

Práctica de Sistemas Basados en el Conocimiento:

Recomendador de menús de Rico Rico

Théo Fuhrmann

Xavier Gordillo Ramos

Francesc Holly Miró

Cuatrimestre de primavera, 2021

Profesor: Javier Béjar

Índice

Índice	2
Introducción	4
Identificación del problema	5
Descripción del problema	5
Viabilidad de la solución	7
Fuentes de conocimiento	7
Objetivos	8
Conceptualización	9
Descripción de los elementos del dominio	9
Descomposición en subproblemas	10
Proceso de resolución	11
Organización	12
Formalización	13
Tamaño del espacio de búsqueda	13
Ontología	14
Menu	15
Plato	15
Bebida	16
Ingrediente	16
Preferencia	16
RestriccionAlimentaria	17
Temporada	17
Clasificación en subproblemas	17
Implementación	19
Versiones	19
Construcción y población de la ontología	20
Módulos del programa CLIPS	21

Recogida de datos	21
Análisis de los datos	21
Generación y visualización de resultados	23
Juegos de prueba	24
Reunión familiar otoñal de alto presupuesto	24
Congreso tecnológico en invierno	26
Reunión empresarial veraniega al estilo tradicional	31
Cena familiar vegana	33
Banquete apto para celíacos	37
Comida familiar de presupuesto demasiado bajo con un hijo intolerante a la lactosa y un padre vegetariano	41
Comité de empresarios millonarios con ganas de gastar dinero en comida exquisita para el paladar.	42
Conclusiones	45

1. Introducción

Esta es la documentación de la segunda práctica de la asignatura de Inteligencia Artificial del grado GEI para el cuatrimestre de primavera 2021, la cual corresponde a la elaboración de un sistema basado en el conocimiento que sea capaz de recomendar menús variados y de precios diferentes que cumplan restricciones descritas por el usuario y sean personalizados según sus gustos y preferencias.

Uno puede intuir el valor que dicho sistema puede proporcionar a un negocio real de catering que quiere presentar un servicio de alta calidad a sus clientes, con lo que pensamos que la elaboración de esta práctica puede resultar muy instructiva y útil.

Partiremos de una lista suficientemente extensa de platos y bebidas variadas para que, una vez recopilados los datos del usuario, el sistema pueda elaborar tres propuestas diferentes de menús personalizados.

Para el desarrollo de nuestro sistema basado en el conocimiento hemos seguido la metodología explicada en clase: la metodología en cascada, que consta de las siguientes fases:

- Identificación del problema
- Conceptualización
- Formalización
- Implementación
- Validación y prueba

A continuación se explicita el desarrollo de cada una de las fases, y finalmente se recogen algunas conclusiones sobre el trabajo realizado.

2. Identificación del problema

2.1. Descripción del problema

La empresa de catering *Rico Rico* ha decidido implementar un sistema de elaboración de menús para eventos familiares o congresos empresariales y nos ha pedido que el usuario que realiza el pedido se le permita indicar un conjunto de restricciones y preferencias para que el sistema pueda mostrarle recomendaciones de menús personalizados que se adecuen a su gusto particular de entre los cuales pueda elegir.

El sistema debe obtener información general sobre el evento, sobre restricciones alimentarias estrictas y sobre preferencias de tipos de plato y bebida del usuario.

La **información general** sobre el evento incluye:

- El tipo de evento, familiar o congreso.

Esta información nos puede servir para evitar recomendar ciertos tipos de bebidas inadecuadas para los congresos empresariales, que son de un ambiente más formal, por ejemplo los refrescos.

- El número de comensales.

Si el número de comensales para los que se tiene que preparar el menú es muy elevado, evitaremos recomendar platos muy complejos para no sobrecargar de trabajo a los cocineros de *Rico Rico*.

- El presupuesto mínimo y máximo de un menú individual.

El sistema debe recomendar tres menús diferentes de tal forma que el primero de ellos tenga un precio en la parte baja del rango especificado, el segundo lo tenga en la parte media, y el tercero en la parte superior. Así el usuario tendrá tres opciones con precios suficientemente diferentes (dependiendo del rango especificado) para escoger. En caso que no exista un menú dentro del rango especificado que cumpla las restricciones del usuario, el sistema mostrará el que tenga el precio más cercano.

- La temporada en la que se celebrará el evento.

Hay ciertos ingredientes que no están disponibles durante todas las estaciones del año, y por lo tanto hay platos que quizás se puedan servir en otoño pero no en primavera. El sistema debe tener en cuenta esta disponibilidad de los ingredientes como una restricción estricta para no recomendar menús inviables en cierta época del año.

Las **restricciones alimentarias** sobre los platos e ingredientes incluyen:

- Restricciones generales:
 - Vegetariano
 - Vegano
 - Intolerancia al gluten
 - Intolerancia a la lactosa

Cada una de estas restricciones generales implica que el sistema no puede recomendar platos que contengan ciertos ingredientes. Para los vegetarianos hay que evitar carnes y pescados, para los veganos además hay que evitar productos de origen animal, para los intolerantes al gluten se evita los productos derivados de los cereales que contengan gluten y para los intolerantes a la lactosa se evita la leche y derivados lácteos.

- Alergias a ingredientes específicos (o ingredientes prohibidos)

El sistema debe dejar escoger al usuario ingredientes específicos de entre todos los que se usan en la elaboración de los platos para que no se muestren platos hechos con dichos ingredientes en las recomendaciones de menús.

Las **preferencias del usuario** sobre el estilo de los platos y las bebidas incluyen:

- Estilo de los platos:
 - Clásico: Comida tradicional y raciones decentes.
 - Moderno: Platos modernos con raciones minimalistas.
 - Regional: Comida típica de algún lugar o región.
 - Sibarita: Platos exclusivos para paladares exigentes.

Rico Rico tiene información sobre los estilos de cada uno de los platos que ofrece en su carta de modo que la podremos usar para inferir menús más acordes al gusto del usuario.

- Se sirve una bebida por plato o una bebida para todo el menú.

Rico Rico también ha catalogado, para cada plato, qué bebidas se recomienda para que se acompañe la comida de forma satisfactoria. De modo que si el usuario pide una bebida para cada plato el sistema puede ofrecer dos bebidas distintas, cada una acorde al plato al que acompaña. Si el usuario pide solo una bebida para todo el menú, el sistema recomendará una bebida que acompañe satisfactoriamente a los dos platos principales del menú generado.

- Se pueden recomendar bebidas alcohólicas.

Si el usuario decide que el menú no puede contener bebidas alcohólicas porque le parece inapropiado para su evento, o porque quizás hay menores presentes, el sistema generará menús sin bebidas alcohólicas.

Finalmente solo queda concretar la estructura de los menús recomendados. Estos estarán compuestos por un primer plato, un segundo plato, un postre y una o dos bebidas según elija el usuario.

Rico Rico tiene categorizados sus platos de modo que sabemos si pueden ser servidos como primeros, segundos o postres, y hay algunos platos que pueden ser tanto primeros como segundos, por lo que el sistema deberá comprobar que no se ofrece un menú con el mismo primer y segundo plato.

2.2. Viabilidad de la solución

Según la explicación del problema entendemos que se trata, básicamente, de la recomendación de menús que cumplan una serie de restricciones y el máximo de preferencias posibles. Como los menús son una combinación de platos y bebidas, el problema resulta ser un problema de búsqueda en el espacio de todas las posibles combinaciones de platos y bebidas.

Si la carta es de un tamaño suficientemente grande, el número de combinaciones posibles incrementa rápidamente y una búsqueda sin conocimiento ni estrategia (es decir aleatoria) se vuelve inviable, compleja y muy costosa.

Un SBC nos proporciona herramientas para reducir el coste de la búsqueda mediante restricciones y reglas que describen el conocimiento experto en este campo hasta el punto que la resolución del problema resulta factible, por lo que concluimos que es viable la construcción de un SBC para la resolución de este problema.

2.3. Fuentes de conocimiento

Para el desarrollo de un SBC correcto se necesita obtener información especializada del campo sobre el que se pretende trabajar.

En nuestro caso, tratándose de información culinaria para un catering específico, la primera fuente de información que consideramos son los cocineros de *Rico Rico* los cuales nos pueden indicar que platos son primeros, segundos o postres, la complejidad de elaboración, si los diferentes platos son aptos para las personas vegetarianas, veganas o con intolerancias, y como es la disponibilidad de cada ingrediente para las diferentes temporadas del año.

También podemos pedir información a críticos gastronómicos sobre qué platos no combinan bien entre ellos y qué estilo tiene cada plato.

Además podríamos obtener información de un sommelier, que nos indicará qué vinos combinan mejor con qué platos.

Una fuente de conocimiento importante es el propio usuario, al cual se le hacen una serie de preguntas para poder filtrar mejor los diferentes platos que le pueden interesar más. Además se le podría pedir la opinión sobre las recomendaciones para ajustar progresivamente los pesos de cada preferencia en el cálculo de los menús más aptos.

2.4. Objetivos

El sistema debe cumplir una serie de objetivos para que consiga solucionar el problema correctamente sea cual sea la entrada, mientras esta sea válida.

- Hacer una serie de preguntas al usuario para obtener la información necesaria sobre el evento, las restricciones y las preferencias.
- Restringir los platos que pueden sugerirse según si contienen o no algún ingrediente que no cumple las restricciones impuestas por el usuario.
- Evaluar los diferentes platos según el conocimiento experto almacenado en la ontología del sistema y las preferencias introducidas por el usuario para identificar cuáles se ajustan mejor al perfil del usuario.
- Generar menús variados, de platos diferentes, con los platos más adecuados para el usuario y que cumplan las restricciones, y escoger las bebidas que acompañan mejor a estos platos y que también cumplen con las restricciones.
- Presentarle al usuario tres menús de entre los generados con precios distintos dentro del rango especificado, uno más barato, uno medio y otro caro. O si no hay ninguno dentro del rango presentarle únicamente el menú que más se acerque en precio.

3. Conceptualización

3.1. Descripción de los elementos del dominio

Información del usuario:

- Tipo de evento.
- Número de comensales.
- Rango de precios.
- Restricciones alimentarias.
- Ingredientes prohibidos.
- Preferencias de platos.
- Se permiten bebidas alcohólicas.
- Se quiere una bebida para cada plato.
- Temporada del evento.

Información culinaria

- Menú.
 - Primero.
 - Segundo.
 - Postre.
 - Bebidas.
 - Precio.
- Plato.
 - Nombre.
 - Información general.
 - Ingredientes.
 - Complejidad.
 - Tipo de plato (Primero, segundo, primero y segundo, o postre).
 - Bebidas que lo acompañan bien.
 - Estilos.
 - Platos incompatibles.
- Bebida.
 - Nombre.
 - Si es o no alcohólica.
 - Restricciones que cumple.
 - Bebidas incompatibles.
- Ingrediente.
 - Nombre.
 - Disponibilidad durante el año.
 - Restricciones que cumple.

3.2. Descomposición en subproblemas

Recogida de datos del evento.

Al empezar la ejecución del programa se le hacen al usuario una serie de preguntas sobre las características generales del evento, restricciones alimentarias estrictas y preferencias sobre platos y bebidas que nos permitirán una personalización de los menús generados.

Análisis de restricciones: eliminación de platos y bebidas incompatibles.

El primer paso al conocer la información proporcionada por el usuario es eliminar todos aquellos platos y bebidas que no cumplan con alguna de las restricciones estrictas impuestas de modo que ya no las tendremos en cuenta para la generación de menús. Además, así conseguimos podar el espacio de búsqueda de forma considerable.

Algunas de las restricciones que indica el usuario son de un nivel “poco específico”, por ejemplo, “vegano” o “apto para celíacos”, con lo que se usa el conocimiento experto del dominio para encontrar los ingredientes que no satisfacen estas restricciones.

Evaluación de los platos más aptos.

Una vez filtrada la lista de platos posibles, se puntúan considerando el resto de información del evento:

La complejidad de un plato se considera:

- Baja: si el tiempo de preparación es menor o igual a 15 minutos.
- Medio - baja: si el tiempo de preparación es entre 16 y 35 minutos.
- Medio - alta: si el tiempo de preparación es entre 36 y 55 minutos.
- Alta: si el tiempo de preparación es mayor a 55 minutos.

Un grupo para el evento se considera:

- Pequeño: si el número de comensales es menor o igual a 5.
- Medio - pequeño: si el número de comensales es entre 6 y 10.
- Medio - grande: si el número de comensales es entre 11 y 25.
- Grande: si el número de comensales es mayor a 25.

Según el tipo de evento (influencia media-leve sobre la puntuación total):

- Familiar: se favorecen platos de complejidad alta y de estilo clásico o sibarita.
- Congreso: se favorecen platos de complejidad baja y de estilo clásico o moderno.

Según el número de comensales (influencia media, cada grupo sigue una función lineal con pendientes distintos sobre la complejidad):

- Pequeño: pendiente levemente creciente según mayor complejidad.
- Medio-pequeño: pendiente levemente decreciente según mayor complejidad.
- Medio-grande: pendiente decreciente según mayor complejidad.
- Grande: pendiente bastante decreciente según mayor complejidad.

Según las preferencias especificadas por el usuario que satisface el plato (influencia alta sobre el total de la puntuación):

- Cada estilo que comparte el plato con los especificados por el usuario añade la misma cantidad de puntos.

Para las preferencias sobre estilos de platos también es necesario conocimiento experto del dominio para saber los distintos estilos que puede tener un plato.

En platos vegetarianos cuando el usuario NO escoge restricciones sobre platos vegetarianos o veganos. Hemos pensado que para una persona que no pide explícitamente un menú vegetariano quizás no le guste tanto recibir una recomendación de platos vegetarianos. Penalizamos muy levemente los platos vegetarianos en este caso, pero lo suficiente para crear desempates entre puntuaciones de distintos platos.

Síntesi de menús correctos.

Al tener los platos puntuados, se escoge un subconjunto de primeros, segundos y postres para generar una serie de menús, de los cuales podremos calcular una puntuación acumulada y si con cierta elección de bebidas aptas pueden considerarse para las opciones barata, media o cara dentro del rango especificado.

Selección de tres menús de precios diferenciados.

Tras obtener los menús que pueden considerarse para cada opción de precios ordenados por puntuación, solo queda escoger tres de ellos que se diferencien en los platos que los componen. En caso que debido a las restricciones queden muy pocas opciones, es posible que se recomienden menús similares. Si no hay ningún menú disponible dentro del rango de precios de muestra un solo menú con el precio más cercano.

3.3. Proceso de resolución

El proceso de resolución ha quedado bastante explicado en el apartado anterior pero se puede resumir de la siguiente forma:

Primero se obtiene información del evento y de las restricciones y preferencias del usuario. Se eliminan del conjunto de platos posibles aquellos con ingredientes que no cumplen las restricciones, y se tratan de forma idéntica las bebidas. Los platos del conjunto resultante se evalúan teniendo en cuenta la información general del evento y las preferencias explícitas del usuario. Se escoge el subconjunto de platos con mejores puntuaciones para generar un conjunto de posibles menús que respetan las restricciones alimentarias y de incompatibilidad de platos y se clasifican según si su precio se puede considerar barato, medio o caro. Finalmente se escogen tres menús que ofrecen platos distintos o con pocas coincidencias a menos que las restricciones provoquen que queden pocas opciones distintas o ninguna opción dentro del rango de precios.

3.4. Organización

Partimos de la información que nos facilita el usuario y hemos justificado que el problema puede ser resuelto mediante un SBC. También conocemos la forma y estructura que debe tener una solución al problema con lo que nos queda resolver los pasos intermedios, que son: la abstracción de los datos, la obtención de los datos abstractos y la asociación heurística. Enfocaremos estas etapas siguiendo la metodología de resolución mencionada anteriormente.

4. Formalización

4.1. Tamaño del espacio de búsqueda

Suponiendo que tenemos P platos que pueden ocupar el rol de primer plato de un menú, S platos que pueden ser segundos, D platos que son postres y B bebidas en la base de datos del sistema, generar todas las combinaciones posibles en el peor de los casos (cuando se escogen dos bebidas) sumaría un número total de:

$$O(P * S * D * B * (B - 1))$$

posibles menús.

Además, como en una solución debemos escoger tres menús, tendríamos un total de :

$$\left(\begin{array}{c} O(P * S * D * B * (B - 1)) \\ 3 \end{array} \right)$$

posibles elecciones.

Este espacio de soluciones tan grande impide una búsqueda aleatoria, pero en nuestro caso, como crearemos un SBC, podremos podar muchas de las posibilidades muy temprano en la ejecución lo que resulta en una búsqueda sobre muchos menos elementos.

Además, como usamos un sistema de puntuación basado en la información que nos proporciona el usuario, podemos mantener ordenados los platos de modo que solo escogemos un pequeño subconjunto para generar los menús, a la vez teniendo en cuenta si éstos tienen un precio dentro del rango, con lo que también se evita tener que procesar cantidades inmensas de posibilidades.

Para evitar que las combinaciones de bebidas influyan demasiado en el tamaño de la búsqueda, sólo se consideran aquellas que son recomendadas para cada plato y que combinan entre ellas, y se elige una o un par de bebidas, de las que cumplen estas características, de forma aleatoria asegurándonos que el menú se mantiene dentro del rango de precios deseado.

Con los menús ordenados por puntuaciones acumuladas es poco probable que tengamos que explorar todas las combinaciones de 3 posibles porque paramos la búsqueda al encontrar la primera combinación de 3 menús variada y de precios distintos (ya que la primera será la de mayor puntuación).

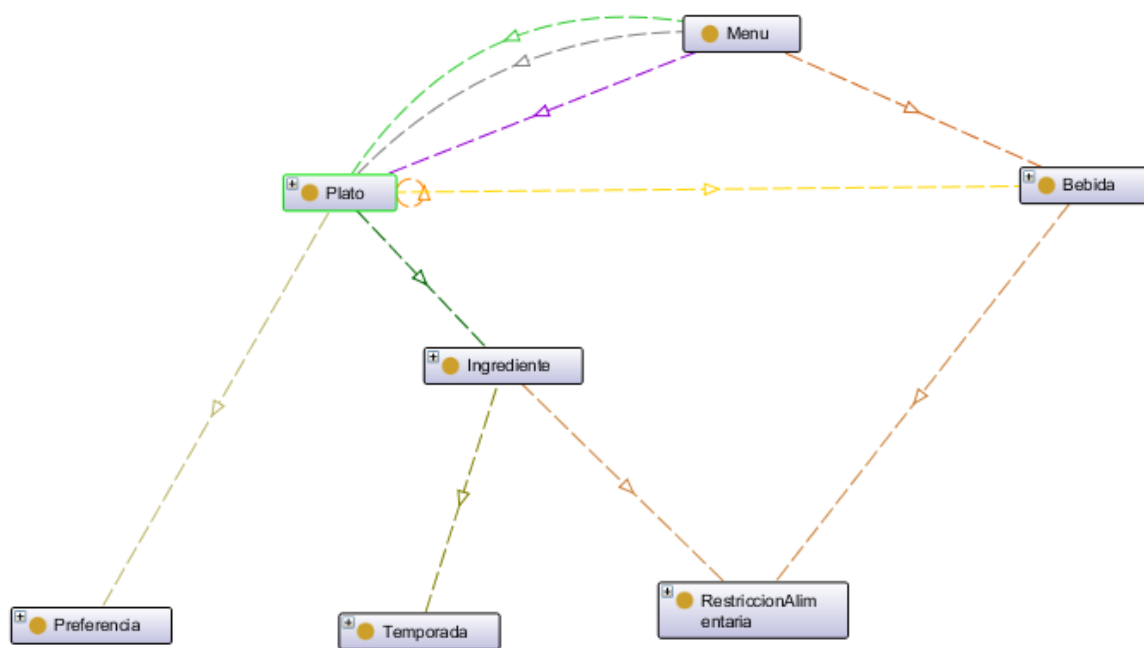
4.2. Ontología

En el apartado de conceptualización se han descrito ya los diferentes elementos que encontramos en el enunciado del problema de esta práctica pero además hemos añadido las clases RestricciónAlimentaria, Preferencia y Temporada para poder poblar la ontología con instancias concretas de cada una que se asocien directamente con los ingredientes y platos específicos que las cumplen.

A continuación se muestran las siete clases que forman nuestra ontología.



También mostramos las relaciones que existen entre las clases junto con la leyenda del nombre de dichas relaciones:



— Bebidas (Domain>Range)	— Ingredientes (Domain>Range)
— BebidasRecomendadas (Domain>Range)	— PlatosIncompatibles (Domain>Range)
— CumplePreferencias (Domain>Range)	— Postre (Domain>Range)
— CumpleRestricciones (Domain>Range)	— Primero (Domain>Range)
— Disponibilidad (Domain>Range)	— Segundo (Domain>Range)

Nota: la versión utilizada de Protégé no nos ha permitido visualizar las clases de la ontología con sus respectivos atributos, de todas maneras a continuación se describe cada una de las clases así como sus atributos y sus relaciones con otras clases de la ontología.

4.2.1. Menu

La clase Menu se utiliza para representar menús, estos contienen toda la información necesaria para describirlo. Sus atributos son los siguientes:

- Primero: primer plato del menú, es una instancia de Plato.
- Segundo: segundo plato del menú, es una instancia de Plato.
- Postre: postre del menú, es una instancia de Plato.
- Bebidas: lista de instancias de Bebida que puede contener una bebida para todo el menú o una que acompañe el primer plato y otra que acompañe el segundo.
- Precio: un float que representa el precio del menú.
- PuntuacionMenu: un entero que representa la puntuación del menú.

4.2.2. Plato

La clase Plato contiene toda la información necesaria para representar un plato de comida en nuestro sistema. Sus atributos son los siguientes:

- Complejidad: un natural que representa cuán complejo es el plato.
- Precio: un float que representa el precio del plato en unidades de dinero.
- InfoGeneral: una cadena de caracteres que contiene una breve descripción del plato.
- Nombre: una cadena de caracteres con el nombre del plato.
- Ingredientes: una lista de instancias de la clase Ingrediente, los cuales representan el conjunto de ingredientes necesarios para elaborar el plato,
- CumplePreferencias: una lista de instancias de la clase Preferencia, que indica cuáles de las preferencias cumple ese plato. La ausencia de una preferencia p en la lista CumplePreferencias indica que el plato no cumple p .
- BebidasRecomendadas: una lista de instancias de la clase Bebida, que indica qué conjunto de bebidas se pueden servir con ese plato. La ausencia de una bebida b en la lista BebidasRecomendadas indica que b no se puede servir con el plato.
- TipoEnMenu: cadena de caracteres que representa si el plato es primer plato, segundo plato o ambos.

4.2.3. Bebida

La clase Bebida contiene toda la información necesaria para representar una bebida en nuestro sistema. Sus atributos son los siguientes:

- Nombre: una string con el nombre de la bebida.
- Precio: un float que representa el precio de la bebida.
- BebidaAlcoholica: un boolean que determina si la bebida contiene alcohol o no.
- CumpleRestricciones: una lista de instancias de la clase RestriccionAlimentaria, que indica cuáles de las restricciones alimentarias cumple esta bebida. La ausencia de una restricción r en la lista CumpleRestricciones indica que la bebida no cumple r .
- BebidasIncompatibles: una lista de instancias de la clase Bebida que indica las bebidas que no pueden aparecer junto con esta en un menú.

4.2.4. Ingrediente

La clase Ingrediente contiene toda la información necesaria para representar un ingrediente en nuestro sistema. Los ingredientes contienen la mayoría de la información necesaria para poder discriminar qué platos cumplen las restricciones y cuáles no. Sus atributos son los siguientes:

- Disponibilidad: una lista de instancias de la clase Temporada, las cuales representan en qué temporada se encuentra disponible el ingrediente..
- CumpleRestricciones: una lista de instancias de la clase RestriccionAlimentaria, las cuales representan qué restricciones cumple el ingrediente. La ausencia de una restricción r en la lista CumpleRestricciones indica que el ingrediente no cumple r .
- Nombre: el nombre del ingrediente.

4.2.5. Preferencia

La clase Preferencia sirve para representar una preferencia alimentaria en nuestro sistema. Esta sirve para ayudar a determinar la puntuación de un plato. La clase contiene únicamente un atributo:

- Nombre: una string con el nombre de la preferencia alimentaria.

4.2.6. RestriccionAlimentaria

La clase RestriccionAlimentaria sirve para representar una preferencia alimentaria en nuestro sistema, se usa para comprobar que los platos y las bebidas cumplan con las restricciones dadas por el cliente. Esta clase contiene únicamente un atributo:

- Nombre: una string con el nombre de la restricción alimentaria.

4.2.7. Temporada

La clase Temporada sirve para representar los períodos de tiempo en los que se encuentran disponibles los ingredientes. Solo tiene un atributo nombre, que puede tomar uno de los siguientes valores: “Invierno”, “Verano”, “Otoño” y “Primavera”.

4.3. Clasificación en subproblemas

Al analizar el enunciado surgieron dos subproblemas que nuestro sistema tenía que resolver. Analicémoslos con más detalle:

El principal subproblema es escoger dentro de un conjunto limitado (nuestra base de conocimiento) una solución que se adapte al cliente analizando sus preferencias y sus restricciones.

Decidimos afrontar este problema mediante la clasificación heurística ya que tenemos todos los elementos que nos permiten aplicar este método, el input del usuario y la base de conocimiento. El método consta de las siguientes fases:

- **Abstracción de datos:** esta primera fase consiste en traducir todos los datos que nos proporciona el cliente a hechos, por ejemplo si el cliente nos dice que no quiere bebidas alcohólicas, deducimos que no podrá haber ninguna bebida alcohólica creando un hecho que simbolice esta restricción.
- **Asociación heurística:** tras abstraer los datos tenemos que obtener una solución abstracta. En nuestro caso, lo hemos conseguido mediante un sistema de poda y el sistema de puntuaciones de platos, por ejemplo, si en el evento habrá muchos comensales, penalizaremos la complejidad de los platos.
- **Refinamiento y adaptación:** finalmente, tenemos que interpretar la solución abstracta y obtener una solución concreta. Eso supone ponderar nuestras soluciones según su puntuación, determinar si son buenas o malas y filtrar las adecuadas para obtener la solución final.

En el programa hemos asociado estas tres fases a los siguientes tres módulos correspondientes: *recodida_datos_evento*, *analisis_datos*, *generacion_resultados*. En el apartado de implementación entramos en más detalle respecto a cómo hemos llevado a cabo el proceso.

Por otro lado, el segundo problema es establecer variedad en la solución, queremos que el sistema sea capaz de ofrecer menús adecuados pero variados, es decir, evitando la repetición de platos, ofreciendo diferentes presupuestos, etc.

Para resolver este segundo obstáculo hemos podido tratar algorítmicamente nuestros datos ya que provienen de una poda bastante grande (5 platos de cada tipo como mucho y las bebidas supervivientes de la poda), de manera que no quedan tantas combinaciones disponibles a estas alturas y podemos hacer una búsqueda exhaustiva de las soluciones más óptimas.

Hemos decidido establecer el límite en 5 platos de cada tipo para tener suficiente variedad de combinaciones a la hora de generar la solución y a su vez mantener este número relativamente bajo para la eficiencia de la resolución.

5. Implementación

La implementación del sistema ha ido evolucionando mediante dos prototipos. El motivo por el cual se ha implementado esta técnica ha sido para tener un modelo funcional en todo momento al que se le podían añadir nuevos módulos, de esta manera hemos podido partir de un programa completamente básico y hemos ido construyendo nuevas funcionalidades sobre la base para acabar obteniendo un sistema que cumple con las restricciones del enunciado.

5.1. Versiones

A continuación explicaremos con más detalle qué elementos hemos incorporado a cada versión del recomendador de menús de Rico Rico:

- **Primera versión:** para iniciar el proyecto decidimos empezar con un esquema para determinar las clases y sus respectivos atributos que tendría el sistema y acto seguido poblamos la ontología. Una vez acabamos nuestra primera ontología empezamos a escribir el código del sistema en CLIPS. Para la primera versión implementamos el sistema de recolección de datos del cliente, este módulo permitió al primer prototipo hacer todas las preguntas necesarias al cliente respecto a su evento y guardar toda la información que recibía como input.

Por otro lado empezamos a implementar el módulo de análisis de datos, nuestro sistema era capaz de interpretar los datos que el cliente nos facilitaba con sus respuestas y hacer una poda en la base de conocimiento de tal manera que se descartaban los platos que contuvieran alimentos intolerables (nos basamos en las restricciones alimentarias del cliente y los ingredientes específicos que no quería en su recomendación) o que no estuvieran disponibles en la temporada del evento.

Para la solución que ofrecía el programa implementamos una lógica muy sencilla: una vez se respondían todas las preguntas, el programa sacaba una solución válida aleatoria, concretamente accedía a la base de conocimiento podada y generaba tres menús a base de elegir aleatoriamente tres combinaciones con un primer plato, segundo plato, postre y bebida y mostraba dichos menús por pantalla en un formato adecuado.

Originalmente creamos 27 instancias de platos, 68 instancias de ingredientes y 19 instancias de bebidas

- **Versión final:** en esta versión se acabó de implementar toda la lógica que le faltaba al sistema, concretamente se acabó de implementar el sistema de análisis de datos y se implementó por completo el generador de soluciones.

Para acabar de implementar el análisis de datos, por un lado añadimos un atributo a la clase de Bebida que controlara bebidas que son incompatibles con una instancia de Bebida y por otro incorporamos un sistema de puntuaciones para poder, en un futuro, generar una solución con las mejores puntuaciones. Para ello tuvimos que crear una nueva clase llamada PuntuacionPlato que no forma parte de la ontología.

Finalmente, el generador de soluciones se encargaba de recopilar los platos puntuados que han sobrevivido a la poda y generar menús. Para generar los menús seleccionaba los primeros 7 platos de cada categoría para generar todas las combinaciones posibles de menús con esos platos y reducir la cantidad de menús candidatos a la solución de manera óptima. A continuación implementamos un sistema de rangos de precios para distribuir los menús en 3 rangos diferentes para poder distribuir los menús de tal forma que hubiera variedad económica en la solución y finalmente el programa generaba una solución con los menús sin que se repitiera más de un plato por menú, con la puntuación más óptima y que mejor se adaptaban al rango de precio del cliente, a sus preferencias y al evento en sí.

5.2. Construcción y población de la ontología

El primer paso a la hora de implementar nuestro sistema de recomendación de menús fue diseñar una ontología que nos permitiera representar todos los elementos del problema y sus relaciones de la manera más intuitiva posible, para poder posteriormente hacer uso de ésta en nuestro programa de la manera más eficiente posible.

Tras elaborar la especificación de la ontología, usamos Protegé para crear instancias de sus clases y relacionarlas entre ellas. Para la primera versión, partimos de un conjunto reducido pero variado de instancias, las suficientes como para poder probar nuestro programa mientras lo desarrollamos, y con suficiente variabilidad como para tener un rango de posibles soluciones suficientemente amplio. Gracias a la manera en que estructuramos nuestro proyecto, tenemos la posibilidad de repoblar nuestra base de conocimiento con más instancias en cualquier momento que queramos, para ofrecer un rango más amplio de posibles soluciones.

Una vez poblada la base de conocimiento, usamos el paquete *owl2clips* para convertirla en código CLIPS. De esta manera, obtenemos la ontología traducida a clases e instancias que podemos manipular desde nuestro programa.

5.3. Módulos del programa CLIPS

Como mencionamos en el apartado 3.2, nuestro enfoque para resolver el problema se basa en dividirlo en un conjunto de subproblemas más simples y resolverlos de manera incremental. En nuestra implementación, hemos dividido este conjunto de subproblemas en tres módulos distintos, que recopilan y analizan la información para ofrecer una solución final.

5.3.1. Recogida de datos

El primer módulo de todos se encarga de recoger los datos necesarios para poder hacer la recomendación. La recopilación de la información se hace mediante una serie de preguntas que debe responder el usuario, y cuyas respuestas serán relevantes a la hora de recomendarle un conjunto de menús u otro. Los datos recogidos se almacenan en un *template*, una estructura de CLIPS capaz de almacenar distintos tipos de datos. Además, las preguntas actúan como un primer filtro para la información, ya que no aceptan respuestas fuera del rango de valores posibles para algunos atributos (como el número de comensales o el tipo de evento del que se trata).

5.3.2. Análisis de los datos

Una vez recopilados todos los datos del usuario, en conjunto con los datos que ya teníamos en la ontología, tenemos toda la información en la base de conocimiento para resolver el problema.

En este módulo nuestro primer objetivo será reducir el número de platos y bebidas que podrán formar parte del conjunto de menús que ofreceremos al usuario. Un plato no podrá ser ofrecido a un usuario en el caso de que éste no cumpla las restricciones especificadas por el usuario, que recopilamos en el primer módulo. Por lo tanto, dado que nuestro espacio de búsqueda escala con el producto de los primeros platos, los segundos y los postres, será crucial eliminar el máximo número de platos posible para menguar el espacio de búsqueda si queremos implementar nuestra solución de la manera más eficiente posible.

A lo largo del módulo definimos un conjunto de reglas que nos permitirán obtener tres conjuntos de platos válidos: uno para los primeros platos, otro para los segundos y otro para los postres. Para obtener los platos, primero identificamos los ingredientes que cumplen las restricciones alimentarias, y luego, del conjunto de todos los platos, nos quedamos con sólo aquellos cuyos ingredientes cumplen las restricciones.

```

(bind ?ingredientes (find-all-instances ((?inst Ingrediente)) TRUE ))
; encontramos todas las instancias de Ingrediente
(loop-for-count (?i 1 (length$ $?ingredientes)) do
  (bind ?i_ingrediente (nth$ ?i ?ingredientes))
  (if (not (member ?i_ingrediente ?ingr_prohib)) then
    (bind ?i_cumple_restricciones (send ?i_ingrediente
get-CumpleRestricciones))
    (bind ?no_cumple FALSE)
    (loop-for-count (?j 1 (length$ $?rest_alim)) do
      (bind ?j_restriccion (nth$ ?j ?rest_alim))
      (if (not (member ?j_restriccion ?i_cumple_restricciones)) then
        (bind ?no_cumple TRUE)
        (break)
      )
    )
  )
; en el caso de que el ingrediente cumpla las restricciones alimentarias y
; no forme parte de los ingredientes prohibidos, lo añadimos a
datos_analisis
(if (eq ?no_cumple FALSE) then
  (bind ?ingr_valid_analisis (insert$ $?ingr_valid_analisis (+ (length$
$?ingr_valid_analisis) 1) ?i_ingrediente))
)))

```

Una vez obtenidos los primeros, los segundos y los postres válidos, queremos hacer un análisis de las preferencias del usuario para determinar qué platos son más adecuados para la ocasión. Para poder decidir los platos óptimos, hemos creado un sistema de puntuación en que se asignará una puntuación a cada plato dependiendo de cuánto se ajuste ese plato a las preferencias del usuario.

La puntuación asignada a cada plato se decide a través de un conjunto de reglas que tiene en cuenta aspectos como la relación entre el tipo de evento y el número de comensales con la complejidad de los platos (no deberíamos servir platos muy complejos si tenemos mucha gente a la que servir). Las ponderaciones que hemos usado para asignar la puntuación a los platos han sido resultado de iterar sobre las soluciones obtenidas hasta obtener un conjunto de ponderaciones que, en nuestra opinión, producen soluciones que respetan al máximo las preferencias del usuario.

```

; Función que devuelve un valor que depende del número de comensales y la
complejidad del plato
(defun analisis_datos::puntos_numero_comensales (?numero_comensales
?complejidad)
  (if (> ?numero_comensales ?*NUM_COMENSALES_ALTO*) then (+ (* ?complejidad
-0.15) 20))
  (if (> ?numero_comensales ?*NUM_COMENSALES_MEDIO*) then (+ (* ?complejidad
-0.1) 20))
  (if (> ?numero_comensales ?*NUM_COMENSALES_BAJO*) then (+ (* ?complejidad
-0.05) 20))
)

```

```
(+ (* ?complejidad 0.01) 20)
)
```

Por lo tanto, al final de este módulo tenemos una serie de conjuntos con los platos que puede consumir el usuario, cada uno con una puntuación asignada.

5.3.3. Generación y visualización de resultados

Por último, en este módulo seleccionaremos los mejores menús a partir de la información inferida en los dos primeros módulos.

Dadas las listas de platos con sus puntuaciones generadas en el segundo módulo, queremos generar un conjunto de menús combinando los platos con las mejores puntuaciones, con el objetivo de generar los mejores menús. Para hacer esto, primero ordenamos los conjuntos de platos por su puntuación, y luego nos quedamos con los siete mejores platos de cada conjunto. Mediante estos conjuntos acotados, generamos todos los menús posibles (teniendo en cuenta las restricciones de compatibilidad entre platos) a partir de las combinaciones de platos, sin incluir la bebida.

El siguiente paso será determinar tres rangos de precio para clasificar los menús por rangos de precio. Los rangos los calculamos a partir del precio máximo y mínimo de los menús y el rango de precio especificado por el usuario. Una vez obtenidos los rangos de precios, añadimos las bebidas a los menús generados (sólo aquellas que son compatibles con el resto de platos y bebidas del menú, y que cumplen las restricciones) y los clasificamos por rangos de precio, obteniendo así tres conjuntos de menús.

Finalmente, ordenamos estos conjuntos de menús por puntuación y seleccionamos el menú con más puntuación de cada conjunto. Así pues, acabamos obteniendo un máximo de tres menús, cada uno perteneciente a un rango de precio diferente, los cuales tienen la puntuación máxima dentro de su respectivo rango. Para evitar ofrecer menús que se asemejen entre ellos (por ejemplo, dos menús donde servimos los mismos platos pero distinto postre), siempre intentamos minimizar el número de platos que coinciden entre menús. Es decir, daremos prioridad a un conjunto de menús cuyos platos sean todos diferentes antes que a uno con más puntuación cuyos platos coincidan.

6. Juegos de prueba

En este apartado queremos analizar el comportamiento de nuestro sistema dado un conjunto de entradas. Hemos diseñado siete juegos de prueba diferentes, los cuales se corresponden con posibles escenarios de la vida real. Estos juegos ofrecen una gran variabilidad en los datos de entrada, ya que nos interesa probar todos los casos a los que se puede enfrentar nuestro problema.

Para cada juego de pruebas, definiremos los datos de entrada y una breve hipótesis sobre el tipo de menús que creemos que debería generar nuestro programa. Posteriormente recogeremos los datos de salida y los compararemos con nuestra hipótesis para poder evaluar la calidad y la flexibilidad de nuestro sistema.

6.1. Reunión familiar otoñal de alto presupuesto

El primer juego de pruebas consiste en una familia de 8 personas en otoño con un presupuesto elevado. Dado que no especificamos ninguna restricción alimentaria y que el rango de precios especificado por el usuario es bastante elevado, podemos esperar que nuestro sistema nos recomiende tres menús con platos complejos de estilo sibarita y con precios distribuidos uniformemente dentro del rango de precios especificado.

Dado que se trata de un evento familiar con un número bajo de comensales, también nos podemos esperar que el sistema recomiende platos de complejidad más alta.

Por último, ya que la cantidad de restricciones es baja, esperamos que los menús sean bastante variados, es decir, que los tres menús tengan pocas coincidencias en sus platos.

Personalización de menú con RicoRico

Estimado cliente, a continuación se le formularán una serie de preguntas para poder recomendarle 3 menús diferentes.

Se trata de un evento familiar o un congreso?

1. Familiar
2. Congreso

Escribe el índice de la respuesta: 1

¿Cuántos comensales habrán en el evento?

8

Cuál será el precio mínimo del menú?

40

Cuál será el precio máximo del menú?

70

¿Qué restricciones alimentarias hay?

1. Intolerancia a la lactosa
2. Vegetariano/a
3. Intolerancia al gluten
4. Vegano/a

0. Ninguna de las opciones anteriores

Escribe los índices de tus respuestas separados por un espacio:

0

¿Entre los miembros del grupo hay alguien que tenga alergia o deteste algún ingrediente concreto? (si/no)

no

Alguna preferencia respecto al tipo de platos?

1. Estilo regional
2. Estilo sibarita
3. Estilo clásico
4. Estilo moderno

0. Ninguna de las opciones anteriores

Escribe los índices de tus respuestas separados por un espacio:

2

Desea que el menú incorpore una bebida individual para cada plato? (si/no)

si

El menú propuesto puede contener bebidas alcohólicas? (si/no)

si

Para qué temporada del año desea hacer la reserva en Rico Rico?

1. Otoño
2. Primavera
3. Verano
4. Invierno

Escribe el índice de la respuesta: 1

	MENU RECOMENDADO	
=====		
	-- PLATOS --	
	Primer plato: Arroz a la cubana	
	Segundo plato: Mariscada de calamares y langostinos	
	Postres: Taco cristalizado de mojito y menta	

	-- BEBIDAS --	
	Bebida del primero: Champagne Renard-Barnier	
	Bebida del segundo: Cerveza Estrella Galicia 1906	

	Precio total del menú: 43.58 euros	

	MENU RECOMENDADO	

=====		
	-- PLATOS --	
	Primer plato: Macarrones con chorizo	
	Segundo plato: Solomillo de Wagyu con verduras salteadas	
	Postres: Flan de huevo	

	-- BEBIDAS --	
	Bebida del primero: Champagne Renard-Barnier	
	Bebida del segundo: Refresco Nestea	

	Precio total del menú: 51.25 euros	

	MENU RECOMENDADO	
=====		
	-- PLATOS --	
	Primer plato: Revuelto de espinacas y langostinos	
	Segundo plato: Solomillo de Wagyu con verduras salteadas	
	Postres: Melón	

	-- BEBIDAS --	
	Bebida del primero: Champagne Renard-Barnier	
	Bebida del segundo: Cava Anna de Codorniu	

	Precio total del menú: 60.65 euros	

Como se puede observar, se han obtenido tres menús con una selección de platos de alta calidad dado el presupuesto de la familia. El sistema ofrece opciones con precios repartidos equitativamente dentro del rango determinado, con platos tradicionales y de estilo sibarita tal y como hemos especificado al introducir los datos de entrada. Los tres menús que nos ha recomendado el sistema son muy variados, ofreciendo siempre platos que respetan las restricciones y se ajustan a las preferencias del usuario, y con solo una coincidencia entre ellos.

También podemos observar que la selección de bebidas es adecuada; dadas las condiciones del evento y la posibilidad de ofrecer bebidas alcohólicas, el sistema nos ha recomendado bebidas sofisticadas que acompañan perfectamente los platos que recomendamos.

6.2. Congreso tecnológico en invierno

El segundo juego de pruebas se trata de un congreso para un evento tecnológico que tiene lugar en invierno. Por lo tanto, el número de comensales será elevado (setenta personas) y, en consecuencia, podemos esperar que el sistema nos

ofrezca menús con platos cuya complejidad es relativamente baja. Dado que el rango de precios especificado es muy económico (entre 7 y 15 euros), y como preferencia queremos platos modernos, podemos esperar una selección de platos más reducida ya que es difícil ofrecer platos modernos con un presupuesto tan bajo. Adicionalmente, hemos prohibido platos que contengan queso, ya que algunos asistentes no lo toleran. Por lo tanto, podemos esperar que el menú tenga alguna coincidencia entre sus platos, o que algunos de ellos, especialmente los más económicos, no cumplan todas las preferencias (es difícil crear un menú de 7€ que sea moderno).

Personalización de Menú con RicoRico

Estimado cliente, a continuación se le formularán una serie de preguntas para poder recomendarle 3 menús diferentes.

¿Se trata de un evento familiar o de un congreso?

1. Familiar
2. Congreso

Escriba el índice de la respuesta: 2

¿Cuántos comensales habrá en el evento? 70

¿Cuál será el precio mínimo del menú? 7

¿Cuál será el precio máximo del menú? 15

¿Qué restricciones alimentarias hay?

1. Intolerancia a la lactosa
2. Vegetariano/a
3. Intolerancia al gluten
4. Vegano/a

0. Ninguna de las opciones anteriores

Escriba los índices de sus respuestas separados por un espacio: 0

¿Entre los miembros del grupo hay alguien que tenga alergia o deteste algún ingrediente concreto? (si/no): si

Selecciona los ingredientes que no toleras:

1. Pollo
2. Pera
3. Almidón
4. Apio
5. Vinagre
6. Leche
7. Huevo
8. Gambas rojas
9. Café
10. Seta
11. Lima
12. Lechuga

13. Rúcula
14. Albahaca
15. Berenjena
16. Azúcar
17. Guindilla
18. Patata
19. Nabo
20. Queso
21. Ron
22. Pimienta
23. Melón
24. Espárrago
25. Trufa
26. Zanahoria
27. Ñoquis
28. Agar Agar
29. Espinacas
30. Mango
31. Caldo de verduras
32. Chocolate
33. Lentejas
34. Agua
35. Ternera
36. Ajo
37. Soja texturizada
38. Mantequilla
39. Gelatina en hoja
40. Manzana
41. Naranja
42. Aceite de oliva virgen extra
43. Harina
44. Vino blanco
45. Cacao
46. Hummus
47. Fresas
48. Pimiento rojo
49. Arroz
50. Pepino
51. Romero
52. Perejil
53. Salsa de soja
54. Cerezas
55. Carne de Wagyu
56. Atún
57. Butifarra
58. Frutos secos
59. Jamón
60. Pan
61. Calamar
62. Granada
63. Plátano

64. Salmón
65. Tortillas de tacos
66. Sal
67. Pimentón dulce
68. Tomate
69. Pimiento verde
70. Uvas
71. Menta
72. Orégano
73. Chorizo
74. Judía
75. Curry
76. Aguacate
77. Cebolla
78. Pasta
79. Aceitunas
80. Col
81. Langostino
82. Canela
83. Calabacín

0. Ninguna de las opciones anteriores

Escriba los índices de sus respuestas separados por un espacio: 20

¿Tiene alguna preferencia respecto al estilo de los platos?

1. Estilo regional
2. Estilo sibarita
3. Estilo clásico
4. Estilo moderno

0. Ninguna de las opciones anteriores

Escriba los índices de sus respuestas separados por un espacio: 0

¿Desea que el menú incorpore una bebida individual para cada plato? (si/no): no

¿El menú propuesto puede contener bebidas alcohólicas? (si/no): no

¿Para qué temporada del año desea hacer la reserva en Rico Rico?

1. Otoño
2. Primavera
3. Verano
4. Invierno

Escriba el índice de la respuesta: 4

MENÚ RECOMENDADO		
-- PLATOS --		
Primer plato:	Espaguetis a la napolitana	
Segundo plato:	Bocadillo de butifarra	
Postres:	Macedonia	
-- BEBIDAS --		
Bebida única:	Refresco Aquarius	

	Precio total del menú: 7.60 euros	

	MENÚ RECOMENDADO	
=====		
	-- PLATOS --	
	Primer plato: Espaguetis a la napolitana	
	Segundo plato: Tacos de hummus con aguacate	
	Postres: Flan de huevo	

	-- BEBIDAS --	
	Bebida única: Agua	

	Precio total del menú: 11.60 euros	

	MENÚ RECOMENDADO	
=====		
	-- PLATOS --	
	Primer plato: Ñoquis con kale y frutos secos	
	Segundo plato: Poke bowl vegano	
	Postres: Brownie	

	-- BEBIDAS --	
	Bebida única: Agua	

	Precio total del menú: 14.90 euros	

El sistema nos ha recomendado tres menús que se encuentran repartidos de manera uniforme dentro del rango de precios especificados. Todos ellos cumplen las restricciones especificadas (no contienen queso y sus ingredientes están disponibles en invierno), y los emparejamos con ninguna bebida alcohólica.

Tal y como hemos hipotetizado, los platos ofrecidos son relativamente simples, lo cual es ideal para un evento donde el número de comensales es elevado. Podemos observar que el menú más económico no contiene platos modernos, lo cual es de esperar dadas las limitaciones de presupuesto. En cambio, los menús de precio medio y elevado cumplen todas las preferencias especificadas por el usuario, ya que ofrecen platos muy variados (los dos menús son completamente diferentes) y de estilo moderno.

6.3. Reunión empresarial veraniega al estilo tradicional

El siguiente juego de pruebas se basa en una reunión empresarial fuera del trabajo, se acercan las vacaciones y han decidido ir a comer juntos para relajarse y divertirse. El presupuesto para este evento será de entre 15 y 25 euros, no habrá restricciones alimentarias y habrá las preferencias serán platos de estilo regional y clásico. Esperamos que el sistema nos recomiende un conjunto de menús que cumplan las preferencias, que se ajusten al presupuesto y cuyos platos sean variados y veraniegos. Ya que permitimos el consumo de alcohol, podemos esperar que se nos recomiende un buen vino o una cerveza bien fría para acompañar la comida.

Personalización de Menú con RicoRico

Estimado cliente, a continuación se le formularán una serie de preguntas para poder recomendarle 3 menús diferentes.

¿Se trata de un evento familiar o de un congreso?

1. Familiar
2. Congreso

Escriba el índice de la respuesta: 2

¿Cuántos comensales habrá en el evento? 25

¿Cuál será el precio mínimo del menú? 15

¿Cuál será el precio máximo del menú? 25

¿Qué restricciones alimentarias hay?

1. Intolerancia a la lactosa
2. Vegetariano/a
3. Intolerancia al gluten
4. Vegano/a

0. Ninguna de las opciones anteriores

Escriba los índices de sus respuestas separados por un espacio: 0

¿Entre los miembros del grupo hay alguien que tenga alergia o deteste algún ingrediente concreto? (si/no): no

¿Tiene alguna preferencia respecto al estilo de los platos?

1. Estilo regional
2. Estilo sibarita
3. Estilo clásico
4. Estilo moderno

0. Ninguna de las opciones anteriores

Escriba los índices de sus respuestas separados por un espacio: 1 3

¿Desea que el menú incorpore una bebida individual para cada plato? (si/no): si

¿El menú propuesto puede contener bebidas alcohólicas? (si/no): si

¿Para qué temporada del año desea hacer la reserva en Rico Rico?

1. Otoño

2. Primavera
3. Verano
4. Invierno

Escriba el índice de la respuesta: 3

	MENÚ RECOMENDADO	
=====		
	-- PLATOS --	
	Primer plato: Melón con jamón	
	Segundo plato: Salmón al horno con patata	
	Postres: Flan de huevo	

	-- BEBIDAS --	
	Bebida del primero: Agua	
	Bebida del segundo: Copa de vino rosado Los Frailes	

	Precio total del menú: 15.95 euros	

	MENÚ RECOMENDADO	
=====		
	-- PLATOS --	
	Primer plato: Melón con jamón	
	Segundo plato: Butifarra con judías	
	Postres: Taco cristalizado de mojito y menta	

	-- BEBIDAS --	
	Bebida del primero: Copa de vino blanco D.O. Penedès	
	Bebida del segundo: Agua	

	Precio total del menú: 20.60 euros	

	MENÚ RECOMENDADO	
=====		
	-- PLATOS --	
	Primer plato: Espaguetis con mozzarella albahaca y tomate	
	Segundo plato: Entrecot a la plancha con salteado de verduras	
	Postres: Batido mediano de fresa y plátano frescos	

	-- BEBIDAS --	
	Bebida del primero: Cerveza Estrella Galicia 1906	
	Bebida del segundo: Agua con gas	

	Precio total del menú: 24.13 euros	

Los menús recomendados están repartidos equitativamente a lo largo del rango de precios especificado. Podemos observar que los platos propuestos cumplen las

preferencias especificadas, siendo de estilo regional y clásico. También se aprecia una tendencia a servir platos más frescos que se ajustan a la época del año, como el melón con jamón o el batido de fruta fresca.

La selección de bebidas también es la esperada, ofreciendo agua fresca y una selección de vinos y cervezas para acompañar los platos.

6.4. Cena familiar vegana

El cuarto juego de pruebas se hace con el objetivo de mostrar que el sistema es capaz de recomendar platos aptos para veganos y vegetarianos. En este caso, la cena familiar será de 4 comensales, de presupuesto modesto (entre 9€ y 15€) pero no puede contener ingredientes de origen animal. Como la familia tiene dos niños menores no pueden haber bebidas alcohólicas en los menús propuestos. Los padres no quieren que sus hijos tomen demasiado azúcar con lo que prohíben que aparezca como ingrediente de algún plato. Con estas restricciones se espera que se recomienden tres menús veganos, sencillos y sin bebidas alcohólicas que queden bien distribuidos en el rango de precios. Como se han indicado bastantes restricciones es probable que el sistema recomiende menús con algún parecido entre ellos.

Personalización de Menú con RicoRico

Estimado cliente, a continuación se le formularán una serie de preguntas para poder recomendarle 3 menús diferentes.

¿Se trata de un evento familiar o de un congreso?

1. Familiar
2. Congreso

Escriba el índice de la respuesta: 1

¿Cuántos comensales habrá en el evento? 4

¿Cuál será el precio mínimo del menú? 9

¿Cuál será el precio máximo del menú? 15

¿Qué restricciones alimentarias hay?

1. Intolerancia a la lactosa
2. Vegetariano/a
3. Intolerancia al gluten
4. Vegano/a

0. Ninguna de las opciones anteriores

Escriba los índices de sus respuestas separados por un espacio: 4

¿Entre los miembros del grupo hay alguien que tenga alergia o deteste algún ingrediente concreto? (si/no): si

Selecciona los ingredientes que no toleras:

1. Pollo
2. Pera
3. Almidón
4. Apio
5. Vinagre
6. Leche
7. Huevo
8. Gambas rojas
9. Café
10. Seta
11. Lima
12. Lechuga
13. Rúcula
14. Albahaca
15. Berenjena
16. Azúcar
17. Guindilla
18. Patata
19. Nabo
20. Queso
21. Ron
22. Pimienta
23. Melón
24. Espárrago
25. Trufa
26. Zanahoria
27. Ñoquis
28. Agar Agar
29. Espinacas
30. Mango
31. Caldo de verduras
32. Chocolate
33. Lentejas
34. Agua
35. Ternera
36. Ajo
37. Soja texturizada
38. Mantequilla
39. Gelatina en hoja
40. Manzana
41. Naranja
42. Aceite de oliva virgen extra
43. Harina
44. Vino blanco
45. Cacao
46. Hummus
47. Fresas
48. Pimiento rojo
49. Arroz
50. Pepino
51. Romero

- 52. Perejil
- 53. Salsa de soja
- 54. Cerezas
- 55. Carne de Wagyu
- 56. Atún
- 57. Butifarra
- 58. Frutos secos
- 59. Jamón
- 60. Pan
- 61. Calamar
- 62. Granada
- 63. Plátano
- 64. Salmón
- 65. Tortillas de tacos
- 66. Sal
- 67. Pimentón dulce
- 68. Tomate
- 69. Pimiento verde
- 70. Uvas
- 71. Menta
- 72. Orégano
- 73. Chorizo
- 74. Judía
- 75. Curry
- 76. Aguacate
- 77. Cebolla
- 78. Pasta
- 79. Aceitunas
- 80. Col
- 81. Langostino
- 82. Canela
- 83. Calabacín

0. Ninguna de las opciones anteriores

Escriba los índices de sus respuestas separados por un espacio: 16

¿Tiene alguna preferencia respecto al estilo de los platos?

- 1. Estilo regional
- 2. Estilo sibarita
- 3. Estilo clásico
- 4. Estilo moderno

0. Ninguna de las opciones anteriores

Escriba los índices de sus respuestas separados por un espacio: 0

¿Desea que el menú incorpore una bebida individual para cada plato? (si/no): no

¿El menú propuesto puede contener bebidas alcohólicas? (si/no): no

¿Para qué temporada del año desea hacer la reserva en Rico Rico?

- 1. Otoño
- 2. Primavera
- 3. Verano

4. Invierno

Escriba el índice de la respuesta: 2

	MENÚ RECOMENDADO	
=====		
	-- PLATOS --	
	Primer plato: Espaguetis a la napolitana	
	Segundo plato: Hamburguesa vegana de lentejas	
	Postres: Cerezas	

	-- BEBIDAS --	
	Bebida única: Agua	

	Precio total del menú: 11.45 euros	

	MENÚ RECOMENDADO	
=====		
	-- PLATOS --	
	Primer plato: Pasta al pesto	
	Segundo plato: Tacos de hummus con aguacate	
	Postres: Cerezas	

	-- BEBIDAS --	
	Bebida única: Agua	

	Precio total del menú: 12.27 euros	

	MENÚ RECOMENDADO	
=====		
	-- PLATOS --	
	Primer plato: Ñoquis con kale y frutos secos	
	Segundo plato: Poke bowl vegano	
	Postres: Cerezas	

	-- BEBIDAS --	
	Bebida única: Agua	

	Precio total del menú: 13.70 euros	

Los tres menús propuestos cumplen todas las restricciones estrictas impuestas: son aptos para veganos, no contienen postres con azúcar ni tampoco bebidas inadecuadas para menores. Se ofrecen tres menús con precios distribuidos en el rango propuesto. Como los postres no pueden contener azúcares añadidos, en los tres menús aparece la fruta de temporada primaveral (que es la temporada de la reserva del evento), las cerezas. La selección de bebidas es adecuada ya que no se recomiendan bebidas alcohólicas, y el agua es una bebida que acompaña bien a

cualquier de los platos presentes en los menús. Como no se especifica ningún estilo concreto se obtienen platos tanto clásicos como modernos indiferentemente, como es de esperar.

6.5. Banquete apto para celíacos

Este juego de pruebas se corresponde a un banquete de 50 personas, en las que la comida que se sirve debe ser apta para celíacos y, adicionalmente, no puede contener tomate (ya que algunos de los invitados no lo toleran). El rango de precios propuesto es de entre 15 y 20 euros, por lo que podemos esperar que el abanico de menús que podemos ofrecer que cumplan todas las restricciones no sea muy alto. En consecuencia, es posible que haya alguna repetición entre los platos del menú. Como el presupuesto es razonable y permitimos el consumo de alcohol, también es de esperar que se nos recomiende una buena copa de vino junto con la comida.

Personalización de Menú con RicoRico

Estimado cliente, a continuación se le formularán una serie de preguntas para poder recomendarle 3 menús diferentes.

¿Se trata de un evento familiar o de un congreso?

1. Familiar
2. Congreso

Escriba el índice de la respuesta: 2

¿Cuántos comensales habrá en el evento? 50

¿Cuál será el precio mínimo del menú? 15

¿Cuál será el precio máximo del menú? 20

¿Qué restricciones alimentarias hay?

1. Intolerancia a la lactosa
2. Vegetariano/a
3. Intolerancia al gluten
4. Vegano/a

0. Ninguna de las opciones anteriores

Escriba los índices de sus respuestas separados por un espacio: 3

¿Entre los miembros del grupo hay alguien que tenga alergia o deteste algún ingrediente concreto? (si/no): si

Selecciona los ingredientes que no toleras:

1. Pollo
2. Pera
3. Almidón
4. Apio
5. Vinagre
6. Leche
7. Huevo

8. Gambas rojas
9. Café
10. Seta
11. Lima
12. Lechuga
13. Rúcula
14. Albahaca
15. Berenjena
16. Azúcar
17. Guindilla
18. Patata
19. Nabo
20. Queso
21. Ron
22. Pimienta
23. Melón
24. Espárrago
25. Trufa
26. Zanahoria
27. Ñoquis
28. Agar Agar
29. Espinacas
30. Mango
31. Caldo de verduras
32. Chocolate
33. Lentejas
34. Agua
35. Ternera
36. Ajo
37. Soja texturizada
38. Mantequilla
39. Gelatina en hoja
40. Manzana
41. Naranja
42. Aceite de oliva virgen extra
43. Harina
44. Vino blanco
45. Cacao
46. Hummus
47. Fresas
48. Pimiento rojo
49. Arroz
50. Pepino
51. Romero
52. Perejil
53. Salsa de soja
54. Cerezas
55. Carne de Wagyu
56. Atún
57. Butifarra
58. Frutos secos

59. Jamón
60. Pan
61. Calamar
62. Granada
63. Plátano
64. Salmón
65. Tortillas de tacos
66. Sal
67. Pimentón dulce
68. Tomate
69. Pimiento verde
70. Uvas
71. Menta
72. Orégano
73. Chorizo
74. Judía
75. Curry
76. Aguacate
77. Cebolla
78. Pasta
79. Aceitunas
80. Col
81. Langostino
82. Canela
83. Calabacín

0. Ninguna de las opciones anteriores

Escriba los índices de sus respuestas separados por un espacio: 68

¿Tiene alguna preferencia respecto al estilo de los platos?

1. Estilo regional
2. Estilo sibarita
3. Estilo clásico
4. Estilo moderno

0. Ninguna de las opciones anteriores

Escriba los índices de sus respuestas separados por un espacio: 0

¿Desea que el menú incorpore una bebida individual para cada plato? (si/no): si

¿El menú propuesto puede contener bebidas alcohólicas? (si/no): si

¿Para qué temporada del año desea hacer la reserva en Rico Rico?

1. Otoño
2. Primavera
3. Verano
4. Invierno

Escriba el índice de la respuesta: 3

MENÚ RECOMENDADO	
=====	
--	PLATOS
Primer plato:	Ensalada de queso de cabra y nueces

	Segundo plato:	Butifarra con judías	
	Postres:	Batido mediano de fresa y plátano frescos	

	-- BEBIDAS --		
	Bebida del primero:	Cerveza Daura (Sin Gluten)	
	Bebida del segundo:	Agua	

	Precio total del menú: 15.35 euros		

	MENÚ RECOMENDADO		
=====			
	-- PLATOS --		
	Primer plato:	Melón con jamón	
	Segundo plato:	Salmón al horno con patata	
	Postres:	Flan de huevo	

	-- BEBIDAS --		
	Bebida del primero:	Zumo natural	
	Bebida del segundo:	Copa de vino blanco D.O. Empordà	

	Precio total del menú: 17.20 euros		

	MENÚ RECOMENDADO		
=====			
	-- PLATOS --		
	Primer plato:	Revuelto de espinacas y langostinos	
	Segundo plato:	Ñoquis con kale y frutos secos	
	Postres:	Cerezas	

	-- BEBIDAS --		
	Bebida del primero:	Copa de vino tinto Vivanco	
	Bebida del segundo:	Copa de Sangría	

	Precio total del menú: 18.85 euros		

Tal y como hemos hipotetizado, los menús tienen precios repartidos a lo largo del rango de precios, aunque con poca variabilidad porque el rango es muy reducido. Éstos cumplen todas las restricciones especificadas, ya que ninguno contiene tomate y todos ellos son aptos para celíacos. La variabilidad en los platos ha sido incluso mejor de lo esperado, ya que entre los tres menús no hay ningún plato ni postre que se repita.

La selección de bebidas también es la esperada, ofreciendo una cerveza y agua en la opción más económica y vino tinto y sangría para el menú más costoso.

6.6. Comida familiar de presupuesto demasiado bajo con un hijo intolerante a la lactosa y un padre vegetariano

El objetivo de este caso de prueba es mostrar qué ocurre si se pide una serie de restricciones y un rango de precios extremadamente bajo. Lo que se espera en tal caso, es que no se encuentren tres menús suficientemente distintos y repartidos en el rango de precios, y por lo tanto se recomiende solo un menú dentro del rango, o bien que no se encuentre ningún menú dentro del rango de precios, y entonces recomiende un menú que cumple las restricciones y que está por encima del precio máximo pero con un precio lo más cercano al rango requerido posible.

Personalización de Menú con RicoRico

Estimado cliente, a continuación se le formularán una serie de preguntas para poder recomendarle 3 menús diferentes.

¿Se trata de un evento familiar o de un congreso?

1. Familiar
2. Congreso

Escriba el índice de la respuesta: 1

¿Cuántos comensales habrá en el evento? 6

¿Cuál será el precio mínimo del menú? 5

¿Cuál será el precio máximo del menú? 6

¿Qué restricciones alimentarias hay?

1. Intolerancia a la lactosa
2. Vegetariano/a
3. Intolerancia al gluten
4. Vegano/a

0. Ninguna de las opciones anteriores

Escriba los índices de sus respuestas separados por un espacio: 1 2

¿Entre los miembros del grupo hay alguien que tenga alergia o deteste algún ingrediente concreto? (si/no): no

¿Tiene alguna preferencia respecto al estilo de los platos?

1. Estilo regional
2. Estilo sibarita
3. Estilo clásico
4. Estilo moderno

0. Ninguna de las opciones anteriores

Escriba los índices de sus respuestas separados por un espacio: 0

¿Desea que el menú incorpore una bebida individual para cada plato? (si/no): no

¿El menú propuesto puede contener bebidas alcohólicas? (si/no): si

¿Para qué temporada del año desea hacer la reserva en Rico Rico?

1. Otoño

2. Primavera
3. Verano
4. Invierno

Escriba el índice de la respuesta: 1

Por desgracia no hemos encontrado 3 menús que se ajusten a sus preferencias

	MENÚ RECOMENDADO
=====	
	-- PLATOS --
	Primer plato: Espaguetis a la napolitana
	Segundo plato: Bocado de tortilla de patata
	Postres: Melón

	-- BEBIDAS --
	Bebida única: Refresco Coca Cola

	Precio total del menú: 5.80 euros

Efectivamente, dadas las condiciones tan restrictivas de este juego de pruebas, no se han podido generar tres menús con suficiente variabilidad y que, a su vez, cumplan todas las restricciones especificadas. Por lo tanto, el sistema se ha decantado por ofrecer una única opción que cumple todas las restricciones y que se encuentra dentro del rango de precios especificado

6.7. Comité de empresarios millonarios con ganas de gastar dinero en comida exquisita para el paladar.

El objetivo de este juego de pruebas es ver cómo se comporta nuestro sistema bajo unas condiciones extremas, donde el rango de precios especificado por el cliente es extremadamente alto y queremos ofrecer los platos más lujosos de los que disponemos. Es probable que nuestro sistema no sea capaz de generar tres menús dentro del rango de precio que sean lo suficientemente distintos entre ellos, ya que el abanico de platos de lujo de los que disponemos es limitado. Por lo tanto, esperamos que la salida sea un único menú con los platos más caros y sofisticados de los que disponemos, acompañados de nuestras bebidas fermentadas más costosas.

Personalización de Menú con RicoRico

Estimado cliente, a continuación se le formularán una serie de preguntas para

poder recomendarle 3 menús diferentes.

¿Se trata de un evento familiar o de un congreso?

1. Familiar
2. Congreso

Escriba el índice de la respuesta: 2

¿Cuántos comensales habrá en el evento? 10

¿Cuál será el precio mínimo del menú? 80

¿Cuál será el precio máximo del menú? 100

¿Qué restricciones alimentarias hay?

1. Intolerancia a la lactosa
2. Vegetariano/a
3. Intolerancia al gluten
4. Vegano/a

0. Ninguna de las opciones anteriores

Escriba los índices de sus respuestas separados por un espacio: 0

¿Entre los miembros del grupo hay alguien que tenga alergia o deteste algún ingrediente concreto? (si/no): no

¿Tiene alguna preferencia respecto al estilo de los platos?

1. Estilo regional
2. Estilo sibarita
3. Estilo clásico
4. Estilo moderno

0. Ninguna de las opciones anteriores

Escriba los índices de sus respuestas separados por un espacio: 2

¿Desea que el menú incorpore una bebida individual para cada plato? (si/no): si

¿El menú propuesto puede contener bebidas alcohólicas? (si/no): si

¿Para qué temporada del año desea hacer la reserva en Rico Rico?

1. Otoño
2. Primavera
3. Verano
4. Invierno

Escriba el índice de la respuesta: 3

Actualmente, por desgracia, no disponemos de un menú que entre en el rango de precios dado, aún así, a continuación le hacemos la propuesta que más se acerca a su presupuesto cumpliendo sus preferencias.

	MENÚ RECOMENDADO	
=====		
	-- PLATOS --	
	Primer plato: Parrillada de gelatina de verduras	
	Segundo plato: Solomillo de Wagyu con verduras salteadas	
	Postres: Taco cristalizado de mojito y menta	

	-- BEBIDAS --	
	Bebida del primero: Champagne Renard-Barnier	
	Bebida del segundo: Cava Anna de Codorniu	

	Precio total del menú: 78.70 euros

Podemos ver que, tal y como esperábamos, nuestro sistema no ha sido capaz de generar ningún menú que se ajuste al rango de precios especificado por el cliente. Sin embargo, podemos ofrecer nuestro menú que más aproxime al precio deseado y que cumpla con todas las preferencias del cliente.

Así pues, obtenemos un conjunto de tres platos sibaritas de complejidad y precio muy elevados, acompañados de un exquisito champagne y nuestro mejor cava. Su precio, pese a no estar incluido dentro del rango deseado, sólo se encuentra 1.30€ por debajo del límite inferior de precio.

7. Conclusiones

Tras elaborar la práctica de sistemas basados en el conocimiento hemos creado un sistema que cumple los requerimientos del enunciado, y que obtiene resultados acordes con lo que un usuario esperaría obtener de un sistema de recomendación basado en sus características.

En ningún caso se recomiendan menús que contengan ingredientes que puedan ser peligrosos para la salud de uno de los comensales si estos indican sus intolerancias y alergias correctamente, lo cual es indispensable en un sistema como este.

Además el sistema considera los tiempos de elaboración para que los menús generados no solo sean personalizados para los gustos del cliente sino que también tengan en cuenta el coste de preparación para nuestros cocineros en función del número de comensales a atender.

En cuanto a posibles mejoras que se podrían introducir en el sistema, hemos considerado que sería una buena idea incrementar la cantidad de información en la base de conocimiento para ensanchar el abanico de soluciones posibles. Además, también sería ideal incorporar más descriptores por plato para obtener una mayor precisión y adaptación a las preferencias del usuario.

Otra manera de mejorar la personalización de los menús sería haciéndole más preguntas de tipo demográfico al usuario, como por ejemplo su localidad, su edad, etc.

Finalmente, consideramos que se podría mejorar el sistema de puntuación. Hemos confeccionado este sistema en base a nuestro conocimiento y observaciones de la calidad de las recomendaciones del programa, pero seguramente existan métodos más elaborados y precisos para puntuar platos. Se podría pedir ayuda a expertos culinarios o psicólogos.