

**Título:** SISTEMAS DE RECOMENDACIÓN SEMÁNTICOS PARA LA COMPARTICIÓN DE CONOCIMIENTO Y LA EXPLOTACIÓN DE TESAURUS. UN ENFOQUE PRÁCTICO EN EL ÁMBITO DE LOS SISTEMAS NUTRICIONALES.

**Nombre:** Espín Martín, Vanesa

**Universidad:** Universidad de Granada

**Departamento:** Lenguajes y sistemas informáticos

**Fecha de lectura:** 27/06/2016

**Mención a doctor europeo:** concedido

**Programa de doctorado:** Programa Oficial de Doctorado en Tecnologías de la Información y la Comunicación

**Dirección:**

> **Director:** MARIA VISITACION HURTADO TORRES

> **Codirector:** Manuel Noguera García

**Tribunal:**

> **presidente:** Rafael Berlanga Llavorí

> **secretario:** José Samos Jiménez

> **vocal:** CARMEN VILLAVERDE GUITIERREZ

> **vocal:** Iraklis Varlamis

> **vocal:** LINA GUADALUPE GARCÍA CABRERA

**Descriptores:**

> SOFTWARE

**El fichero de tesis** ya ha sido incorporado al sistema

> <http://0-hera.ugr.es.adrastea.ugr.es/tesisugr/26128123.pdf>

**Localización:** DEPARTAMENTO DE LENGUAJES Y SISTEMAS INFORMÁTICOS

**Resumen:** INTRODUCCIÓN

Una correcta alimentación es un factor clave para la salud del ser humano, más aún para ciertos sectores más vulnerables de la población, como niños, ancianos o personas con ciertas enfermedades o discapacidades. Existe una gran cantidad de información sobre nutrición y dietas sanas distribuidas por toda la Web, como revistas de salud, bases de datos nutricionales, foros, etc. No obstante, esta gran cantidad de información puede ser difícil de asimilar por usuarios no expertos, bien por la complejidad de manejar este gran volumen de datos para adaptarlo a sus necesidades específicas, o bien por la disparidad en la fiabilidad de las fuentes o la completitud de la información que describen. Los sistemas de recomendación son herramientas de asesoramiento que generan recomendaciones sobre un determinado objeto de estudio a partir de distintas técnicas para intentar satisfacer necesidades o preferencias de los usuarios [Herrera-Viedma et al. 2007]. Estos sistemas son capaces de solventar parcialmente los problemas citados, recopilando información nutricional

experta y procesándola para ofrecer recomendaciones personalizadas a los usuarios. Un factor clave en los sistemas de recomendación es una representación de la información tal que permita a procesos y aplicaciones recuperar dicha información de forma eficiente para su reutilización, y que además, facilite la comunicación entre los agentes del sistema e incluso con agentes externos, fomentando la colaboración, incrementando así la calidad de las recomendaciones. Sin embargo, la heterogeneidad de la representación de información de los sistemas de recomendación tradicionales ha ido en detrimento de estos factores.

Las tecnologías de la web semántica, como las ontologías, permiten representar y compartir el conocimiento utilizando un vocabulario común, por lo que su utilización ha comenzado a hacerse extensiva a todos aquellos ámbitos en los que es necesario disponer de representaciones formales que permitan describir y razonar sobre un dominio. OWL (Web Ontology Language), actualmente evolucionado a su versión OWL 2 [Grau et al. 2008], es el lenguaje estándar más extendido de definición manejo de ontologías, debido a que posee poder expresivo para añadir la semántica que permite razonar sobre ellas, al estar basado en la Lógica Descriptiva DL (Description Logics). Existen algunos trabajos recientes relacionados con los sistemas de recomendación nutricionales: Los miembros del consorcio CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation) desarrollaron un sistema de recomendación de recetas para todo tipo de usuarios [Freyne & Berkovsky, 2010]. El sistema utiliza un método de filtrado colaborativo que tiene en cuenta las calificaciones de la comunidad de usuarios sobre las recetas y los alimentos que las integran para generar recomendaciones y crear nuevas recetas. Sin embargo, en dichas recomendaciones no se tiene en cuenta los aspectos nutricionales ni los perfiles de los usuarios. FOODS [Snae & Bruecker 2008] es un sistema de recomendación semántico que utiliza una ontología basada en la clasificación PIPS de alimentos (Personalised Information Platform for Health and Life Services) [Cantais et al. 2005]. Este sistema recomienda recetas para todo tipo de usuarios, clasificados en distintos perfiles. Aunque tiene en cuenta características físicas los usuarios y las propiedades nutricionales de los ingredientes, permite seleccionar entre todos los alimentos disponibles y buscar alimentos según ciertos valores o rangos de sus propiedades nutricionales, sin considerar qué otros alimentos se ingieren durante la semana o incluso el mismo día, por lo que no se cubren las necesidades diarias o semanales si el usuario no las conoce. Van Pinxteren et al. proponen una medida de similitud entre recetas para sistemas de recomendación nutricionales que ofrezcan alternativas a las comidas seleccionadas [Van Pinxteren et al. 2011]. Se proporcionan diferentes opciones, para que los usuarios puedan solicitar, por ejemplo, más verduras o menos grasa, obteniendo ligeras variaciones sobre las recetas seleccionadas. Para proporcionar recetas saludables se ofrecen recetas similares a las seleccionadas, pero, en este caso, la medida de similaridad utilizada no está guiada por las propiedades nutricionales de los alimentos. Aberg propone un sistema de planificación de alimentos para personas mayores [Aberg 2006], que tiene en cuenta las diferentes variables en la recomendación como: las preferencias del usuario, el coste de las comidas, dificultad en la preparación, la disponibilidad de ingredientes y las necesidades nutricionales. El sistema permite a los usuarios seleccionar rangos de intervalos para las distintas variables, como la grasa, la energía o el colesterol. El autor sugiere que el uso del sistema debe estar guiado por un cuidador, por lo que no fomenta la autosuficiencia de las personas mayores. Tampoco se recoge ningún método para conocer si se han seguido o no dichas recomendaciones (user compliance), ni ofrece forma de conocer cómo ha afectado el uso del sistema a la salud del usuario.

## JUSTIFICACIÓN

Los sistemas de recomendación clásicos sufren algunas carencias [Farsani & Nematbakhsh 2008], [LOPS et al. 2010], [Blanco et al. 2007]. Uno de los problemas más importantes es el problema de la heterogeneidad de la

representación de la información [Peis et al. 2008] que conduce a problemas de comunicación entre los agentes que participan en el sistema y entre agentes y usuarios, implicando además, que la información no pueda ser reutilizada por otros agentes, procesos o aplicaciones. En los últimos años, diversos trabajos han aplicado herramientas de la web semántica para dar soluciones parciales a algunos de los problemas vinculados a los sistemas de recomendación. En el ámbito de los sistemas de recomendación nutricionales, pocas de estas soluciones contemplan las propiedades nutricionales de los alimentos en aras de ofrecer dietas saludables y aún menos están orientadas a perfiles de usuarios específicos [Espin et al. 2016].

La propuesta realizada en esta tesis consiste en estudio de métodos y técnicas para el desarrollo de sistemas de recomendación, que aplicando tecnologías de la web semántica, sean capaces de recomendar planes de dietas saludables completos a partir de las recomendaciones nutricionales expertas, para cada perfil de usuario del sistema. De este modo, se ofrece a los usuarios la posibilidad de definir sus propias dietas, de forma autónoma y desde casa, para disfrutar de una alimentación sana. Las recomendaciones estarán basadas en los factores físicos y los gustos personales de los usuarios (representados en sus perfiles de usuario), guiándose siempre por las propiedades nutricionales de los alimentos y las recomendaciones expertas, que vendrán recogidas en una ontología nutricional. La inclusión de patrones de aprendizaje de comportamiento del usuario en estos sistemas permitirá mejorar la calidad de las recomendaciones y facilitará la aplicación de métodos retrospectivos que permitan analizar la repercusión del uso del sistema en la salud del usuario. Dentro del campo de sistemas nutricionales, nos centraremos en el caso de las personas mayores, puesto que constituyen un sector más delicado de la población, en el cual la alimentación es un factor crítico. Está ampliamente demostrado que una alimentación saludable en las personas mayores, acompañada de ejercicio físico adecuado, puede mejorar su calidad de vida y fomentar su longevidad.

## DESARROLLO

La parte fundamental de esta investigación es el estudio y análisis de tecnologías para la representación semántica que deben manejar los sistemas de recomendación a partir de tesauros ampliamente aceptados y validados. La aplicabilidad de los resultados se realiza en el ámbito de los sistemas de recomendación nutricionales. En este estudio se muestra cómo la combinación de técnicas de cálculo de similaridad entre alimentos y su descripción nutricional mediante una semántica formal bien definida, permite la construcción de sistemas de recomendación, que haciendo uso de información y conocimiento representado formalmente puede inferir y elaborar nuevas recomendaciones. Se muestra también cómo el uso de tecnología de web semántica, como la inclusión de reglas SWRL, permite enriquecer los procesos de inferencia de nuevo conocimiento. El objetivo de este trabajo ha sido el diseño de sistemas de recomendación capaces de integrar información y conocimiento de fuentes heterogéneas y recopilar la información nutricional necesaria, de modo que ésta sea lo más confiable y completa posible. La base de conocimiento de la que hagan uso está definida mediante ontologías donde la comunicación entre los agentes que forman el sistema y el manejo de dichas ontologías se llevará a cabo mediante el lenguaje de ontologías OWL. Este objetivo se ha abordado cumpliendo los siguientes objetivos concretos:

- 1-Estudio de técnicas de representación semántica de la información y su aplicación a sistemas de recomendación y aplicaciones nutricionales.
2. Desarrollo de una ontología que integre la información nutricional proveniente de las fuentes expertas, como son los tesauros y bases de datos nutricionales, y el material aportado por los nutricionistas y geriatras que participan en el proyecto.
3. Estudio de técnicas de modelado del usuario y su comportamiento, así como su representación en perfiles

semánticos utilizando ontologías, dentro del ámbito de los sistemas de recomendación semánticos. Análisis de requisitos y definición del modelo de usuario y perfiles semánticos desde el punto de vista de sistemas nutricionales. Establecimiento de una ontología que permite la representación de los distintos perfiles semánticos de los usuarios, y las relaciones pertinentes entre dichos perfiles. Estudio y aplicación de técnicas que permitan aprender los intereses y grado de conformidad de los usuarios con el sistema (user compliance), a partir de su comportamiento, para reforzar el modelado del usuario y la calidad de las recomendaciones.

4. Definición de los requisitos que debe cumplir una recomendación alimenticia en términos de la información aportada y su representación. Análisis de estrategias de cálculo de similaridad semántica en ontologías y algoritmos de obtención de recomendaciones y su aplicación en sistemas de recomendación semánticos nutricionales tal que permitan cumplir los requisitos definidos.

5. Para validar la aplicabilidad de las técnicas y métodos propuestos, se ha construido un sistema de recomendación semántico que integra la información nutricional obtenida en una ontología. A partir de dicha información, el sistema ofrece recomendaciones nutricionales adecuadas a personas mayores según sus preferencias y necesidades.

## CONCLUSIÓN

Esta tesis se ha estudiado la aplicación de las Tecnologías de la Web Semántica en el área de Sistemas de Recomendación, en particular, en el ámbito de la nutrición. La reutilización de las fuentes semánticas de los conocimientos nutricionales, como el tesoro Agrovoc la FAO, ha permitido el desarrollo de una ontología OWL que representa los conceptos y las relaciones entre ellos en el ámbito nutricional. El conocimiento del dominio y de perfil de usuario han sido representados por medio de ontologías OWL que han demostrado proporcionar los siguientes beneficios:

- Superar problemas de heterogeneidad de representación de los Sistemas de Recomendación.
- Aportar una representación formal, precisa y reutilizable de un dominio de discurso y los perfiles de usuario relacionados.
- La inclusión de restricciones nutricionales utilizando construcciones de OWL y reglas SWRL.
- La inferencia de nuevo conocimiento no expresado formalmente en la ontología a través razonadores semánticos y la aplicación de técnicas de inferencia automatizadas para conocer las preferencias del usuario.
- La definición de las estrategias de recomendación que se benefician de la representación semántica del dominio de los usuarios y para realizar cálculos similitud semántica entre los alimentos.

Nuestra propuesta ha sido confirmada mediante la implementación de un Sistema de Recomendación que explota la información contenida en una base de conocimiento ontológico en el dominio nutricional para suministrar planes de dieta saludables personalizados y agradable a los usuarios de edad avanzada. El sistema mejora las deficiencias que se encuentran en otras propuestas de la literatura, con el fin de proporcionar una solución lo más integral posible, haciendo frente a los principales retos que se plantean en el desarrollo de un sistema de recomendación nutricional destinado a la población de edad avanzada.

## BIBLIOGRAFIA

- [Aberg 2006] Aberg, J. (2006). Dealing with malnutrition: A meal planning system for elderly. In Proceedings of the AAAI Spring Symposium on Argumentation for Consumers of Health Care, Stanford University, CA, USA (pp. 1-7).
- [Blanco et al. 2007] Blanco-Fernández, Y., Pazos-Arias, J. J., Gil-Solla, A., Ramos-Cabrer, M., López-Nores, M., García-Duque, J., Fernández-Vilas, A., and Díaz-Redondo, R. P. (2008). Exploiting synergies between semantic

reasoning and personalization strategies in intelligent recommender systems: A case study. *Journal of Systems and Software*, 81(12), 2371-2385.

[Cantais et al. 2005] Cantais, J., Dominguez, D., Gigante, V., Laera, L., & Tamma, V. (2005, November). An example of food ontology for diabetes control. In *Proc. of the International Semantic Web Conference 2005 Workshop on Ontology Patterns for the Semantic Web*, Galway, Ireland (November 2005).

[Espín et al. 2016] Espín, V., Hurtado, M.V., Noguera, M., (2016). Nutrition for Elder Care: a nutritional semantic recommender system for the elderly. *Expert Systems*, 33, 201-210

[Farsani & Nematbakhsh 2008] Farsani, H. K., & Nematbakhsh, M. (2008). A semantic recommendation procedure for electronic product catalog. *International Journal of Applied Mathematics and Computer Sciences*, 3(2), 86-91.

[Freyne & Berkovsky, 2010] Freyne, J., & Berkovsky, S. (2010, February). Intelligent food planning: personalized recipe recommendation. In *Proceedings of the 15th international conference on Intelligent user interfaces* (pp. 321-324). ACM. [Grau et al. 2008] Grau, B. C., Horrocks, I., Motik, B., Parsia, B., Patel-Schneider, P., & Sattler, U. (2008). OWL 2: The next step for OWL. *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, 6(4), 309-322.

[Herrera-Viedma et al. 2007] Herrera-Viedma, E., Porcel, C., & Hidalgo, L. (2007). *Sistemas de recomendaciones: herramientas para el filtrado de información en Internet*. Depto. de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial. Universidad de Granada.

[LOPS et al. 2010] Lops, P., de Gemmis, M., & Semeraro, G. (2011). Content-based recommender systems: State of the art and trends. In *Recommender Systems Handbook* (pp. 73-105). Springer US.

[Peis et al. 2008] Peis, E., del Castillo, J. M., & Delgado-López, J. A. (2008). Semantic recommender systems. Analysis of the state of the topic. *Hipertext. net*, 6, 1-5.

[Snae & Bruecker 2008] Snae, C., & Bruckner, M. (2008, February). FOODS: a food-oriented ontology-driven system. In *Digital Ecosystems and Technologies, 2008. DEST 2008. 2nd IEEE International Conference on* (pp. 168-176). IEEE.