mas preferencias

3

- [1] Romanticismo
- [2] Gotico Flamenco
- [3] Gotico Internacional
- [4] Neoclasicismo
- [5] Barroco
- [6] Renacimiento
- [7] No anadir la preferencia

5

Que tipo de preferencia quiere anadir?

- [1] Preferencia por algun autor
- [2] Preferencia por alguna tematica
- [3] Preferencia por algun movimiento
- [4] Preferencia por alguna epoca
- [5] No hay mas preferencias

5

En cuantos dias desea visitar el museo? El valor debe estar entre 1 y 3 (ambos incluidos)

1

Cuantas horas quiere que dure una visita de un dia? El valor debe estar entre 1 y 8 (ambos incluidos)

5

Cuantas personas sois? El valor debe estar entre 1 y 100 (ambos incluidos)

30

Hay ninos? [Si/No]

Si

Hay jubilados? [Si/No]

No

Que grado de conocimiento en arte tiene? El valor debe estar entre 0 y 10 (ambos incluidos)

3

```
#####
El recorrido de una visita diaria esta compuesto por salas. Para cada sala, se indica los
cuadros a ver
Dia 1
En la [Sala8] ver:
La obra [Las Meninas] de [Diego_Velazquez]
La obra [Retrato de Felipe III a caballo] de [Diego_Velazquez]
La obra [Los Musicos] de [Diego_Velazquez]
La obra [Las Tres Gracias] de [Peter_Paul_Rubens]
La obra [Las Hilanderas] de [Diego_Velazquez]
La obra [La Venus del Espejo] de [Diego_Velazquez]
La obra [La Sagrada Familia del Pajarito] de [Bartolome_Esteban_Murillo]
En la [Sala9] ver:
La obra [San Juan Bautista en el desierto] de [Caravaggio]
La obra [San Jeronimo] de [Jose_de_Ribera]
La obra [San Andres] de [Jose_de_Ribera]
La obra [Retrato de Maria Luisa] de [Claudio_Coello]
La obra [Retrato de Isabel de Borbon] de [Claudio_Coello]
La obra [Retrato de Inocencio X] de [Diego_Velazquez]
La obra [Retrato de Felipe IV] de [Diego_Velazquez]
En la [Sala5] ver:
La obra [Cristo abrazando a la cruz] de [Jose_de_Ribera]
#####
```

La salida de este juego de prueba corresponde a una visita de 1 día, como se pidió en la entrada de datos. Hay 15 obras a visitar, efectivamente todas ellas pertenecientes al movimiento Barroco y las más populares. No se aprecian obras repetidas.

#### 4. Visita turística organizada

En este juego de prueba, hemos vuelto a considerar una visita turística. En este caso, consideramos un grupo grande que podría ser por ejemplo organizado por una agencia con un guía (de esos que van todos con auriculares y el guía con un paraguas alzado). Supondremos un grupo de 40 personas con niños, la visita de un día de 6 horas, preferencias por autores populares nacionales (Diego Velázquez, Francisco de Goya, El Greco, Bartolomé Esteban Murillo y Francisco de Zurbarán) y un conocimiento medio de 6 sobre 10. A continuación la salida original del programa:

```
Que tipo de preferencia quiere anadir?
[1] Preferencia por algun autor
[2] Preferencia por alguna tematica
[3] Preferencia por algun movimiento
[4] Preferencia por alguna epoca
```

[5] No hay mas preferencias

1

[1] Antonello

[2] Antonio Gisbert

[3] Bartolome Esteban Murillo

[4] Caravaggio

[5] Claudio Coello

[6] Claudio de Lorena

[7] Diego Velazquez

[8] El Bosco

[9] El Greco

[10] Fra Angelico

[11] Francisco Bayeu y Subias

[12] Francisco de Goya

[13] Francisco de Zurbaran

[14] Jose de Ribera

[15] Leonardo da Vinci

[16] Lucas Cranach el Viejo

[17] Peter Paul Rubens

[18] Pieter Brugel el Viejo

[19] Rafael Sanzio

[20] Rogier van der Weyden

[21] Sandro Botticelli

[22] Tintoretto

[23] Tiziano

[24] No anadir la preferencia

7

Que tipo de preferencia quiere anadir?

[1] Preferencia por algun autor

[2] Preferencia por alguna tematica

[3] Preferencia por algun movimiento

[4] Preferencia por alguna epoca

[5] No hay mas preferencias

1

[1] Antonello

[2] Antonio Gisbert

[3] Bartolome Esteban Murillo

[4] Caravaggio

[5] Claudio Coello

[6] Claudio de Lorena

[7] Diego Velazquez

[8] El Bosco

[9] El Greco

[10] Fra Angelico

[11] Francisco Bayeu y Subias

[12] Francisco de Goya

[13] Francisco de Zurbaran

[14] Jose de Ribera

[15] Leonardo da Vinci

- [16] Lucas Cranach el Viejo
  - [17] Peter Paul Rubens
  - [18] Pieter Brugel el Viejo
  - [19] Rafael Sanzio
  - [20] Rogier van der Weyden
  - [21] Sandro Botticelli
  - [22] Tintoretto
  - [23] Tiziano
  - [24] No anadir la preferencia
- 12

Que tipo de preferencia quiere anadir?

- [1] Preferencia por algun autor
- [2] Preferencia por alguna tematica
- [3] Preferencia por algun movimiento
- [4] Preferencia por alguna epoca
- [5] No hay mas preferencias

1

- [1] Antonello
- [2] Antonio Gisbert
- [3] Bartolome Esteban Murillo
- [4] Caravaggio
- [5] Claudio Coello
- [6] Claudio de Lorena
- [7] Diego Velazquez
- [8] El Bosco
- [9] El Greco
- [10] Fra Angelico
- [11] Francisco Bayeu y Subias
- [12] Francisco de Goya
- [13] Francisco de Zurbaran
- [14] Jose de Ribera
- [15] Leonardo da Vinci
- [16] Lucas Cranach el Viejo
- [17] Peter Paul Rubens
- [18] Pieter Brugel el Viejo
- [19] Rafael Sanzio
- [20] Rogier van der Weyden
- [21] Sandro Botticelli
- [22] Tintoretto
- [23] Tiziano
- [24] No anadir la preferencia

9

Que tipo de preferencia quiere anadir?

- [1] Preferencia por algun autor
- [2] Preferencia por alguna tematica
- [3] Preferencia por algun movimiento
- [4] Preferencia por alguna epoca
- [5] No hay mas preferencias

1

[1] Antonello  
 [2] Antonio Gisbert  
 [3] Bartolome Esteban Murillo  
 [4] Caravaggio  
 [5] Claudio Coello  
 [6] Claudio de Lorena  
 [7] Diego Velazquez  
 [8] El Bosco  
 [9] El Greco  
 [10] Fra Angelico  
 [11] Francisco Bayeu y Subias  
 [12] Francisco de Goya  
 [13] Francisco de Zurbaran  
 [14] Jose de Ribera  
 [15] Leonardo da Vinci  
 [16] Lucas Cranach el Viejo  
 [17] Peter Paul Rubens  
 [18] Pieter Brugel el Viejo  
 [19] Rafael Sanzio  
 [20] Rogier van der Weyden  
 [21] Sandro Botticelli  
 [22] Tintoretto  
 [23] Tiziano  
 [24] No anadir la preferencia  
 3  
 Que tipo de preferencia quiere anadir?  
 [1] Preferencia por algun autor  
 [2] Preferencia por alguna tematica  
 [3] Preferencia por algun movimiento  
 [4] Preferencia por alguna epoca  
 [5] No hay mas preferencias  
 1  
 [1] Antonello  
 [2] Antonio Gisbert  
 [3] Bartolome Esteban Murillo  
 [4] Caravaggio  
 [5] Claudio Coello  
 [6] Claudio de Lorena  
 [7] Diego Velazquez  
 [8] El Bosco  
 [9] El Greco  
 [10] Fra Angelico  
 [11] Francisco Bayeu y Subias  
 [12] Francisco de Goya  
 [13] Francisco de Zurbaran  
 [14] Jose de Ribera  
 [15] Leonardo da Vinci  
 [16] Lucas Cranach el Viejo  
 [17] Peter Paul Rubens

[18] Pieter Brugel el Viejo  
 [19] Rafael Sanzio  
 [20] Rogier van der Weyden  
 [21] Sandro Botticelli  
 [22] Tintoretto  
 [23] Tiziano  
 [24] No anadir la preferencia  
 13  
 Que tipo de preferencia quiere anadir?  
 [1] Preferencia por algun autor  
 [2] Preferencia por alguna tematica  
 [3] Preferencia por algun movimiento  
 [4] Preferencia por alguna epoca  
 [5] No hay mas preferencias  
 5  
 En cuantos dias desea visitar el museo? El valor debe estar entre 1 y 3 (ambos incluidos)  
 1  
 Cuantas horas quiere que dure una visita de un dia? El valor debe estar entre 1 y 8 (ambos incluidos)  
 6  
 Cuantas personas sois? El valor debe estar entre 1 y 100 (ambos incluidos)  
 40  
 Hay ninos? [Si/No]  
 Si  
 Hay jubilados? [Si/No]  
 No  
 Que grado de conocimiento en arte tiene? El valor debe estar entre 0 y 10 (ambos incluidos)  
 6  
 #####  
 El recorrido de una visita diaria esta compuesto por salas. Para cada sala, se indica los cuadros a ver  
 Dia 1  
 En la [Sala8] ver:  
 La obra [Las Meninas] de [Diego\_Velazquez]  
 La obra [La Sagrada Familia del Pajarito] de [Bartolome\_Esteban\_Murillo]  
 En la [Sala7] ver:  
 La obra [La Inmaculada Concepcion] de [Bartolome\_Esteban\_Murillo]  
 La obra [La Maja Vestida] de [Francisco\_de\_Goya]  
 La obra [La Maja Desnuda] de [Francisco\_de\_Goya]  
 En la [Sala10] ver:  
 La obra [Santa Isabel de Portugal] de [Francisco\_de\_Zurbaran]  
 La obra [Saturno devorando a su hijo] de [Francisco\_de\_Goya]  
 La obra [El Perro] de [Francisco\_de\_Goya]  
 La obra [El 3 de mayo de 1808] de [Francisco\_de\_Goya]  
 La obra [Retrato de Carlos III cazador] de [Francisco\_de\_Goya]  
 La obra [Los Fusilamientos de Torrijos] de [Antonio\_Gisbert]  
 La obra [Cristo recogiendo sus vestiduras] de [El\_Greco]  
 En la [Sala9] ver:

```
La obra [San Juan Bautista en el desierto] de [Caravaggio]
La obra [San Jeronimo] de [Jose_de_Ribera]
La obra [San Andres] de [Jose_de_Ribera]
La obra [Retrato de Maria Luisa] de [Claudio_Coello]
La obra [Retrato de Isabel de Borbon] de [Claudio_Coello]
La obra [Retrato de Inocencio X] de [Diego_Velazquez]
#####
```

La salida de este juego de prueba corresponde a una visita de 1 día, como se pidió en la entrada de datos. Hay 18 obras, de las cuales 12 cumplen con los requisitos de las preferencias por los autores deseados. Los cuadros recomendados son populares. No se aprecian obras repetidas.

## 5. Visita de media jornada

Hay visitas que solo duran media jornada (una tarde o una mañana por ejemplo). En este juego de prueba consideraremos una visita turística en pareja de un día y cuatro horas. Sin niños ni jubilados. Con un conocimiento en arte de 4 sobre 10 y con preferencias la época del siglo XVIII-XIX y el siglo XIX. A continuación la salida original del programa:

```
Que tipo de preferencia quiere anadir?
[1] Preferencia por algun autor
[2] Preferencia por alguna tematica
[3] Preferencia por algun movimiento
[4] Preferencia por alguna epoca
[5] No hay mas preferencias
4
[1] Renacimiento Temprano
[2] Siglo XIX
[3] Siglo XVII
[4] Siglo XVIII-XIX
[5] Siglo de Oro Espanol
[6] No anadir la preferencia
2
Que tipo de preferencia quiere anadir?
[1] Preferencia por algun autor
[2] Preferencia por alguna tematica
[3] Preferencia por algun movimiento
[4] Preferencia por alguna epoca
[5] No hay mas preferencias
4
[1] Renacimiento Temprano
[2] Siglo XIX
[3] Siglo XVII
[4] Siglo XVIII-XIX
```



```

[5] Siglo de Oro Espanol
[6] No anadir la preferencia
4
Que tipo de preferencia quiere anadir?
[1] Preferencia por algun autor
[2] Preferencia por alguna tematica
[3] Preferencia por algun movimiento
[4] Preferencia por alguna epoca
[5] No hay mas preferencias
5
En cuantos dias desea visitar el museo? El valor debe estar entre 1 y 3 (ambos incluidos)
1
Cuantas horas quiere que dure una visita de un dia? El valor debe estar entre 1 y 8 (ambos incluidos)
4
Cuantas personas sois? El valor debe estar entre 1 y 100 (ambos incluidos)
2
Hay ninos? [Si/No]
No
Hay jubilados? [Si/No]
No
Que grado de conocimiento en arte tiene? El valor debe estar entre 0 y 10 (ambos incluidos)
4
#####
El recorrido de una visita diaria esta compuesto por salas. Para cada sala, se indica los cuadros a ver
Dia 1
En la [Sala10] ver:
La obra [Saturno devorando a su hijo] de [Francisco_de_Goya]
La obra [El 3 de mayo de 1808] de [Francisco_de_Goya]
La obra [El Perro] de [Francisco_de_Goya]
La obra [Santa Isabel de Portugal] de [Francisco_de_Zurbaran]
La obra [Retrato de Carlos III cazador] de [Francisco_de_Goya]
La obra [Los Fusilamientos de Torrijos] de [Antonio_Gisbert]
La obra [Cristo recogiendo sus vestiduras] de [El_Greco]
En la [Sala9] ver:
La obra [San Juan Bautista en el desierto] de [Caravaggio]
La obra [San Jeronimo] de [Jose_de_Ribera]
La obra [San Andres] de [Jose_de_Ribera]
La obra [Retrato de Maria Luisa] de [Claudio_Coello]
La obra [Retrato de Isabel de Borbon] de [Claudio_Coello]
#####

```

La salida de este juego de prueba corresponde a una visita de 1 día, como se pidió en la entrada de datos. De las 12 obras recomendadas, 6 obras cumplen con los requisitos de las preferencias por época (versus las 12 totales en el museo que son de esta época). Además, la

mayoría de obras son más bien populares antes que complejas. No se aprecian obras repetidas.

## 6. Visita de un historiador

En este juego de prueba, consideraremos a un historiador que desea hacer un estudio sobre las obras de temática religiosa. Un grupo de una sola persona sin niños ni jubilados que desea hacer una visita del museo de dos días y cinco horas por día. Con un conocimiento en arte de 10 sobre 10 y con preferencia la temática religiosa. A continuación la salida original del programa:

Que tipo de preferencia quiere anadir?

- [1] Preferencia por algun autor
- [2] Preferencia por alguna tematica
- [3] Preferencia por algun movimiento
- [4] Preferencia por alguna epoca
- [5] No hay mas preferencias

2

- [1] Retrato
- [2] Costumbrista
- [3] Historico
- [4] Alegorico
- [5] Mitologico
- [6] Naturaleza muerta
- [7] Paisaje
- [8] Religiosa
- [9] Biblico
- [10] No anadir la preferencia

8

Que tipo de preferencia quiere anadir?

- [1] Preferencia por algun autor
- [2] Preferencia por alguna tematica
- [3] Preferencia por algun movimiento
- [4] Preferencia por alguna epoca
- [5] No hay mas preferencias

5

En cuantos dias desea visitar el museo? El valor debe estar entre 1 y 3 (ambos incluidos)

2

Cuantas horas quiere que dure una visita de un dia? El valor debe estar entre 1 y 8 (ambos incluidos)

5

Cuantas personas sois? El valor debe estar entre 1 y 100 (ambos incluidos)

1

Hay ninos? [Si/No]

No

Hay jubilados? [Si/No]

No

Que grado de conocimiento en arte tiene? El valor debe estar entre 0 y 10 (ambos incluidos)

10

#####

El recorrido de una visita diaria esta compuesto por salas. Para cada sala, se indica los cuadros a ver

Dia 1

En la [Sala1] ver:

La obra [El Jardin de las Delicias] de [El\_Bosco]

La obra [El Jardin de las Delicias panel izquierdo] de [El\_Bosco]

La obra [El Jardin de las Delicias panel derecho] de [El\_Bosco]

La obra [El Expolio] de [El\_Greco]

La obra [El Descendimiento] de [Rogier\_van\_der\_Weyden]

La obra [El Cardenal] de [Rafael\_Sanzio]

La obra [El Caballero de la Mano en el Pecho] de [El\_Greco]

La obra [Diana y Calisto] de [Tiziano]

La obra [Carlos V en la batalla de Muhlberg] de [Tiziano]

En la [Sala5] ver:

La obra [Cristo abrazando a la cruz] de [Jose\_de\_Ribera]

La obra [Cristo Muerto Sostenido por un Angel] de [Antonello]

La obra [Conde Duque de Olivares a Caballo] de [Diego\_Velazquez]

La obra [Bodegon con cesto de frutas] de [Caravaggio]

La obra [Bodegon con Cacharros] de [Francisco\_de\_Zurbaran]

La obra [Autorretrato] de [Diego\_Velazquez]

Dia 2

En la [Sala5] ver:

La obra [Apolo en la Fragua de Vulcano] de [Diego\_Velazquez]

La obra [Adoracion de los Reyes Magos] de [Peter\_Paul\_Rubens]

En la [Sala9] ver:

La obra [San Juan Bautista en el desierto] de [Caravaggio]

La obra [San Jeronimo] de [Jose\_de\_Ribera]

La obra [San Andres] de [Jose\_de\_Ribera]

La obra [Retrato de Maria Luisa] de [Claudio\_Coello]

La obra [Retrato de Isabel de Borbon] de [Claudio\_Coello]

La obra [Retrato de Inocencio X] de [Diego\_Velazquez]

La obra [Retrato de Felipe IV] de [Diego\_Velazquez]

En la [Sala8] ver:

La obra [Retrato de Felipe III a caballo] de [Diego\_Velazquez]

La obra [Los Musicos] de [Diego\_Velazquez]

La obra [Las Tres Gracias] de [Peter\_Paul\_Rubens]

La obra [Las Meninas] de [Diego\_Velazquez]

La obra [Las Hilanderas] de [Diego\_Velazquez]

La obra [La Venus del Espejo] de [Diego\_Velazquez]

#####

La salida de este juego de prueba corresponde a una visita de 2 días, como se pidió en la entrada de datos. De las 30 obras recomendadas (en los dos días), muchas de ellas son religiosas, también se incluyen bastantes retratos y algunas mitológicas. Todas ellas de una elevada complejidad. No se aprecian obras repetidas.

## 7. Visita exprés

Hay días en que los museos abren sus puertas a todo el público con entrada gratuita. Esos días es común encontrar visitantes que realizan una visita exprés debido a que también quieren visitar otros museos o atracciones turísticas y no disponen de demasiado tiempo. Consideraremos una familia con niños que desea hacer una visita de un día y una hora. Su conocimiento en arte es 4 sobre 10. La única preferencia son obras de temática mitológica. A continuación la salida original del programa:

Que tipo de preferencia quiere anadir?

- [1] Preferencia por algun autor
- [2] Preferencia por alguna tematica
- [3] Preferencia por algun movimiento
- [4] Preferencia por alguna epoca
- [5] No hay mas preferencias

2

- [1] Retrato
- [2] Costumbrista
- [3] Historico
- [4] Alegorico
- [5] Mitologico
- [6] Naturaleza muerta
- [7] Paisaje
- [8] Religiosa
- [9] Biblico
- [10] No anadir la preferencia

5

Que tipo de preferencia quiere anadir?

- [1] Preferencia por algun autor
- [2] Preferencia por alguna tematica
- [3] Preferencia por algun movimiento
- [4] Preferencia por alguna epoca
- [5] No hay mas preferencias

5

En cuantos dias desea visitar el museo? El valor debe estar entre 1 y 3 (ambos incluidos)

1

Cuantas horas quiere que dure una visita de un dia? El valor debe estar entre 1 y 8 (ambos incluidos)

1

Cuantas personas sois? El valor debe estar entre 1 y 100 (ambos incluidos)

5

Hay ninos? [Si/No]

Si

Hay jubilados? [Si/No]

No

Que grado de conocimiento en arte tiene? El valor debe estar entre 0 y 10 (ambos

```

incluidos)
4
#####
El recorrido de una visita diaria esta compuesto por salas. Para cada sala, se indica los
cuadros a ver
Dia 1
En la [Sala10] ver:
La obra [Saturno devorando a su hijo] de [Francisco_de_Goya]
En la [Sala7] ver:
La obra [La Fragua de Vulcano] de [Jose_de_Ribera]
La obra [El Triunfo de Baco] de [Diego_Velazquez]
En la [Sala8] ver:
La obra [Las Hilanderas] de [Diego_Velazquez]
La obra [La Venus del Espejo] de [Diego_Velazquez]
#####

```

Observamos como la salida de este juego de prueba corresponde a una visita de 1 día, como se pidió en la entrada de datos. De las cinco obras recomendadas, todas ellas son mitológicas y no son de gran complejidad sinó más bien populares. No se aprecian obras repetidas.

## 8. Caso extremo

Como se ha comentado anteriormente, este juego de prueba no es una visita común en el museo. Simplemente sirve para afirmar la validez de nuestro sistema ante una entrada que requiere de muchas reglas a aplicar y mucho cómputo de trabajo. Es decir, es una cobertura de casos excepcionales. Habrá varias preferencias de autor, de movimiento, de temática y de época. La visita será de tres días y ocho horas por día (el máximo). El grupo será de una sola persona sin niños ni jubilados para que el sistema infiere que puede ir a ritmo bueno para ver bastantes obras. El conocimiento será 10 (experto). A continuación la salida original del programa:

```

Que tipo de preferencia quiere anadir?
[1] Preferencia por algun autor
[2] Preferencia por alguna tematica
[3] Preferencia por algun movimiento
[4] Preferencia por alguna epoca
[5] No hay mas preferencias
1
[1] Antonello
[2] Antonio Gisbert
[3] Bartolome Esteban Murillo
[4] Caravaggio
[5] Claudio Coello
[6] Claudio de Lorena
[7] Diego Velazquez
[8] El Bosco
[9] El Greco

```

```

[10] Fra Angelico
[11] Francisco Bayeu y Subias
[12] Francisco de Goya
[13] Francisco de Zurbaran
[14] Jose de Ribera
[15] Leonardo da Vinci
[16] Lucas Cranach el Viejo
[17] Peter Paul Rubens
[18] Pieter Brugel el Viejo
[19] Rafael Sanzio
[20] Rogier van der Weyden
[21] Sandro Botticelli
[22] Tintoretto
[23] Tiziano
[24] No anadir la preferencia
1
Que tipo de preferencia quiere anadir?
[1] Preferencia por algun autor
[2] Preferencia por alguna tematica
[3] Preferencia por algun movimiento
[4] Preferencia por alguna epoca
[5] No hay mas preferencias
1
[1] Antonello
[2] Antonio Gisbert
[3] Bartolome Esteban Murillo
[4] Caravaggio
[5] Claudio Coello
[6] Claudio de Lorena
[7] Diego Velazquez
[8] El Bosco
[9] El Greco
[10] Fra Angelico
[11] Francisco Bayeu y Subias
[12] Francisco de Goya
[13] Francisco de Zurbaran
[14] Jose de Ribera
[15] Leonardo da Vinci
[16] Lucas Cranach el Viejo
[17] Peter Paul Rubens
[18] Pieter Brugel el Viejo
[19] Rafael Sanzio
[20] Rogier van der Weyden
[21] Sandro Botticelli
[22] Tintoretto
[23] Tiziano
[24] No anadir la preferencia
2
Que tipo de preferencia quiere anadir?
[1] Preferencia por algun autor
[2] Preferencia por alguna tematica
[3] Preferencia por algun movimiento
[4] Preferencia por alguna epoca
[5] No hay mas preferencias
1
[1] Antonello
[2] Antonio Gisbert
[3] Bartolome Esteban Murillo
[4] Caravaggio
[5] Claudio Coello

```

[6] Claudio de Lorena  
 [7] Diego Velazquez  
 [8] El Bosco  
 [9] El Greco  
 [10] Fra Angelico  
 [11] Francisco Bayeu y Subias  
 [12] Francisco de Goya  
 [13] Francisco de Zurbaran  
 [14] Jose de Ribera  
 [15] Leonardo da Vinci  
 [16] Lucas Cranach el Viejo  
 [17] Peter Paul Rubens  
 [18] Pieter Brugel el Viejo  
 [19] Rafael Sanzio  
 [20] Rogier van der Weyden  
 [21] Sandro Botticelli  
 [22] Tintoretto  
 [23] Tiziano  
 [24] No anadir la preferencia

3

Que tipo de preferencia quiere anadir?

[1] Preferencia por algun autor  
 [2] Preferencia por alguna tematica  
 [3] Preferencia por algun movimiento  
 [4] Preferencia por alguna epoca  
 [5] No hay mas preferencias

2

[1] Retrato  
 [2] Costumbrista  
 [3] Historico  
 [4] Alegorico  
 [5] Mitologico  
 [6] Naturaleza muerta  
 [7] Paisaje  
 [8] Religiosa  
 [9] Biblico  
 [10] No anadir la preferencia

1

Que tipo de preferencia quiere anadir?

[1] Preferencia por algun autor  
 [2] Preferencia por alguna tematica  
 [3] Preferencia por algun movimiento  
 [4] Preferencia por alguna epoca  
 [5] No hay mas preferencias

2

[1] Retrato  
 [2] Costumbrista  
 [3] Historico  
 [4] Alegorico  
 [5] Mitologico  
 [6] Naturaleza muerta  
 [7] Paisaje  
 [8] Religiosa  
 [9] Biblico  
 [10] No anadir la preferencia

2

Que tipo de preferencia quiere anadir?

[1] Preferencia por algun autor  
 [2] Preferencia por alguna tematica  
 [3] Preferencia por algun movimiento

```

[4] Preferencia por alguna epoca
[5] No hay mas preferencias
2
[1] Retrato
[2] Costumbrista
[3] Historico
[4] Alegorico
[5] Mitologico
[6] Naturaleza muerta
[7] Paisaje
[8] Religiosa
[9] Biblico
[10] No anadir la preferencia
3
Que tipo de preferencia quiere anadir?
[1] Preferencia por algun autor
[2] Preferencia por alguna tematica
[3] Preferencia por algun movimiento
[4] Preferencia por alguna epoca
[5] No hay mas preferencias
3
[1] Romanticismo
[2] Gotico Flamenco
[3] Gotico Internacional
[4] Neoclasicismo
[5] Barroco
[6] Renacimiento
[7] No anadir la preferencia
1
Que tipo de preferencia quiere anadir?
[1] Preferencia por algun autor
[2] Preferencia por alguna tematica
[3] Preferencia por algun movimiento
[4] Preferencia por alguna epoca
[5] No hay mas preferencias
3
[1] Romanticismo
[2] Gotico Flamenco
[3] Gotico Internacional
[4] Neoclasicismo
[5] Barroco
[6] Renacimiento
[7] No anadir la preferencia
2
Que tipo de preferencia quiere anadir?
[1] Preferencia por algun autor
[2] Preferencia por alguna tematica
[3] Preferencia por algun movimiento
[4] Preferencia por alguna epoca
[5] No hay mas preferencias
3
[1] Romanticismo
[2] Gotico Flamenco
[3] Gotico Internacional
[4] Neoclasicismo
[5] Barroco
[6] Renacimiento
[7] No anadir la preferencia
3
Que tipo de preferencia quiere anadir?

```



```

[1] Preferencia por algun autor
[2] Preferencia por alguna tematica
[3] Preferencia por algun movimiento
[4] Preferencia por alguna epoca
[5] No hay mas preferencias
4
[1] Renacimiento Temprano
[2] Siglo XIX
[3] Siglo XVII
[4] Siglo XVIII-XIX
[5] Siglo de Oro Espanol
[6] No anadir la preferencia
1
Que tipo de preferencia quiere anadir?
[1] Preferencia por algun autor
[2] Preferencia por alguna tematica
[3] Preferencia por algun movimiento
[4] Preferencia por alguna epoca
[5] No hay mas preferencias
4
[1] Renacimiento Temprano
[2] Siglo XIX
[3] Siglo XVII
[4] Siglo XVIII-XIX
[5] Siglo de Oro Espanol
[6] No anadir la preferencia
2
Que tipo de preferencia quiere anadir?
[1] Preferencia por algun autor
[2] Preferencia por alguna tematica
[3] Preferencia por algun movimiento
[4] Preferencia por alguna epoca
[5] No hay mas preferencias
4
[1] Renacimiento Temprano
[2] Siglo XIX
[3] Siglo XVII
[4] Siglo XVIII-XIX
[5] Siglo de Oro Espanol
[6] No anadir la preferencia
3
Que tipo de preferencia quiere anadir?
[1] Preferencia por algun autor
[2] Preferencia por alguna tematica
[3] Preferencia por algun movimiento
[4] Preferencia por alguna epoca
[5] No hay mas preferencias
5
En cuantos dias desea visitar el museo? El valor debe estar entre 1 y 3
(ambos incluidos)
3
Cuantas horas quiere que dure una visita de un dia? El valor debe estar
entre 1 y 8 (ambos incluidos)
8
Cuantas personas sois? El valor debe estar entre 1 y 100 (ambos incluidos)
1
Hay ninos? [Si/No]
No
Hay jubilados? [Si/No]
No

```

Que grado de conocimiento en arte tiene? El valor debe estar entre 0 y 10 (ambos incluidos)

10

#####

El recorrido de una visita diaria esta compuesto por salas. Para cada sala, se indica los cuadros a ver

Dia 1

En la [Sala5] ver:

La obra [Cristo Muerto Sostenido por un Angel] de [Antonello]

La obra [Conde Duque de Olivares a Caballo] de [Diego\_Velazquez]

En la [Sala8] ver:

La obra [Los Musicos] de [Diego\_Velazquez]

La obra [Las Meninas] de [Diego\_Velazquez]

En la [Sala7] ver:

La obra [La Inmaculada Concepcion] de [Bartolome\_Esteban\_Murillo]

La obra [La Rendicion de Breda] de [Diego\_Velazquez]

En la [Sala10] ver:

La obra [Los Fusilamientos de Torrijos] de [Antonio\_Gisbert]

La obra [El 3 de mayo de 1808] de [Francisco\_de\_Goya]

La obra [Saturno devorando a su hijo] de [Francisco\_de\_Goya]

La obra [Santa Isabel de Portugal] de [Francisco\_de\_Zurbaran]

La obra [Retrato de Carlos III cazador] de [Francisco\_de\_Goya]

La obra [El Perro] de [Francisco\_de\_Goya]

La obra [Cristo recogiendo sus vestiduras] de [El\_Greco]

En la [Sala9] ver:

La obra [San Juan Bautista en el desierto] de [Caravaggio]

La obra [San Jeronimo] de [Jose\_de\_Ribera]

La obra [San Andres] de [Jose\_de\_Ribera]

La obra [Retrato de Maria Luisa] de [Claudio\_Coello]

La obra [Retrato de Isabel de Borbon] de [Claudio\_Coello]

La obra [Retrato de Inocencio X] de [Diego\_Velazquez]

La obra [Retrato de Felipe IV] de [Diego\_Velazquez]

En la [Sala8] ver:

La obra [Retrato de Felipe III a caballo] de [Diego\_Velazquez]

La obra [Las Tres Gracias] de [Peter\_Paul\_Rubens]

La obra [Las Hilanderas] de [Diego\_Velazquez]

La obra [La Venus del Espejo] de [Diego\_Velazquez]

Dia 2

En la [Sala8] ver:

La obra [La Sagrada Familia del Pajarito] de [Bartolome\_Esteban\_Murillo]

En la [Sala7] ver:

La obra [La Maja Vestida] de [Francisco\_de\_Goya]

La obra [La Maja Desnuda] de [Francisco\_de\_Goya]

La obra [La Magdalena penitente] de [Jose\_de\_Ribera]

La obra [La Fragua de Vulcano] de [Jose\_de\_Ribera]

La obra [La Adoracion de los Magos] de [Peter\_Paul\_Rubens]

La obra [El Triunfo de Baco] de [Diego\_Velazquez]

En la [Sala6] ver:

La obra [El Sueno de Jacob] de [Jose\_de\_Ribera]

La obra [El Jardin de la Villa Medici en Roma] de [Diego\_Velazquez]

La obra [El Jardin de la Villa Medici] de [Diego\_Velazquez]

La obra [El Embarco de Santa Paula Romana] de [Claudio\_de\_Lorena]

La obra [El Cardenal Infante Don Fernando] de [Peter\_Paul\_Rubens]

La obra [El Caballero Calavera] de [Jose\_de\_Ribera]

La obra [David Vencedor de Goliath] de [Jose\_de\_Ribera]

La obra [Cristo Cruzificado] de [Diego\_Velazquez]

En la [Sala3] ver:

La obra [Retrato encuestre del Duque de Lerma] de [Tiziano]

En la [Sala1] ver:

La obra [El Descendimiento] de [Rogier\_van\_der\_Weyden]

```

En la [Sala2] ver:
La obra [La Anunciacion] de [Fra_Angelico]
La obra [El Bacanal de los Andrios] de [Tiziano]
La obra [El triunfo de la muerte] de [Pieter_Bruegel_el_Viejo]
La obra [El Pasmo de Sicilia] de [Rafael_Sanzio]
La obra [El Lavatorio] de [Tintoretto]
La obra [El Juicio de Paris] de [Peter_Paul_Rubens]
En la [Sala1] ver:
La obra [El Jardin de las Delicias panel izquierdo] de [El_Bosco]
Dia 3
En la [Sala1] ver:
La obra [El Jardin de las Delicias panel derecho] de [El_Bosco]
La obra [El Jardin de las Delicias] de [El_Bosco]
La obra [El Expolio] de [El_Greco]
La obra [El Cardenal] de [Rafael_Sanzio]
La obra [El Caballero de la Mano en el Pecho] de [El_Greco]
La obra [Diana y Calisto] de [Tiziano]
La obra [Carlos V en la batalla de Muhlberg] de [Tiziano]
En la [Sala5] ver:
La obra [Cristo abrazando a la cruz] de [Jose_de_Ribera]
La obra [Bodegon con cesto de frutas] de [Caravaggio]
La obra [Bodegon con Cacharros] de [Francisco_de_Zurbaran]
La obra [Autorretrato] de [Diego_Velazquez]
La obra [Apolo en la Fragua de Vulcano] de [Diego_Velazquez]
La obra [Adoracion de los Reyes Magos] de [Peter_Paul_Rubens]
En la [Sala4] ver:
La obra [Vista de Toledo] de [El_Greco]
La obra [Venus y Adonis] de [Tiziano]
La obra [Retrato de Isabel Clara Eugenia] de [Peter_Paul_Rubens]
La obra [La Sagrada Familia] de [Francisco_Bayeu_y_Subias]
La obra [La Natividad] de [El_Greco]
La obra [Judith en el Banquete de Holofernes] de [Lucas_Cranach_el_Viejo]
En la [Sala3] ver:
La obra [Retrato de un hombre joven] de [Rafael_Sanzio]
La obra [Los Desposorios de la Virgen] de [Rafael_Sanzio]
La obra [La Virgen de las Rocas] de [Leonardo_da_Vinci]
La obra [La Virgen con el Nino y los Santos] de [El_Greco]
La obra [La Trinidad] de [El_Greco]
#####

```

La salida de este juego de prueba corresponde a una visita de 3 días, como se pidió en la entrada de datos. Hay unas 25 obras por día, un número coherente teniendo en cuenta que se indicó 8 horas de visita en el museo y para una persona con un alto conocimiento en arte. Se puede observar que se satisficieron bastantes de las preferencias y los cuadros recomendados tienen una complejidad elevada. No se aprecian obras repetidas. El SBC hizo un buen trabajo con este caso extremo.

# Bibliografía

[1] Página web oficial del *Museo Nacional del Prado* (Madrid, España) [online].

<https://www.museodelprado.es/> [Accedido el 10 de noviembre de 2024]

[2] *Visitas virtuales - Museo Nacional del Prado* [online].

<https://www.museodelprado.es/visitas-virtuales> [Accedido el 10 de noviembre de 2024]

[3] *Museo del Prado - Wikipedia. La enciclopedia libre* [online].

[https://es.wikipedia.org/wiki/Museo\\_del\\_Prado](https://es.wikipedia.org/wiki/Museo_del_Prado) [Accedido el 15 de noviembre de 2024]