

Zudiet: un sistema que genera patrones alimenticios personalizados y adaptados

Zudiet: system that generates personalized and adapted eating patterns

Luisa Fernanda Barrera Ing. (c), Angela Carrillo Ramos. Ph.D., Andrea Barraza Urbina. Ing. (c), Saúl Martínez Rubio Ing. (c)

Pontificia Universidad Javeriana, Colombia
{luisa.barrera, angela.carrillo, abarraza, smarinez}@javeriana.edu.co

Recibido para revisión 29 de julio de 2010, aceptado 03 de enero de 2011, versión final 10 de febrero de 2011

Resumen— Algunos de los mayores problemas de salud pública en el mundo son: la inactividad física, el sedentarismo, la obesidad, las cuales son generadoras de enfermedades no transmisibles[4]; estas enfermedades son las causantes de seis de cada diez muertes en el mundo[5]. Una de las soluciones a este problema son los gimnasios, pero estos no son satisfactorios debido a su visión generalista. Esta generalización, conlleva a que las personas no sean constantes en la práctica del ejercicio o en el seguimiento de una dieta, y que estos, después de algún tiempo se vuelvan monótonos, por lo que los usuarios podrían abandonarlos. Este artículo presenta un generador de dietas llamado ZuDiet, sistema que toma en cuenta las necesidades y características del usuario, con el fin de personalizar las dietas tradicionales, agregando valor a los sistemas generadores de dieta convencionales. Dicho generador se enmarca en un proyecto llamado ZuGym, sistema multi-agente adaptativo que toma en cuenta diversos aspectos del perfil del usuario tales como gustos, preferencias y patologías, con el objetivo de proveer un servicio personalizado integral de dietas, rutinas de ejercicios y listas de reproducción de música, considerando las particularidades de cada uno de los usuarios del sistema.

Palabras Clave— Personalización, Adaptación, Perfil de Usuario, Diet, Sistema Basado en Reglas.

Abstract— Some of the biggest public health problems in the world are: physical inactivity, sedentary lifestyle, obesity, which are generating non-communicable diseases [4]; these diseases are responsible for six of every ten deaths in the world [5]. One solution to this problem is the gyms, but they are not satisfactory because of its overall vision. This generalization leads to that persons are not constant in practice the exercise or performance of a diet, and that these, after some time become monotonous, so that users could leave. This paper presents a diet generator called ZuDiet, a system that consider the needs and characteristics of the user to customize the traditional diets, adding value to the conventional diet generator systems. This generator is part of a project called ZuGym, adaptive multi-agent system that consider various aspects of the user profile such as tastes, preferences and conditions, with the aim of providing

a personalized integral service of diets, exercise routines and music play list, considering particular features of each user in the system.

Keywords— Personalization, Adaptation, Preferences, User profile, Diet, Rule based system.

I. INTRODUCCIÓN

La Salud Pública ha buscado por siglos mejorar las condiciones de vida mediante educación e investigación; sin embargo, en el mundo siguen existiendo algunos de estos problemas que aún no han podido ser resueltos y que incrementan el índice de mortalidad. Puesto que la salud pública abarca un amplio margen de enfermedades, este trabajo se enfocará en un solo grupo de éstas que no pueden ser controladas solamente con medicamentos o vacunas. Dichas enfermedades son conocidas como “Afecciones no Transmisibles”[4], de las que se pueden mencionar: la inactividad física, el sedentarismo y la obesidad.

Para tratar las afecciones no transmisibles relacionadas con la necesidad de realizar algún tipo de actividad física¹, han sido creadas algunas soluciones que no son completamente satisfactorias, debido a que tienen una visión generalista, es decir, ofrecen a todo tipo de usuario los mismos servicios. Una de estas soluciones son los gimnasios, los cuales generan rutinas de ejercicio basados en los mismos principios para cualquier tipo de necesidad y persona. Algunas veces unen las rutinas a una dieta que normalmente no es diseñada teniendo en cuenta el gusto de los usuarios y habitualmente, tanto la rutina como la dieta son abandonadas rápidamente. Otra solución son herramientas de software como Weight by Date [15] y Easy-E-Club [1] que, basadas en datos ingresados por los usuarios, llevan un registro

1. Ejemplo: obesidad, enfermedades cardiovasculares, trastornos musculoesqueléticos, entre otras.http://ec.europa.eu/health-eu/health_problems/other_non-communicable_diseases/index_es.htm

de lo que comen o el ejercicio que realizan, respectivamente. No obstante, estos sistemas son 100% manejados por el cliente y si éste no tiene conocimientos acerca de cómo realizar dietas o rutinas equilibradas, pueden perjudicarlos en lugar de ayudarlos.

El problema radica en que actualmente en los gimnasios, no existen soluciones informáticas ni estrategias para prestar servicios a sus usuarios, de manera que estos últimos sientan que están diseñados a su medida y que, además, sean lo suficientemente flexibles a sus necesidades individuales. El no tener servicios que se adapten a gustos y necesidades específicos, conlleva a que las personas no sean constantes en la práctica del ejercicio, y que éste, después de algún tiempo se vuelva monótono y aburrido. De la misma manera, los servicios del gimnasio no necesariamente son diseñados o prestados por expertos como Deportólogos, o Entrenadores Certificados, lo que hace que no se ajuste a las características del individuo (por ejemplo, condiciones de salud, resistencia, etc.) y con esto, pueden tener efectos adversos. Otro punto débil que se encuentra, es que estos servicios no se articulan entre ellos; es decir, si se diseña una rutina de ejercicio a un cliente, ésta no se conecta directamente con una dieta definida por un experto (por ejemplo, un nutricionista). Lo anterior hace que las personas que no cuentan con el tiempo de ir ni al gimnasio y al mismo tiempo a un nutricionista, no tengan la posibilidad de complementar su rutina de ejercicios con una correcta dieta que le ayude a hacer llegar más rápido los resultados esperados.

Es aquí donde surge la necesidad de crear ZuGym[1], un sistema de apoyo a gimnasios que personaliza servicios de acuerdo con las necesidades y características de los clientes de estos. Cabe resaltar que una de las situaciones ideales es que los servicios puedan estar articulados entre sí, con el fin de mejorar la prestación de estos. Lo anterior podría llevar a que se reduzca el tiempo de obtener resultados, ya sea por motivos de salud o estética, con respecto a lo que se gastaría un usuario con los servicios tradicionales de gimnasio, o al menos que el usuario esté más satisfecho con lo que está realizando dentro de éste. En resumen, lo que se pretende es que el usuario se sienta satisfecho tanto con su rutina como con su dieta dentro y fuera del gimnasio.

En este artículo se hará principal énfasis en el problema de proveer a un cliente de gimnasio una dieta que pueda articularse con su rutina. Esta dieta debe considerar sus gustos, preferencias y necesidades. Esta información será la base para ZuDiet, un generador de dietas personalizadas. Es por esto que se resaltaré el rol de la nutrición en la salud de un individuo.

Este artículo está organizado de la siguiente manera: en la sección 2, se presentará ZuGym, el sistema integral, marco del sistema ZuDiet; en la sección 3 se planteará el diseño de ZuDiet, mostrando la representación de sus componentes y las relaciones entre los mismos; la sección 4 muestra una visión del sistema de reglas que será usado para el desarrollo del sistema y por último se concluye en la sección 5.

II. ZUGYM

ZuGym[1] es un sistema basado en agentes, orientado a clientes de gimnasios, que provee servicios al usuario adaptados a sus gustos, preferencias y a las características de su contexto. El objetivo principal del sistema es proporcionar una experiencia satisfactoria para el usuario buscando que éste tome el deporte como una forma de vida y no como una obligación. Entre los servicios que ofrece el sistema se encuentran: i) diseñar rutinas de ejercicios tomando en cuenta las preferencias del usuario. ii) Generar dietas personalizadas acordes a los gustos del usuario. iii) Crear listas de reproducción adaptadas al ejercicio que se realiza y a las preferencias del usuario. ZuGym[1] tiene una arquitectura multinivel compuesta de cuatro capas (ver Figura 1): a) Sistema Operativo: plataforma base sobre la cual funcionará toda la aplicación; b) Modelo de Adaptación: se encarga de adaptar los servicios según el perfil de usuario; c) Servicios del Gimnasio: compuestos de dos módulos: i) Servicios básicos comunes a todos los gimnasios, y ii) Servicios agregados: que son adicionados por petición de un gimnasio; d) Aplicación: encargada de mostrar la aplicación al usuario.

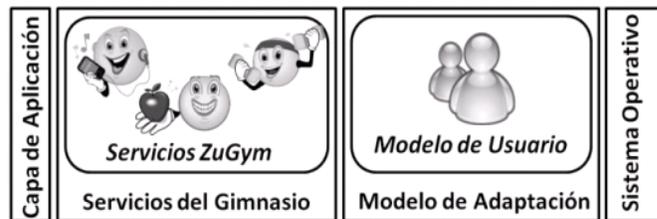


Figura 1. Arquitectura del Sistema ZuGym

Es fundamental profundizar en las características del perfil de usuario para fines de personalización de los servicios. Tal como se muestra en la Figura 2, el perfil de usuario se divide en dos partes: una parte estática (que contiene información que generalmente se mantiene constante- atributos físicos del usuario, estado de salud-) y una parte dinámica (contiene información sobre las preferencias del usuario las cuales tienden a variar con el tiempo –actividades que le gusta realizar, tipo de máquina a utilizar, zonas del cuerpo que desea trabajar, música que le gusta escuchar, alimentos que prefiere en una dieta, entre otros-). Una descripción detallada de todos los agentes de ZuGym se encuentra en [1].

El gimnasio representa al cliente de ZuGym[1] y será quien consuma los servicios: listas de reproducciones personalizadas, generación de dietas (ZuDiet) y generación de rutinas. Es importante resaltar que los gimnasios son los clientes del sistema, quienes van a adquirirlo, pero los usuarios finales son las personas o clientes que asistan a dichos gimnasios. El gimnasio es el que debe proveer la información necesaria

para la creación de los perfiles de usuario, además de ofrecer la aplicación que será usada por sus clientes. Es necesario aclarar que la adquisición de información del paciente, se hará de dos maneras: explícita, lo que significa que se le preguntará directamente al usuario algunos datos importantes y básicos para una primera aproximación del servicio; e implícita, que se refiere a la capacidad del sistema de obtener información, acerca del usuario, a partir de su interacción con el sistema.

La Figura 3 es una representación de aquellos componentes y relaciones que conforman el sistema ZuGym[1]. Este modelo muestra el flujo de negocio de ZuGym, desde quien consume sus servicios hasta los recursos necesarios para la oferta de los mismos. Además, se muestran aquellos componentes de adaptación necesarios para la personalización de los servicios.



Figura 2. Características del Perfil de Usuario

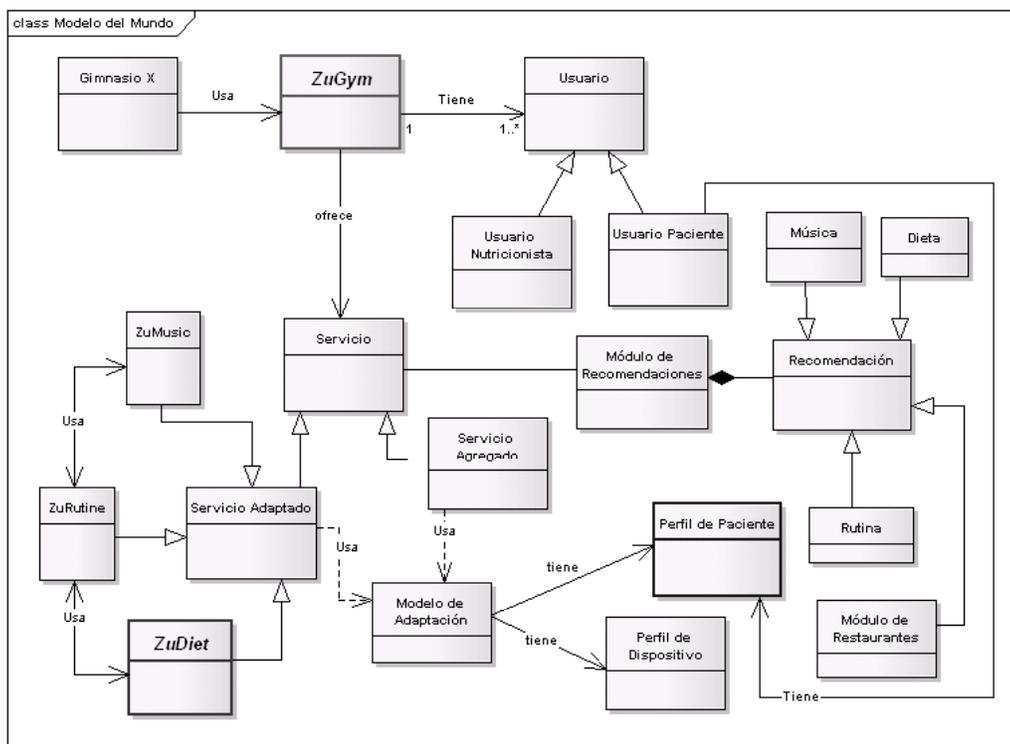


Figura 3. Modelo del Mundo de ZuGym

En este artículo se hará especial énfasis en el rol del Agente Nutricionista de ZuGym que consiste en generar dietas personalizadas basado en el perfil de usuario. Este agente es el encargado de utilizar ZuDiet, sistema que se describe a continuación.

III. ZUDIET: Generador de Dietas, principal responsabilidad del Agente Nutricionista

ZuDiet es un sistema utilizado por el Agente Nutricionista de ZuGym que genera dietas personalizadas basadas en un perfil de usuario, principalmente compuesto de gustos y preferencias

de los usuarios en cuanto a sus alimentos y tipos de comida. Además, toma en cuenta características del usuario como su talla, peso y estado de salud. ZuDiet agrega valor a las rutinas tradicionales de los gimnasios, introduciendo la importancia de articular tales rutinas con una dieta de manera personalizada. Esta sección se consagra a la descripción del rol y las actividades del Agente Nutricionista, explicando así la generación de dietas y el proceso seguido por ZuDiet para tal fin.

El Agente Nutricionista provee una dieta personalizada al usuario. Una dieta personalizada es una dieta balanceada adaptada, a las necesidades y preferencias del cliente. “Una dieta balanceada significa obtener los tipos y cantidades adecuadas

de alimentos y bebidas con el fin de proporcionar nutrición y energía para el mantenimiento de los órganos, tejidos y células del cuerpo, al igual que para apoyar el crecimiento y desarrollo normales.”² Una técnica utilizada por los nutricionistas para armar dietas personalizadas es la sustitución de alimentos por otros que tengan un valor nutricional parecido y tomen en cuenta al usuario, sus gustos y preferencias. Esta técnica es la utilizada por el Agente Nutricionista para cumplir con su objetivo. Para construir una dieta personalizada con la técnica de sustitución de alimentos mencionada, el Agente Nutricionista necesita tener conocimiento sobre: a) alimentos y su valor nutricional, b) dietas preestablecidas, y c) los gustos del usuario.

Por lo anterior, el Agente Nutricionista, dentro de su base de conocimiento, tiene una ontología de alimentos que puede utilizar para identificar los diferentes alimentos y su nivel nutricional. Una ontología se puede definir como la representación de conceptos y relaciones de un modelo abstracto [7]. Además, dicho agente posee dietas pre-establecidas que son las recomendadas generalmente a pacientes con ciertas características. El Agente Nutricionista debe ser capaz de asignarle al usuario una de estas dietas pre-establecidas, primero identificando qué tipo de paciente es y luego, buscando en su base de conocimiento si existe una dieta para este usuario. En el caso en el que el Agente Nutricionista no pueda asignarle al usuario una dieta, éste puede interactuar con un nutricionista real con el fin de obtener nuevo conocimiento (una nueva dieta). Vale la pena resaltar que el usuario es motivado a mantener una dieta si en ella hay comidas que a él/ella le parezcan agradables. Por otro lado, cada usuario es único, no sólo en cuanto a sus gustos, sino en cuanto a sus necesidades. Existen muchas limitaciones con respecto a la cantidad de nutrientes que un paciente puede consumir que varían según la edad, el sexo, y su estado de salud. Para diseñar una dieta personalizada, el Agente Nutricionista debe obtener cierta información con respecto al usuario, tal como: edad, peso, altura, sexo, nivel de grasa que hay en su cuerpo, religión (existen religiones que prohíben el consumo de ciertos alimentos), estado de salud (enfermedades como por ejemplo la diabetes). El agente también debe aprender sobre los hábitos alimenticios actuales del usuario y de su estilo de vida. Para adquirir dicha información, el agente debe consultar al usuario y también debe solicitar información al Agente Perfil de Usuario. Adicionalmente, las preferencias del usuario deben incluir información sobre los gustos del cliente con respecto a los alimentos. En consecuencia, se debe desarrollar un mecanismo de interacción entre el usuario y el Agente Nutricionista, que le permita al usuario comunicarle al agente sus gustos con respecto a una cierta dieta. Inicialmente, cuando el Agente Nutricionista no posee conocimiento sobre los gustos del usuario, dicho agente le propondrá al usuario una dieta pre-establecida. Le ofrecerá la opción al usuario

de indicarle qué partes de la dieta no le gustan y si al usuario le gustaría que le propongan otra dieta. A partir de esta información, el Agente Nutricionista aprenderá qué alimentos le gustan, no le gustan o le son indiferentes al usuario. Si el usuario desea otra dieta, las comidas de la dieta pre-establecida que al usuario no le gustan, serán sustituidas por otras que tengan un valor nutricional parecido y que más le apetezcan. Cuando el Agente Nutricionista adquiere cierta cantidad de información sobre los gustos alimenticios del usuario, este agente puede ofrecer dietas aún más adaptadas/personalizadas. La información que el Agente Nutricionista obtenga sobre el usuario será enviada al Agente Perfil de Usuario para aportar a la base de conocimiento del último. Con respecto a la información adquirida sobre el estado de salud, el Agente Nutricionista debe tomar ciertas decisiones sobre la dieta que va a recomendar. Las recomendaciones del nutricionista son reglas que se deben cumplir para usuarios con cierto estado de salud. Una posible estructura para estas reglas puede ser: sí el usuario sufre de úlcera no debe consumir productos que contengan lactosa. Igualmente, si el usuario sufre de alguna enfermedad y dentro de las recomendaciones no está especificada, el Agente Nutricionista se puede comunicar con la nutricionista real. Este agente es capaz de asignarle al usuario una dieta pre-establecida.

Sin embargo, esta dieta pre-establecida no es personalizada. Para convertir esta dieta pre-establecida en una dieta personalizada, el Agente Nutricionista utilizará una técnica de reemplazo de alimentos, que consiste en cambiar ciertos alimentos por otros que tengan un valor nutricional parecido tomando en cuenta los gustos del usuario y las recomendaciones del nutricionista. Más aún, la técnica tomará los alimentos que al usuario no le apetezcan e intentará sustituirlos por otros. Primero, el Agente Nutricionista debe organizar los alimentos que se encuentran dentro de la ontología de alimentos. Los elementos se agrupan según su valor nutricional utilizando Fuzzy Clustering [12], una técnica que utiliza lógica difusa para definir conjuntos. En Fuzzy Clustering, cada elemento puede ser parte de diferentes conjuntos, a un cierto grado de pertenencia. De esta manera, si el agente necesita reemplazar un alimento, escogerá otro que pertenezca al mismo conjunto y sea más apetecible para el usuario y que a la vez cumpla con las recomendaciones del nutricionista. En conclusión, el Agente Nutricionista utiliza un mecanismo para el reemplazo de alimentos con el fin de generar una dieta personalizada que sea afín a los gustos del usuario.

Finalmente, se calcula la cantidad de calorías que el usuario consumiría con esa dieta. Dichas calorías son consideradas al diseñar la rutina de ejercicios (generada por el Agente Entrenador) para que el usuario mantenga un equilibrio entre lo que consume y las que gastaría con la rutina sugerida por ZuGym. La generación de la dieta está a cargo de ZuDiet, tomando en cuenta algunas características de la rutina de ejercicio del paciente con el fin de mantener un equilibrio en el estado físico del mismo. El proceso de generación de la dieta,

2. http://www.umm.edu/esp_ency/article/002449.htm

o patrón alimenticio, será detallado en la sección 3.3, donde se mostrará cómo se utilizan las características de los perfiles de paciente para el enriquecimiento de un patrón alimenticio genérico.

3.1. Modelo de Dominio ZuDiet

El modelo de dominio de ZuDiet (ver Figura 4) muestra los componentes que se relacionan para generar el patrón alimenticio personalizado.

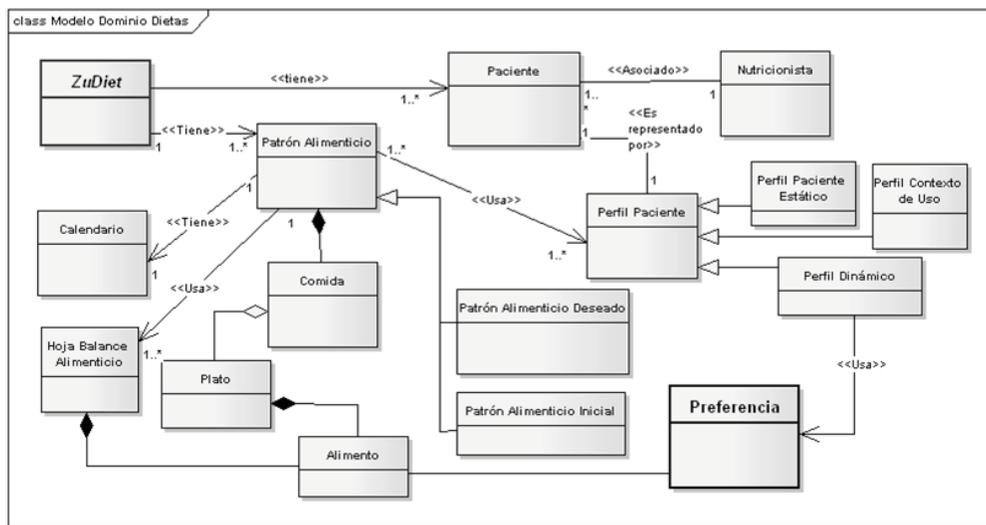


Figura 4. Modelo de Dominio de ZuDiet

A continuación se hará una breve descripción de los componentes que hacen parte del modelo de dominio de ZuDiet (ver Figura 4), los cuales serán los encargados de adaptar/personalizar este servicio.

El patrón alimenticio es el encargado de la generación de la dieta, o patrón alimenticio. Usando diferentes recursos, se realizan los filtros necesarios para generar, en primera medida, un Patrón Alimenticio Inicial (sin personalización) y un Patrón Alimenticio Deseado (con personalización) adaptado a los perfiles del usuario.

El patrón alimenticio está compuesto de comidas, que se entenderán como los diferentes platos que la persona ingerirá en el día, especificando el horario y la comida. De igual manera, una comida está compuesta de platos y cada plato, de alimentos. Igualmente, cada alimento tiene las especificaciones de su composición necesarias para la creación de la dieta, (ver Tabla 1). En una dieta se muestra cuáles deben ser las comidas diarias de una persona, junto con las horas en que debe ingerirlas, los platos propuestos y los alimentos que componen estos últimos. En el componente Calendario, se relacionarán los componentes Comida, Plato y Alimento, para generar el patrón alimenticio que debe seguir el paciente.

ALIMENTO: Leche de Soya (100gr)	
Compuesto	Cantidad
Humedad	91,2 gr
Energía	31 Kcal
Proteínas	3.80 gr
Lípidos	2 gr
Carbohidratos Totales	1.60 gr

Tabla 1. Composición química de un alimento

Un alimento, aparte de una composición química (ver Tabla 1) expresa a su vez diferentes dimensiones. Estas dimensiones son una forma de expresar los alimentos según aspectos de su entorno y de cómo las personas del mismo lo conciben. Para la adaptación de los alimentos al perfil del paciente, se tendrán en cuenta algunas de las dimensiones propuestas por Varela [14]:

- Económicas: tiene un precio que le puede hacer o no asequible al grupo de población que desea consumirlo.
- Sociales: se integra en los códigos de prestigio y oportunidad de consumo fijados por el grupo.
- Psíquicas: aceptación o rechazo del alimento en función de su inclusión o no en el catálogo de alimentos habituales del grupo consumidor, es decir, sancionado por la cultura alimentaria propia.

Estas dimensiones, ayudarán a que el concepto de alimento tenga el detalle suficiente y se pueda generar una dieta que se adapte a los requerimientos tanto del paciente como de su entorno alimenticio. Estas características se verán reflejadas en el perfil del paciente, más exactamente en el componente de preferencias (ver Figura 5), no se ven explícitas, pero serán tomadas en cuenta en el momento de hacer el primer filtro a las hojas de balance alimenticio (ver sección 3.3).

Vale la pena resaltar que el perfil del paciente maneja todos aquellos datos del paciente que son necesarios para realizar los filtros y poder generar el patrón alimenticio deseado. Este componente maneja tres tipos de perfiles: i) Estático, que maneja los datos básicos del paciente; ii) Contexto de Uso, que hace referencia a los datos obtenidos por la interacción del

usuario con el sistema; y por último, iii) Dinámico, que controla aquellos datos del paciente que cambian con el tiempo. Más adelante se detallarán estos aspectos, enfocándose en los datos que manejará cada uno.

Al retomar el término de “Hoja de Balance Alimenticio”, la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), la define como aquella que “proporciona una imagen amplia de la estructura del suministro de alimentos de un país durante un período de referencia determinado. La hoja de balance de alimentos muestra para cada producto alimentario, es decir, para cada producto primario y varios productos elaborados potencialmente disponibles para el consumo humano las fuentes de suministro y su utilización” [16]. Este componente es una parte fundamental del sistema ya que es la fuente de información donde se obtendrán los alimentos y además es el que provee una forma de adaptación de los patrones según diferentes características económicas, políticas, geográficas, socio-culturales, entre otras. Considerando lo propuesto por Varela [14], se tendrán en cuenta los atributos de los alimentos (por regiones).

Con base en lo planteado en el modelo del dominio de ZuDiet, se refleja la necesidad de tener un perfil de usuario con el fin de personalizar el servicio. En la siguiente sección se presentará en detalle este modelo.

3.2. El modelo de perfil de usuario

El modelo perfil de usuario (ver Figura 5) tiene como objetivo mostrar cuáles serán los datos/características que se tendrán en cuenta tanto para la clasificación y jerarquización de las preferencias del paciente y como para la generación del patrón alimenticio deseado. El modelo del perfil de paciente define tres tipos de perfil, que conjugados hacen posible la adaptación de un patrón alimenticio genérico en uno personalizado. A continuación se expondrán las características así como el flujo de información para la creación del patrón deseado.

Los componentes del Modelo Perfil de Paciente contienen los datos individuales de los pacientes que se comportarán como un filtro en el momento de generar la dieta.

El perfil estático del paciente maneja todos aquellos datos del paciente que son estáticos, es decir, que no varían frecuentemente en un largo periodo de tiempo. Adicionalmente, estos datos proveerán la información necesaria para realizar los cálculos correspondientes a la primera etapa de la generación de la dieta (ver sección 3.3). Los datos a tomar en cuenta serán los expuestos en el modelo perfil del paciente; para esto se consideraron tres diferentes grupos de datos: Datos Personales, Hábitos y, Datos Antropométricos y Patologías. Esta es una aproximación de los datos necesarios, pero podrían ser más o menos.

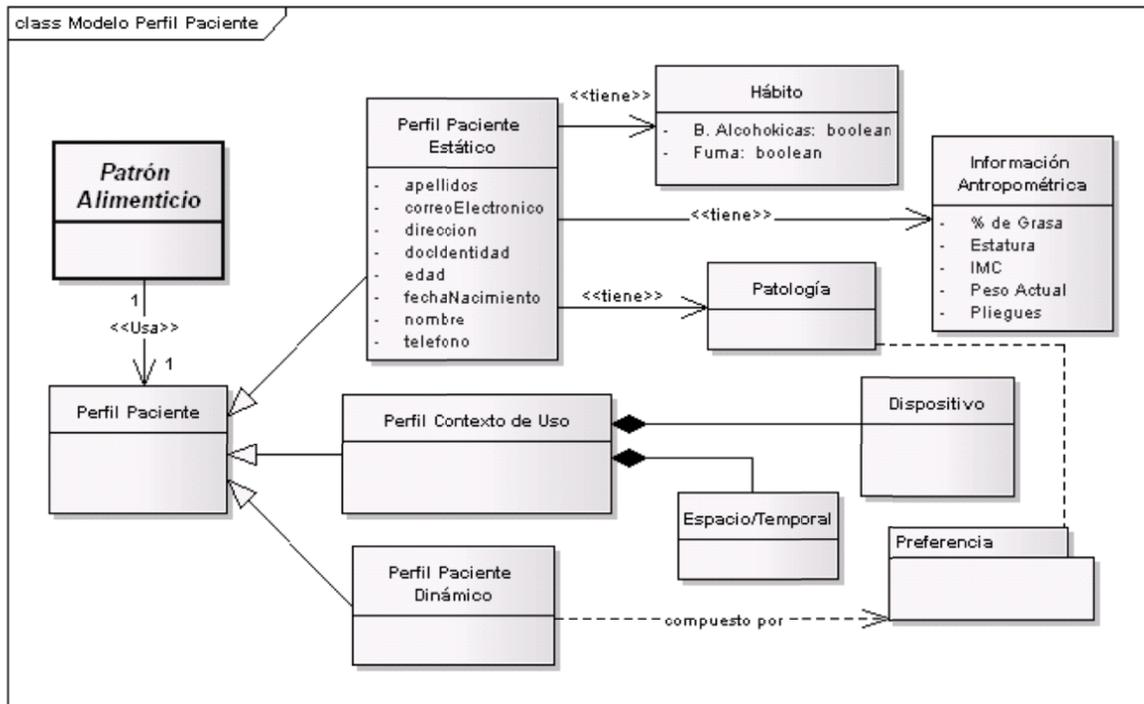


Figura 5. Modelo Perfil de Paciente

El contexto de uso representa el entorno en el que se encuentra el paciente. Para la creación de este perfil se toman en cuenta tres aspectos:

- Actividades del Paciente: representan lo que realiza el paciente en su diario vivir, lo que ayudará al sistema a reconocer cuál es su gasto energético diario, qué tipo de

actividad realiza frecuentemente (fuera de las rutinarias), entre otras. Algunos ejemplos de ésta son: ir al gimnasio, ir a un restaurante con un tipo de comida específica (china, colombiana, etc.) o quedarse los domingos en la casa.

- Dispositivo: basado en el perfil CC/PP (acrónimo de Composite Capability/Preferences Profiles). Este perfil maneja la descripción de las capacidades de un dispositivo y de las preferencias del usuario³. Estas características son relevantes dentro del sistema ya que proveen la información necesaria para realizar un despliegue del servicio, según el dispositivo desde el cual se encuentre accediendo el paciente.
- Espacio/Temporal: para lograr la adaptación del patrón alimenticio, es importante conocer dónde se encuentra el paciente, las características del entorno, los lugares que frecuenta. Aquí se manejan las características demográficas, alimentos producidos en el lugar, además del lugar de nacimiento y de residencia actual del paciente.

Uno de los problemas de la personalización de servicios es la recolección de los datos suficientes para lograr una predicción de las preferencias y gustos de cada uno de los usuarios. Es por esto que se plantea una serie de preferencias que se irán refinando gracias a la interacción del usuario con el sistema, por medio de recomendaciones basadas en el patrón alimenticio deseado. Para lograr una mejor comprensión de cuáles serán las preferencias que se tomarán en cuenta y cómo interactúan dentro de ZuDiet, se realizó un diagrama de flujo (ver Figura 6) que muestra cómo es el proceso de convertir un patrón alimenticio inicial (general) en un patrón alimenticio deseado (personalizado).

3.3. Flujo de Generación de Patrón Alimenticio Deseado

En esta sección se explicará cómo es el proceso para la generación de patrones alimenticios (dietas), mostrado en la Figura 6. El proceso se divide en cinco subprocesos, dos de ellos (cuadrados redondeados) representan el punto en el que se integra el perfil de usuario y los otros tres (cuadrados) representan las fuentes de datos fijas y generadas. A continuación se explicará cada uno de estos subprocesos y la interacción entre los mismos.

3.3.1. Términos Importantes

Antes de empezar a describir el proceso, se necesita conocer el significado de algunos conceptos:

- Patrón Alimenticio Inicial: es el patrón que se genera en un principio, es general, sólo toma en cuenta los alimentos que están a disposición y el perfil estático del paciente.

- Patrón Alimenticio Deseado: es aquel que se genera después de ejecutar los filtros con el perfil del paciente.
- Patologías: padecimientos o enfermedades del paciente.
 - a) Crónicas: aquellas enfermedades que no tienen cura. Ej. el SIDA.
 - b) Temporales: aquellas enfermedades o estados de salud que no son permanentes. Ej. embarazo.
 - c) Propensas: aquellas enfermedades a las que el paciente es propenso debido a que han sido padecidas en su familia.
 - d) Antecedentes Clínicos: aquellas enfermedades que la persona haya sufrido.
- Datos Laboratorio Clínico: son los datos obtenidos mediante pruebas de laboratorio, para conocer el estado actual del paciente.
- Tipos de Cocción: en medio acuoso, graso y aéreo.

3.3.2. Fuente de Información

En la Figura 6, se identifican tres fuentes de información (cuadrados):

- Hojas de Balance Alimenticio: es la primera fuente de información, de donde se tomará la lista de alimentos disponibles en la región.
- Patrón Alimenticio Inicial: fuente de información que será filtrada considerando las preferencias.
- Patrón Alimenticio Deseado: será la fuente de información usada por el sistema para la planeación de las comidas diarias propuestas para el paciente según sus preferencias.

3.3.3. Filtros

La función de los filtros se basa en las fuentes de información. Consiste en empezar a descartar alimentos que no serán usados para la creación de la dieta, ya sea por motivos patológicos o por las preferencias del paciente.

3.3.3.1. Filtro Patologías

Este filtro es el encargado de tomar todos los datos del paciente acerca de las patologías y filtrar las hojas de Balance Alimenticio, descartando todos aquellos alimentos que en alguna medida puedan afectar al paciente, según su composición química. Un ejemplo de esto, es que si el paciente es diabético no se le podrá realizar la dieta que contenga alimentos como el azúcar refinado, pero si ciertas verduras. Algunos de los alimentos no se descartarán por completo sino que serán restringidos, lo que indica que durante algún tiempo (patología temporal) no podrán ser consumidos por el paciente.

El filtro de preferencias es el encargado de tomar todos los datos generados en el Patrón Alimenticio Inicial y filtrarlo según las preferencias del paciente en diferentes dimensiones. Estas dimensiones representan un histórico del paciente, cómo ha sido el comportamiento con el sistema o las características de su entorno. El modelo (ver Figura 6) propone seis tipos de preferencias:

3. <http://www.w3.org/TR/NOTE-CCPP/>

- **Objetivo:** aquí se manejan los datos correspondientes a lo que busca el paciente; dichas preferencias pueden ser: a) Por salud: debido a afecciones del paciente (Ej. Obesidad). Este está relacionado directamente con las patologías del paciente. b) Estéticos: si la persona está buscando realizar una dieta por estética (Ej. bajar o subir de peso).
- **Despliegue:** son las preferencias referentes a cómo el paciente prefiere que se le despliegue el patrón alimenticio, su calendario de comidas, su avance y otros servicios agregados del sistema. Este tipo de preferencia será usada por todos los servicios de ZuGym, no es de uso exclusivo.
- **Actividad:** es la forma en la que el paciente quiere interactuar con el sistema; son aquellas actividades que el paciente quiere y puede realizar en el sistema [2],
- **Por Alimentos:** aquí se maneja una colección de alimentos divididos en tres grupos, según los gustos del paciente: a) Alimentos Preferidos: aquellos alimentos que son del gusto del paciente. b) Alimentos no Tolerados: aquellos que según el metabolismo del paciente le hacen daño. c) Alimentos Rechazados: aquellos que NO son del gusto del paciente.
- **Horario:** debido a que cada paciente no tiene los mismos horarios para comer, o por hábitos está acostumbrado a comer en horas específicas, es un factor que se tomará en cuenta en el momento de realizar la planificación del patrón alimenticio deseado. Cada horario estará relacionado con

una comida específica. El número de comidas depende también de los gustos del paciente.

- **Cocción:** cada alimento puede ser preparado de maneras diferentes (ver sección 3.3), y a cada paciente puede gustarle con cualquier tipo de cocción. En este punto se tendrá en cuenta también que los alimentos cambian su composición química después de ser cocinados; por tal motivo se evaluará si el alimento interfiere con el objetivo del paciente o con alguna patología.

En la siguiente sección se mostrará cómo será la representación de los componentes anteriormente definidos.

3.4. Representación de la Información

En esta sección se mostrará cómo será la representación de cada uno de los componentes del modelo del dominio de ZuDiet y como serán analizados. Para esta representación se ha utilizado la Notificación BNF (acrónimo de Backus-Naur Form), dado que esta provee las características para crear la definición de cada uno de los conceptos usados en el modelo y mostrar las conexiones entre estos.

3.4.1. Conceptos Generales

Algunos de los conceptos se clasificaron como generales dado que son utilizados para la definición de otros elementos de perfiles:

Tabla 2. Representación conceptos generales

Representaciones Generales	
<Número> ::= <Dígito> <Dígito> <Número>	<Peso_Neto> ::= <Número>
<Texto> ::= <Carácter> <Carácter> <Texto>	<Hora> ::= <Número>
<Carácter> ::= a b ... y z	<Minutos> ::= <Número>
<Dígito> ::= 0 1 ... 8 9	<Frecuencia> ::= Diario Semanal Mensual Anual
<Día> ::= <Número>	<Nombre_Patología> ::= <Texto>
<Mes> ::= <Carácter> <Carácter> <Carácter>	<Nombre_Alimento> ::= <Texto>
<Año> ::= <Dígito> <Dígito> <Dígito> <Dígito>	

Tabla 3. Representación Perfil Estático Paciente

Perfil Estático (nombres, apellidos, Id, edad, fecha_nacimiento, género, dirección, teléfono, correo_electrónico, lista_hábitos, lista_tiempo_comidas, información_antropométrica(), Patologías())	
<Nombres> ::= <texto>	<Género> ::= Femenino Masculino
<Apellidos> ::= <texto>	<Fecha_Nacimiento> ::= <Día> <Mes> <Año>
<Id> ::= <Número>	<Dirección> ::= <Texto>
<Edad> ::= <Número>	<Teléfono> ::= <Número>
Frecuencia_Consumo (<Alimento_Inicial>, <Frecuencia>)	<Correo_Electrónico>
<Patologías> ::= <Patologías> <Antecedentes_Clinicos> <Laboratorio_Clinico>	<Antecedentes_Clinicos> ::= { <Nombre_Patología> }*
<Laboratorio_Clinico> ::= <Colesterol> <Glicemia> <Acido_Urico>	<Horario_Comida> ::= <Hora> <Minuto>
<Triglicéridos> ::= <Número>	
<Lista_Tiempo_Comidas> ::= { <tiempo_comida> }*	<Comida> ::= { <Plato> }*
<Nombre_Comida> ::= Desayuno Nueves Almuerzo Onces Comida Refrigerio	<Lista_Hábitos> ::= { <Hábito> } *

3.4.2. Componentes Perfil Paciente Estático

Este perfil maneja aquellos datos que no varían frecuentemente. La representación de cada uno de los componentes de este perfil, se manejará así (ver Tabla 3):

- **Datos Personales:** se manejará como variables primarias (Ver Tabla 3).

- **Hábitos:** se utilizará un listado de hábitos alimenticios del paciente. La obtención de estos datos será explícita igual que la de los datos personales. Se desplegará un listado de hábitos, el paciente dirá cuál hace parte de su rutina.
- **Información Antropométrica:** esta información únicamente trabaja con números, por tal motivo será representada

Tabla 4. Representación Información Antropométrica

Información_Antropométrica (peso, IMC, estatura, pliegue, estructura, cálculos iniciales())	
<Peso> ::= (<Actual> <Usual> <Ideal>)::=<Número>	
<Estatura> ::= (<Carpo><Tórax><Cintura><Cadera>) ::= <Número>	
<Ideal> ::= 50+((3*(Estatura - 150)/4))	

por variables numéricas. Se resalta que, en su mayoría, la obtención de estos datos es implícita, ya que tomando algunos de los datos personales, se podrán hallar por medio de fórmulas matemáticas estos datos antropométricos. (Ver Tabla 4).

- Patología: para todos los tipos de patologías se realizará un listado, haciendo explícito cuáles sufre el paciente y el tratamiento actual de los mismos. Cada una de las

enfermedades, tendrá una relación, de tres niveles, con los alimentos: Alimentos Nocivos: son aquellos alimentos que al ser consumidos por un paciente con una patología específica podrían agravar el estado del mismo; Alimentos Restringidos, son aquellos alimentos que pueden ser consumidos por el paciente en poca cantidad; Alimentos Benéficos, son aquellos que benefician el estado de salud del paciente y ayudan a controlar la patología (ver Tabla 5)

Tabla 5. Representación Patologías

Patología(nombre patología, tipo, tratamiento, frecuencia, alimentos_relacionados)	
<Nombre_Patología> ::= “Obesidad” “Diabetes” “Problemas Respiratorios” “Gastritis”	<Droga> ::= <Texto>
<Tipo> ::= “Crónica” “Temporales” “Propensas”	<Tratamiento> ::= <Texto>
<Tratamiento> ::= (<Droga> <Tratamiento>) <Horario>	<Frecuencia> ::= Ver Tabla 2
<Alime_Relacionados_Patologías> ::= (<Nocivos> <Restringidos> <Benéficos>) ::= {<Nombre_Alimento>} *	<Horario> ::= <Hora> <Minutos>

3.4.3. Perfil Contexto de Uso

Este componente opera con datos que caracterizan el entorno del paciente. La representación de estos datos se aplicará de la siguiente manera:

- Dispositivo: para la representación del perfil del dispositivo se usarán las extensiones de CC/PP expuestas por Indulska et. al. [8]. La representación usada por ZuDiet se puede ver en la Tabla 6.
- Espacio/Temporal: ver Tabla 6

Tabla 6. Representación Perfil Contexto de Uso

Perfil_Contexto_Uso(dispositivo, espacio_temporal)	
<Dispositivo> ::= <Nombre_Dispositivo> <Caráct_Dispositivo>	<Modificación> ::= (<Error_Vertical>, <Error_Horizontal>, <Error_Heading>, <Error_Pitch>) ::= <Número>
<Nombre_Dispositivo> ::= <Texto>	<Espacio_Temporal> ::= <Localización> <Características_Entorno> <Lugares_Frecuentados>
<Caráct_Dispositivo> ::= <Localización_Dispo> <Caráct_Red> <Req_Aplicación> <Sesión_Actual_User>	<Localización> ::= <Nombre_Lugar> [<Loc_Física> <Loc_Geodésica> <Loc_Lógica>] <Actividad>
<Localización_Dispo> ::= <Loc_Física> <Loc_Lógica> <Loc_Geodésica> <Orientación> <Modificación>	<Características_Entorno> ::= <Económicas> <Sociales> <Físicas>
<Loc_Física> ::= (<País>, <Departamento>, <Ciudad>, <Barrio>) ::= <Texto>	<Económicas> ::= <Estrato> <Capacidad_Monetaria> ::= <Número>
<Loc_lógica> ::= <Dirección_IP> ::= <Número>. <Número>. <Número>	<Sociales> ::= <Ciudad_Nacimiento> <Ciudad_Actual> ::= <Texto>
<Loc_Geodésica> ::= (<Longitud>, <Latitud>, <Altitud>) ::= <Número>	<Físicas> ::= <Clima> <Estación_Año>
<Orientación> ::= (<Heading>, <Pitch>) ::= <Número>	

3.4.4. Perfil Dinámico

El perfil dinámico se explica por medio de un flujo (ver sección 3.3) y sus componentes son los que se encuentran en el mismo. La representación de algunos de los componentes del flujo ya ha sido mostrada; por tal motivo, sólo se hará referencia a la sección en la que se encuentra. A continuación se explicará la representación de los componentes dinámicos:

- Hojas de Balance Alimenticio: corresponden a un listado de alimentos disponibles en el lugar donde se encuentra el paciente. Ver Tabla 9.
- Espacio/Temporal: según éste se podrá realizar un primer filtro al listado de alimentos dados por estas hojas. Ver Tabla 6.

- Patologías: ver Tabla 5.
- Patrón alimenticio inicial: para la generación de este patrón se tendrán en cuenta tres aspectos: se eliminarán de las hojas de balance alimenticio todos aquellos alimentos que por patologías, sean nocivos para el paciente; se mantendrá un listado opcional, donde se manejarán aquellos alimentos que sean restringidos, debido a las patologías relacionadas con el paciente; se eliminarán aquellos alimentos que por las características del entorno, ver Tabla 6, no estén al alcance para ser consumidos por el paciente. Para la generación de este patrón se deben realizar tres pasos:
 - Realizar cálculos iniciales: ver Tabla 7

Tabla 7. Representación Cálculos Iniciales

<Cálculos_Iniciales> ::= <IMC> <Gasto_Calórico>	
<IMC> ::= <Peso/ Estatura ² >	<TMB_Hombres> ::= $66 + (13,7 * \text{PESO}) + (5 * \text{TALLA}) - 6,8 * \text{EDAD}$
<Pliegue> ::= (<Subescapular> <Suprailiaco> <Muslo> <Pecho>); ::= <Número>	<Factor_Tasa_Metabolica> ::= <Tasa_Metabolica_Basal>/24horas
<Gasto_Calórico> ::= <Tasa_Metabolica_Basal> <Factor_Tasa_metabolica>	<Efecto_Calorigénico_Alím> ::= <Tasa_Metabolica_Basal> x 0.1
<Efecto_Calorigénico_Alím> <Efecto_Calorigénico_Ejer> ::= <Número>	
<Tasa_Metabolica_Basal> ::= <TMB_Mujeres> <TMB_Hombres>	<Efecto_Calorigénico_Ejer> ::= <Tasa_Metabolica_Basal> x <Porcentaje_Intensidad_Actividades>
<TMB_Mujeres> ::= $655,1 + (9,6 * \text{PESO}) + (1,85 * \text{TALLA}) - (4,7 * \text{EDAD})$	<Porcentaje_Intensidad_Actividades> ::= 30% ... 130%

- Hallar la cantidad de calorías a consumir diariamente.
Ver Tabla 8.

Tabla 8. Representación Calorías a Consumir Diariamente

Calorías a Consumir Diariamente (gasto calórico, distribución calórica)	
<Distribución_Calórica> ::= <Carbohidratos_B> <Carbohidratos_A> <Proteínas> <Grasas_Insaturadas> <Grasas_Saturadas> <Fibra>	
<Carbohidratos_B> ::= 45% <Gasto_Calórico>	<Grasas_Saturadas> ::= 15% <Gasto_Calórico>
<Carbohidratos_A> ::= 15% <Gasto_Calórico>	<Fibra> ::= 2% <Gasto_Calórico>
<Proteínas> ::= 20% <Gasto_Calórico>	<Consumo_Diario> ::= { <Alimento> }*
<Grasas_Insaturadas> ::= 3% <Gasto_Calórico>	

- Filtro Patologías: ver Tabla 9.

Tabla 9. Representación Filtro Patologías

Filtro_Patologías(Calorías_Consumidas_Diariamente)	
<Hoja_Balance_Alimenticio> ::= {Nombre_Alimento}*	
<Filtro_Patologías> ::= <Hoja_Balance_Alimenticio>	-<Alime_Relacionados_Patolo>

Preferencias:

- Preferencia Objetivo: representa el objetivo de la dieta.
Ver Tabla 10

Tabla 10. Representación Preferencia Objetivo

Preferencia_Objetivo_Dieta(tipo_Obj, tiempo_límite)	
<Tipo_Obj> ::= <Salud> <Estética>	<Subir_Peso> <Bajar_Peso> ::= <Peso_Deseado>
<Salud> ::= <Patología>	<Mejorar_Estado_Físico> ::= <Texto>
<Patología> ::= ver Tabla 5	<Tiempo_Límite> ::= <Día> <Mes> <Año>
<Estética> ::= <Subir_Peso> <Bajar_Peso> <Mejorar_Físico>	

- Preferencia Alimento: representa cómo el sistema mantendrá la información de un alimento, además de sus relaciones con otros componentes dentro del mismo.
Ver Tabla 11.

Preferencia_Alimento(alimento, valor_preferencia, substitucion_alimento, Preferencia_Cocción())

<Alimento> ::= <Nombre_Alimento> <Tipo> <Humedad> <Energía> <Proteínas>	<Tipo_Plato> ::= Aperitivo Ensalada Sopa Seco
<Lípidos> <Carbohidratos_Totales> <Tipo_Plato>	<Energía> ::= <Número> Kcal
<Tipo_Alimento> ::= Vegetales Carnes Frutas Cereales Harinas Lácteos	<Valor_Preferencia> ::= "Gusta" "Prefiere" "Rechaza"
<Humedad> <Proteínas> <Lípidos> <Carbohidratos_Totales> ::= <Número> gr	<Substitución_Alimento> ::= <Preferencia_Alimento>

- Preferencia Cocción: esta preferencia determina cuál será la cocción de los alimentos recomendada de acuerdo con el objetivo del paciente y sus preferencias.
- Preferencia Horaria: esta preferencia determina cuáles serán las franjas horarias para el consumo de las comidas, esto con el fin de adaptar la dieta a los horarios del paciente y otras características expresadas en la Tabla 12.

Tabla 12. Representación Preferencia Horaria

Preferencia_Horaria(comida, franja, sustitución_hora)	
<Plato> ::= {<Alimento>}* {<Disponibilidad>}*	<Sociales> ::= <Texto>
<Cocina_Regional>	<Cocina_Regional> ::= Italiana Francesa Colombiana ...
<Disponibilidad> ::= <Estaciones> <Influencia_Mercado>	<Franja> ::= <Hora_Inicial> <Hora_Final>
<Estaciones> ::= Primavera Verano Otoño Invierno	<Hora_Inicial> ::= <Hora> <Minutos>
<Influencia_Mercado> ::= <Económica> <Sociales>	<Hora_Final> ::= <Hora> <Minutos>
<Económica> ::= Precio_Alto Precio_Bajo Precio_Estable	

- Preferencia Actividad: representa cuáles son las actividades y el orden en el que el paciente las prefiere realizar. Ver Tabla 13.

Tabla 13. Representación Preferencia Actividad

Preferencia_Actividad (tipo, criterios, actividad)	
<Tipo> ::= Especifica General	
<Criterios> ::= <Localización> <Espacio_Temporal> <Socio_Cultural> <Temporada> <Personal_Ingresado>	
<Socio_Cultural> ::= <Religión> <Creencia> <Estilo_Vida>	
<Temporada> ::= "Vacaciones" "Fin de Semana" "Trabajo" "Estudio" Navidad	
<Personal_Ingresado> ::= <Actividad_Paciente> <Actividad_Nutricionista>	
<Actividad_Paciente> ::= Sugerencia_Comidas Crear_Platos Consultar_Dieta Modificar_Perfil Estimar_estado_Salud Generar_Informe_Seguimiento Consultar_Nutricionista	
<Actividad_Nutricionista> ::= <CRUD_Paciente> <Adición_Reglas> <Generar_Dieta_Cliente> <Informe_Seguimiento>	

- Preferencia Despliegue: en ésta se representa el formato en el que el paciente quiere que se le despliegue la información. Ver Tabla 14.

Tabla 14. Representación Preferencia Dispositivo

Preferencia_Despliegue(formato, {característica}, sustitución)	
<Formato_Despliegue> ::= "video" "texto" "imagen"	
<Característica> ::= <Size_Archivo> <Size_Pantalla> ::= <Número>	
<Formato_Sustitución> ::= <Preferencia_Formato>	

Patrón alimenticio deseado: para la representación de este patrón alimenticio, se muestra la representación de la forma en la que se genera el mismo. Ver Tabla 15.

Tabla 15. Representación Filtro Preferencias

Filtro_Preferencias (Patrón_Alimenticio_Inicial)	
<Filtro_Preferencias> ::= <Alimento_Gusto> + <Alimento_Benéfico> ::= {<Alimento>}*	
<Alimento_Gusto> ::= <Preferencia_Alimento>	
<Preferencia_Alimento> ::= ver Tabla 11	
<Alimento_Benéfico> ::= <Alime_Relacionado_Patologías>	
<Alime_Relacionado_Patologías> ::= {Nombre_Alimento<Benéfico>}* (ver Tabla 5)	

IV. SISTEMA DE REGLAS

En esta sección se mostrará un sistema de reglas encargadas de la generación del patrón alimenticio deseado. Este sistema de reglas toma como base la representación de información

detañada en la sección 3.4. El orden en que serán expuestas las reglas se basa en el flujo para la generación de un patrón alimenticio deseado (ver sección 3.3). En la Tabla 16 se mostrarán las abreviaturas usadas en el sistema de reglas.

Tabla 16. Abreviaturas

Abreviatura	Definición	Abreviatura	Definición
HBA	Hoja de Balance Alimenticio	PAI	Patrón Alimenticio Inicial
HBAO	Hoja de Balance Alimenticio Opcional	PAD	Patrón Alimenticio Deseado

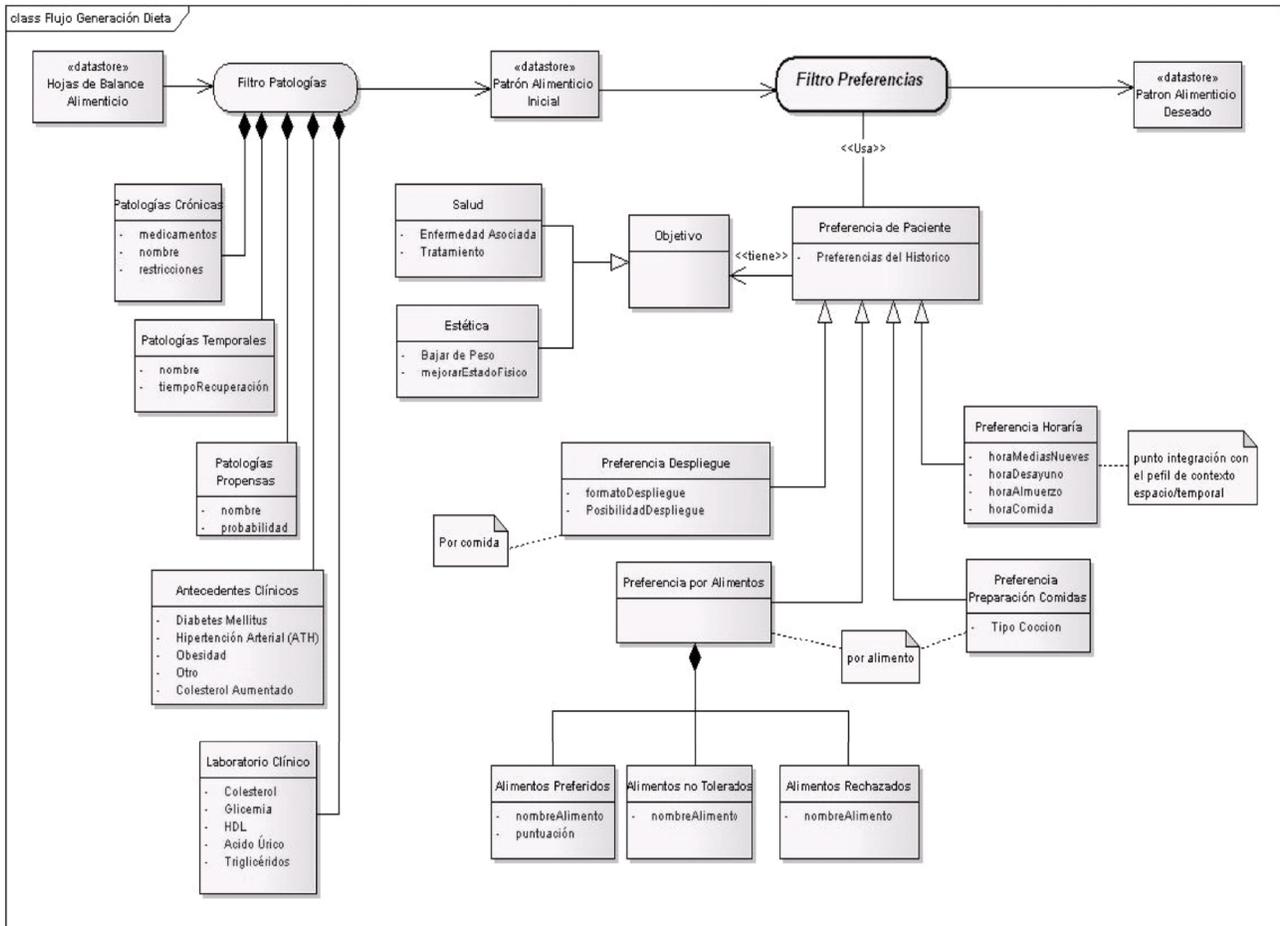


Figura 6. Flujo Generación de Patrón Alimenticio Deseado

4.1. Reglas de Filtrado (Patrón Alimenticio Inicial)

Los filtros son los encargados de eliminar aquellos datos que, según las reglas, no serán añadidos al patrón alimenticio. Existen dos tipos de filtrado general: Filtrar, que elimina los elementos que por las características del perfil del paciente, no serán usados; Filtrar_Opción, filtra los elementos que podrán ser usados después, pueden ser opcionales.

El filtro de salud es el encargado de determinar cuáles serán los alimentos que no deben hacer parte del patrón alimenticio, como primera instancia, esto con base en las patologías del paciente.

Sea a ∈ Alimentos Relacionados con Patologías

```

Filtro_Salud (a) {
    If (a ∈ "Nocivos") {
        Filtrar (a)
    } else {
        If (a ∈ "Restringidos") {
            Filtrar_Opción (a)
        }
    }
}
    
```

El filtro objetivo se encarga de determinar cuáles serán alimentos que no serán parte del patrón alimenticio, esto con base en el objetivo del paciente.

Sea a ∈ Alimentos Relacionados con Patologías

```

If (Tipo_Obj == "Salud" || Tipo_Obj == "Mejorar_Estado_Físico") {
    Filtro_Salud (a)
} else { //Tipo_Obj == "Estética"
    If (Peso_Deseado >= Peso_Actual) {
        Filtro_Salud (a)
        Filtro_Adelgazar (Alime_Relacionados_Engordar)
    } else {
        Filtro_Salud (a)
        Filtro_Engordar (Alime_Relacionados_Adelgazar)
    }
}
    
```

El filtro objetivo se encarga de determinar cuáles serán alimentos que no serán parte del patrón alimenticio, esto con base en el objetivo del paciente.

Sea a ∈ Alimentos Relacionados con Patologías

```

If (Tipo_Obj == "Salud" || Tipo_Obj == "Mejorar_Estado_Fisico") {
    Filtro_Salud (a)
} else { //Tipo_Obj == "Estética"
    If (Peso_Deseado >= Peso_Actual) {
        Filtro_Salud (a)
        Filtro_Adelgazar (Alime_Relacionados_Engordar)
    } else {
        Filtro_Salud (a)
        Filtro_Engordar (Alime_Relacionados_Adelgazar)
    }
}
}

```

4.1.1. Filtro Preferencia Alimentos

El filtro de preferencia de alimentos es el encargado de determinar qué alimentos, según las preferencias del paciente, deben estar o no dentro del patrón alimenticio.

```

Sean c y d ∈ HBA
Preferencia_Alimentos (c) {
    If (c == "Rechaza") {
        Filtrar (c)
    } else {
        SustituciónIntercambio (c) ∨ SustituciónPreferencia (c)
        If (c == "Gusta") {
            PAD ∪ {c}.
        }
        /*Se podrán manejar listas separadas de los alimentos
        opcionales; una para los que son por salud y otra para los
        que son por preferencia.*/
    } else { //por preferencia
        // { Sea f | lista alimentos preferidos }
        if (c ∈ f) {
            f ∪ {c}
        }
    }
}

SustituciónPreferencia(c) {
    Return d
    //Donde d es uno de los alimentos de la lista de opcionales por preferencia.
}

SustituciónIntercambio (c) {
    d = Intercambio(c)
    Return d
}
// Donde
Intercambio (c) {
    For (i = 0; i <= HBA.length ; i++) { →
        If (c.Kilocalorias == HBA.get(i).Kilocalorias ∨
            c.Carbohidratos == HBA.get(i).Carbohidratos ∨
            c.Grasas == HBA.get(i).Grasas ∨
            c.Proteínas == HBA.get(i).Proteinas) {
            Return HBA.get(i)
        }
    }
}
}

```

4.2. Reglas Generación Patrón Alimenticio Deseado (PAD)

Para la generación del PAD, se tendrá en cuenta la secuencia presentada en la sección 3.3. La regla de preferencia de cocción determina la viabilidad de un tipo de cocción. Se tiene en cuenta el tipo de cocción de preferencia del paciente, y además, que no interfiera con el objetivo de éste.

```

Sea p ∈ HBA
Intercambio_Cocción () {
    If (p ∉ "Frutas") {
        If (p.Preferencia_Cocción == "Graso") {
            If (Tipo_Obj == "Salud" ∨ (Tipo_Obj == "Estética" ∧
                Peso_Deseado > Peso_Actual) ) {
                Preferencia_Cocción( Sustitución (p) )
            }
        }
    }
} else { // Si p es una Fruta
    Preferencia_Cocción ("Ninguna")
}
}

```

Las reglas de preferencia horaria determinan cuáles serán los horarios en los que el paciente deberá comer, basados en la preferencia de hora, actividades, características espacio-temporales y los alimentos por comida.

```

Sea di ∈ Dias de la semana
Sea h ∈ Horas del día
Sea f ∈ Comida
fp ∈ Plato de Comida ∧ HBA
{fp} {<Alimento>}*
If (f == "Desayuno") {
    If (fp ∈ Disponibles (Estación, Influencia_Año) ∧ fp ∈ Cocina_Regional) {
        Comida_Desayuno(fp)
        Preferencia_Horaria (Desayuno, franja, sustitución_hora)
    } else {
        Comida_Desayuno_Sustitución(fp)
    }
} else {
    If (f == "Almuerzo") {
        If (fp ∈ Disponibles (Estación, Influencia_Año) ∧ fp ∈ Cocina_Regional) {
            Comida_Almuerzo (fp)
            Preferencia_Horaria (Almuerzo, franja, sustitución_hora)
        } else {
            Comida_Almuerzo_Sustitución (fp)
        }
    } else {
        If (fp ∈ Disponibles (Estación, Influencia_Año) ∧ fp ∈ Cocina_Regional) {
            Comida_Comida (fp)
            Preferencia_Horaria (Comida, franja, sustitución_hora)
        } else {
            Comida_Comida_Sustitución (fp)
        }
    }
}
}

```

V. CONCLUSIONES

La generación de una dieta, realizada en su totalidad por un nutricionista, no tiene en cuenta muchas de las características del paciente, que conllevan a que sean fácilmente desechadas y no se cumplan los objetivos. Es por este motivo que ZuDiet, provee una dieta considerando una gran cantidad de variables, que involucra tanto los atributos físicos como de comportamiento del paciente. Dada la amplitud de las variables a tener en cuenta, la generación de dietas se relaciona con un sistema de recomendaciones; el sistema de recomendaciones será el responsable de obtener los datos con base en la interacción del paciente con la aplicación.

Los modelos expuestos en el presente documento, aunque enfocados en el desarrollo de ZuDiet, son la base para la creación de los demás servicios de ZuGym. Los filtros planteados en la sección 3.3, podrán ser usados por los demás

servicios, debido a que mantienen la misma idea de filtrar todas aquellas variables que afectan al paciente de alguna manera, permitiendo así que el paciente se sienta satisfecho con el patrón alimenticio generado y sea constante, logrando su objetivo.

Como trabajo futuro, se espera validar la dieta generada con un Nutricionista y evaluar el nivel de satisfacción de los diversos clientes ante la dieta provista por ZuDiet. Finalmente se espera integrar los servicios brindados por ZuDiet con la Rutina y la Lista de Reproducción Musical en el contexto de ZuGym. Vale la pena destacar que aunque ZuDiet fue diseñado en el marco del proyecto ZuGym, éste puede ser utilizado como un componente independiente, de utilidad tanto para cualquier tipo de usuario como para los mismos Nutricionistas. Esta última afirmación se podría validar con evaluaciones y pruebas practicadas a profesionales de la salud.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Barraza A.; Barrera L.; Carrillo A. y Martínez S., 2010. ZuGym: un Sistema Basado en Agentes que Ofrece Servicios Personalizados a Usuarios de Gimnasios. En: 5to Congreso Colombiano de Computación, Cartagena, Colombia.
- [2] Carrillo A., Villanova M., Gensel J. y Martin H., 2008. Perfiles de Usuario Generados de Acuerdo a las Preferencias de Usuario y al Contexto de Uso. En: Revista de Avances en Sistemas e Informática, Vol.5 No.1, Edición Especial, Medellín. ISSN 1657-7663; Seleccionado del 3CCC Congreso Colombiano de Computación.
- [3] Ease-E-Club Software. Computerease. <http://www.computerease.ca>. Computerease Limited. 2009
- [4] Enciclopedia Británica. 2009. <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/165521/disease/63362/Noncommunicable-disease#ref=ref525389>
- [5] Estadísticas Mundiales de la Salud 2009, publicadas por la OMS (Organización Mundial de la Salud). <http://www.who.int/es/>.
- [6] FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Definición Hoja de Balance Alimenticio Estandarizada. <http://www.fao.org/waicent/faostat/agricult/fbs-s.htm>
- [7] Gruber, T., 1995. Toward Principles for the Design of Ontologies used for Knowledge Sharing. En: International Journal of Human-Computer Studies; En: Formal Ontology In Conceptual Analysis And Knowledge Representation, Kluwer Academic Publishers, publisher Academic Press, Duluth USA.
- [8] Indulska J.; Robinson R.; Rakotonirainy A. y Henricksen K., 2003. Experiences in Using CC/PP in Context Aware Systems. En: Proceedings of the 4th International Conference MMD (Melbourne, Australia). LNCS, vol. 2574, Springer, pp. 247-261.
- [9] Lopategui E., 2002. <http://www.saludmed.com/CtrlPeso/CptosBas/CptosBasN.html>
- [10] Ministerio de Sanidad y Consumo, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (España). Nutrición Saludable y Prevención de los Trastornos Alimentarios, 1999. <http://www.msc.es/ciudadanos/proteccionSalud/infancia/alimentacion/home.htm>
- [11] Rodríguez M., Gallego A. y Varela G., 1999. Tratado de nutrición. Ediciones Díaz de Santos, S.A., Madrid.
- [12] Schiaffino S. y Analía A., 2006. Polite Personal Agents. En: AI, Agents and The Web, IEEE Intelligent Systems. Vol. 21, No 1. www.computer.org/intelligent. February.
- [13] Snae C. y Brückner M., 2008. FOODS- A food- oriented ontology-driven system. En: Department of Computer Science and Information Technology, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand. Second IEEE International Conference on Digital Ecosystems and technologies. February 26-29, pp 168-176.
- [14] Varela G., 1991. Dieta y Salud. Revista Española de Salud Pública. España, No. 2, Vol. 65, No. 2, pp. 91-95.
- [15] Weight-By-Date. <http://www.weightbydate.com/>. Division of ProVariant Inc. 2009
- [16] Word Reference: Dieta, <http://www.wordreference.com/definicion/dieta>. Accedido 28 de febrero de 2010.