

SousChef: Sistema Móvil de Recomendación de Comidas para Adultos Mayores

David Ribeiro¹, João Machado¹, Jorge Ribeiro¹, María João M. Vasconcelos¹,
Elsa F. Vieira² y Ana Correia de Barros³

¹Fraunhofer Portugal AICOS, Rua Alfredo Allen 455/461, 4200-165 Oporto, Portugal ²REQUIMTE, Instituto de Ingeniería de Oporto, Instituto Politécnico de Oporto, Oporto, Portugal ³CRPG - Centro de Rehabilitación Vocacional Gaia, Vila Nova de Gaia, Portugal

Palabras claves: Sistema de Recomendación, Nutrición, Acompañantes Inteligentes, Monitoreo Móvil de Salud Adultos Mayores, Interfaces personalizadas.

Resumen: Hoy en día, seguir una dieta saludable es un desafío, ya sea por la gran variedad de posibilidades de combinación de alimentos e ingredientes o por la falta de conocimientos necesarios para tomar decisiones saludables. Este problema es aún más patente entre los adultos mayores. Si bien se han propuesto algunos sistemas y aplicaciones de recomendación con el objetivo de monitorear el consumo de calorías y/o sugerir recetas saludables a los consumidores en general, **aún no se presentó una solución similar enfocada a las necesidades de los adultos mayores.** En este trabajo, **se presenta un sistema móvil de recomendación de comidas, SousChef, para este grupo objetivo.** Este sistema es **capaz de crear un plan de comidas personalizado basado en la información proporcionada por el usuario, incluyendo las medidas antropométricas, preferencias personales y nivel de actividad.** Las recomendaciones nutricionales y la aplicación fueron pensadas y diseñadas para adultos mayores, presentando interfaces de usuario amigables y siguiendo los lineamientos de un nutricionista. Se realizaron pruebas con usuarios para comprobar la idoneidad de la receta y el plan nutricional, así como la usabilidad de la aplicación móvil. Los resultados mostraron que más del 70 % de los adultos mayores participantes estaban satisfechos con las **sugerencias del plan de comidas y con la simplicidad de la aplicación SousChef.**

1. INTRODUCCIÓN

Según la literatura, la mejora de la nutrición es una de las principales causas del aumento de la esperanza de vida en los últimos dos siglos (Le Couteur et al., 2016; Bunker, 2001). La mala alimentación, por el contrario, es el principal factor de riesgo de muerte y discapacidad en los países desarrollados (Murray et al., 2013). Aunque la definición exacta del grupo de edad de la tercera edad es controvertida, para los países de altos recursos, la Organización Mundial de la Salud ha aceptado la edad cronológica de 65 años como una definición de "anciano" o persona mayor (Organización Mundial de la Salud, 2010). Una población que envejece tiende a tener una mayor prevalencia de enfermedades crónicas, discapacidades físicas, enfermedades mentales y otras comorbilidades (Saka et al., 2010). Por lo tanto, con el fin de promover los efectos biológicos a largo plazo, se han realizado esfuerzos continuos para aumentar la relevancia y eficacia de las recomendaciones nutricionales (Organización Mundial de la Salud, 2002). Al observar la demografía de personas mayores, varios estudios refieren que

Los adultos mayores a menudo tienen dificultades para tomar las decisiones correctas con respecto a la preparación de comidas, dietas saludables o compras de comestibles. Los estudios también sugieren que muchos adultos mayores descuidan la nutrición y están más inclinados a hacerlo si viven solos (Ramic et al., 2011). Además, bajo las restricciones financieras, en las que a menudo se encuentran los adultos mayores, equilibrar los hábitos alimenticios saludables con el ahorro de dinero puede convertirse en una tarea complicada (Organización Mundial de la Salud, 2002; Ministerio de Salud, 2013).

Teniendo en cuenta los hechos anteriores y reconociendo que hoy en día las tecnologías siempre están presentes y pueden ser utilizadas para ayudar a las personas, en este trabajo presentamos SousChef, un sistema móvil de recomendación de comidas para ayudar a los adultos mayores brindándoles un acompañante nutricional que los oriente a tomar decisiones acertadas sobre manejo de alimentos y hábitos alimenticios saludables.

El sistema de recomendación de comidas fue desarrollado para crear planes nutricionales personalizados según la

información facilitada por el usuario, en concreto, las preferencias personales, el nivel de actividad y las medidas antropométricas (peso y altura).

La inteligencia del sistema se construyó con el conocimiento profesional y la participación de un nutricionista, quien formuló los planes de alimentación y sugerencias de comidas saludables, y participó en la validación final del sistema.

El presente documento está organizado de la siguiente manera: la sección 2 presenta el trabajo relacionado; en la sección 3 se describe el sistema mientras que en la sección 4 se presenta la aplicación móvil; en la sección 5, se muestran los resultados de las pruebas de usuario; finalmente, las conclusiones y el trabajo futuro se extraen en la sección 6.

2. TRABAJO RELACIONADO

En cuanto a las tecnologías móviles relacionadas con la alimentación y nutrición, se pueden encontrar en la literatura varios estudios que abordan temas como: sistemas de recomendación (Aberg, 2006; Mika, 2011; Sezgin y Ozkan, 2013; Hazman y Idrees, 2015; Espín et al., 2015), interacción social (Terrenghi et al., 2007), generación de menús (Kuo et al., 2012) o asistencia en la cocina para usuarios con deficiencias específicas, como en la memoria (Tran et al., 2005) o el lenguaje (Tee, et al., 2005). Como este trabajo presenta un sistema de recomendación, detallaremos brevemente el trabajo relacionado en este tema.

En (Adomavicius y Tuzhilin, 2005), los autores realizaron un estudio del estado del arte de los sistemas de recomendación e identificaron tres tipos principales de sistemas basados en las metodologías empleadas: sistemas de recomendación basados en contenido, colaborativos e híbridos. Los desafíos relacionados con el diseño e implementación de sistemas de recomendación nutricional se discuten en (Mika, 2011). Este autor identifica la incertidumbre de la información nutricional de recetas o alimentos, o los datos faltantes o incorrectos de las mediciones de registro de alimentos como los principales desafíos y sugiere formas de abordarlos. En (Sezgin y Ozkan, 2013) se presenta una revisión de la literatura sobre los sistemas de recomendación de salud (HRS): los estudios han demostrado que los HRS se han diversificado en diferentes campos de la industria de la salud y las aplicaciones de HRS se han integrado cada vez más en los sistemas de servicios de salud.

Los desafíos y oportunidades en HRS también se abordan en este documento.

En (Åberg, 2006) el autor se ha centrado específicamente en los adultos mayores y sus necesidades nutricionales, diseñando un sistema de recomendación con interfaces de usuario diseñadas para considerar las necesidades específicas de

el grupo de usuarios. Las recomendaciones que genera este sistema se basan en parámetros que van más allá de las necesidades nutricionales, como el gusto o los alimentos disponibles en el hogar de la persona. Sin embargo, la descripción del sistema no dice nada sobre recetas preparadas específicamente por dietistas, no permitía múltiples usuarios y no estaba diseñado para adaptarse a condiciones médicas específicas.

Además, la interfaz de usuario, dada la época de ese trabajo, no considera los contextos móviles actuales de usar.

En (Hazman e Idrees, 2015), se propone un prototipo de sistema experto en nutrición saludable para niños que considera todas las etapas del niño, su etapa de crecimiento, género y estado de salud. Se presenta un caso de estudio y se desarrolló una aplicación web, sin embargo, aún falta la validación del conocimiento para el sistema propuesto.

Recientemente, (Espín et al., 2015) presentó NutElcare, un sistema de recomendación semántica que brinda planes de alimentación saludable para los adultos mayores. Pretende recuperar información confiable y completa de fuentes expertas como nutricionistas, gerontólogos, así como conocimientos de sistemas de información y bases de datos nutricionales y con esa información tiene como objetivo ayudar a las personas mayores a aprovechar estos consejos y hacer sus propios planes de alimentación.

En cuanto a las aplicaciones TIC disponibles comercialmente diseñadas para no profesionales, existen diferentes opciones, como EatThisMuch¹, MyFitnessPal², Lose It!³, Lifesum⁴ o Nutrino⁵. Entre otras características, en general todas estas aplicaciones ofrecen la posibilidad de monitorear el consumo de calorías en base a la entrada manual de alimentos desde una base de datos. Se pueden proporcionar otras funciones, como la guía paso a paso para preparar comidas, una lista de compras o el uso de interacciones sociales a través de redes sociales y gamificación. Entre estas aplicaciones, solo Nutrino y EatThisMuch son capaces de crear un plan de comidas personalizado.

El sistema móvil de recomendación de comidas que presentamos puede ser una buena solución para las personas mayores, brindándoles planes dietéticos saludables y personalizados, que se ajusten a sus necesidades individuales (en función de la edad, sexo, nivel de actividad, peso y altura) y preferencias dietéticas.

El sistema SousChef está específicamente dirigido a este

¹ <https://www.eatthismuch.com/>

² <https://www.myfitnesspal.com/>

³ <https://www.loseit.com/> <https://>

⁴ lifesum.com/ <https://nutrino.co/>

⁵

grupo objetivo porque considere las recomendaciones de ingesta de nutrientes para personas mayores (edad > 65) con respecto a (1) Energía: 1.4-1.8 múltiplos de la tasa metabólica basal para mantener el peso corporal en diferentes niveles de actividad física; (2) Ingesta de proteínas de 1,1 g/kg por día, el equivalente al 15-20% de la energía diaria; (3) Ingesta de lípidos del 30% de la energía diaria en ancianos sedentarios y del 35% en ancianos activos; el consumo de grasas saturadas debe minimizarse y no exceder el 8% de la energía, y (4) la ingesta de carbohidratos del 55 al 60% de la energía diaria (Organización Mundial de la Salud, 2002).

Además, también se tuvieron en cuenta las recomendaciones dietéticas que utilizan el "enfoque de las guías dietéticas basadas en los alimentos" (Wahlqvist, 2002). El sistema SousChef puede ser un sistema ventajoso notable en comparación con otras aplicaciones disponibles en el mercado.

3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

El sistema SousChef está compuesto por un servidor central en la nube y una aplicación móvil que es la interfaz de usuario del sistema. El servidor en la nube es responsable de almacenar de forma centralizada la información del sistema y hacerla accesible a través de interfaces de programación de aplicaciones (API) de servicios web. Su fácil accesibilidad también facilita la integración de información de otras fuentes, lo que se demuestra a través de la integración con los servicios en la nube de Fitbit para recuperar las medidas de actividad de los usuarios medidas por los dispositivos Fitbit⁶.

Dadas las demandas computacionales para la creación de recomendaciones de comidas, la capacidad de procesamiento superior del servidor en comparación con los dispositivos móviles también lo convierte en una opción más adecuada. Los dispositivos móviles pueden activar la generación de recomendaciones a través de las API del servicio web.

Las recomendaciones se crean considerando información de diferentes fuentes: información personal proporcionada a través de la interfaz de usuario, datos de actividad a través de dispositivos Fitbit e información nutricional de la base de datos de composición de alimentos. El trabajo realizado sobre la base de datos se describirá en la siguiente subsección.

3.1 Base de datos de alimentos y recetas

El desarrollo del sistema SousChef se basó en la base de datos de composición de alimentos portuguesa elaborada por INSA (Ministério da Saúde, 2006).

Esta base de datos contiene la composición nutricional de más de mil productos.

A los efectos del sistema, el nutricionista eliminó selectivamente los ingredientes que no son aptos para el consumo directo (p. ej., carne de pollo cruda) y los ingredientes específicos (p. ej., chips salados) que no se consideran saludables para el grupo objetivo. Además, la nutricionista también creó combinaciones de recetas e ingredientes para garantizar que las recomendaciones de SousChef no solo sean adecuadas para cada comida del día y para la población objetivo, sino también culturalmente aceptables. En este contexto del sistema, una receta no se refiere a las instrucciones para preparar la comida, sino a una combinación de ingredientes y cantidades respectivas.

Se crearon múltiples combinaciones para cada comida del día: 40 combinaciones para desayuno, meriendas de media mañana y media tarde; 20 combinaciones para cena y 340 combinaciones para platos principales. Cada combinación para una comida comprende la lista de ingredientes y las cantidades respectivas en base a una ingesta diaria de 2000 kcal.

3.2 Sistema de recomendación

El sistema de recomendación implementado es un sistema de recomendación basado en contenido y emplea principalmente técnicas de recuperación de información (Adomavicius y Tuzhilin, 2005). Para crear un plan de comidas semanal personalizado, hay tres pasos principales: cálculo de los requisitos nutricionales, selección de alimentos para cada comida y escala de las comidas para que coincidan con las necesidades calóricas del usuario (Figura 1). El algoritmo fue diseñado en colaboración con un nutricionista.

El requerimiento de energía estimado (EER) se calcula a partir de las ecuaciones predictivas de Harris-Benedict (Long et al., 1979) ecuaciones utilizadas para estimar la tasa metabólica basal (BMR) al multiplicar con el nivel de actividad física (PAL) (Consejo Nacional de Investigación, 1989). El BMR se calcula en función del gasto de energía, la edad, el sexo, el peso y la altura del usuario, y el PAL se calcula en función del gasto total de energía medido con dispositivos Fitbit. La necesidad calórica diaria se distribuye entonces entre las comidas de la siguiente manera: 15% para cada desayuno, media mañana y media tarde merienda; 25% por cada almuerzo y cena y 5% por cena (Candeias et al., 2005).

⁶ <http://www.fitbit.com/eu/home>

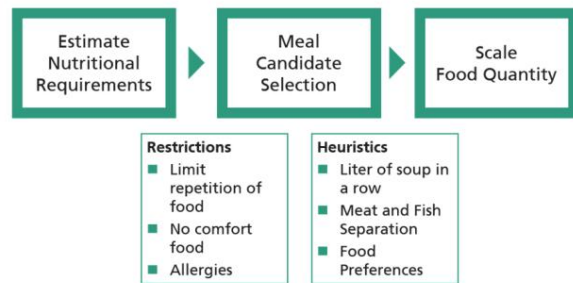


Figura 1: Descripción general del sistema de recomendación de planes de comidas.

Después de estimar las necesidades calóricas del usuario, el siguiente paso consiste en seleccionar las combinaciones de ingredientes más adecuadas para cada comida considerando un contexto dado. El contexto de planificación de comidas consta de la información personal del usuario, incluidas las necesidades nutricionales y las preferencias alimentarias, así como el historial de planificación de comidas (para permitir la diversidad dietética en el plan resultante). Considerando como candidatas las combinaciones previamente creadas, para cada comida de la semana que se planifique, un proceso de selección en dos fases determinará la candidata más adecuada para esa comida. La primera fase consiste en aplicar reglas de restricción, que filtran los candidatos que no son aptos para una comida y contexto determinado. Se han implementado múltiples reglas para eliminar candidatos: limitar las recetas repetidas en la misma semana eliminando los candidatos que se han utilizado en la planificación más de dos veces; eliminar cualquier candidato que incluya comida reconfortante; filtrado de candidatos que incluyen ingredientes a los que los usuarios son alérgicos.

La siguiente fase consiste en seleccionar al candidato más adecuado de entre los que no fueron filtrados. Esto se realiza calculando una puntuación S para cada candidato c según diferentes criterios medidos por diferentes funciones heurísticas H_n . Cada función heurística evalúa el contexto de planificación de comidas, qué comida se está planificando y un solo candidato y asigna una puntuación de idoneidad entre 0,0 y 1,0 a cada candidato. Se han implementado diferentes funciones heurísticas para reflejar los criterios identificados por el nutricionista. Uno de ellos consiste en favorecer las combinaciones de platos principales con la misma sopa en cuatro comidas consecutivas (alrededor de un litro). La idea detrás de este criterio es permitir a los usuarios cocinar sopa durante varios días. La función heurística comprueba si se cumplió la serie de un litro. Si es así, se asigna el mismo valor (0,5) a todos los candidatos.

En caso contrario, se asigna 0 a los candidatos con una sopa diferente y 1 a los demás. Otro criterio es favorecer platos de carne para el almuerzo y pescado para la cena con el fin de tener cenas más ligeras. Para los platos principales, se asigna la puntuación a los candidatos que cumplen los criterios

1 y 0 a los demás. A todos los candidatos para otras comidas se les asigna 0,5. Finalmente, otra heurística tiene en cuenta las preferencias alimentarias de los usuarios. Usando la aplicación, los usuarios pueden proporcionar calificaciones a los ingredientes de 0 a 4, que se normalizan en un valor entre 0 y 1. La preferencia por un candidato se calcula combinando la preferencia por cada uno de los ingredientes que lo componen cuando está disponible o el valor 0,5 en su lugar. La puntuación final, S , para un candidato también se calcula como el promedio de los valores calculados por cada función heurística.

El candidato elegido para cada comida que se planifica es el que tiene la puntuación de idoneidad más alta S .

El enfoque seguido por este algoritmo beneficia la escalabilidad del sistema, ya que facilita la inclusión de nuevas restricciones y heurísticas para considerar nuevos criterios y datos para brindar mejores recomendaciones a los usuarios. También permite en el futuro utilizar diferentes pesos a cada función heurística para cada usuario, personalizando aún más las recomendaciones.

Una vez que se ha elegido la combinación de ingredientes para cada comida, el paso final del proceso de planificación consiste en escalar las cantidades de ingredientes para que coincidan con los requisitos de energía de ese individuo en particular. Los requerimientos calóricos previamente calculados para una comida determinada se comparan con la energía total de los ingredientes en el plan del candidato elegido. Si la diferencia es superior a una desviación aceptable, la cantidad de los ingredientes se escalará para adaptarse a los requisitos. Para garantizar que se mantengan los requerimientos diarios de nutrientes, solo se escalarán los ingredientes de categorías específicas: cereales, frutas y legumbres, productos lácteos, carne, pescado, huevos y aceite. Luego, la nueva cantidad para cada ingrediente escalable se calcula utilizando un promedio ponderado, de modo que la cantidad de ingredientes más calóricos cambie más que otros, lo que reduce la cantidad modificada en gramos de la combinación general.

4 APLICACIÓN MÓVIL

Para posibilitar la interacción entre el sistema de recomendación de alimentos y el usuario final, se diseñó una aplicación móvil. La versión actual de la aplicación móvil está organizada en tres componentes diferentes: el plan de comidas, la lista de la compra y el seguimiento de la actividad.

Para respaldar estos diferentes componentes, hay un perfil que agrega las diversas configuraciones y preferencias utilizadas para ajustar el sistema. El perfil contiene datos antropométricos relacionados con los alimentos. datos,

preferencias y perfil de actividad. En cuanto a las preferencias relacionadas con los alimentos, se proporcionan dos niveles de control: restricciones alimentarias y consideraciones dietéticas. Las restricciones de alimentos son restricciones estrictas que eliminan los alimentos del motor de recomendaciones. Es decir, algunos alimentos agregados a la lista de restricciones de alimentos no se devolverán en la recomendación de comidas. Las consideraciones dietéticas funcionan con un principio similar, pero a nivel de grupo, por lo tanto, restringiendo un conjunto completo de productos y consisten en una lista predefinida de dietas que puede seguir el usuario (por ejemplo, vegetariana, sin lactosa). Por ejemplo, si se selecciona la dieta sin lactosa, se eliminarán todos los productos con lactosa.

4.1 Plan de comidas

La sección Meal Plan es el centro de todo el sistema desde una perspectiva técnica pero también desde el punto de vista del usuario. El Plan de comidas cumple dos objetivos principales: generar nuevos planes de comidas y realizar un seguimiento de la ingesta de alimentos del usuario. En la aplicación, la sección Plan de comidas se encarga de presentar toda la información relacionada con la nutrición.

El Plan de Comidas (Figura 2) es el lugar para registrar todo lo que el usuario come a lo largo del día.

Hay dos formas diferentes de registrar información en el diario de alimentos: 1) Recomendaciones automáticas de alimentos; 2) Entrada manual.

Recomendación automática de alimentos: La característica fundamental de este sistema es la capacidad de generar un plan de comidas personalizado de acuerdo a las necesidades del usuario.

Entrada manual: aunque el sistema en teoría es capaz de generar un plan de alimentación completo, en la práctica, las recomendaciones generadas por el sistema pueden no ser suficientes para cubrir todos los diferentes escenarios involucrados en una dieta típica. Para abordar este problema, es posible registrar manualmente información adicional en el diario. Se pueden agregar nuevas entradas en función de una consulta de búsqueda en la base de datos de alimentos que también impulsa el motor de recomendación de alimentos.

Para complementar el diario de alimentos, que proporciona una descripción general rápida de la dieta del usuario, cada receta o ingrediente tiene una vista dedicada para mostrar información y acciones adicionales (Figura 3). La información nutricional de un producto es uno de los aspectos que se proporcionan en esta interfaz de usuario. Además del valor energético en calorías, también está la información de macro y micro nutrientes. También se proporcionan mecanismos básicos para editar el producto y el diario (por ejemplo, eliminar productos del diario).

El usuario puede controlar el motor de recomendación eliminando ingredientes de la lista de aprobados

productos. En este caso, el sistema ignora por completo los productos agregados a esa lista. Sin embargo, el nivel de control es bastante limitado ya que los usuarios solo pueden tomar decisiones binarias. Con el fin de proporcionar al usuario un control adicional del sistema, otra característica particularmente importante en términos de personalización es la capacidad de calificar personalmente los productos, tanto las recetas como los ingredientes. Mientras que en el primer caso el sistema funciona con restricciones estrictas que eliminan los productos del motor de recomendación por completo, en el último caso la entrada del usuario se utiliza para influir en el peso de un producto en el motor. El sistema de calificación utilizado en esta evaluación contiene tres valores diferentes, que se utilizan para ajustar el peso del producto cuando se genera un nuevo plan. Desde la perspectiva del usuario, esto se traduce en (Figura 3, derecha): 1) "No me gusta mucho", 2) "Me gusta",

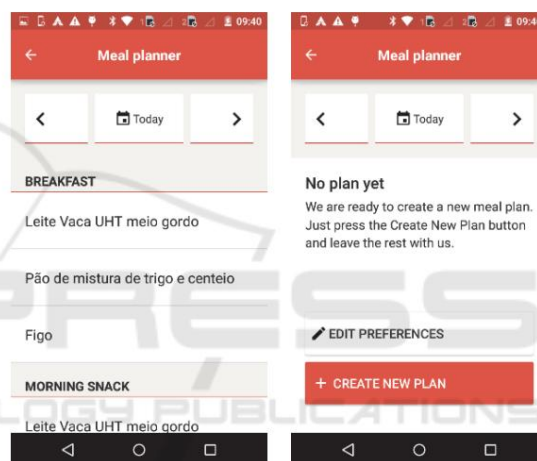


Figura 2: Plan de comidas.

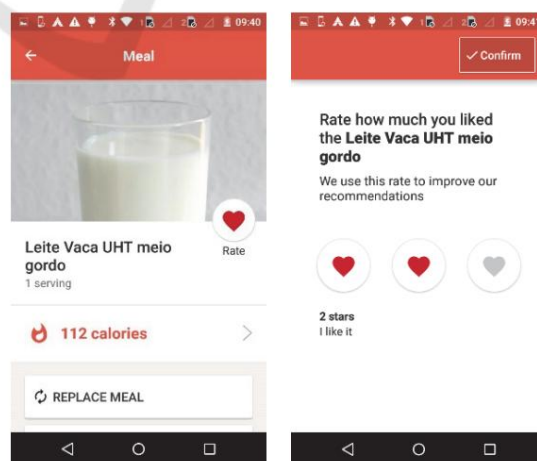


Figura 3: Vista de ingredientes.

y 3) "Me encanta". Por ejemplo, un producto valorado con la primera puntuación no dejará de ser recomendado a

el usuario, pero como tiene un peso menor, se recomendará con menos frecuencia.

4.2 Lista de compras

Aunque la lista de la compra no es el foco del sistema SousChef, puede ser una herramienta valiosa en el objetivo mencionado anteriormente para ayudar en la gestión de alimentos. El objetivo del componente Lista de la compra es ayudar al usuario con las actividades relacionadas con las compras. Este componente toma una lista de compras física, pero la aumenta con nuevas capacidades (Figura 4). Una de las principales características es la integración con el componente Meal Plan y la capacidad de agregar automáticamente productos a la lista en función de los ingredientes de una receta. También existe la opción de agregar manualmente nuevos productos a la lista en función de una búsqueda en la base de datos.

Dado que el objetivo de la Lista de compras es ayudar a los usuarios en sus actividades de compra, existía la preocupación de diseñar una interfaz de usuario que fuera fácil de usar en la naturaleza, por ejemplo, en el supermercado. Por lo tanto, una característica del sistema es la capacidad de trabajar sin conexión, de modo que el usuario no necesita una conexión a Internet para acceder a su lista de compras mientras está en el supermercado. Los usuarios también pueden marcar productos como comprados sobre la marcha, y esa información se sincronizará la próxima vez que haya una conexión a Internet. Además, los productos están organizados por pasillos para hacer más eficiente el proceso de compra en la tienda.

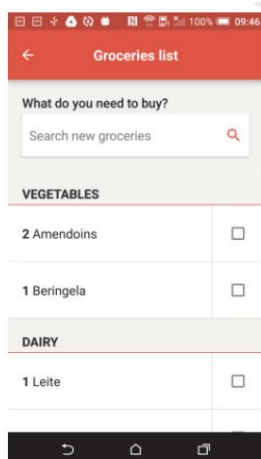


Figura 4: Lista de compras.

4.3 Monitoreo de actividad

Junto con la nutrición, una parte importante de un estilo de vida saludable es el nivel de actividad de una persona. El Monitoreo de Actividad utilizado en el sistema SousChef presenta

los usuarios con métricas relacionadas con su actividad (Figura 5). El sistema puede recopilar y mostrar las calorías quemadas, los pasos y el tiempo activo. Para cada una de estas métricas se pueden establecer objetivos diarios con el fin de concienciar sobre sus hábitos saludables de actividad física.

Dado que una de las entradas requeridas por el sistema para generar nuevas comidas es el nivel de actividad del usuario, el componente de Monitoreo de Actividad es responsable de recopilar los datos de actividad del usuario y enviar esos datos al motor de recomendación. Para hacer eso, el sistema se puede conectar a un dispositivo de monitoreo de actividad, como una pulsera Fitbit. La información recopilada de dichos dispositivos se convierte luego en una escala que clasifica el nivel de actividad como perteneciente a uno de cinco niveles, que van desde "sedentario" hasta "extremadamente activo". La ventaja de usar un dispositivo portátil como Fitbit es que la información de la actividad del usuario se puede recopilar sin problemas, sin entrada directa, con un nivel razonable de precisión y actualizada automáticamente en nuestro sistema. Sin embargo, para liberar al sistema de la dependencia de dispositivos o sistemas externos, también es posible insertar manualmente esta información en el perfil de usuario. En tal escenario, los gráficos con la información de la actividad del usuario no se utilizarían.

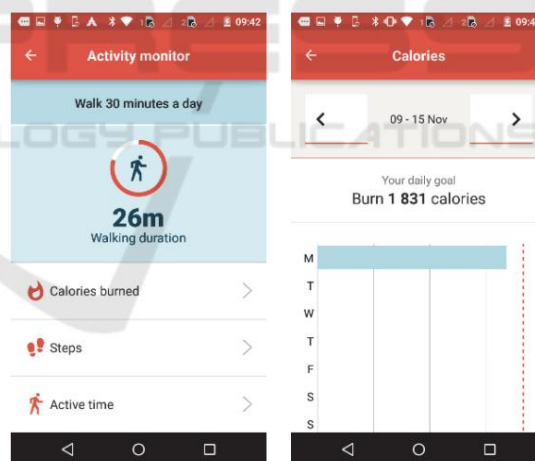


Figura 5: Seguimiento de la actividad.

5 PRUEBAS DE USUARIO

5.1 Validación de algoritmos

En esta sección se presentan y discuten los resultados de las pruebas realizadas con adultos mayores respecto al sistema de recomendación y la propia aplicación móvil. Para ambas pruebas, se explicó el proyecto a los sujetos y se obtuvieron los consentimientos informados.

Los cuestionarios y protocolos fueron diseñados para ser aplicados a personas mayores.

Para conocer la percepción de calidad del sistema de recomendación de comidas por parte de los usuarios, se realizó una primera serie de pruebas con 16 sujetos, 8 hombres y 8 mujeres, con una edad media de $70 \pm 4,2$ años, una altura media de $1,64 \pm 0,07$ m y una media de peso de 76 ± 12 kilos. Además de las medidas antropométricas para insertar en el sistema, también se preguntó a los participantes sobre sus preferencias en cuanto a los ingredientes y su nivel de actividad. Luego, esta información se envió al sistema para generar un plan semanal personalizado compuesto por seis comidas por día. Posteriormente, se les preguntó a los participantes sobre las comidas recomendadas, los planes diarios y el plan semanal en sí, que se les pidió que evaluaran en una escala de Likert de 4 puntos, que van desde 1 (Muy en desacuerdo) a 4 (Muy de acuerdo).

Para cada comida, se preguntó a los participantes si podían comer la receta sugerida y si consideraban que la receta era adecuada para esa comida.

Con respecto a los planes diarios, se preguntó a los participantes si sentían que el plan diario era adecuado para ellos.

Finalmente, para el plan semanal, se preguntó a los participantes: si seguirían el plan semanal generado; si usarían la aplicación para crear un plan de comidas, en caso de que esta aplicación esté disponible para ellos; para calificar la oración "No me gusta el sistema, por lo tanto no lo usaría". Cabe señalar que las dos últimas preguntas son en realidad la inversa de la otra. Esto se hizo con el fin de minimizar los sesgos en la percepción personal de los sujetos de las preguntas. Además de estas preguntas, se preguntó a los sujetos, respondiendo sí/no, si el plan semanal generado era bueno para ellos. Además, a lo largo del cuestionario también se anotaron los comentarios y sugerencias de los sujetos.

En cuanto a los resultados de las comidas, los sujetos estaban, en general, de acuerdo con las comidas recomendadas. En cuanto al caso de si podían comer la comida sugerida, el 60,86% de los sujetos estaba muy de acuerdo, el 26,04% estaba de acuerdo, el 8,48% no estaba de acuerdo y el 4,62% estaba muy en desacuerdo. A la pregunta sobre la adecuación de la receta a la comida el 52,98% de los sujetos estuvo muy de acuerdo, el 22,02% de acuerdo, el 20,69% en desacuerdo y el 4,31% muy en desacuerdo. En las Figuras 6 y 7, las respuestas están agrupadas por tipo de comida.

Considerando la Figura 6, se puede observar que los participantes sintieron que las recetas de las comidas de media tarde y media mañana no se ajustaban tanto a su restricción dietética como las recetas asignadas al resto de las comidas (en este caso, se debió a la recomendación de demasiadas recetas con chorizo). Cuando se trata de la Figura 7, se puede ver

que los participantes sintieron abrumadoramente que las recetas asignadas a la comida de media mañana no encajaban bien. A través de la observación de los comentarios de los participantes sobre las recetas sugeridas para la comida de media mañana, la causa de este desajuste se debe a que o sentían que las recetas consistían en demasiada comida o que esa comida no era necesaria. También se debe señalar que algunos sujetos sintieron que las recetas para la cena consistían en demasiada comida.

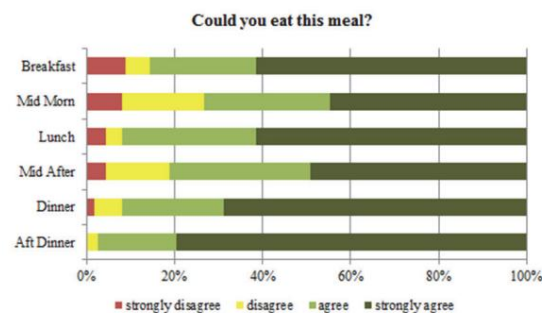


Figura 6: Puntuaciones por comida con respecto a si el sujeto podía comer la comida sugerida.

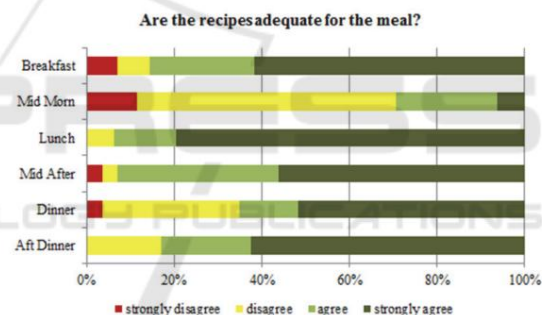


Figura 7: Puntuaciones relativas a la adecuación de las recetas a la comida.

Considerando los resultados sobre la adecuación de los planes diarios, la Figura 8 muestra que los planes diarios que más disgustaron fueron los de los domingos. Teniendo en cuenta los comentarios de los participantes a lo largo de las pruebas, la causa de esto se debió a que en este día los participantes suelen comer recetas que no se comen en otros días de la semana o que no tienen tantas comidas en este día como lo hacen en los otros días de la semana. En cuanto a todas las valoraciones de la adecuación juzgada de cada plan diario, el 6,25% se calificó con 2 (en desacuerdo), el 41,07% con 3 (de acuerdo) y el 52,68% con 4 (muy de acuerdo).

En cuanto al plan personalizado semanal, como se muestra en la Figura 9, es posible concluir que la mayoría de los participantes seguiría dicho plan (más del 70%) y también usaría una aplicación como esta, con el 20% de los sujetos en desacuerdo.

Además, el 50% de los participantes consideró que la

plan semanal era bueno para ellos. La Figura 8 muestra que, en general, los participantes tuvieron una experiencia positiva con el sistema.

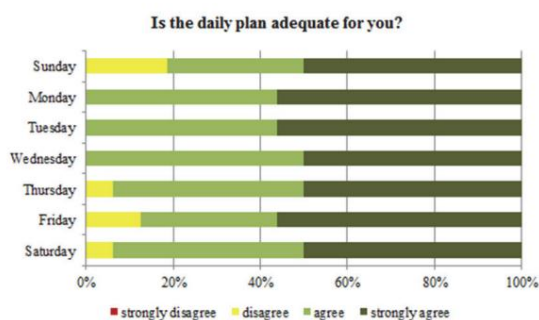


Figura 8: Puntajes para la adecuación del plan diario.

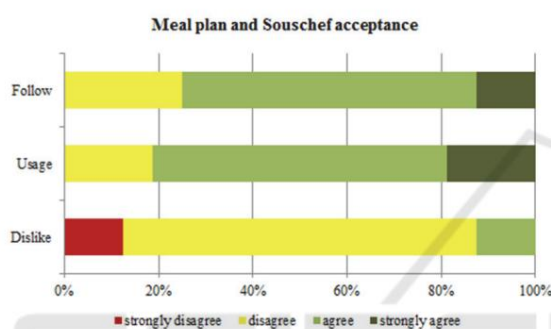


Figura 9: Plan de comidas y puntajes de aceptación de SousChef.

5.2 Validación de la interfaz de usuario

Paralelamente a la validación de las salidas del motor de recomendación, también estábamos evaluando la interfaz de usuario. La evaluación de la aplicación SousChef se ejecutó mediante la asistencia de pruebas de usabilidad con un prototipo de interfaz de usuario de baja fidelidad. Los objetivos principales de estas pruebas fueron: 1) identificar problemas de navegación y flujo; 2) evaluar el sistema de calificación utilizado para las recetas; 3) explorar diferentes métodos de visualización de datos con usuarios mayores.

Las sesiones de prueba de usabilidad se llevaron a cabo en una guardería local y se reclutaron cinco participantes mayores de 65 años para participar. Todos los participantes habían realizado pruebas de usabilidad previas con smartphones o tabletas. Para el material de prueba se utilizó un Motorola Moto G con pantalla de 5 pulgadas y con Android. Se utilizó un prototipo interactivo desarrollado con InVision para simular comportamientos y flujos.

Los participantes debían completar un total de siete pequeñas tareas. Se recogieron los aciertos, errores, desviaciones y asistencias de las tareas con el fin de evaluar el desempeño de los usuarios. Pruebas de usabilidad estándar

no se utilizaron en este punto porque, en lugar de niveles generales de usabilidad y satisfacción, los autores buscaban identificar problemas específicos con la interfaz de usuario, la arquitectura de la información y la mecánica de interacción, que podrían mejorarse en iteraciones futuras. El análisis de tareas se ajustaba mejor a este propósito. A nivel de usuario, tres participantes completaron con éxito seis de las siete tareas; uno realizó cinco tareas con éxito; y los demás participantes solo completaron cuatro tareas.

Los principales problemas se identificaron en la Tarea 3, que requería que los participantes regresaran a la página anterior usando el botón Atrás. Y en la Tarea 6, que requería que los participantes vieran el plan de comidas de toda la semana. Este fue un problema de navegación crítico que resultó de la falta de posibilidades del botón para cambiar la semana.

En términos de visualización de datos, hubo algunos problemas con los gráficos utilizados. Primero, la unidad de medida no estaba clara; las etiquetas tampoco eran lo suficientemente legibles; y el objetivo diario trazado en el gráfico no se explica por sí mismo.

Todos estos temas serán abordados en el próximo iteración de la aplicación.

6 CONCLUSIONES Y FUTURO TRABAJO

En este trabajo se presentó un sistema móvil de recomendación de comidas, denominado SousChef, teniendo como público objetivo a los adultos mayores. SousChef está destinado a actuar como un compañero de nutrición que guía a los usuarios adultos mayores a tomar decisiones acertadas con respecto al manejo de alimentos y una alimentación saludable.

Si bien en la literatura se presentaron sistemas de recomendación y se encuentran disponibles diferentes aplicaciones TIC, no hemos encontrado una solución móvil similar diseñada con un enfoque en las necesidades de los adultos mayores.

Se realizaron pruebas al sistema de recomendación y aplicación móvil con adultos mayores, para inferir, por un lado, la adecuación y calidad de los planes de alimentación sugeridos y, por otro lado, probar la usabilidad de la propia aplicación móvil para este específico. audiencia. Los resultados de las pruebas de los usuarios fueron muy satisfactorios, ya que más del 70 % de los participantes consideraron seguir las sugerencias del plan de alimentación y usar una aplicación como la presentada. En cuanto a la usabilidad, los resultados también fueron satisfactorios para el primer prototipo y seguiremos iterando la solución actual y probando nuevas funciones.

Como trabajo futuro, se implementarán nuevas funciones, como elegir el número de comidas a planificar por día y establecer comidas recurrentes. Otra característica interesante a implementar en el sistema sería tomar en consideración el perfil de más de una persona. Asimismo, un estudio con más participantes permitirá un análisis más detallado de la calidad de las recomendaciones en cuanto a los requerimientos nutricionales de los participantes.

En este trabajo se reporta la primera versión del sistema y respectiva aplicación móvil de usuario, la cual trae algunas limitaciones. Debido a su etapa de desarrollo, aún no ha sido posible realizar una evaluación completa del sistema. Debido a que las personas tienen muchos hábitos y creencias muy arraigados relacionados con la alimentación, somos conscientes de que una evaluación exhaustiva sobre la usabilidad, utilidad y aceptación del sistema sólo puede realizarse en un estudio longitudinal en el contexto real de los usuarios. Los autores son conscientes de esta limitación actual.

Sin embargo, en este sentido, la fortaleza del trabajo radica en haber involucrado a los usuarios adultos mayores desde el inicio, lo que permite identificar y eliminar posibles barreras para la aceptación y uso de SousChef.

AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría agradecer el apoyo financiero del Programa Operativo Regional del Norte de Portugal (NORTE 2020), Portugal 2020 y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) de la Unión Europea a través del proyecto 'Deus ex Machina: tecnología simbiótica para ganancias de eficiencia social', NORTE -01-0145-FEDER 000026.

REFERENCIAS

- Aberg, J. (2006). Lidiando con la Desnutrición: Un Sistema de Planificación de Comidas para Ancianos. En *AAAI Spring Symposium: Argumentation for Consumers of Healthcare*, páginas. 1-7.
- Adomavicius, G. y Tuzhilin, A. (2005). Hacia la próxima generación de sistemas de recomendación: un estudio del estado del arte y posibles extensiones. *Transacciones IEEE sobre conocimiento e ingeniería de datos* 17(6), 734-749.
- Búnker, JP (2001). El papel de la atención médica en la contribución a la mejora de la salud en las sociedades. *Revista Internacional de Epidemiología*, 30(6), 1260-1263.
- Candeias, V., Nunes, E., Morais, C., Cabral, M. y Silva, PR (2005). Principios para una alimentación
- Saudável. Lisboa: *Direcção Geral de Saúde*, página 255.
- Espín, V., Hurtado, MV y Noguera, M. (2015). Nutrition for Elder Care: una semántica nutricional Sistema de recomendación para personas mayores. *Sistemas expertos*.
- Hazman, M. e Idrees, AM (2015). Un sistema experto en nutrición saludable para niños. En *E-Health and Bioengineering Conference (EHB)*, 2015, páginas 1-4. IEEE.
- Kuo, FF, Li, CT, Shan, MK y Lee, SY (2012). Planificación inteligente de menús: Conjunto de recomendaciones de recetas por ingredientes. En *Actas del taller ACM multimedia 2012 sobre Multimedia para actividades de cocina y alimentación*, páginas 1-6. ACM.
- Le Couteur, DG, Solon-Biet, S., Wahl, D., Cogger, V. C., Willcox, BJ, Willcox, DC, Raubenheimer, D. y Simpson, SJ (2016). New Horizons: proteína dietética, envejecimiento y la proporción de Okinawa. *Edad y envejecimiento*, página afw069.
- Long CL, Schaffel N., Geiger J.W., Schiller WR y Blakemore WS (1979). Respuesta metabólica a lesiones y enfermedades: estimación de las necesidades de energía y proteínas a partir de calorimetría indirecta y balance de nitrógeno. *Revista de Nutrición Parenteral y Enteral*, 3(6):452-456.
- Mika, S. (2011). Desafíos para los sistemas de recomendación nutricional. En *las Actas del 2.º Taller sobre Intel Consciente del Contexto. Assistance, Berlín, Alemania*, páginas 25-33. Citeseer.
- Ministério da Saúde (2006). Tabla de composición de alimentos. *Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge. Centro de Segurança Alimentar e Nutrição*. 1a Edición. Compilar Ilda Martins; concepto, elaboración y coord. da edición Andreia Porto y Luísa Oliveira. INSA: Lisboa, p 355. ISBN: 978-972-8643-19-5.
- Ministerio de Salud. (2013). Pautas de alimentación y nutrición para personas mayores sanas: un documento de antecedentes. *Wellington: Ministerio de Salud*. Informe, ISBN: 978-0-478-39399-6.
- Murray, CJ, Abraham, J., Ali, MK, Alvarado, M., Atkinson, C., Baddour, LM, Bartels, DH, Benjamin, EJ, Bhalla, K., Birbeck, G., et al. (2013). El estado de la salud en Estados Unidos, 1990-2010: carga de enfermedades, lesiones y factores de riesgo. *Jama*, 310(6):591-606.
- Consejo Nacional de Investigación (1989). Recomendaciones dietéticas. 10 edición Washington, DC, Prensa de la Academia Nacional.
- Ramic, E., Pranjic, N., Batic-Mujanovic, O., Karic, E., Alibasic, E. y Alic, A. (2011). El efecto de la soledad sobre la desnutrición en la población adulta mayor. *Archivos médicos*, 65(2), 92.
- Saka, B., Kaya, O., Ozturk, GB, Erten, N. y Karan, MA (2010). Desnutrición en el anciano y su relación con otros síndromes geriátricos. *Nutrición Clínica*, 29, 745-748.
- Sezgin, E. y Özkan, S. (2013). Una revisión sistemática de la literatura sobre los sistemas de recomendación de salud. En *E-Health and Bioengineering Conference (EHB)*, 2013, páginas 1-4. IEEE.

- Tee, K., Moffatt, K., Findlater, L., MacGregor, E., McGrenere, J., Purves, B. y Fels, SS (2005). Un recetario visual para personas con problemas de lenguaje. En *Actas de la conferencia SIGCHI sobre Factores humanos en sistemas informáticos*, páginas 501-510. ACM.
- Terrenghi, L., Hilliges, O. y Butz, A. (2007). Historias de cocina: compartiendo recetas con el Living Cookbook. *Informática personal y ubicua*, 11(5), 409-414.
- Tran, QT, Calcaterra, G. y Mynatt, ED (2005). El collage de Cook. En *Home-Oriented Informatics and Telematics*, páginas 15-32. Saltador.
- Wahlqvist, ML, Kouris-Blazos, A. y Savige, S. (2002). Pautas dietéticas basadas en alimentos para adultos mayores: envejecimiento saludable y prevención de enfermedades crónicas no transmisibles. En *Manténgase en forma para la vida: Cubrir las necesidades nutricionales de las personas mayores*, páginas 81-111. Ginebra Suiza: Organización Mundial de la Salud 2002. ISBN 92 4 156210 2.
- Organización Mundial de la Salud (2002). Mantenerse en forma para la vida: satisfacer las necesidades nutricionales de las personas mayores. En *Mantenerse en forma para la vida: Satisfacer las necesidades nutricionales de las personas mayores*. Organización Mundial de la Salud 2002. ISBN 92 4 156210 2.
- Organización Mundial de la Salud (2010). Definición de persona mayor o anciana. Ginebra, Suiza: OMS; 2010. <http://www.who.int/healthinfo/survey/ageingdefnolder/en/index.html> [consultado el 20/03/2017].

