

Modelo de usuario conforme a la norma ISO/TR 14292 para un sistema personalizado como apoyo para la promoción de actividad física y dieta saludable



Edwar Javier Girón Buitrón
Carolina Rico Olarte

Trabajo de grado en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Director:

Gineth Magaly Cerón Ríos
PhD(C) En Ingeniería Telemática

Co-Director:

Diego Mauricio López Gutiérrez
PhD. En Ciencias Biomédicas

Universidad Del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Telemática
Popayán, Diciembre de 2015

Edwar Javier Girón Buitrón
Carolina Rico Olarte

Modelo de usuario conforme a la norma ISO/TR 14292 para
un sistema personalizado como apoyo para la promoción de
actividad física y dieta saludable

Trabajo de grado presentado en la Facultad de Ingeniería Electrónica y
Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca para la obtención del
Título de

Ingeniero en:
Electrónica y Telecomunicaciones

Director:
Gineth Magaly Cerón Ríos
PhD(C) En Ingeniería Telemática

Co-Director:
Diego Mauricio López Gutiérrez
PhD. En Ciencias Biomédicas

Popayán
2015

Agradecimientos

Los autores quisieran agradecer a la Universidad del Cauca y a la PhD(C) Gineth Magaly Cerón Ríos por su guía, asesoría y consejo en el desarrollo de este trabajo de grado. Los autores también quisieran agradecer al PhD. Diego Mauricio López Gutiérrez por su apoyo y colaboración a lo largo de este proceso.

Resumen estructurado

El modo de vida de la sociedad en la actualidad trae alteraciones en el comportamiento de las personas que repercuten en la salud del individuo, pues ocasionan un desequilibrio entre las capacidades de las personas y las exigencias de su contexto, contribuyendo a aumentar los factores de riesgo que incrementan la incidencia de enfermedades crónicas.

La promoción de hábitos y estilos de vida saludables se considera una de las mejores estrategias para disminuir tales factores de riesgo y a través de las tecnologías de la información y comunicación – TIC, es posible tener acceso a una gran cantidad y variedad de intervenciones que apoyen la promoción. Sin embargo, el usuario de dichas intervenciones es el responsable de buscarlas, sin tener en cuenta que la mayoría de éstas no han sido evaluadas y avaladas por expertos en las áreas de salud como nutrición o actividad física, entre otras. También es importante destacar que las intervenciones poseen características que deben coincidir con las necesidades y preferencias de los usuarios para que éstas tengan un impacto a largo plazo en la vida de las personas.

De acuerdo a lo planteado anteriormente, este trabajo de grado tiene como objetivo diseñar un modelo de usuario que se encuentre conforme a una norma de salud estándar para registros de salud personales, que permita la personalización de un sistema que apoye la promoción de la actividad física y dieta saludable por medio de intervenciones que han sido evaluadas, y que serán entregadas al usuario de manera que puedan satisfacer sus características físicas, necesidades y

preferencias, para que exista una adherencia al sistema por parte del usuario que facilite la adopción de hábitos y estilos de vida saludables en el individuo.

Con el fin de lograr el objetivo se realiza una caracterización de los ítems que pertenecen al modelo de usuario y la norma ISO/TR 14292 para conformar el modelo final, con sus respectivas relaciones y aprendizaje. A partir del diseño y la creación del modelo de usuario, se propone una arquitectura de referencia para el sistema personalizado a implementar; además del seguimiento de un proceso de minería de datos estructurado para el agente inteligente del sistema encargado de la personalización y entrega de las recomendaciones a los usuarios.

El sistema personalizado implementado se evalúa en un estudio de caso que define métricas importantes de medición para conocer la interacción del individuo con la aplicación desarrollada, el cumplimiento de normas de usabilidad para la experiencia del usuario y la satisfacción del mismo con respecto al sistema.

De los resultados obtenidos en el desarrollo de este trabajo de grado es importante decir que el modelo de usuario generado permite ofrecer a un sistema la capacidad de personalizarse para garantizar una mayor adherencia del usuario gracias a las relaciones de aprendizaje que se obtienen de los elementos del modelo para que el proceso de personalización sea cada vez más exacto y adecuado. Dado que la personalización de un sistema a partir de la información que caracteriza a un usuario depende del análisis cualitativo y cuantitativo de dicha información, la confiabilidad en el proceso de recomendación de intervenciones es de calidad gracias a que el manejo de los datos es estructurado y organizado dadas las características del modelo de usuario.

De los resultados obtenidos de la aplicación del estudio de caso definido se puede concluir que la interacción entre el usuario y el sistema es excelente además de satisfactorio para éste, por lo cual la aplicación puede ser utilizada de manera regular para el apoyo de la promoción de la actividad física y la dieta saludable.

Palabras claves: modelo de usuario, sistema personalizado, promoción en salud, actividad física, dieta saludable.

Structured abstract

Nowadays, the society's way of life brings behavioral alterations in people, which affect the individual's health because they cause an imbalance between the skills of the people and the demands of their context contributing to intensify the risk factors that increase the incidence of chronic diseases.

Considered as one of the best strategies, the promotion of healthy habits and lifestyles aims to reduce these risk factors and through information and communications technologies - ICT, it is possible to access a large number and variety of interventions to support the promotion. However, the user of such interventions is responsible to look for them, regardless that most of these interventions have not been evaluated and backed up by experts in health areas like nutrition or physical education, among others. It is also important to note that interventions have characteristics that must match the user's needs and preferences so they have a long-term impact on people's lives.

Based on the points made above, the aim of this undergraduate thesis is to design a user model according to a health standard for personal health records. The user model allows personalizing a system, which supports the promotion of physical activity and healthy diet through interventions that have been evaluated and will be delivered to the user so they can satisfy the physical characteristics, needs and preferences of the user; so it can exist adherence to the system by the user to facilitate the adoption of healthy habits and lifestyles.

In order to achieve the objective, a characterization of items belonging to the user model and ISO/TR 14292 standard to form the final model, with their respective relationships and learning takes place. From the design and creation of user model, a reference architecture for implementing the personalized system is proposed; as well as the follow up of a structured data mining process for the system's intelligent agent responsible for personalizing and delivering recommendations to users.

The personalized system implemented is been evaluated on a case study that defines important measurement metrics to know the individual's interaction with the developed application, compliance with usability standards and user experience satisfaction with the system itself.

From the obtained results in the development of this undergraduate thesis, it is important to say that the generated user model allows offering a system the ability to be personalized to ensure greater adherence of the user through learning relationships that are obtained from the elements model, so the personalization process could be more accurate and adequate. Because personalizing a system from the characterized information user depends on the qualitative and quantitative analysis of such information, the reliability of the interventions recommendation process has a good quality by the management of the data is structured and organized given the characteristics of the user model.

The results of the application of the case study defined conclude that the interaction between the user and the system is excellent and satisfactory for him/her; therefore, the application can be use regularly to support the promotion of physical activity and healthy diet.

Key words: user model, personalized system, health promotion, physical activity, healthy diet.

Contenido

Agradecimientos	i
Resumen estructurado	iii
Structured abstract	v
Contenido	vii
Lista de figuras	xi
Lista de tablas	xiii
Capítulo 1	1
Introducción	1
1.1. Motivación.....	1
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Estado del arte.....	4
1.4. Aportes investigativos	6
1.4.1. Publicaciones	7
1.5. Contenido	7
Capítulo 2	9
Marco teórico	9
2.1. Modelo de usuario	9
2.2. Registros de salud personales.....	10
2.3. Sistema personalizado.....	11

2.4. Contenidos multimedia.....	12
2.5. Promoción de hábitos y estilos de vida saludables.....	12
2.5.1. Actividad física.....	13
2.5.2. Dieta saludable.....	14
2.6. Tecnologías	14
2.7. Metodologías	15
2.7.1. Metodología Delphi.....	15
2.7.2. Metodología de Diseño Centrado en el Usuario	16
2.7.3. Modelo para la Construcción de Soluciones	17
Resumen.....	18
Capítulo 3	21
Modelo de usuario conforme a la norma ISO/TR 14292.....	21
3.1. Caracterización	21
3.1.1. Caracterización del modelo de usuario	21
3.1.2. Caracterización de la norma ISO/TR 14292.....	27
3.2. Diseño.....	31
3.2.1. Modelo de usuario conforme a la norma ISO/TR 14292	31
3.2.2. Relaciones y aprendizaje del modelo de usuario	34
Resumen.....	39
Capítulo 4	41
Construcción	41
4.1. Arquitectura.....	41
4.1.1. Arquitectura computacional del sistema	42
4.1.2. Diagrama de componentes	45
4.1.3. Diagrama de casos de uso del sistema.....	46
4.1.4. Diagrama de secuencia.....	48
4.2. Sistema personalizado.....	50
4.2.1. Aplicaciones <i>front-end</i> y <i>back-end</i>	50

4.2.2. Implementación.....	51
4.3. Diseño Centrado en el Usuario.....	56
4.3.1. Maquetación web.....	56
4.3.2. Validación de la maquetación web.....	62
Resumen.....	63
Capítulo 5.....	64
Generación y aplicación del estudio de caso.....	64
5.1. Metodología.....	65
5.2. Recursos.....	70
5.2.1. Recursos humanos.....	70
5.2.2. Recursos materiales y software.....	71
5.3. Desarrollo.....	73
5.4. Análisis de resultados.....	77
5.4.1. Métricas de usabilidad.....	78
5.4.2. Variables de desempeño.....	90
Resumen.....	96
Capítulo 6.....	97
Conclusiones y trabajo futuro.....	97
6.1. Conclusiones.....	97
6.2. Trabajos futuros.....	100
Referencias.....	101

Lista de figuras

Figura 2.1. Modelo para la construcción de soluciones.....	18
Figura 3.1. Estructura de ítems modelo de usuario.....	32
Figura 3.2. Ítems resultantes del proceso de conformidad con la norma ISO	33
Figura 3.3. Relación de ítems sobre el IMC	35
Figura 3.4. Relación de ítems sobre el hábito alimenticio	35
Figura 3.5. Relación de ítems sobre la actividad física	36
Figura 3.6. Diagrama de flujo de agente inteligente conforme a los ítems peso y talla.	37
Figura 3.7. Bloques de inferencia del agente inteligente del modelo	38
Figura 4.1. Pirámide de minería de datos [51].....	42
Figura 4.2. Arquitectura computacional del sistema.....	44
Figura 4.3. Diagrama de componentes del sistema	45
Figura 4.4. Diagrama de casos de uso del sistema – usuario.....	47
Figura 4.5. Casos de uso del sistema – Experto/Administrador	48
Figura 4.6. Diagrama de secuencia del sistema.....	49
Figura 4.7. Aplicaciones <i>front-end</i> y <i>back-end</i>	51
Figura 4.8. Paleta del color <i>Teal</i>	58
Figura 4.9. Tipografía Roboto de Materialize	58
Figura 4.10. <i>Mockup</i> de página de inicio.....	60

Figura 4.11. <i>Mockup</i> de página de perfil	61
Figura 5.1. Resultados cuestionario de interacción atractiva – Pregunta 1	82
Figura 5.2. Resultados cuestionario de interacción atractiva – Pregunta 2	82
Figura 5.3. Resultados cuestionario de interacción atractiva – Pregunta 3	83
Figura 5.4. Resultados cuestionario de interacción atractiva – Pregunta 4	84
Figura 5.5. Resultados cuestionario de interactiva atractiva – Pregunta 5	84
Figura 5.6. Resultados cuestionario de interacción atractiva – Pregunta 6	85
Figura 5.7. Resultados cuestionario de interacción atractiva – Pregunta 7	86
Figura 5.8. Resultados cuestionario de interacción atractiva – Pregunta 8	86
Figura 5.9. Respuestas cuestionario de interacción atractiva – Pregunta 9	87
Figura 5.10. Resultados evaluación de Escala de satisfacción	88

Lista de tablas

Tabla 1.1. Contribuciones y brechas de trabajos relacionados	6
Tabla 3.1. Caracterización del modelo de usuario	22
Tabla 3.2. Comparación ítems de información demográfica de perfil genérico	23
Tabla 3.3. Lista de métricas para la selección de ítems	24
Tabla 3.4. Consolidado de ítems de acuerdo a métricas de evaluación	26
Tabla 3.5. Ítems preliminares del modelo de usuario	27
Tabla 3.6. Estructura, orden y parámetros del PHR.....	31
Tabla 3.7. Convenciones de las relaciones entre ítems	34
Tabla 4.1. Variables del <i>dataset</i> del Modelo de usuario	53
Tabla 4.2. Tabla de resumen de las variables analizadas.....	54
Tabla 4.3. Resumen de resultados de algoritmos aplicados al <i>dataset</i>	55
Tabla 5.1. Métricas de usabilidad	68
Tabla 5.2. Variables de desempeño	69
Tabla 5.3. Lista de recursos materiales.....	72
Tabla 5.4. Características del equipo	73
Tabla 5.5. Características de la red.....	73
Tabla 5.6. Métricas con funciones de acuerdo a hilo conductor	77
Tabla 5.7. Descripción general de los participantes	78
Tabla 5.8. Niveles de satisfacción	89

Tabla 5.9. Subcaracterísticas de la norma con respecto a métricas de usabilidad ...	90
Tabla 5.10. Tiempos promedios de comprensión por función	93
Tabla 5.11. Tiempos promedio de interactividad	94
Tabla 5.12. Velocidad promedio de participantes	95

Capítulo 1

Introducción

1.1. Motivación

El ritmo de vida actual de una persona promedio trae alteraciones conductuales consideradas como factores de riesgo que afectan su salud y desempeño en los distintos entornos en los que participa diariamente, ocasionando desequilibrio en el individuo [1]. Algunos de esos factores de riesgo son: el tabaquismo, el alcohol, las drogas, el abuso de solventes, el sedentarismo, la dieta poco saludable; los cuales amenazan la salud de las personas y contribuyen a incrementar la incidencia de enfermedades crónicas no transmisibles. Las más prevalentes en el mundo son las enfermedades cardiovasculares, que provocan aproximadamente 17,3 millones de muertes cada año, seguido por el cáncer con un número de 7,6 millones de defunciones, las enfermedades respiratorias con 4,2 millones y la diabetes con 1,3 millones de muertes al año [2].

Una de las estrategias más efectivas para disminuir estos factores de riesgo y prevenir enfermedades crónicas es la promoción de hábitos y estilos de vida

saludables¹. Para la promoción de hábitos y estilos de vida saludables se cuenta con diferentes líneas de intervención como son: actividad física, alimentación saludable, autocuidado, espacios y entornos saludables, actividades de tiempo libre y ocio, promoción de espacios libres de humo, disminución del consumo de alcohol, y educación.

A nivel mundial se han considerado las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) como herramientas para la promoción de hábitos y estilos de vida saludables. Actualmente se han realizado estudios acerca del uso de intervenciones soportadas en TIC que han afectado positivamente la salud de las personas. Varios estudios muestran las diferentes intervenciones TIC asociadas a la promoción de hábitos y estilos de vida saludables, como [3] y [4] que evidencia el uso de tecnologías web; sin embargo estas intervenciones no cuentan con un diseño centrado en el usuario, hay poca adherencia a ellas debido a que no han sido divulgadas con éxito; además, están basadas en el tratamiento y muy pocas en la prevención de enfermedades, dejando a un lado la promoción de hábitos y estilos de vida saludables.

Sin embargo, el número de intervenciones TIC disponibles ha incrementado considerablemente, trayendo consigo un problema a los posibles usuarios de dichas intervenciones, pues al contar con poco tiempo para buscar qué intervención TIC le conviene más, además de requerir conocimiento en cuanto a temas de búsqueda efectiva en internet y experiencia para analizar estas intervenciones y definir cuál debe usar; tienen como efecto que la persona opte por aceptar y adaptarse a cualquier intervención en lugar de encontrar y utilizar aquella que la persona requiera a partir de sus características individuales, necesidades e intereses.

¹ Definido por la OMS en [37] como: "la percepción que un individuo tiene de su lugar en la existencia, en el contexto de la cultura y del sistema de valores en los que vive y en relación con sus objetivos, sus expectativas, sus normas, sus inquietudes".

1.2. Planteamiento del problema

Con base en la definición dada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre el derecho a la salud [5], es posible observar cuán importante es usar intervenciones en prevención primaria o más conocida como promoción, que ayuden a mejorar el estilo de vida de las personas garantizando que sea saludable. Actualmente estas líneas de intervención son promocionadas desde diferentes tipos de estrategias y mecanismos, entre los que está el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).

Diversos estudios acerca del uso de las TIC en intervenciones de hábitos y estilos de vida saludables fueron evaluados de forma exitosa en el área de salud, sin embargo, como un requisito importante para lograr intervenciones efectivas, es esencial garantizar de manera previa la calidad del producto software usado en la intervención en cuanto a su desempeño, eficiencia y usabilidad. Infortunadamente los estudios actuales solo permiten evidenciar la mejora en la salud del usuario y no el impacto de la tecnología en la eficacia de la intervención desde un punto de vista técnico [6] [7].

Sin embargo, la literatura muestra que la cantidad de intervenciones TIC para promoción de hábitos y estilos de vida saludables para diferentes factores de riesgo (sedentarismo, dieta poco saludable, el tabaquismo, el alcohol, etc.) han aumentado considerablemente desde el año 2005 [8], así pues ha aumentado el número de intervenciones soportadas por TIC que el usuario podría utilizar para mejorar su calidad de vida y vivir saludablemente. Por lo tanto, es necesario plantear un proceso distinto de vínculo entre el usuario y las intervenciones; que sea la intervención la que encuentre al usuario. Para ello es imprescindible capturar datos que permitan conocer los aspectos claves de una persona.

Por medio de las TIC es posible obtener grandes cantidades de información que apoyen áreas importantes en la vida del usuario, como su salud. Cuando ésta información es almacenada para conducir a una personalización, es conocido como un modelo de usuario [9]. Los utilizados en el desarrollo e implementación de sistemas personalizados orientados al área de salud, están enfocados en: el

tratamiento de enfermedades como la diabetes [10], el seguimiento y monitorización de tratamientos en casa [11] [12]; la mayoría de estos sistemas están dirigidos a ciertos grupos poblacionales como las personas de la tercera edad [13].

Por otro lado, existen pocos sistemas personalizados que promocionan hábitos y estilos de vida saludables basados en un modelo de usuario, por ejemplo MOPET [14], cuyo objetivo es la promoción de actividad física. Este proyecto involucra solo un tipo de intervención, ignorando otras intervenciones favorables para el bienestar de las personas que deberían estar relacionadas entre sí, como por ejemplo, actividad física en relación con dieta saludable; tales sistemas no consideran los modelos de usuario que son importantes en la promoción de hábitos y estilos de vida saludables, ya que estos conducen a una exitosa personalización automática de las intervenciones TIC basadas en un modelo de usuario. Los pocos modelos de usuario orientados a salud no están adaptados para tratar de manera integral el vivir saludablemente de la persona.

Es necesario e importante la adaptación de un modelo de usuario a un registro electrónico de salud personal estándar como los PHR (*Personal Health Record*) que están soportados en la norma ISO/TR 14292 [15], ya que existe la necesidad de gestionar los datos clínicos de una persona, no solo en cuestión de salud sino también para ampliar el conocimiento del usuario [16].

De la definición del problema anterior es planteada la pregunta de investigación: ¿Cómo favorecer la promoción de actividad física y dieta saludable a través de un modelo de usuario para un sistema personalizado de intervenciones multimedia, que responda a las necesidades, preferencias e intereses de cada persona basado en estándares de registros de salud?

1.3. Estado del arte

Esta sección presenta un resumen de la revisión bibliográfica de los trabajos relacionados más importantes dentro del marco conceptual en el que se desarrolla este trabajo de grado. El estado del arte se enfoca en los sistemas personalizados,

modelos de usuario, registros electrónicos de salud y la promoción de hábitos y estilos de vida saludables.

Sistemas personalizados		
Trabajo relacionado	Contribución	Brechas
C. Lauer, y S. Weibelzah [17]	- Uso del mecanismo de inferencia de Razonamiento Basado en Casos para modelar al usuario.	- Para el área de salud el modelo de usuario, no solo cuenta con un perfil sino que debe basarse en registros de salud estandarizados, donde es tomado en cuenta al usuario como un tipo de paciente.
H. González, D. Duque, y D. Ovalle [18]	- El sistema personalizado de educación virtual consta de un modelo de usuario basado en las características del estudiante que son relevantes en el proceso educativo, y la interrelación entre estas. - El modelo de usuario se caracteriza por tener datos de información básica del usuario, gustos y preferencias.	- Para sistemas personalizados basados en modelos de usuario orientados a salud, es necesario incluir aspectos clínicos y paraclínicos (registros clínicos) mínimos relacionados por normativas de esa área.
Modelo de usuario		
Trabajo relacionado	Contribución	Brechas
P. de Vrieze, P. van Bommel y T. van der Weide [19]	- Método que consta de siete pasos para determinar la mejor manera de crear un modelo de usuario.	- No incluye características de seguridad, que pueden ser definidas como preferencias de quiénes pueden acceder a cierta información, realizar ciertas funciones o solicitar servicios dentro del sistema.
S. Bonfiglio [12]	- Se ha creado un sistema capaz de hacer una evaluación de riesgos personalizada reuniendo datos del paciente en casa que permite al profesional de la salud mejorar la calidad de las revisiones a pacientes.	- El modelo no centra su metodología de uso y trabajo en el usuario como individuo.
C. Soomlek y L. Benedicenti. [20]	- Framework que contiene tanto técnicas de evaluación de un sistema de visualización de bienestar como estudios de usuario para la mejora de los niveles de bienestar de las personas.	- Las evaluaciones que han sido propuestas no están enfocados en metodologías centradas en el usuario, que no solo beneficien al médico sino también al paciente.
Registros electrónicos de salud		
Trabajo relacionado	Contribución	Brechas
G. Luo, Ch. Tang y S. Thomas [21] N. Yadav y C. Poellabauer [22]	- Sistemas personalizados que se basan en un PHR para realizar recomendaciones del cuidado de la salud fuera de las clínicas y consultorios médicos.	- El cuidado de la salud está encaminado hacia el tratamiento de las enfermedades que aquejan al usuario, no a su prevención.
Sistemas personalizados para promoción de hábitos y estilos de vida saludables		
Trabajo relacionado	Contribución	Brechas
J. Meyer, E. Çakır-Turgut y A. Helmer [11]	- Presentan sistemas personalizados basados en modelos de usuario que estén orientados a <i>eHealth</i> de manera que promuevan hábitos y estilos de vida saludables.	- En [11], la información obtenida del usuario para crear su modelo proviene del contexto de éste no de las características inherentes a la personalidad de la persona.

F. Buttussi, y L. Chittaro [14]		- [14] centra la promoción de hábitos y estilos de vida saludables únicamente en la actividad física que puede hacer la persona, sin tener en cuenta los demás aspectos de la promoción en salud entre ellos la dieta saludable que es complemento esencial a la actividad física.
---------------------------------	--	--

Tabla 1.1. Contribuciones y brechas de trabajos relacionados

1.4. Aportes investigativos

Los aportes investigativos del presente proyecto están centrados en la contribución a la línea de investigación en e-Salud del Grupo de Ingeniería Telemática de la Universidad del Cauca y a la comunidad en general con:

El modelo de usuario basado en estándares internacionales de salud como es el ISO/TR 14292, con lo cual se garantiza que la información obtenida sea de calidad, siguiendo normas de seguridad y confiabilidad respecto a la privacidad de la información de salud del usuario.

La arquitectura de referencia para la implementación de un sistema personalizado para la promoción de hábitos y estilos de vida saludables, basado en un modelo de usuario, el cual permite adaptar diferentes intervenciones TIC de acuerdo a las características del usuario.

El agente inteligente del sistema personalizado que está compuesto por un conjunto de datos y algoritmos de clasificación, el cual entrega el resultado de la personalización para que el sistema cumpla con su objetivo.

El diseño del proyecto con la metodología: Diseño Centrado en el Usuario, es un garante de que el sistema pueda indirectamente apoyar el cambio de conducta de las personas, haciendo así un aporte al derecho fundamental de la salud, que ofrece un vivir saludablemente y no tan solo la falta de enfermedad.

Por otro lado, este proyecto está enmarcado en la contribución al desarrollo del trabajo de doctorado de PhD(C) Gineth Magaly Cerón Ríos, financiado por Colciencias, que tiene como título: “Sistema adaptativo consiente del contexto para la promoción de actividad física”.

1.4.1. Publicaciones

Junto con el presente trabajo de grado, los siguientes artículos fueron aceptados para su publicación:

- “*Towards an User Model Designed According to the ISO/TR 14292 Standard for Personalized Health Systems*” [23] presentado en el VII Congreso Iberoamericano de Telemática realizado en la ciudad de Popayán, Colombia los días 10 al 12 de junio de 2015; este artículo describe la propuesta para la creación de un modelo de usuario de acuerdo a la norma ISO/TR 14292, junto con las relaciones del modelo de usuario, y la propuesta de una arquitectura de referencia para el sistema a desarrollar.
- “*Towards an Standardized User Model for Personalized Systems in Health*” [24] presentado a la *Revista Sistemas y Telemática* de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Icesi (ISSN 1692-5238) y está disponible en el número 34 del volumen 13 del año 2015.
- “*Framework for a Data Model to Personalized Health Systems*” presentado para aceptación y en proceso de evaluación para la VIII Conferencia EuroAmericana en Telemática y Sistemas de Información a realizar en la ciudad de Cartagena, Colombia los días 27 al 29 de abril de 2016.

1.5. Contenido

La estructura del presente trabajo de grado está descrita a continuación:

Capítulo 2: este capítulo presenta el marco teórico sobre el cual está basado el desarrollo del presente trabajo de grado. Se encuentra la definición de los conceptos abarcados junto con una descripción genérica de las tecnologías a utilizar para lograr el objetivo del trabajo de grado.

Capítulo 3: este capítulo contiene la caracterización del modelo de usuario así como la caracterización de la norma ISO/TR 14292. Se muestra el modelo de usuario de acuerdo a la norma; y es explicado el proceso del modelado además de las relaciones, el aprendizaje y las recomendaciones que se obtienen con el modelo de usuario.

Capítulo 4: en este capítulo se encuentra plasmada la implementación en software del sistema personalizado que contiene al modelo de usuario descrito en el capítulo anterior. Se describe la arquitectura de referencia que surge a partir del modelo de usuario propuesto; la implementación de la arquitectura junto con las tecnologías utilizadas y es mostrada la aplicación de la metodología de Diseño centrado en el Usuario para la construcción del sistema personalizado.

Capítulo 5: el capítulo entrega la definición de estudio de caso para la validación del prototipo del sistema personalizado implementado, la norma ISO/IEC 9126 hace de referencia para la evaluación del software proporcionando un esquema para la evaluación de la calidad del mismo. Junto con esto, se muestra el análisis de los resultados finales de la aplicación del estudio de caso definido.

Capítulo 6: este capítulo presenta las conclusiones obtenidas del desarrollo de este trabajo de grado, además de los posibles trabajos futuros.

Capítulo 2

Marco teórico

El presente capítulo está relacionado con los conceptos en los cuales está basado este trabajo de grado, donde son presentadas las definiciones, funciones y ventajas de cada uno de los términos considerados. Esta explicación tiene como finalidad dar al lector unas bases de conocimiento suficientes para la comprensión del desarrollo planteado en este trabajo.

2.1. Modelo de usuario

Es un modelo de las características relevantes de un usuario [25]. Es considerado como una representación interna de las propiedades del usuario [26]. Puede ser definido como la representación de características como conocimiento, preferencias, intereses, tareas u objetivos; que el sistema “cree” que el usuario posee.

El modelo de usuario contiene tanto las características actuales del usuario como aquellas que el diseñador del sistema cree que el usuario tiene y las ha empleado en el diseño de un sistema [27].

Es usado para personalizar el comportamiento o presentación de un sistema. Sirve como la descripción que tiene el sistema del usuario y también como una predicción al comportamiento del usuario [28]. Algunos de los propósitos que tiene un modelo de usuario incluyen: adaptar la interfaz de un sistema a los usuarios del mismo, dar información acerca de un tema dado que se ajuste a lo que el usuario desea conocer y realimentar dicha información [26].

2.2. Registros de salud personales

Conocido también por sus siglas en inglés como PHR (*Personal Health Record*), en su nivel más básico es un registro de salud para un individuo. En un nivel más amplio, el PHR es una herramienta para que los pacientes autocontrolen su salud y agreguen información médica [29]. Un PHR es un recurso de información de salud electrónico, disponible universalmente y de larga vida.

Cada persona posee y maneja la información en el PHR, tal información es adquirida de proveedores de servicios de salud, planes de salud, y del mismo individuo. El PHR se mantiene en un ambiente de seguridad y privacidad, siendo el individuo quien determina los derechos de acceso a la información. El PHR está separado de los registros legales de cualquier proveedor de salud. Es usado por individuos para tomar decisiones acerca de su salud [30].

Los PHR ayudan a los pacientes a mejorar el manejo de su salud. Al tener información de salud importante en una forma electrónica se hace más fácil para los pacientes actualizar y compartir sus registros. Los PHR pueden: mejorar el compromiso del paciente, coordinar y combinar la información de varios proveedores de servicios de salud, ayudar a asegurar que la información del paciente (por ejemplo, los registros de medicación, exámenes, cirugías, y el manejo de una condición clínica particular) esté disponible, reducir costos administrativos y mejorar la comunicación proveedor-paciente [31].

La Organización Internacional para la Normalización, más conocida por sus siglas en inglés como la ISO (*International Organization for Standardization*) publicó

en Septiembre del 2012, el Reporte Técnico ISO/TR 14292: *Personal health records - Definition, scope and context*, el cual incluye una definición para los PHR, una clasificación pragmática multidimensional de los PHR y una perspectiva de las posibles formas en las cuales la inclusión y compromiso de los pacientes al manejar su salud impacta en los roles potenciales del PHR [15]. Conforme a las recomendaciones dadas en ésta norma es desarrollado parte de este trabajo de grado.

2.3. Sistema personalizado

Entendiendo que la personalización es la actividad donde un sistema cambia para ajustarse al usuario [25], un sistema personalizado es aquel que ofrece un ambiente único para un usuario específico, donde el usuario es la unidad esencial en el desempeño del sistema [32].

En un sistema personalizado, dicha personalización está basada en un modelo de usuario, esto quiere decir que las acciones del usuario están siendo observadas por el sistema y usadas como base para que tal modelo actualice el comportamiento del sistema [25]. El principio de un sistema personalizado es adquirir información del usuario para ser usada en la inferencia, cálculo o aprendizaje de características o datos abstractos que se utilizan en la definición del comportamiento del sistema [33].

Dado que no todos los usuarios de un sistema son iguales, éste debe tomar en cuenta las necesidades específicas de los usuarios y también proveer nuevas oportunidades para el mejoramiento de la experiencia de usuario [25]. El objetivo de esta personalización es incrementar la calidad y la apropiación de la interacción entre el usuario y el sistema, y de los resultados generados por cada usuario [34].

2.4. Contenidos multimedia

Etimológicamente, la palabra multimedia significa “múltiples medios”, y utilizada en el contexto de las tecnologías de la información y la comunicación - TIC, hace referencia a que existen “múltiples intermediarios entre la fuente y el destino de la información, es decir, que se utilizan diversos medios para almacenar, transmitir, mostrar o percibir la información”. Algunos tipos de contenido multimedia son el texto, el video y el audio.

El texto, es el método habitual para la comunicación asíncrona entre las personas. Se puede distinguir el texto sin formato (como ASCII), texto formateado (como PDF), texto lineal e hipertexto (Web), lenguaje de marcado (como HTML) y metalenguaje (como XML).

El vídeo, es la presentación de un número de imágenes por segundo que crean en el observador la sensación de movimiento. Las imágenes pueden ser creadas manualmente o captadas del entorno.

El audio, utilizado generalmente en contenidos multimedia se pueden clasificar en tres grupos: habla (grabaciones de voz), música, otros sonidos. La utilización más habitual de los contenidos multimedia de audio se reduce a la grabación, edición y reproducción [35].

Este tipo de contenidos presenta ventajas como: permitir la intervención individualizada, generar una motivación mayor en el usuario y obtener retroalimentación del conocimiento del usuario [36].

2.5. Promoción de hábitos y estilos de vida saludables

Con el fin de brindar buena calidad de vida para el individuo, se realiza la promoción de hábitos y estilos de vida saludables. Según la Organización Mundial de

la Salud – OMS, calidad de vida de un individuo se define como: “es la percepción que un individuo tiene de su lugar en la existencia, en el contexto de la cultura y del sistema de valores en los que vive y en relación con sus objetivos, sus expectativas, sus normas, sus inquietudes” [37].

El estilo de vida puede entenderse como una conducta de carácter consistente relacionada con la salud que está posibilitada o limitada por la situación social de una persona y sus condiciones de vida [38]. Al tener un estilo de vida saludable y repetirlo en forma regular se puede conseguir un hábito saludable, que con el tiempo se transforma en un acto automático.

La promoción de hábitos y estilos de vida saludables se realiza desde tres estrategias diferentes: percepción, contexto y personal-individual. Desde la percepción es importante: (1) tener sentido de vida, objetivos de vida y plan de acción, (2) mantener la autoestima, el sentido de pertenencia y la identidad, (3) mantener la autodecisión, la autogestión y el deseo de aprender. Desde el contexto se hace necesario: (1) brindar afecto y mantener la integración social y familiar, (2) promover la convivencia, solidaridad, tolerancia y negociación, (3) tener acceso a seguridad social en salud. La estrategia personal-individual debe tener en cuenta: (1) el autocuidado, (2) controlar factores de riesgo como obesidad, vida sedentaria, tabaquismo, alcoholismo, abuso de medicamentos, estrés y algunas patologías como hipertensión y diabetes, por medio de una dieta saludable, (3) realizar actividades de tiempo libre y disfrute del ocio a través de la actividad física [37].

Dado que el foco de desarrollo de este trabajo de grado es la promoción de actividad física y dieta saludable dentro del marco de las estrategias de promoción de hábitos y estilos de vida saludables, a continuación es descrito de forma puntual cada uno de estos conceptos.

2.5.1. Actividad física

De acuerdo a la OMS, se considera actividad física cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que exija gasto de energía. La actividad física no debe confundirse con el ejercicio. Este es una variedad de

actividad física planificada, estructurada, repetitiva y realizada con un objetivo relacionado con la mejora o el mantenimiento de uno o más componentes de la aptitud física. La actividad física abarca el ejercicio, pero también otras actividades que incluyen movimiento corporal y se realizan como parte de los momentos de juego, del trabajo, de formas de transporte activas, de las tareas domésticas y de actividades recreativas.

Un nivel adecuado de actividad física regular reduce el riesgo de padecer hipertensión, cardiopatía coronaria, accidente cerebrovascular, diabetes, cáncer de mama, cáncer de colon y depresión; también mejora la salud ósea y funcional, y es un determinante clave del gasto energético, por tanto es fundamental para el equilibrio calórico y el control del peso [39].

2.5.2. Dieta saludable

Con el fin de comprender el concepto de dieta saludable es importante tener en cuenta la definición de nutrición, la cual es la ingesta de alimentos en relación con las necesidades dietéticas del organismo. Una buena nutrición es un elemento fundamental de la buena salud, mientras que una mala nutrición puede reducir la inmunidad, aumentar la vulnerabilidad a las enfermedades, alterar el desarrollo físico y mental, y reducir la productividad [40].

Entonces, una dieta saludable consiste en recomendaciones generales tales como: lograr un equilibrio calórico y un peso saludable, reducir la ingesta calórica procedente de las grasas, aumentar el consumo de alimentos saludables (como frutas, verduras, legumbres, cereales integrales y frutos secos) y reducir el consumo de alimentos poco saludables. [41].

2.6. Tecnologías

En esta sección son presentadas las tecnologías seleccionadas que se tuvieron en cuenta para el diseño y desarrollo del sistema. Para ello, han sido

consideradas cinco herramientas claves partiendo de la definición de la arquitectura de referencia genérica explicada en la sección 4 de este documento; tales herramientas son: sistemas de gestión de bases de datos, servidores, entornos de desarrollo y *frameworks*, lenguajes de programación e interfaz gráfica de usuario multimedia. Las tecnologías son:

- Sistema gestor de base de datos: PostreSQL
- Servidor: Glassfish
- Entorno de desarrollo o *framework*: Netbeans
- Lenguaje de programación: Java
- Interfaz gráfica de usuario multimedia: HTML5

Para la descripción de cada una de las tecnologías consideradas y aquellas seleccionadas, junto con los criterios de selección estimados y las respectivas tablas comparativas de selección refiérase al Anexo A de este documento.

2.7. Metodologías

Durante el desarrollo de este trabajo de grado fueron tenidas en cuenta principalmente dos metodologías de investigación y desarrollo: la metodología Delphi y la metodología de Diseño Centrado en el Usuario.

2.7.1. Metodología Delphi

El método Delphi, cuyo nombre se inspira en el antiguo oráculo de ‘Delphos’, fue ideado originalmente a comienzos de los años 50 en el Centro de Investigación estadounidense RAND, como un instrumento para realizar predicciones sobre un caso de catástrofe nuclear. Desde entonces, ha sido utilizado frecuentemente como sistema para obtener información sobre el futuro.

La técnica Delphi es definida como un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo a la hora de permitir a un grupo de

individuos, como un todo, tratar un problema complejo. La capacidad de predicción de esta metodología se basa en la utilización sistemática de un juicio intuitivo emitido por un grupo de expertos sobre eventos o cuestiones referidas al futuro [42].

Dentro de los métodos de pronóstico, habitualmente se clasifica al método Delphi dentro de los métodos cualitativos o subjetivos. La calidad de los resultados depende, sobre todo, del cuidado que se ponga en la elaboración del cuestionario y en la elección de los expertos consultados [43].

La mayor ventaja de esta metodología radica en que favorece la investigación en el área de las ciencias de la salud, pues una de las fortalezas que tiene es no requerir de la presencia de los expertos y la dinámica del manejo de la información se gestiona por medio del uso de las tecnologías de la comunicación. Así, es posible contar con ellos para que formen parte del grupo y contribuyan con juicios y opiniones en pro de la investigación en esta área [44]. El anexo B de este documento contiene más información acerca de esta metodología, donde se describe cómo fue utilizada.

2.7.2. Metodología de Diseño Centrado en el Usuario

Diseño centrado en el usuario (DCU) es una filosofía de diseño donde las necesidades, preferencias y limitaciones del usuario final son el enfoque principal en todas las etapas dentro del tiempo del proceso de diseño y desarrollo. Productos desarrollados usando la metodología DCU están optimizados para usuarios finales y se pone especial énfasis en como el usuario necesita o quiere usar un producto en vez de forzar al usuario a cambiar su comportamiento al usar el producto.

El diseño centrado en el usuario es un proceso común en el desarrollo software donde las actividades típicas de DCU se dividen en cuatro (4) fases en el ciclo de desarrollo: análisis, diseño, implementación y despliegue [45]. El resultado de emplear DCU en el diseño de un sistema es un producto que ofrece una experiencia más eficiente, satisfactoria y amigable, lo que puede incrementar adherencia al sistema y lealtad [46]. En el anexo F se encuentra una descripción más

detallada de la aplicación de la metodología durante el desarrollo de este trabajo de grado.

2.7.3. Modelo para la Construcción de Soluciones

El M.C.S. se ha concebido como una referencia metodológica esencial para cualquier proyecto cuyo propósito sea construir una solución de calidad, oportuna y con costos competitivos y sobretodo que pretenda contribuir a la creación y enriquecimiento de la base de conocimiento y experiencia institucional.

Al definirlo como un modelo se está indicando que constituye un medio común de entendimiento entre los integrantes del equipo humano de un proyecto, cuyo fin es permitirles analizar y razonar sobre los aspectos vitales relacionados con el proceso de construcción de una solución.

Este Modelo para la Construcción de Soluciones está constituido por tres macrocomponentes 1. Estructura para Descripción del Sistema; 2. Modelo del Proceso de Desarrollo; 3. Modelo de Organización del Talento. El primero está constituido por los tres modelos propuestos por el M.C.S. para describir los tres niveles de abstracción del sistema/solución. El segundo macrocomponente define las fases de referencia y los criterios de transición entre las mismas. El tercero tiene como propósito servir de referencia para organizar el recurso humano con que cuenta cualquier proyecto.

La estructura para la descripción del sistema del M.C.S propone los modelos que se muestran en la figura 2.1: 1. Modelo para el Establecimiento de Responsabilidades; 2. Modelo para la Descripción del Sistema; 3. Modelo de Implementación del Sistema, los cuales son una herramienta de comunicación valiosa en el proceso de definir y describir la solución propuesta para resolver una necesidad planteada, y que la denominación dada corresponde a nombres descriptivos que deben ser definidos.

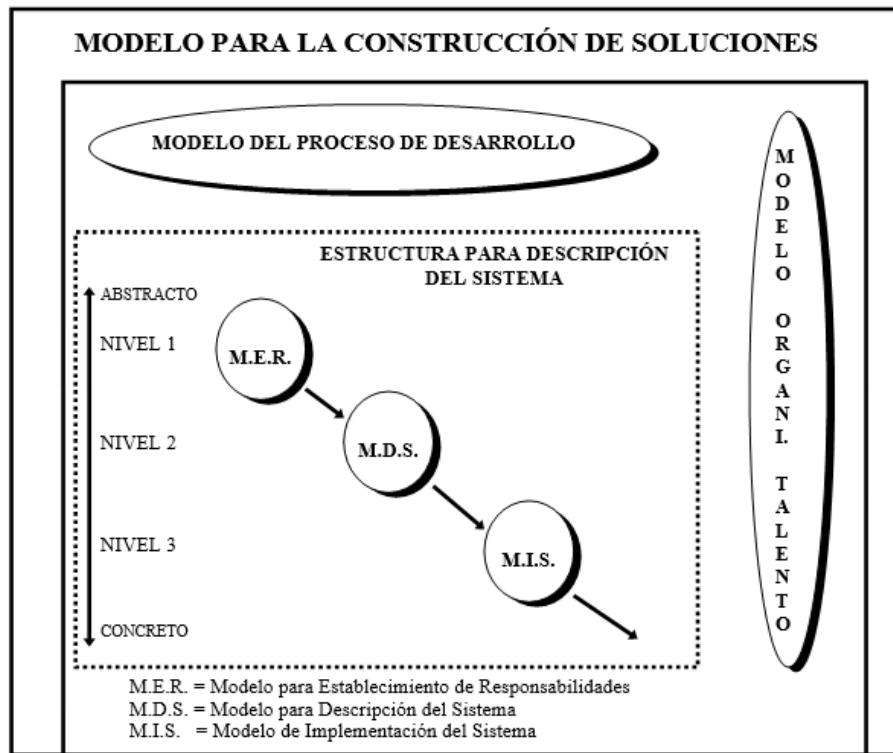


Figura 2.1. Modelo para la construcción de soluciones

El proceso de desarrollo cuenta con unas características principales como base fundamental para culminar un proyecto con resultados altamente satisfactorios, las cuales son: dirigido por objetivos, iterativo e incremental, guiado por casos de uso, centrado en arquitectura y basado en componente [47].

Resumen

Este capítulo presenta el marco conceptual sobre el cual se desarrolla este trabajo de grado dando definición a los términos modelo de usuario, sistemas personalizados, registros de salud personales, promoción de hábitos y estilos de vida saludables, en especial la actividad física y la dieta saludable; se presentan los términos junto con sus ventajas y desventajas.

Este capítulo también contempla la sección de selección de tecnologías pertinentes para el desarrollo de la aplicación. Del capítulo se desprende el anexo A que tiene un compendio de todas las tecnologías consideradas y los criterios de selección que fueron tomados en cuenta para elegir dichas tecnologías

Capítulo 3

Modelo de usuario conforme a la norma ISO/TR 14292

Este capítulo contiene la caracterización del modelo de usuario así como la caracterización de la norma ISO/TR 14292, seguido de la conformación del modelo de usuario de acuerdo a dicha norma; será explicado el proceso del modelado además de las relaciones, aprendizaje y recomendaciones que se obtienen con el modelo de usuario como punto de partida para la implementación del sistema personalizado.

3.1. Caracterización

3.1.1. Caracterización del modelo de usuario

De acuerdo a lo consignado en [48], que dicta que un modelo de usuario permite a un sistema dar respuesta a las características que representan el conocimiento y preferencias del usuario que el sistema asume que éste tiene, se empieza a realizar la caracterización del modelo de usuario a partir de un perfil genérico, un perfil psicológico y otras características. A través de la metodología de

Diseño Centrado en el Usuario (DCU) [49], son considerados los elementos característicos clasificados en la tabla 3.1.

Perfil genérico	Perfil psicológico	Otras características
<i>Información genérica</i>	<i>Hábitos</i>	<i>Objetivos del usuario</i>
Nombre completo Correo electrónico Teléfono Estatura Peso Índice Masa Corporal Número de identidad	Orden de su día Gustos Aptitudes Intereses Hobbies Hábito alimenticio Actividad física Vicios Cosas que no le gustan Tiempo de vacaciones Horas laborales Horas familiares	Promedio aceptable de actividad física Dieta balanceada
<i>Información demográfica</i>	<i>Creencias</i>	<i>Otros</i>
Fecha de nacimiento Género Raza Estado civil Lugar de nacimiento Nivel académico Ocupación Edad Lugar de residencia	Ideología política Ideología religiosa Valores	Estrato socioeconómico Registros de navegación Dispositivos de acceso Idiomas Convivencia familiar Conocimiento adquirido Creación de cuenta
<i>Limitaciones físicas</i>	<i>Otros</i>	
De tipo auditivo De tipo visual De tipo neurológico De tipo motriz	Estilo de aprendizaje Trazos de personalidad Pequeña autobiografía Fobias	

Tabla 3.1. Caracterización del modelo de usuario

Partiendo de la información contenida en la tabla 3.1, por medio de la metodología Delphi [50], se crean unas tablas de comparación (x vs. y) para definir de manera preliminar las relaciones entre cada uno de los elementos característicos considerados. El anexo B contiene todas las tablas comparativas creadas, además de la descripción de la metodología Delphi utilizada para esta parte del desarrollo de este trabajo de grado y el protocolo de las entrevistas a los expertos².

² Experto: persona que es muy hábil en una actividad o que posee muchos conocimientos en un tema [106].

Para la definición de las relaciones, hay que consignar tales elementos o ítems en los ejes de la tabla para determinar dependencia o independencia entre ítems. Es pertinente resaltar que aunque todos los ítems que debe tener el modelo de usuario que conducen a la personalización fueron considerados, a través de la metodología Delphi se pretende obtener, como primer resultado, únicamente los ítems que se le deben pedir al usuario en el momento de registrarle en el sistema.

Para cada una de las clasificaciones de ítems contempladas en la tabla 3.1, se hizo una tabla comparativa, así mismo con cada perfil descrito y por último, entre todos los elementos que resultaron de la primera parte de la caracterización. La tabla 3.2 muestra una de las tablas comparativas creadas, ésta corresponde a la clasificación de información demográfica del perfil genérico, donde se evidencia las relaciones de dependencia e independencia entre los ítems.

E j e Y	Edad	x								
	Fecha de nacimiento	x	x							
	Lugar de nacimiento			x		x				
	Género				x					
	Raza					x				
	Estado civil						x			
	Nivel académico							x		
	Ocupación							x	x	
	Lugar de residencia									x
		Edad	Fecha de nacimiento	Lugar de nacimiento	Género	Raza	Estado civil	Nivel académico	Ocupación	Lugar de residencia
Eje X									Dependiente	
									Independiente	

Tabla 3.2. Comparación ítems de información demográfica de perfil genérico

La tabla 3.2 distingue dos ejes los cuales contienen los mismos ítems, en el eje 'x' se encuentran los ítems a ser categorizados entre dependiente e independiente; para llegar a esa conclusión cada ítem del eje 'x' pasa por cada uno de los ítems del eje 'y', preguntando por cada uno sí a partir de conocer la información que brinda el ítem puedo conseguir la información del otro ítem. Sí la

respuesta es positiva, el ítem del eje 'x' es señalado con color morado como dependiente y se marca la intersección con el ítem del eje 'y' que brinda la información; de lo contrario, el ítem es considerado como independiente y se marca con color azul.

Para una mejor comprensión está el siguiente ejemplo: se consideran los ítems 'edad' y 'fecha de nacimiento' en el orden que aparecen en la tabla 3.2; en el eje 'y' se comienza por 'edad' sin tener en cuenta su contraparte en el eje 'x', se pregunta si a partir de conocer la edad es posible obtener la fecha de nacimiento del usuario y dado que la respuesta es negativa, no se marca la intersección de los ítems 'edad' del eje 'y' y 'fecha de nacimiento' del eje 'x', y el mismo procedimiento se realiza con el resto de ítems del eje 'x' comparándolos con 'edad'. Continuando con el ítem 'fecha de nacimiento' del eje 'y', se pregunta si a partir de conocer dicha fecha es posible obtener la edad del usuario, como la respuesta es positiva, la intersección de los ítems 'fecha de nacimiento' del eje 'y' y 'edad' del eje 'x' es marcada. Al finalizar todo el proceso descrito con todos los ítems y observar cuales ítems del eje 'x' fueron marcados por la intersección de ítems, se definen los ítems dependientes (morado) y los independientes (azul).

Una vez obtenidas estas tablas, es necesario escoger los ítems requeridos que proporcione el usuario para capturarlos, gestionarlos, clasificarlos, almacenarlos y conducir a la personalización de las intervenciones. Así pues, hay que definir una lista de métricas que ayudan a seleccionar los elementos que deben de ser pedidos al usuario; tales métricas son presentadas en la tabla 3.3.

		Métricas	Valor
1		Independencia	1
		Dependencia	0
2		Relación cuantitativa	0,5
		Relación cualitativa	0,5
3		No dependencia mutua	0,7
		Dependencia mutua	0,3
4		Periodicidad	0,8
		No periodicidad	0,2
		Consistencia	0 a 1

Tabla 3.3. Lista de métricas para la selección de ítems

Para obtener las métricas mostradas en la tabla anterior, durante la creación de las tablas comparativas que se encuentran en el anexo B, surgen unas preguntas para categorizar los ítems obtenidos. Las preguntas para obtener las métricas son:

1. ¿Qué ítems son independientes o son dependientes?

Significado:

- a. Independencia: representa el ítem que no puede ser inferido o calculado a partir de cualquier otro, por lo que se hace necesario pedirlo al usuario.
- b. Dependencia: representa el ítem que se puede inferir o calcular a partir de uno o más ítems (no necesariamente independientes).

2. ¿Qué tipo de relación tienen los ítems dependientes respecto a otros ítems?

Significado:

- a. Relación cuantitativa: es aquella que se forma entre los ítems cuyo resultado proviene de una relación exacta (por ejemplo, la fórmula del IMC).
- b. Relación cualitativa: es aquella relación de ítems cuyo resultado no genera un valor exacto, pero es deducible de hipótesis lógicas planteadas a partir de la experiencia.

3. ¿Existen ítems mutuamente dependientes?

Significado:

- a. No dependencia mutua: cuando la inferencia o cálculo de un ítem hacia otro, se da solo en una dirección y no viceversa.
- b. Dependencia mutua: un ítem puede ser deducible a partir de otro ítem y la relación igualmente se da en el sentido contrario.

4. Entre los ítems mutuamente dependientes, ¿Cuál tiene más nivel de importancia de acuerdo a su clasificación?

Significado:

- a. De rutina: el ítem puede ser periódico o no.
 - a.1. Periódico: el ítem contiene la misma información a medida que el tiempo transcurre.
 - a.2. No periódico: el ítem no contiene la misma información en diversos puntos del tiempo.
- b. De consistencia: el ítem ofrece una mejor consistencia en la información que otro.

Es importante resaltar la relación de las métricas entre sí, puesto que los ítems que resulten independientes, solo tienen asignado el valor de uno, por lo que es imprescindible preguntar por estos elementos al usuario. Por el contrario, si el ítem resulta dependiente, se continúa con la clasificación que sigue en la tabla 3.3, es decir, hay que definir si la relación entre ítems dependientes es cuantitativa o cualitativa; la no dependencia o dependencia mutua, es revelada partiendo de las tablas comparativas que fueron creadas; las siguientes métricas que se observan en la tabla 3.3 surgen de la dependencia mutua; lo que significa que las métricas de periodicidad o no periodicidad y consistencia pueden garantizar una probabilidad más alta de acertada inferencia entre ítems.

De esta manera, el proceso de evaluación de los ítems por medio de las métricas brinda los resultados mostrados en la tabla 3.4, el número indica la cantidad de ítems para ser registrados en el perfil genérico, psicológico y otras características.

Total ítems	48
Ítems perfil genérico	20
Ítems perfil psicológico	19
Ítems otras características	9
Ítems independientes	13
Ítems dependientes	35
Ítems no mutuamente dependientes	11
Ítems mutuamente dependientes	24
Ítems periódicos	13
Ítems no periódicos	11

Tabla 3.4. Consolidado de ítems de acuerdo a métricas de evaluación

A partir de las métricas definidas cuyos valores fueron asignados a cada ítem con un valor sumado final, se tiene un preliminar de elementos seleccionados para el modelo de usuario. En el anexo C, la tabla C.1 contiene el valor de las métricas de cada ítem. Las razones por las cuales se escogen los ítems de acuerdo al valor total son: (1) por su calidad de ítems independientes; (2) para los ítems dependientes que cumplan con las métricas tres y cuatro; (3) los ítems dependientes que son periódicos; (4) los ítems dependientes que tengan consistencia igual o mayor a 0,6. En la tabla 3.5 puede verse la lista de ítems preliminares seleccionados para el

modelo de usuario. Los ítems de color rojo de la tabla 3.5, son aquellos que son independientes, los de color negro cumplen con la razón dos, y al mismo tiempo con la razón tres o razón cuatro; esto es así por la explicación dada en la descripción de las métricas. De esta manera se obtiene un total de 26 ítems.

Perfil genérico	Perfil psicológico	Otras características
<i>Información genérica</i>	<i>Hábitos</i>	<i>Objetivos del usuario</i>
Nombre completo Correo electrónico Teléfono Talla Peso Número de identidad	Orden del día Gustos Intereses Pasatiempos Hábito alimenticio Actividad física Vicios Cosas que no le gustan Horas laborales	
<i>Información demográfica</i>	<i>Creencias</i>	<i>Otros</i>
Fecha de nacimiento Género Etnia Estado civil Ocupación		Estrato socioeconómico Convivencia familiar
<i>Limitaciones físicas</i>	<i>Otros</i>	
De tipo auditivo De tipo visual De tipo neurológico	Trazos de personalidad	

Tabla 3.5. Ítems preliminares del modelo de usuario

3.1.2. Caracterización de la norma ISO/TR 14292

El reporte técnico de la norma ISO/TR 14292: *Personal health records - Definition, scope and context*, trata acerca de los registros de salud personales o PHR por sus siglas en inglés. Para este trabajo de grado se realizaron dos caracterizaciones del estándar, la primera hace referencia a la selección de las características del estándar que son pertinentes para este trabajo y la segunda es la identificación de los ítems que el sistema personalizado necesita conocer del usuario para recomendarle una intervención. En la primera caracterización se observan los temas que abarca este reporte técnico el cual realiza una clasificación de los registros de salud personal de acuerdo a seis dimensiones, las cuales tienen un

orden específico de opciones. Las dimensiones abarcadas son clasificadas dentro de los temas: estructura del PHR, orden y parámetros, seguridad, comunicación y arquitectura, como se explica a continuación.

1) Estructura de PHR

Está basada en la dimensión 1: Alcance de la información del reporte técnico.

2) Orden y parámetros

Basada en la dimensión 1

PHR.1.A

Amplio rango de temas de salud

- Salud
- Promoción de salud
- Prevención y seguimiento
- Bienestar y prosperidad

PHR.1.B

Información acerca de:

- Miembros de familia
- Otros contactos personales

PHR.1.C

Interacciones del sujeto del registro con:

- Cuidadores
- Sector de voluntariado
- Grupos de apoyo
- Caridades

PHR.1.D

Copias y registro de información del cuidado de salud.

PHR.1.E

Equipos de cuidados específicos

- Servicios sociales

- Servicios de educación
- Servicios de salud ocupacional

PHR.1.F

Información del estilo de vida:

- Estado físico y ejercicio
- Nutrición y dieta

PHR.1.G

Manejo de una condición clínica particular

- Auto-cuidado de síntomas específicos
- Signos o mediciones

3) Seguridad

Esta característica está basada en las dimensiones 2, 3 y 4.

- Dimensión 2: Control sobre la información
- Dimensión 3: Procesador de información
- Dimensión 4: Fiabilidad del repositorio

a. Dimensión 2

Grado de autoridad del sujeto del registro sobre las políticas que definen quien accede y modifica su PHR. En esta dimensión, “A” es el menor grado de control directo por el individuo y “G” es el mayor grado de control directo. El código PHR.2.G es seleccionado para este trabajo de grado, dado que el sujeto del registro es quien especifica las políticas en cuanto a funciones de lectura, escritura, modificación, exportación e importación.

b. Dimensión 3

Parte que actúa como el procesador de información del repositorio, en el sentido legal y operacional. Se elige el código PHR.2.C el cual indica que el registro de salud personal es almacenado por una tercera persona sin intereses comerciales, dado el objetivo de este trabajo de grado.

c. Dimensión 4

El grado con el cual el PHR gestiona su contenido de forma que sean confiables para el uso de un profesional en caso de una integración con sistemas EHR. Se consideran 4 propiedades: (1) administración de fechas y tiempos, (2) administración de autores, (3) administración de revisiones, (4) administración de auditorías. Las entradas de información al registro de salud personal son estampadas con la fecha y hora y atribuidas a usuarios autenticados, que corresponde al código PHR.4.D de la norma.

4) Comunicación

Se basa en la dimensión 5: Interoperabilidad y comunicación.

a. Dimensión 5

Grado en el cual el PHR es capaz de ser accedido remotamente y es capaz de compartir información con repositorios pertinentes como un EHR. Los valores se han ordenado para indicar que "A" es el menor grado de interoperabilidad e "I" es el mayor grado de interoperabilidad. Para este trabajo de grado es considerado el código PHR.5.B que dicta que la accesibilidad al repositorio es remota.

5) Arquitectura

Se basa en la dimensión 6: Arquitectura técnica

a. Dimensión 6

La forma en la cual el PHR ha sido implementado, en términos de la plataforma y la distribución de la arquitectura soportada. Solo se utiliza un valor. Para propósitos de este trabajo de grado, es seleccionado el código PHR.6.D, donde el repositorio del registro de salud personal es accesible desde diversos dispositivos y localizaciones.

Para propósitos de este trabajo, en esta sección son utilizados los temas de estructura, orden y parámetros que corresponden a la dimensión uno de la norma, la cual es referenciada como PHR.1: Alcance de la información. La tabla 3.6 evidencia en forma de resumen, el orden de la estructura del PHR y sus parámetros.

Código	Descripción
PHR.1.A	Amplio rango de temas de salud.
PHR.1.B	Información acerca de contactos personales.
PHR.1.C	Interacciones del sujeto del registro con cuidadores.
PHR.1.D	Copias y registro de información del cuidado de salud.
PHR.1.E	Equipos de cuidados específicos.
PHR.1.F	Información del estilo de vida.
PHR.1.G	Manejo de una condición clínica particular.

Tabla 3.6. Estructura, orden y parámetros del PHR

La segunda caracterización de la norma se realiza debido a que el tema de registros de salud personales involucra aspectos muy específicos en el dominio de la salud (datos clínicos, paraclínicos, etc.), por lo que se consultó a una persona experta en el área de salud para saber que ítems no se pueden excluir del registro, que ítems afectan considerablemente la salud de las personas y su comportamiento que se hacen obligatorios para el modelo de usuario y cuales ítems son opcionales para pedir al usuario, por lo que los parámetros del PHR se llenan con los elementos característicos concernientes a cada parte de la estructura. En el anexo C se encuentra la lista de los elementos de cada parámetro que la norma recomienda seguir.

3.2. Diseño

3.2.1. Modelo de usuario conforme a la norma ISO/TR 14292

Para lograr que el resultado preliminar del modelo de usuario presentado en la subsección 3.1.1, se encuentre conforme a la norma ISO/TR 14292, este proceso es dividido en dos partes: la primera parte consta de una comparación entre la lista de ítems preliminares del modelo de usuario que son esenciales para el sistema y la lista de ítems obtenidos en la segunda caracterización de la norma con base en los criterios de un experto. Por lo tanto, se crea una tabla en la que en una columna se consignan los ítems del modelo y en otra columna los ítems de la norma, comparándolos entre sí para hallar coincidencias. Tales coincidencias dan cuenta de

un número de 29 ítems resultantes. La información descrita se encuentra en la tabla C.4 del anexo C de este documento.

Utilizando la metodología de Diseño Centrado en el Usuario (DCU) [49], la segunda parte de este proceso consiste en categorizar y dividir en tres grupos los ítems resultantes, que representa la manera como se va a obtener los datos del usuario. En este proceso se contó con la asesoría de expertos en las diversas áreas del conocimiento que se abarcan; entre los profesionales considerados están un psicólogo³, un educador físico⁴, un nutricionista⁵ y un fisioterapeuta⁶, además de un profesional de la salud⁷. La figura 3.1 muestra la idea consignada anteriormente, teniendo en cuenta que el objetivo final del trabajo es la promoción de actividad física y dieta saludable.

Ya que este trabajo tiene como uno de sus fines el generar adherencia (retención de los usuarios) a un sistema personalizado que está basado en un modelo de usuario conforme a una norma de registros de salud personales, el cual entrega recomendaciones para promocionar la actividad física y la dieta saludable, estas recomendaciones son evaluadas por profesionales de la salud, expertos en las líneas de intervención que aborda este trabajo de grado.

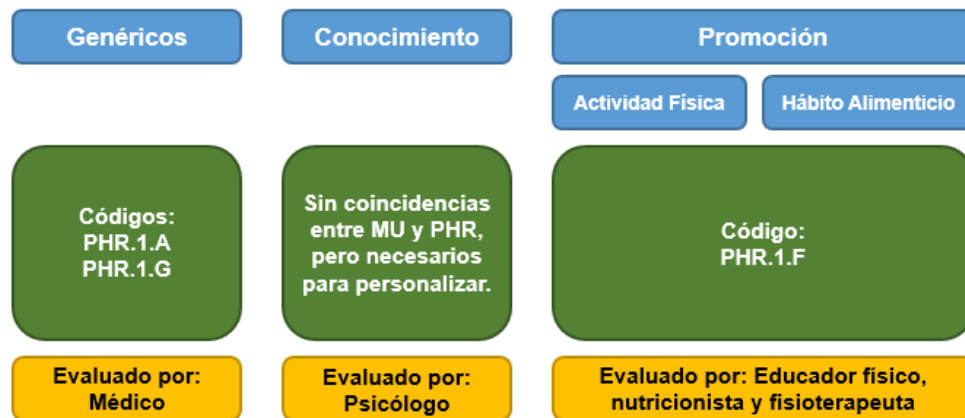


Figura 3.1. Estructura de ítems modelo de usuario

³ Sandra Martínez, Psicóloga y Docente, Universidad del Cauca.

⁴ Oscar Cerón, Educador físico, Universidad del Cauca – División integral de salud.

⁵ Rosita Silvana Muñoz Ortiz, Nutricionista y Dietista ICBF, regional Cauca.

⁶ Sandra Jácome, Fisioterapeuta y Docente, Universidad del Cauca.

⁷ Tatiana Cerón, Médica, Universidad del Cauca.

De la figura 3.1 hay que resaltar varios puntos: primero, los códigos se escogen de acuerdo a los ítems seleccionados, debido a que el ISO/TR 14292 es solo una recomendación y una guía. Los códigos escogidos son:

- PHR.1.A: Amplio rango de temas de salud, entre los cuales se incluyen el reconocer al usuario en forma general y con algunos ítems que permiten dar una primera impresión diagnóstica del mismo.
- PHR.1.F: Información del estilo de vida, que incluye estado físico, ejercicio, nutrición, dieta, horas de sueño, entre otros.
- PHR.1.G: Manejo de una condición clínica particular, que permite reconocer en el usuario más información que pueda conducir a una correcta personalización.

Segundo, se agrupan los códigos A y G por la afinidad en el tema. El código F brinda la información acerca del objetivo del trabajo de grado, por eso se considera aparte. Tercero, durante la primera parte del proceso de conformidad a la norma, algunos ítems del modelo de usuario resultan sin coincidencias con las recomendaciones del PHR. Sin embargo, debido a las métricas evaluadas y el resultado de éstas, se deben incluir en esta segunda parte, pues como ya se dijo son importantes para conducir personalización. Por último, cada una de las categorías consideradas se somete a evaluación y recomendación por parte de personas con conocimientos avanzados en dichas áreas. Entonces, los ítems categorizados quedan en el orden en que lo presenta la figura 3.2.

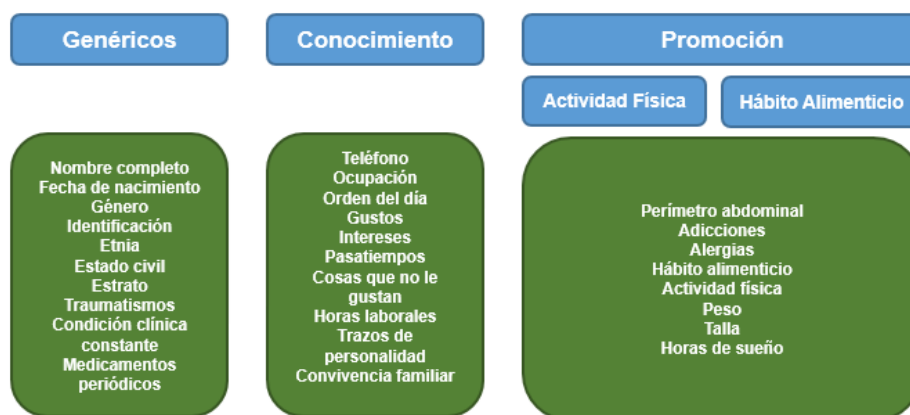


Figura 3.2. Ítems resultantes del proceso de conformidad con la norma ISO

3.2.2. Relaciones y aprendizaje del modelo de usuario

Esta subsección está comprendida por el agente inteligente del modelo de usuario, agente necesario para conducir a una personalización de acuerdo a la información entregada por los ítems categorizados anteriormente. Como primera medida es necesario estructurar la relación que existe entre los ítems en una tabla de relaciones que servirá de base de aprendizaje del agente del modelo, es decir, la tabla de relaciones se convierte para el modelo en la forma en la que debe aprender y ejecutar sus procesos de inferencia. En el anexo C están las tablas de relaciones C.5 y C.6.

Las relaciones entre los ítems se realizan a partir de las tablas comparativas de información y respetando las métricas propuestas en la tabla 3.3. Una vez los datos necesarios del usuario son obtenidos y el agente inteligente establece la forma de aprendizaje, con la ayuda de un algoritmo de clasificación se puede realizar el proceso de inferencia, con el fin de determinar cuál es el grupo de intervenciones de actividad física y dieta saludable más adecuado para el usuario de acuerdo a su estado, necesidades e intereses. La tabla 3.7 muestra el resumen de las convenciones utilizadas en la representación gráfica de las relaciones entre los ítems del modelo de usuario.







Simbolo	Representa
	Bloque verde: indica los ítems que son independientes
	Bloque azul: indica los ítems que son dependientes
	Bloque rojo: indica los ítems que brindan información de actividad física y dieta saludable
	Flecha negra: relación unidireccional entre ítems
	Flecha azul: relación bidireccional entre ítems
	Cara feliz: ítem que ofrece mayor información en una relación de dependencia mutua

Tabla 3.7. Convenciones de las relaciones entre ítems

En las figuras 3.3, 3.4 y 3.5, se puede contemplar un ejemplo del proceso de aprendizaje del modelo con base en las relaciones de los ítems. Inicialmente el cálculo del IMC se hace a partir de los parámetros talla y peso (figura 3.3), posteriormente es observada la influencia del Índice de Masa Corporal (IMC) en el hábito alimenticio de una persona (figura 3.4) y en la actividad física que ésta realiza (figura 3.5), así como la conexión entre el conocimiento adquirido del usuario en la plataforma con los ítems objetivo del sistema; también es posible observar las relaciones indirectas que surgen en las líneas de flujo, por ejemplo la forma en que afectan los gustos del usuario a su alimentación (figura 3.4). Teniendo en cuenta lo anterior, el modelo permite relacionar los ítems de manera que se utilicen para deducir la mejor intervención concerniente a la actividad física y dieta saludable de la persona.



Figura 3.3. Relación de ítems sobre el IMC

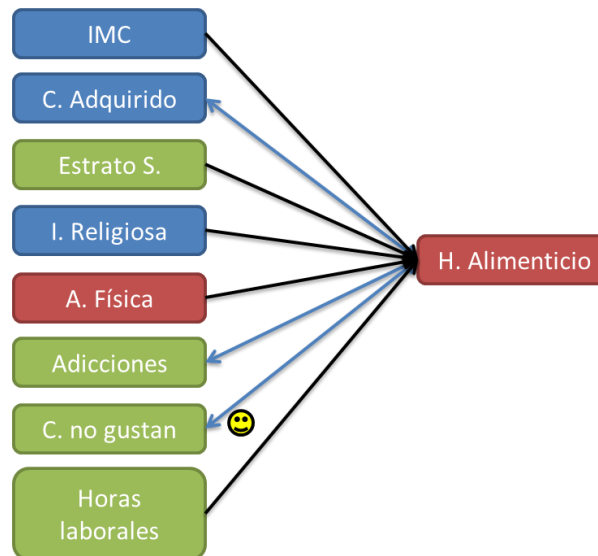


Figura 3.4. Relación de ítems sobre el hábito alimenticio

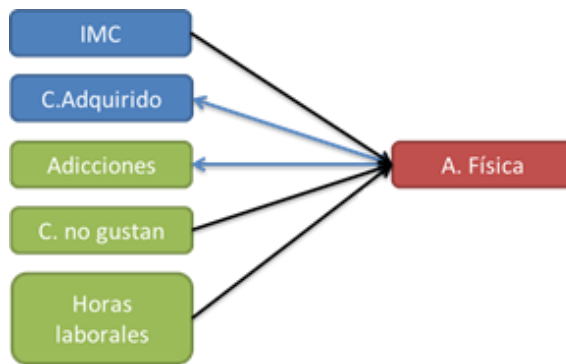


Figura 3.5. Relación de ítems sobre la actividad física

De este modo se estructuran las relaciones entre la totalidad de ítems, logrando una posibilidad de acertada inferencia en la promoción de la salud del usuario. A continuación se presenta un ejemplo del proceso de cálculo descrito anteriormente, partiendo de los ítems 'peso' y 'talla' del usuario, como lo muestra la figura 3.6.

Es posible apreciar de la figura 3.6 que al obtener el peso y la talla del usuario y calculando la expresión para obtener el IMC (Índice de Masa Corporal), es posible clasificar al usuario de acuerdo al valor resultante y recomendarle una intervención de acuerdo a la condición que mejor se ajuste a él.

Una consideración importante evidenciada en el diagrama de flujo es que además de tener en cuenta la información que brinda el usuario mediante el sistema que contiene el modelo, el agente inteligente obtiene información adicional de la interacción del usuario con el sistema, a partir de unos puntos de control establecidos como el hecho de contemplar si al usuario le gusta o no la intervención inferida y recomendada, y como en el ejemplo, sí la intervención fue un vídeo, hacer el control a partir del tiempo de reproducción. Dentro del modelo es consignada esta información adicional que le permitirá al agente inteligente realimentarse y profundizar mejor sus relaciones, teniendo como consecuencia una recomendación futura más acertada.

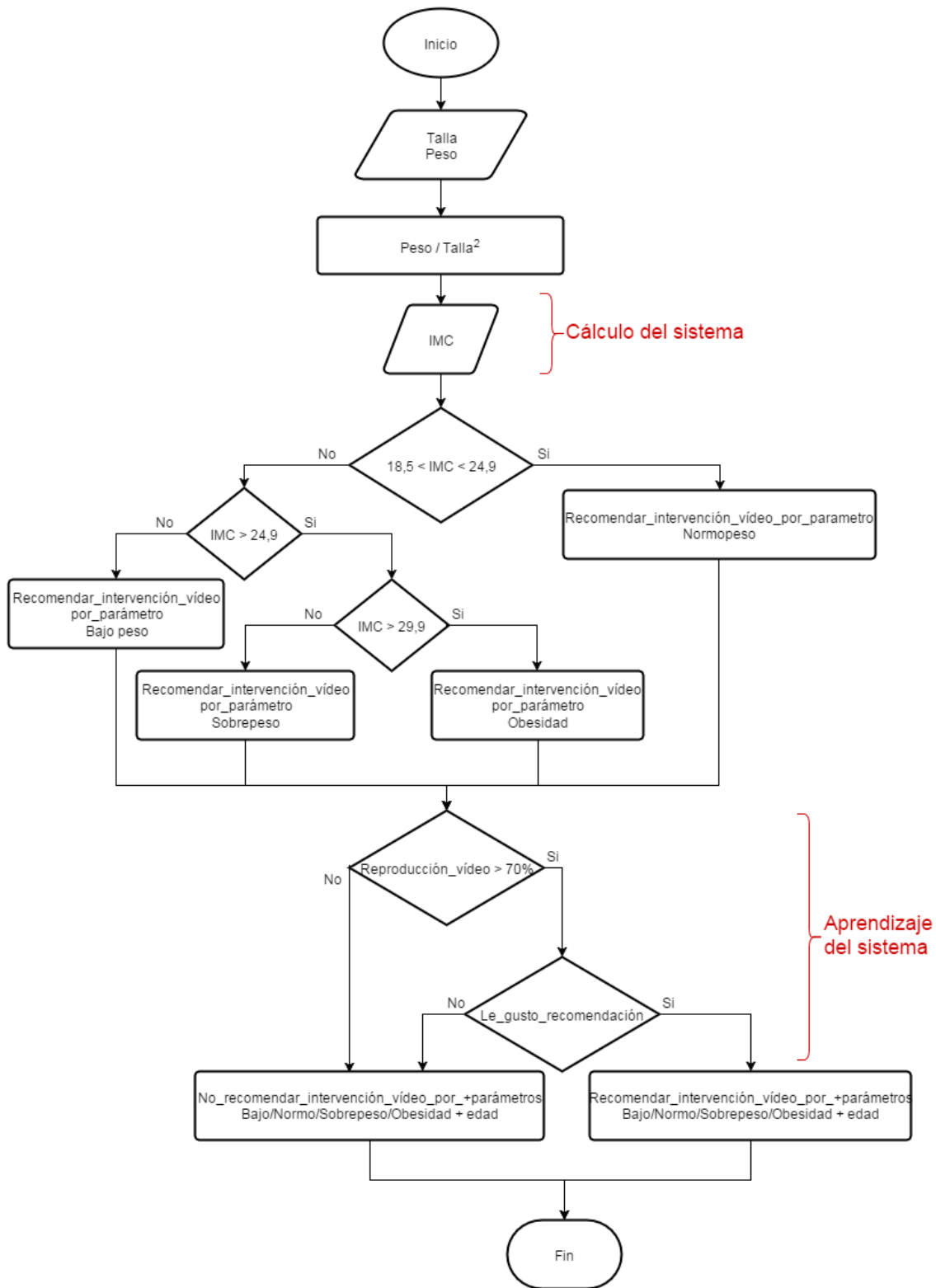


Figura 3.6. Diagrama de flujo de agente inteligente conforme a los ítems peso y talla.

Para todas las relaciones halladas entre los ítems del modelo de usuario se realiza el mismo proceso de inferencia de conocimiento, además del análisis de la información adicional ya mencionada que comprende el conocimiento adquirido a partir de la interacción del usuario con el sistema.

El proceso de inferencia del agente inteligente se generaliza en la figura 3.7.

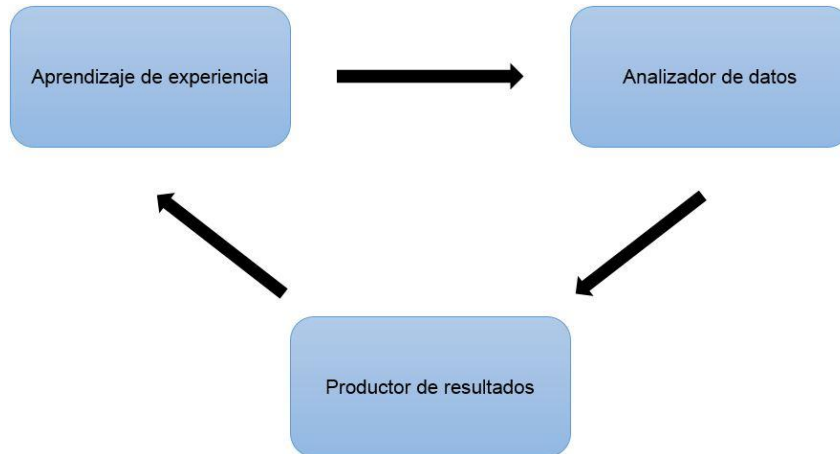


Figura 3.7. Bloques de inferencia del agente inteligente del modelo

- Aprendizaje de experiencia: este bloque abarca todas las estrategias de aprendizaje del proceso, actualizaciones de datos provenientes del productor de resultados, conjuntos de entrenamientos y preparación de nueva información que brinde el modelo de usuario.
- Analizador de datos: analiza los datos con base en lo que tiene que aprender el agente inteligente, en este bloque funcional se especifican las tablas de relaciones entre la información del modelo.
- Productor de resultados: en este punto se implementan los algoritmos de clasificación apropiados de acuerdo al objetivo de conocimiento deseado y a las características de los datos a analizar [51].

Resumen

Este capítulo presenta la generación del modelo de usuario por medio de la aplicación de la metodología Delphi para obtener las tablas de comparación de los ítems del modelo considerados para ser clasificados entre dependientes e independientes. Se definen otras métricas para clasificar los ítems considerados.

Con respecto a la norma ISO/TR 14292 es mostrada la caracterización que se hizo de las partes de la norma que conciernen a este trabajo de grado. Una vez hecho esto se conforma el modelo de usuario con respecto a la norma y son generadas las relaciones del modelo de usuario que sirven como base para el aprendizaje del agente inteligente definido para realizar la personalización. Por último, se resalta que partiendo de la generación del modelo de usuario se tiene la base para la definición de la arquitectura general del sistema a desarrollar.

De este capítulo se desprenden dos anexos, el primer anexo corresponde al Anexo B donde se describe la utilización de la metodología Delphi; el segundo anexo es el Anexo C el cual contiene la caracterización y selección de ítems completa del modelo de usuario y la norma ISO/TR 14292.

Capítulo 4

Construcción

En este capítulo se encuentra plasmada la implementación en software del sistema personalizado que contiene al modelo de usuario descrito en el capítulo 3. En primer lugar se realiza la descripción de la arquitectura de referencia que surge a partir del modelo de usuario propuesto; en seguida, el diseño del sistema personalizado que implementa la arquitectura nombrada junto con las tecnologías utilizadas para este fin; después, se muestra la aplicación de la metodología de Diseño centrado en el Usuario para la construcción del sistema personalizado; finalmente, por medio de prototipos evaluados por usuarios se obtiene la validación del modelo de usuario propuesto.

4.1. Arquitectura

Para la descripción de la arquitectura propuesta y los diagramas de componentes, de casos de uso y de secuencia, se toman como referencia instancias del Modelo para la Construcción de Soluciones, con el fin de que haya una mejor comprensión del proceso de implementación del sistema personalizado construido.

4.1.1. Arquitectura computacional del sistema

Se presenta la arquitectura para el sistema personalizado basado en el modelo de usuario propuesto. Teniendo como referencia la estructura general de un proceso de adquisición de nuevo conocimiento usado comúnmente en la minería de datos [51], se contemplan los elementos necesarios para la arquitectura del sistema. La figura 4.1 estructura la forma de contemplar la implementación de un diseño que busca adquirir nuevo conocimiento de acuerdo a un objetivo específico.

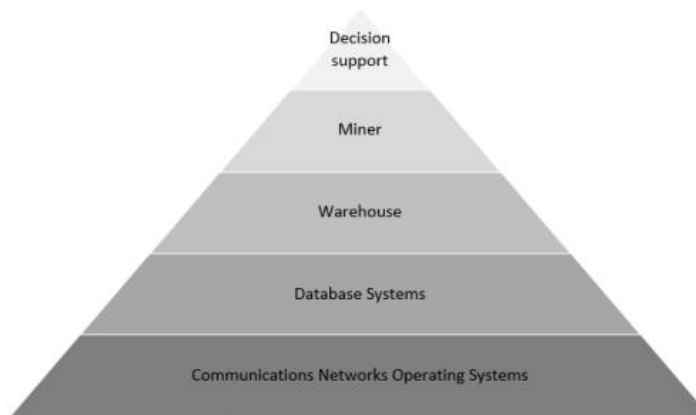


Figura 4.1. Pirámide de minería de datos [51].

La pirámide de la figura anterior está dividida en cinco (5) niveles, en el nivel inferior se muestra las comunicaciones y sistemas del proceso, en este punto es contemplado el sistema operativo en el que se trabaja y el *middleware* que servirá de puente de comunicación entre los submódulos internos del proceso de minería. Para la arquitectura propuesta en este trabajo de grado es usado como *middleware* de comunicación una plataforma web.

Escalando la pirámide se encuentran los sistemas de bases de datos que sirven para almacenar toda la información que se desea analizar para generar nuevo conocimiento. Las bases de datos del sistema contemplan la información concerniente a la caracterización del modelo de usuario, el contenido multimedia que abarca las intervenciones a recomendar y finalmente el aprendizaje obtenido a partir de la interacción del usuario con el sistema.

El tercer nivel en la pirámide de minería es el *warehouse*, el cual es definido como un almacén que estructura toda la información de tal forma que se maneje de una manera limpia y eficaz; usualmente un *warehouse* es utilizado cuando la información recibida viene de fuentes externas que manejan estructuras distintas en sus datos, razón que hace necesaria una etapa de preprocesamiento de información y modelamiento que se realiza dentro de un *warehouse*; dado que el manejo de información que se ingresará en el módulo de minería presente en el agente inteligente es controlado y estructurado previamente, este nivel de la pirámide puede ser excluida en la construcción de la arquitectura.

El nivel *miner*, se encarga del análisis de la información que permite posteriormente llegar a la toma de decisiones basada en resultados de inferencia; dentro de la arquitectura de referencia propuesta, las labores de minería son expresadas en el agente inteligente del modelo; la punta de la pirámide hace referencia a la categorización de las intervenciones que al final se aconsejaran al usuario practicar para el cambio conductual en busca de vivir saludablemente.

La figura 4.2 presenta la arquitectura del sistema de acuerdo a las consideraciones anteriormente mencionadas. Teniendo en cuenta lo anterior y basados en las características del modelo de usuario, se propone la arquitectura descrita a continuación, basada en el modelo vista controlador.

- **Servidores:** en este bloque están los servidores de multimedia y bases de datos. En los servidores multimedia se almacenan todas las intervenciones de contenidos multimedia, probados y que han sido exitosos en la promoción de actividad física y dieta, además el servidor contiene las relaciones de metadatos de cada intervención, relaciones que son consultadas por el agente inteligente para elegir la mejor recomendación posible. El servidor de base de datos por su parte gestiona las bases de datos del modelo de usuario y realiza las relaciones entre los datos recibidos y enviados a los servidores.
- **Control:** el bloque de control consta de dos servidores: el servidor inteligente y el servidor de usuario. En el servidor inteligente se ejecutan todas las tablas de relaciones entre los ítems del modelo, además es aplicado el modelo de clasificación que tiene como tarea el proceso de inferencia en el modelo de

usuario. El servidor de usuario contiene la caracterización del modelo que recibirá la información proveniente del usuario y la adecuará a la estructura anteriormente descrita en este documento.

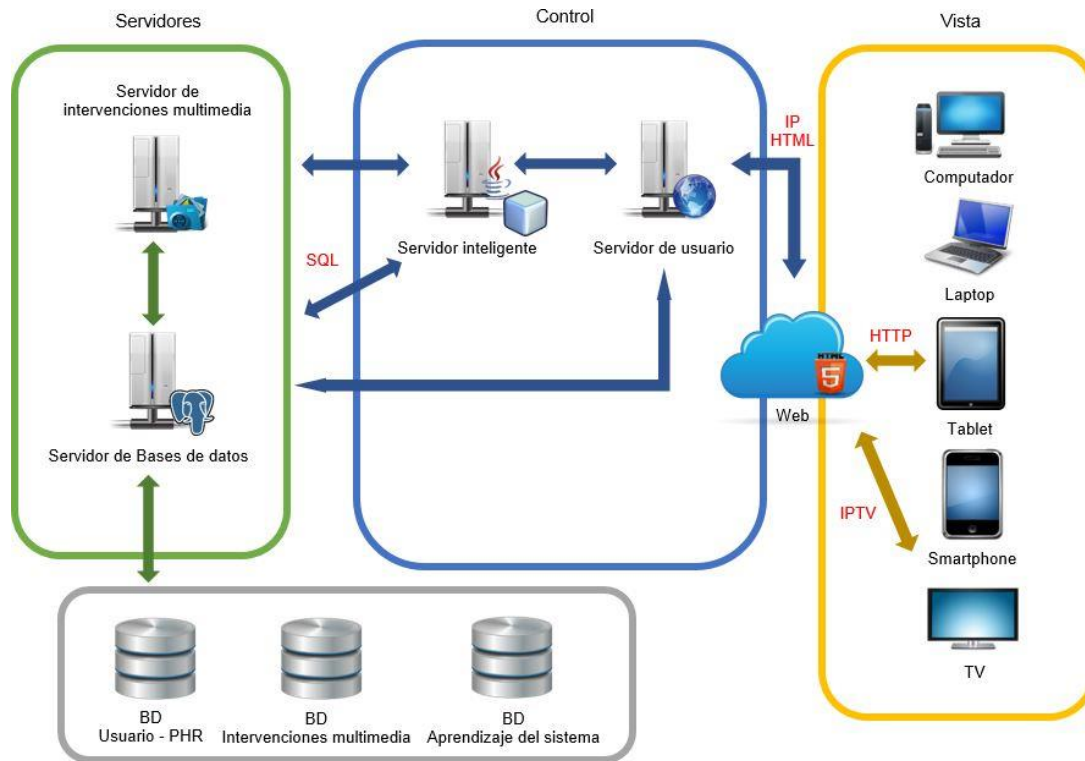


Figura 4.2. Arquitectura computacional del sistema

- **Vista:** este bloque abarca todos los medios de comunicación del usuario con el sistema, además de la respectiva adaptación de acuerdo a la categoría de dispositivos.

De acuerdo a una serie de métricas planteadas y revisión de la literatura de cada una de las posibles tecnologías, se obtuvo un soporte para elegir la tecnología más conveniente para la arquitectura presentada, teniendo en cuenta parámetros de calidad y facilidad de comunicación entre los componentes. Estas son las tecnologías seleccionadas para la arquitectura (ver Anexo A):

1. PostgreSQL como gestor de bases de datos.
2. Netbeans como entorno de desarrollo
3. Java como lenguaje de programación.

4. Glassfish como servidor de aplicaciones.
5. HTML5 como lenguaje de etiquetado para páginas web.

4.1.2. Diagrama de componentes

Es importante contar con un diagrama de componentes para la arquitectura descrita anteriormente, porque esto provee una mejor comprensión de cómo el modelo de usuario por medio de sus relaciones ha logrado dar el correcto nivel de abstracción de la información para que pueda ser procesada, analizada, y que produzca conocimiento relevante al usuario que permita realizar una recomendación acertada a lo esperado por el usuario.

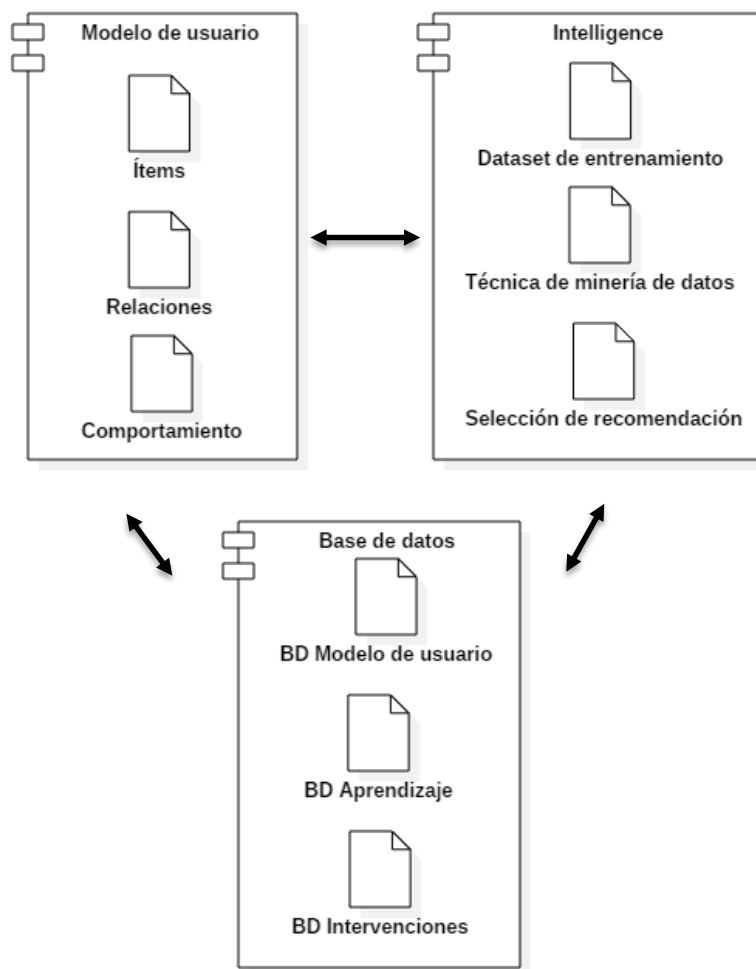


Figura 4.3. Diagrama de componentes del sistema

En la figura 4.3 es posible ver las relaciones de los componentes descritos en el bloque control de la arquitectura computacional del sistema (Ver figura 4.2). Se consideran tres (3) componentes del diagrama: 1. El componente de modelo de usuario, 2. El componente de inteligencia, 3. El componente de base de datos; a continuación se da una corta descripción de cada uno de ellos.

- **Componente de modelo de usuario:** este primer módulo contempla los ítems escogidos de la caracterización del usuario mediante el modelo, las relaciones entre los ítems y por tanto el comportamiento que tendrá el sistema en los procesos de aprendizaje, ya que las relaciones estructuran un conocimiento previo para determinar las reglas de aprendizaje.
- **Componente de inteligencia:** el componente de inteligencia es el encargado de implementar la estructura suministrada desde el componente de modelo de usuario. las relaciones entre los ítems toman relevancia como parte esencial de la detección de patrones, con el fin de lograr aprendizaje de las características relevantes del usuario en salud, además de su interacción con el sistema.
- **Componente de base de datos:** el bloque de bases de datos se convierte en el soporte de los componentes de modelo de usuario e inteligencia, puesto que el almacenamiento de los atributos, de los procesos de aprendizaje y realimentación y las intervenciones recomendadas se encuentran reunidas en las bases de datos incluidas en este espacio.

4.1.3. Diagrama de casos de uso del sistema

Las figuras 4.4 y 4.5 que se encuentran en esta subsección contemplan los diagramas de casos de uso del sistema total, los cuales contienen los casos de uso esenciales para el sistema personalizado y los actores que están involucrados. Se encuentran nueve (9) casos de uso esenciales y tres (3) actores.

El primer caso de uso es 'registrar' donde un nuevo usuario dentro del sistema se registra. El siguiente caso de uso es 'buscar recomendación' donde el actor busca

una intervención dentro de una lista de recomendaciones que el sistema tiene almacenados según el tipo de intervención (video, audio, artículos de interés). El segundo caso de uso se llama 'ver información PHR' y permite que el actor revise su historial de registros de salud. Sigue el caso de uso 'calificar recomendación' donde el actor otorga una calificación de 1 a 5 a la recomendación presentada por el sistema.

El actor 'administrador' tiene los casos de uso: 'gestionar aplicación' para el mantenimiento de la información y control y vigilancia del sistema, 'configurar perfil' donde edita los datos del perfil del usuario (contraseña, avatar, color de fondo en el área de perfil), este caso de uso lo comparte con el usuario y el experto; también cuenta con el caso de uso compartido por usuario y experto, 'iniciar sesión' en el cual se inicia una sesión de usuario una vez el usuario se encuentre registrado en el sistema.

El caso de uso 'ver recomendación' permite tanto al usuario como al experto solicitar una recomendación de salud de acuerdo a sus características personales. Por último, el actor experto tiene el caso de uso 'validar recomendación' en el cual realiza observaciones y calificaciones sobre la calidad de las intervenciones ofrecidas por el sistema.

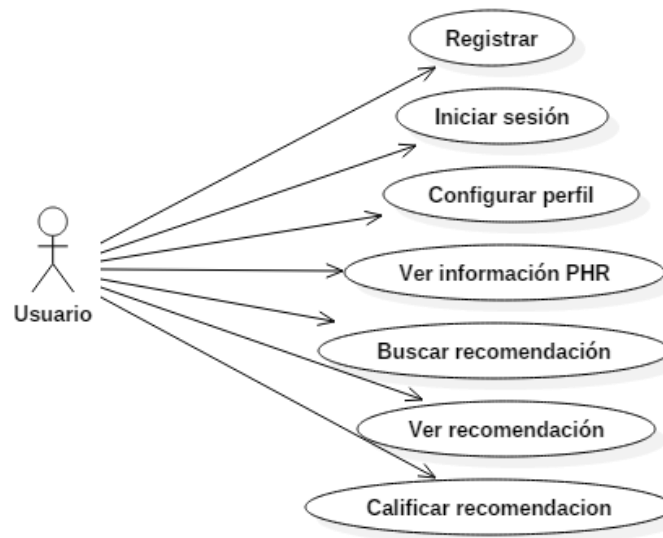


Figura 4.4. Diagrama de casos de uso del sistema – usuario

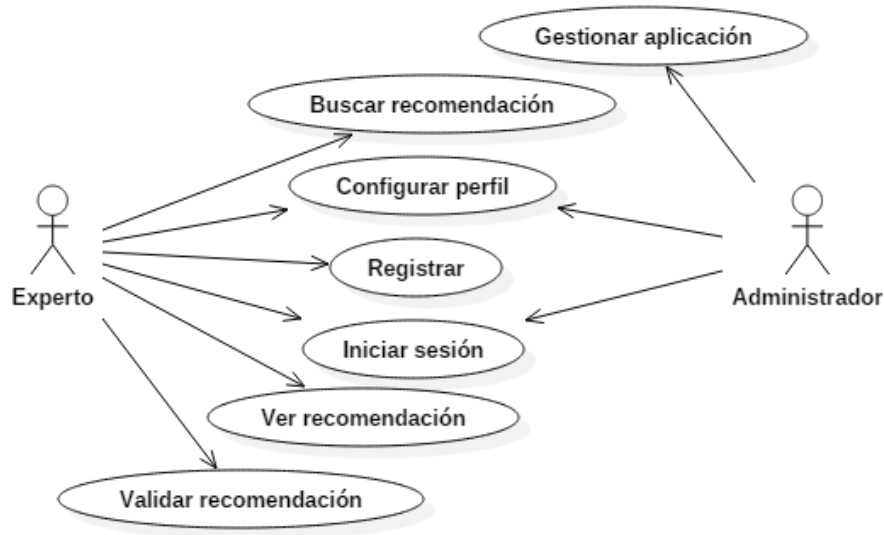


Figura 4.5. Casos de uso del sistema – Experto/Administrador

El anexo D contiene los casos de uso extendidos con la descripción completa de cada uno de los casos considerados, el flujo de acciones entre el actor y el sistema y las excepciones que pueden presentarse.

4.1.4. Diagrama de secuencia

Un diagrama de secuencia muestra la interacción de un conjunto de objetos en una aplicación a través del tiempo. En el diagrama de la figura 4.6 está la secuencia general de la interacción entre el usuario y el sistema que es seguido para realizar una prueba básica del sistema personalizado a implementar.

El flujo del diagrama muestra el registro de usuario que contiene información de usuario básica que se almacena en la base de datos de usuario. Una vez el usuario se encuentra registrado, se puede realizar un inicio de sesión exitoso. Al estar dentro de la sesión, el usuario puede ingresar datos adicionales para ejecutar la recomendación de la intervención; cuando el usuario activa la recomendación, el servidor analiza la información y consulta la base de datos de intervenciones. Por

último el usuario tiene la capacidad de calificar la recomendación con el fin de mejorar el aprendizaje del sistema sobre los gustos del usuario.

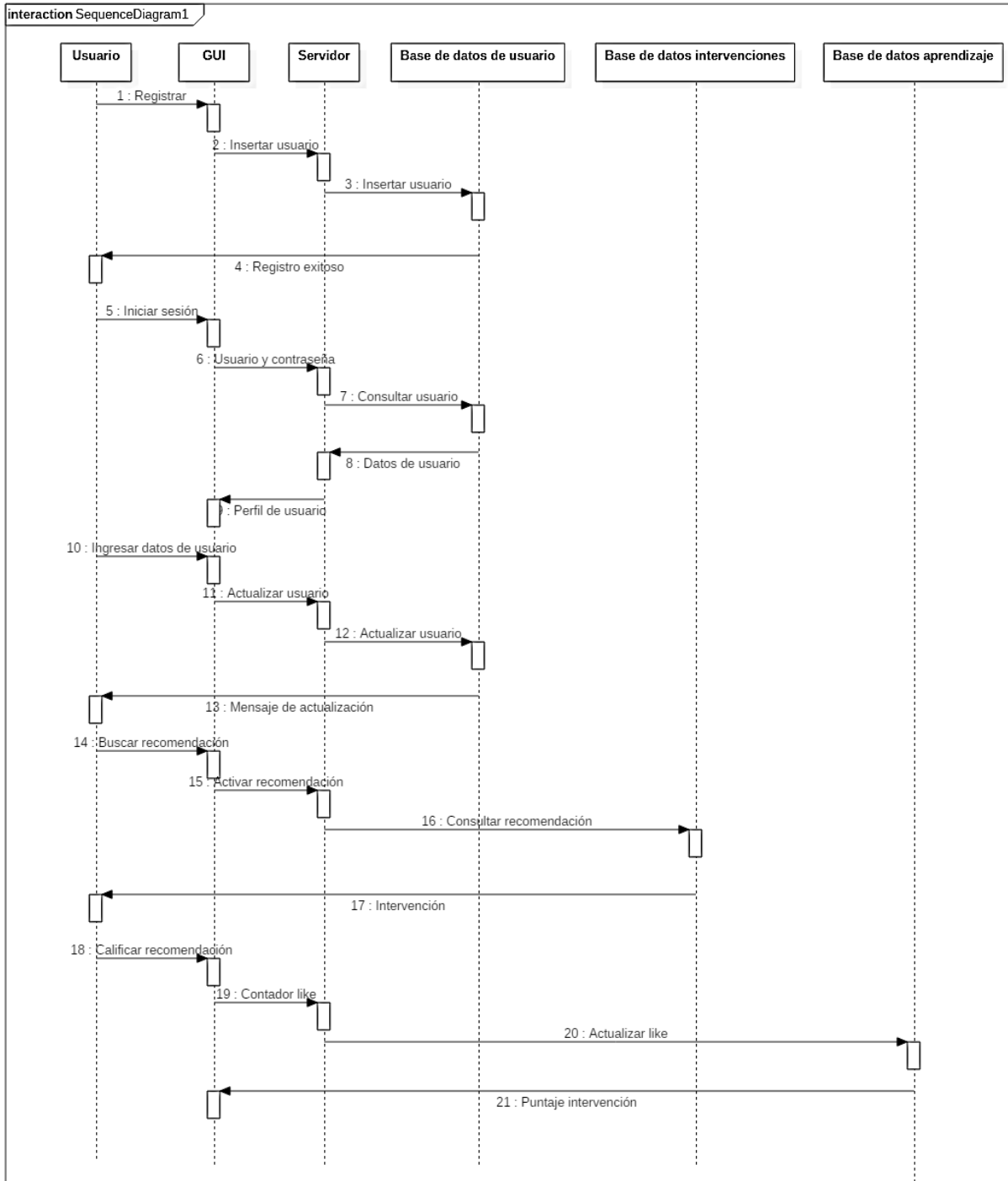


Figura 4.6. Diagrama de secuencia del sistema

4.2. Sistema personalizado

Esta sección se enfoca en una descripción más profunda de las tecnologías a usar y los *frameworks* de apoyo para estas tecnologías, que permiten una mejor experiencia de usuario; así mismo se explica la implementación del sistema personalizado con ayuda de la herramienta *Weka* y la forma de comunicación entre las tecnologías.

4.2.1. Aplicaciones *front-end* y *back-end*

Con el fin de mejorar la interacción entre el usuario y el sistema, para permitir que ésta sea dinámica y ágil, se han integrado distintos *frameworks* que contribuyen a esta meta, tales *frameworks* son: *AngularJS*, *Materialize* y *SpringMVC*. A continuación cada uno de ellos es descrito en forma breve.

AngularJS

Es un *framework* estructural para aplicaciones web dinámicas. Permite utilizar HTML como lenguaje de plantilla y extender la sintaxis de HTML para mostrar de forma clara y concisa los componentes de una aplicación. Toda su ejecución se encuentra dentro del navegador web, siendo esta característica muy práctica para cualquier servidor [52].

Materialize

Es un *framework* web *front-end* moderno y responsivo basado en *Material Design* el cual es un lenguaje de diseño que combina los principios clásicos del diseño exitoso junto con la innovación y la tecnología. *Materialize* ayuda a acelerar el desarrollo de aplicaciones, enfocado en el usuario para permitirle una experiencia más unificada, a la vez que es fácil de trabajar para el desarrollador [53].

SpringMVC

El *framework* Modelo Vista Controlador (MVC) web de Spring está diseñado por un Servlet que envía peticiones a controladores, con asignaciones de controlador configurables, resolución de vista, zona horaria y resolución de tema así como el

soporte para cargar archivos. Tiene como propósito ser la mejor solución para la administración del flujo de página de una aplicación web. Tiene claramente separados los roles y un modelo de transferencia flexible [54].

Así, del lado del cliente (*front-end*) se añadieron los *frameworks*: *AngularJS* como extensión a HTML5 para generar un Modelo Vista Controlador (MVC) desde este lado añadiendo una lógica a la interacción directa entre usuario y sistema; el *framework Materialize* es agregado como componente de ayuda al elemento vista de *AngularJS* en forma de librerías CSS (*Cascading Style Sheets*). Del lado del servidor (*back-end*) se utiliza el *framework SpringMVC* el cual tiene control sobre el protocolo de comunicación REST (*Representational State Transfer*) para procesar las peticiones que del lado del cliente son generadas. La figura 4.7 complementa la información antes descrita.

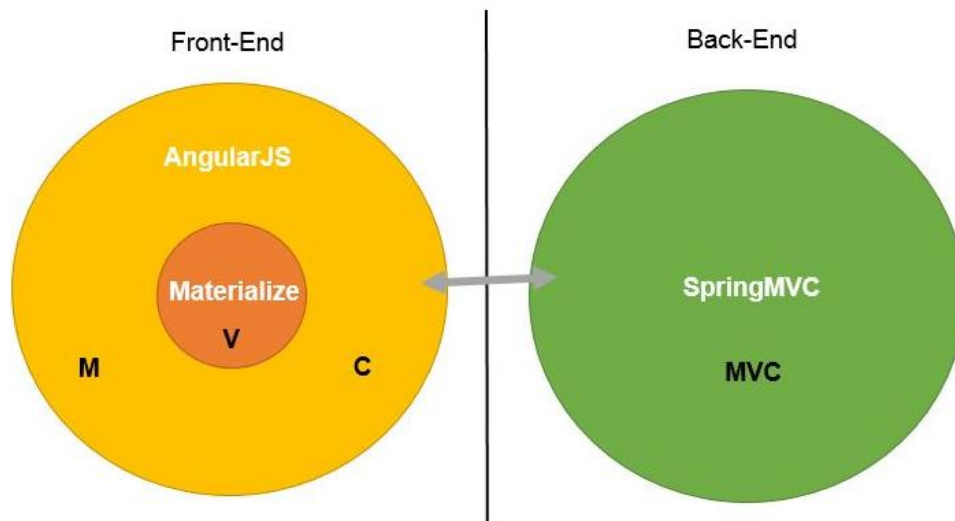


Figura 4.7. Aplicaciones *front-end* y *back-end*

4.2.2. Implementación

Existen dos formas de analizar la información: análisis estadístico y análisis por minería de datos. El primero se asocia a estudios poblacionales que permiten definir comportamientos y ciertas tendencias; el análisis individual de variables mediante la estadística tradicional es muy útil y sencillo de aplicar con conocimientos básicos de esta área del conocimiento; sin embargo un análisis multivariable que

busca hallar una tendencia o definir una población, requiere de conocimientos avanzados de estadística para lograr resultados confiables y de alta calidad; es decir la estadística se encarga del estudio de poblaciones, estudio de la variabilidad que permite la modelización de los fenómenos y métodos de síntesis de la información contenida en los datos a partir de conocimientos avanzados del análisis estadístico.

Los procesos de minería de datos por su parte además de contar con la potencialidad del análisis estadístico, cuenta con características agregadas de la inteligencia artificial que permiten lograr resultados confiables y robustos con conocimientos básicos y medios del área de la estadística. La minería de datos permite que, a partir de algoritmos y técnicas de análisis de datos se logren realizar procesos estadísticos complejos de una forma sencilla, como lo es el análisis multivariable para la identificación y clasificación de usuarios.

Comprendiendo lo anteriormente descrito, se elige usar técnicas de minería de datos que permitan analizar a un usuario a partir de la información obtenida de los ítems que están en la caracterización del modelo de usuario y de esta manera realizar inferencia enfocada a la mejor recomendación de actividad física y dieta. Para lograr un proceso de inferencia apropiado son analizadas las variables o ítems mínimos necesarios que permiten realizar una personalización adecuada y una recomendación apropiada a las características de un usuario. Es de aclarar que de acuerdo al objetivo de análisis pueden cambiar las variables del proceso de minería, sin embargo es importante resaltar que se debe hacer un estudio previo de dichas variables para determinar cuáles pueden otorgar mayor información sobre el objetivo del estudio.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	VALORES
IMC	Valor del índice de masa corporal. Variable nominal de cardinalidad 4.	Bajo peso, normo peso, sobrepeso, obesidad.
CICLO DE VIDA	Variable nominal de cardinalidad 2.	Adolescentes adultos, adultos.
ETNIA	Variable nominal de cardinalidad 3.	Indígena, afrocolombiano, otro.
TRAUMATISMO	Variable nominal de cardinalidad 4.	Motriz, visual, auditivo, sin traumatismo.
USO DEL SISTEMA	Variable nominal de cardinalidad 3.	Salud, belleza, deporte.
ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR	Variable nominal de cardinalidad 3.	Diabetes, hipertensión, sin riesgo.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	VALORES
INTERVENCIÓN	Clase del <i>dataset</i> . Variable nominal de cardinalidad 17.	Bailar, Caminar, Ejercicios_corporales, Estiramiento, Estiramiento_ojos, Extremidades, Higiene_corporal, HIIT, Laborales, Laborales_extremidades, Laborales_ojos, LISS, Nadar, Ojos, relajación, SCC, Trotar.

Tabla 4.1. Variables del *dataset* del Modelo de usuario

Para este trabajo de grado son presentadas las variables del modelo de usuario que serán utilizadas por el agente inteligente del modelo para realizar inferencia y posterior recomendación. Estas variables son agrupadas en un *dataset* (conjunto de datos) para ser utilizado por una herramienta de minería de datos donde la cardinalidad de cada atributo es equivalente al número de valores posibles que puede tomar dicho atributo; la tabla 4.1 muestra lo descrito anteriormente.

Como características generales del *dataset* se tiene que éste contiene seis atributos (IMC, ciclo de vida, etnia, traumatismo, uso del sistema, enfermedad cardiovascular) y una clase objetivo (Intervención) para un total de 7 variables, donde el tamaño del *dataset* corresponde a un total de 864 registros, un registro para cada posible combinación.

Por principio de minería de datos, para el análisis de cada una de las variables del *dataset* es importante tener en cuenta que no exista una relación directa entre los atributos del modelo, debido a que se puede presentar un modelo con tendencias sesgadas hacia un tipo de variable. El análisis que fue llevado a cabo para determinar la confiabilidad de los atributos del *dataset*, se dividió en tres actividades: calidad de los atributos, relación entre atributos y clase objetivo, y análisis multivariable. Las herramientas utilizadas para analizar el *dataset* son: *Weka* para la primera actividad, Análisis estadístico convencional mediante Excel para la segunda actividad, y *RapidMiner* para el análisis multivariable. Se presenta un resumen de las variables analizadas en la tabla 4.2 y de las conclusiones y recomendaciones halladas en el análisis exploratorio de los datos.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
IMC	Se encuentra dependencia importante de las intervenciones dado el IMC. La variable se conserva para el modelo.
CICLO DE VIDA	Presentan patrones destacados para la elección de cierto tipo de intervenciones. La variable se conserva en el modelo.
ETNIA	No se encuentran datos anómalos ni faltantes. Se conserva en el modelo.
TRAUMATISMO	Se encuentra dependencia importante de las intervenciones dado el traumatismo. La variable se conserva en el modelo.
USO DEL SISTEMA	No se encuentran datos anómalos ni faltantes. Se conserva en el modelo.
ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR	Hay indicios de patrones que determinan alguna intervención dada esta variable. La variable se conserva en el modelo.

Tabla 4.2. Tabla de resumen de las variables analizadas

Dentro de las conclusiones y recomendaciones obtenidas están:

- El *dataset* no presenta datos faltantes, anómalos o información de poca utilidad que entorpezca el proceso de minería.
- Todas las variables iniciales son confiables para ser utilizadas en la creación de un modelo de minería.
- Las variables de IMC y Traumatismo pueden llegar a ser condicionales importantes en el modelo de usuario, sin embargo el comportamiento, como se dijo anteriormente, es esperado dada la naturaleza de las variables.
- Es recomendable conservar las variables, dado que los condicionales que se pueden presentar al modelo son esperados y necesarios para una buena personalización.

Para realizar un correcto proceso de inferencia, es correcto ahora crear un modelo de minería el cual ofrece el conocimiento necesario para una personalización adecuada a partir de las variables escogidas y validadas con el análisis de datos ya mencionado. La creación de un modelo de minería requiere de un análisis previo realizado con la ayuda de diversos algoritmos que faciliten dicha tarea. Para el objetivo de este trabajo de grado se tuvieron en cuenta:

- Algoritmos de clasificación, los cuales se caracterizan por comprender el comportamiento y a partir de ahí escoger el resultado más adecuado.
- Los algoritmos de clasificación estudiados para este caso fueron: Redes bayesianas, árboles de decisión, y Knn. Los algoritmos aplicados al *dataset* del modelo de usuario se resumen en la tabla 4.3, teniendo en cuenta para el análisis el porcentaje de instancias correctamente clasificadas que determina la precisión del comportamiento de los algoritmos en el *dataset* y, el coeficiente *Kappa Statistic* que mide el grado de incertidumbre sobre los datos en el modelo.

Algoritmo	Instancias correctamente clasificadas	Kappa statistic
J48(árbol de decisión)	44.213%	0.3832
IBk (Knn)	40.2778%	0.3307
BayesNet	40.625%	0.3373

Tabla 4.3. Resumen de resultados de algoritmos aplicados al *dataset*

A partir del análisis realizado se presentan las siguientes conclusiones:

- El algoritmo que mejor respuesta tiene al *dataset* es el correspondiente al árbol de decisión.
- Los atributos de traumatismo, IMC y ciclo de vida se relacionan estrechamente entre sí, dividiendo las intervenciones por agrupaciones. Lo anterior indica que aunque las intervenciones son diversas para más de un tipo de usuario, son más adecuadas para cierto tipo de usuarios definidos por los atributos ya mencionados.
- El porcentaje de instancias correctamente clasificadas sugiere que las intervenciones no se encuentran amarradas en su mayoría a cierta clase de usuario, aunque algunas intervenciones son bastante específicas para un usuario, en general la mayoría de ellas son genéricas para cualquier usuario.
- Los resultados del modelo son consistentes con las hipótesis del análisis exploratorio de los datos, esto implica un modelo confiable en su comportamiento.

De acuerdo a lo consignado anteriormente, hasta el momento se han contextualizado las características del sistema personalizado, que incluye: las herramientas a utilizar (ver Capítulo 2), el marco de trabajo definido por la propuesta del modelo de usuario (ver Capítulo 3) y, la síntesis de la inteligencia que define el comportamiento del sistema personalizado basado en un modelo de usuario que apoya la promoción de actividad física y dieta saludable.

En el anexo E de este documento es posible observar los procesos descritos como el análisis exploratorio de los datos, el análisis del modelo de minería, y la descripción genérica de las herramientas usadas.

4.3. Diseño Centrado en el Usuario

Es el proceso de diseño de una herramienta, como un sitio web, una aplicación de interfaz de usuario o un servicio, desde la perspectiva de cómo será entendido y usado por un usuario humano. Para que un servicio tenga el impacto deseado es esencial obtener un profundo entendimiento de las personas a las que se les presta el servicio, no solo lo que necesitan y desean, sino también las limitaciones que enfrentan, que los motiva, y que es importante para ellos [55].

4.3.1. Maquetación web

Teniendo en cuenta lo anterior, para empezar con el diseño del sistema personalizado fueron analizados unos elementos básicos que impacten visualmente al usuario del sistema. El primer elemento analizado es el manejo de colores dentro de la aplicación web del sistema personalizado. El segundo elemento es la tipografía usada para los textos y títulos de la aplicación web.

De acuerdo a la psicología del color, cada color transmite emociones que pueden influenciar en las actitudes y comportamiento de una persona, aunque no se perciba y sienta de manera consciente [56]. Para el diseño de la aplicación web es importante definir el esquema de color a utilizar y el color en sí, donde el esquema de

color es usado para provocar una sensación estética, crear estilo y atracción, y depende de las combinaciones armónicas inspiradas en el círculo cromático [57].

El esquema de color elegido para el diseño de la aplicación web según los objetivos planteados en este trabajo de grado, es el monocromático: este tipo de esquema consta de diferentes tonos o intensidades de un mismo color. Un esquema monocromático es fácil de conseguir y puede ser muy eficaz, ya que tienden a ser más elegantes y aportan armonía. Son muy apropiados para crear un estado de ánimo concreto.

Utilizando la psicología y el uso de los colores, preliminarmente se eligen dos opciones de color cuya esencia expresa diversos sentimientos y es adecuado para algunos tipos de servicios y productos. La primera opción es el color verde el cual expresa libertad, frescura y naturaleza, y es adecuado para productos naturales, productos de relajación y productos de salud. La segunda opción es el color azul que expresa sinceridad, confianza y seriedad, y es adecuado para productos de tecnología, servicios de salud y productos de limpieza [58].

Una corta encuesta fue dirigida en las instalaciones de la Universidad del Cauca en la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones a 21 (veintiuna) personas, con la pregunta: “Cuando se menciona actividad física y dieta saludable ¿Cuál(es) color(es) se le viene(n) a la mente?”. Los resultados se pueden observar en la tabla F.1 del anexo F de este documento. Los colores con un mayor resultado son verde y azul, confirmando de esta manera la selección hecha anteriormente.

Debido a que los dos colores presentan características relevantes para el fin del sistema a implementar, se cree necesario escoger los dos; sin embargo, dadas dos condiciones: uno, el esquema de color es monocromático, y dos, el *framework front-end Materialize* con sus colores disponibles, se hace la selección del color **Teal** pues es un color entre azul y verde, de baja saturación, similar al verde medio y el cian oscuro. La figura 4.8 muestra la paleta del color *Teal* utilizada por *Materialize*.



Figura 4.8. Paleta del color *Teal*

Toda actividad relacionada con la comunicación de masas requiere ceñirse a las reglas que dan lugar a las convenciones para que sea comprensible por el lector. “El diseño de la tipografía es a la escritura, lo que el tono de voz es a la palabra hablada” [59]. La tipografía de una aplicación web ayuda a potenciar aquello que se desea transmitir.

Existen varias tipografías con diversas familias de fuentes, de las cuales para el objetivo de este trabajo de grado, se consideran de mayor importancia Serif, Sans serif, y Moderna [60]. En el anexo F puede verse con detalle las características de cada una de las tipografías consideradas.

El *framework Materialize* ofrece un tipo de fuente especial llamada Roboto 2.0. Roboto es una familia de fuentes tipográficas del tipo Sans serif, la familia incluye variantes delgada, liviana, regular, media, negrita, y condensada [61]. Debido a que Roboto pertenece a una de las tipografías tomadas en cuenta, es seleccionada y aplicada en el diseño con ayuda de expertos en diseño gráfico para considerar características como grosor y tamaño de la fuente. En la figura 4.9 es posible observar las variantes de Roboto.

Roboto
SUNGLASSES
Self-driving robot ice cream truck
Fudgesicles only 25¢
ICE CREAM
 Marshmallows & almonds
 #9876543210
Music around the block
 Summer heat rising up from the sidewalk

Figura 4.9. Tipografía Roboto de Materialize

El diseño de la aplicación web del sistema personalizado comienza a construirse partiendo de los elementos considerados anteriormente; son creados los *mockups*⁸ principales que corresponden a la página de inicio (figura 4.10) y la página de perfil de usuario (figura 4.11) de la aplicación con el *framework Materialize*.

⁸ *Mockup*: es un fotomontaje que permite a diseñadores gráficos y web mostrar al cliente como quedarán sus diseños [105].

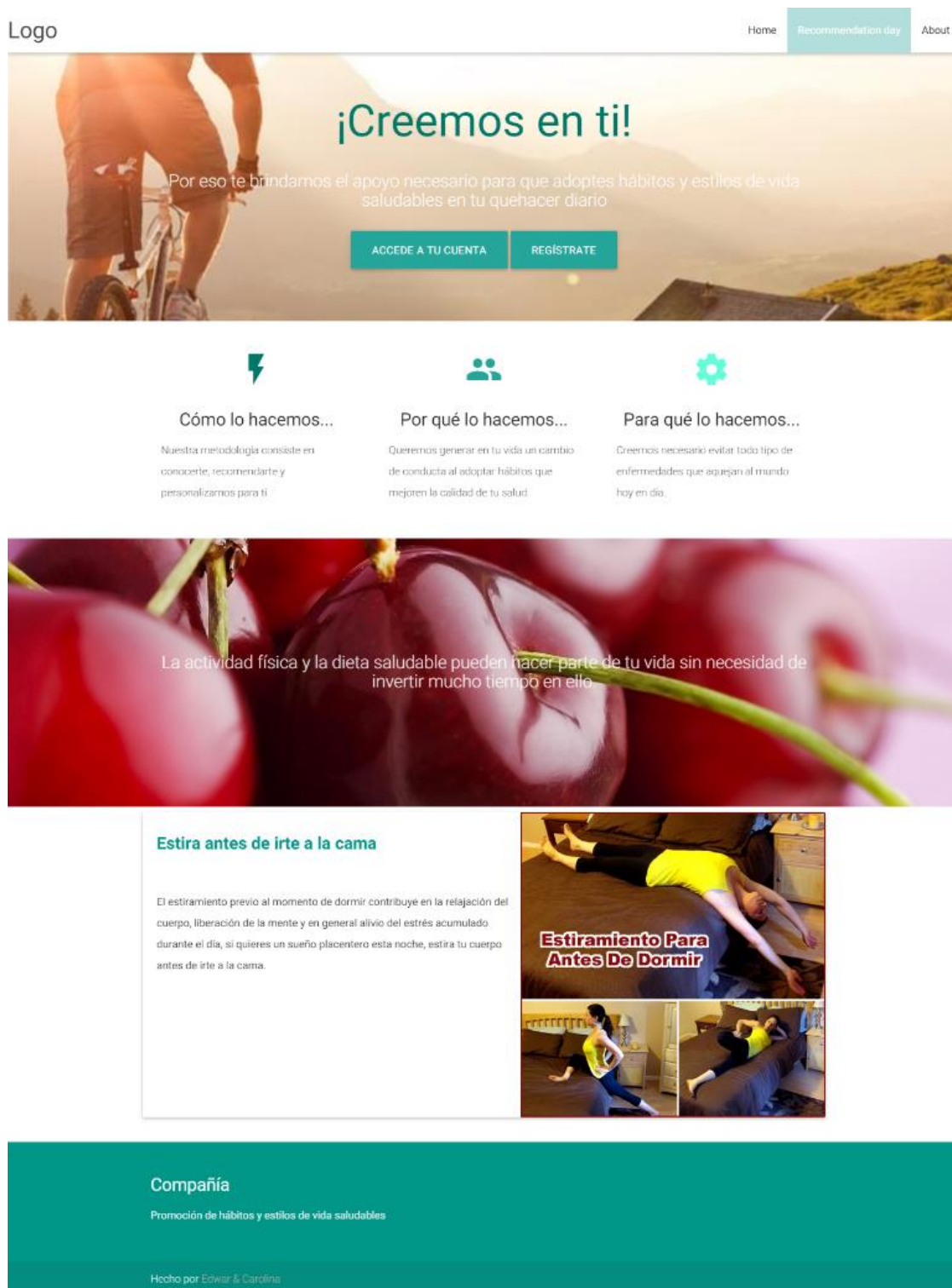
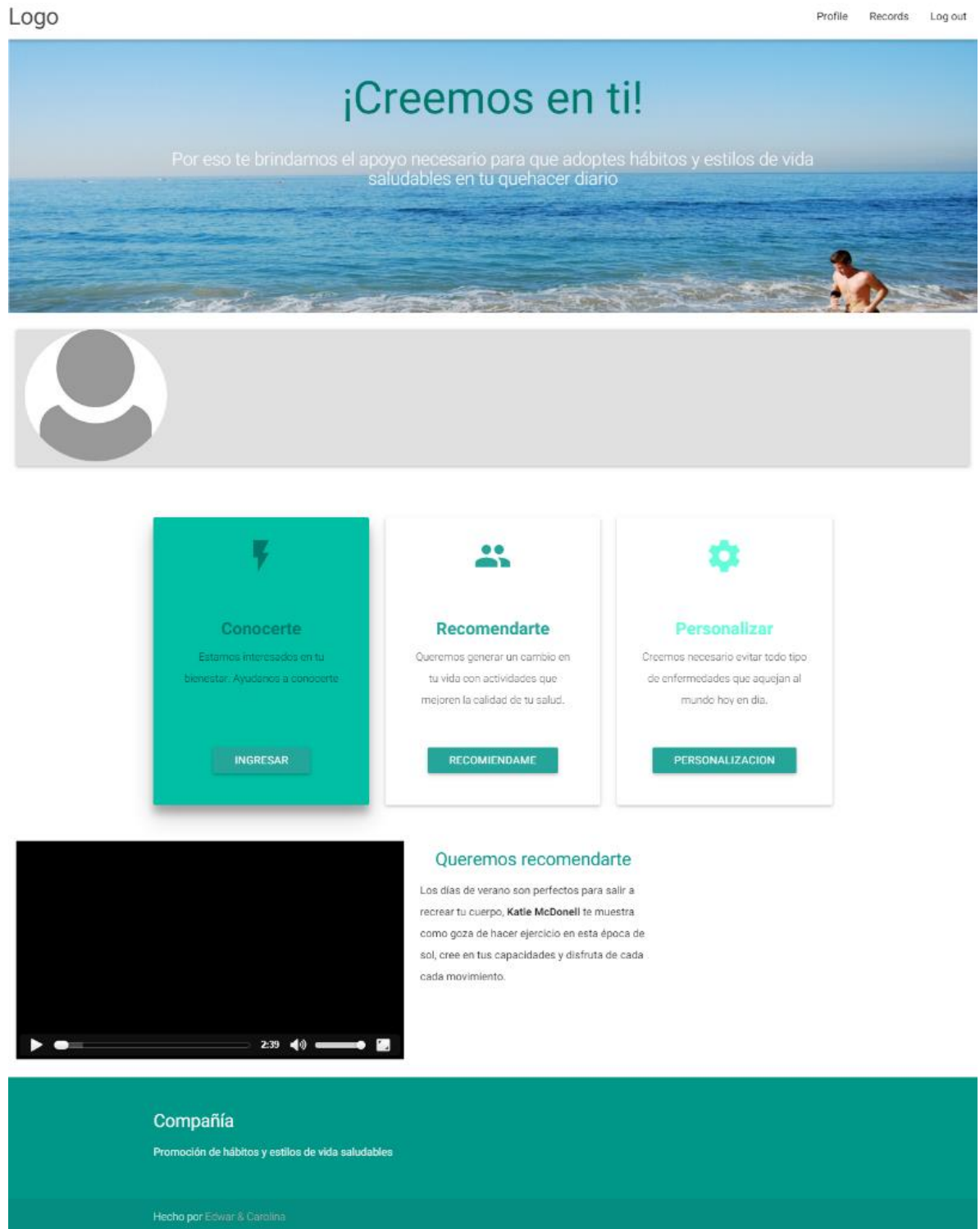


Figura 4.10. Mockup de página de inicio

Figura 4.11. *Mockup* de página de perfil

4.3.2. Validación de la maquetación web

Una vez obtenidos los *mockups*, por medio de la metodología de DCU se realiza una prueba de usabilidad que involucre al posible usuario del sistema en el proceso de construcción de la aplicación web. Dicha prueba tiene como objetivo definir los elementos (letra, color, imágenes, iconos, etc.) de la interfaz de usuario; por ejemplo, cuáles elementos deben ser conservados, cuáles deben ser removidos, que significado tienen para el usuario, cuales son evidentes de entender, cuales no lo son, además de la ubicación de tales elementos en cada una de las páginas creadas. El protocolo seguido para esta prueba está en el anexo F.

Resultados de la prueba

La prueba se realizó en las instalaciones de la Universidad del Cauca, en la cual participaron 6 personas [62] con diferentes edades entre hombres y mujeres. Los participantes de la prueba contaban con 30 minutos para organizar todos los elementos impresos entregados en un navegador en blanco, mostrando el diseño que ellos creían conveniente dado el objetivo del trabajo de grado.

Con los registros fotográficos debidos e implementando el método “Pensando en voz alta - *Thinking aloud*” [63], los resultados de la prueba arrojaron ciertas tendencias en el diseño de las páginas y del mismo uso de los elementos dentro de ellas. A continuación son enunciados los cambios realizados a la interfaz de usuario de ambas páginas (inicio y perfil). Los siguientes cambios fueron implementados para continuar con las etapas finales de construcción del sistema personalizado.

- Elementos como imágenes y tarjetas con información se conservaron en ambas páginas.
- Los botones de acceso a diferentes acciones se conservaron, pero su ubicación dentro de la página cambio.
- Los iconos que representaban cierta información, no fueron claros para el usuario, por lo tanto, fueron eliminados.
- Los enlaces fueron cambiados en su mayoría por botones, pues no eran tan evidentes para los usuarios.
- Fueron agregados otros iconos a petición de los usuarios que representan funciones que ellos reconocen como importantes de tener.

Resumen

En este capítulo se explicó la creación de la arquitectura de referencia para el sistema personalizado basado en un modelo de usuario. La arquitectura se propone bajo el modelo vista-controlador con las respectivas tecnologías a utilizar en cada bloque; también se define en la construcción del sistema personalizado la implementación de los *frameworks front-end* y *back-end* de la aplicación web y la utilización de técnicas de minería de datos para el proceso de análisis e inferencias de la información; por último, partiendo de la metodología de diseño centrado en el usuario, se considera la maquetación web como punto fundamental para la construcción del sistema personalizado final.

Para completar la información acerca del trabajo de grado desarrollado, este capítulo se completa con tres (3) anexos. El anexo D contiene los casos de uso extendidos los cuales contemplan la descripción del diagrama de casos de uso mostrado en la figura 4.4. El anexo E presenta el proceso de minería con el análisis exploratorio de datos, el análisis del modelo de minería y la descripción de las herramientas utilizadas en el seguimiento del proceso. Por último, el anexo F contiene la descripción de la aplicación de la metodología de Diseño Centrado en el Usuario utilizada en parte del desarrollo de este trabajo de grado.

Capítulo 5

Generación y aplicación del estudio de caso

El capítulo presente entrega la definición del estudio de caso con las ventajas que éste representa para la validación del prototipo del sistema personalizado implementado, la metodología en la que se basa el estudio de caso, donde la norma ISO/IEC 25000 basada en la ISO 9126 sirve de referencia para la evaluación del software proporcionando un esquema para la evaluación de la calidad del mismo; así mismo, son considerados los recursos humanos y materiales utilizados en la aplicación del estudio de caso y, por último, el desarrollo del estudio de caso que sirve de base para la evaluación del sistema personalizado implementado para el cumplimiento del objetivo general de este trabajo de grado.

El método del estudio de caso es una herramienta metodológica de investigación en cualquier área del conocimiento; con el estudio de caso es posible realizar un proceso de análisis inductivo de datos cualitativos. La información de un estudio de caso se obtiene de fuentes tanto cualitativas como cuantitativas tales como entrevistas directas, observación directa, observación de los participantes, entre otros.

La fortaleza del estudio de caso radica en que a través de éste se mide y registra la conducta de las personas participantes de la situación estudiada. Es importante resaltar que el estudio de caso es una forma esencial de investigación en

áreas como ciencias sociales, negocios internacionales y el desarrollo tecnológico [64].

5.1. Metodología

Cuando de calidad del software se trata, existe la necesidad de contar con parámetros que permitan establecer los niveles mínimos que un producto así debe cumplir para que se considere de calidad. La mayoría de las características que definen al software no se pueden cuantificar de manera sencilla, pues en general, son establecidas de forma cualitativa y en realidad, se requiere establecer métricas que permitan evaluar cuantitativamente cada característica dependiendo del tipo de software que se pretende calificar.

La norma ISO/IEC 25000: *Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Guide to SQuaRE* [65], brinda las variables de entorno necesarias para realizar la evaluación de la calidad del software; sin embargo, retomando lo propuesto anteriormente, la importancia del estudio de caso en este trabajo de grado se encuentra en la forma de obtener la información que es necesaria para evaluar dichas métricas y poder obtener conclusiones y resultados relevantes partiendo de la interacción con el usuario potencial del sistema, dada la ventaja del estudio de caso para esta situación en particular.

En esta sección son definidas y descritas de manera general las variables de entorno que permitirán evaluar la calidad del producto final que será entregado en este trabajo de grado. Las variables de entorno para medir la calidad del producto serán usadas como referencia para supervisar y evaluar la calidad de producto software.

Dichas variables se seleccionaron con base en la norma ISO/IEC 25000, la cual define unas características, subcaracterísticas y métricas específicas para medir la calidad de un producto software en diferentes fases de su desarrollo; para el caso de este trabajo de grado será la de predecir la calidad del producto final.

Para definir las variables de entorno, primero se definieron las características de la norma ISO que son tenidas en cuenta para medir la calidad del producto final, de las cuales se escogieron tres como las más relevantes dentro del proyecto: usabilidad, eficiencia y rendimiento. Después son seleccionadas las métricas que son medibles en el entorno de una aplicación web dinámica, siguiendo las recomendaciones de la norma para hacer las mediciones respectivas de ellas. En las tablas 5.1 y 5.2 están las métricas elegidas como variables de entorno, que describe la norma ISO/IEC 25000.

Métrica	Propósito	Método de aplicación	Fórmula	Interpretación de la medida
Funciones evidentes.	Identificar qué proporción de funciones del producto son evidentes para el usuario.	Contar el número de funciones que son evidentes al usuario y compararlo con el número total de funciones.	$X = A/B$ A: número de funciones evidentes al usuario. B: número total de funciones.	$0 \leq X \leq 1$ Entre más cercano a 1, es mejor.
Funciones fáciles de comprender.	Identificar qué proporción de funciones del producto es capaz el usuario de comprender correctamente.	Contar el número de funciones de la interface cuyo propósito es comprendido por el usuario y compararlo con el número de funciones de la interface de usuario.	$X = A/B$ A: número de funciones de la interface de usuario cuyo propósito es comprendido por el usuario. B: número de funciones de la interface de usuario.	$0 \leq X \leq 1$ Entre más cercano a 1, es mejor.
Facilidad para cancelar una operación de usuario.	Identificar qué proporción de funciones se pueden cancelar antes de que se completen.	Contar el número de funciones implementadas, que pueden ser canceladas por el usuario antes de que se completen y compararlo con el número de funciones que requieren de la capacidad de cancelarse antes de terminar.	$X = A/B$ A: número de funciones implementadas que pueden ser canceladas por el usuario. B: número de funciones que requieren la capacidad de cancelarse antes de terminar.	$0 \leq X \leq 1$ Entre más cercano a 1, es mejor.

Métrica	Propósito	Método de aplicación	Fórmula	Interpretación de la medida
Facilidad para deshacer una operación de usuario.	Identificar qué proporción de funciones se pueden deshacer.	Contar el número de funciones implementadas, que puede deshacer el usuario después de completarlas y compararlo con el número de funciones.	$X = A/B$ <p>A: número de funciones implementadas que puede deshacer el usuario.</p> <p>B: número de funciones.</p>	$0 \leq X \leq 1$ <p>Entre más cercano a 1, es mejor.</p>
Personalización.	Identificar qué proporción de funciones se pueden personalizar durante su operación.	Contar el número de funciones implementadas, que el usuario puede personalizar durante su operación y compararlo con el número de funciones que requieren la capacidad de personalización.	$X = A/B$ <p>A: número de funciones que pueden ser personalizadas durante su operación.</p> <p>B: número de funciones que requieren la capacidad de personalización.</p>	$0 \leq X \leq 1$ <p>Entre más cercano a 1, mejor personalización.</p>
Claridad de mensajes.	Identificar qué proporción de mensajes son claros o auto-explicativos.	Contar el número de mensajes implementados con explicaciones claras y compararlo con el número total de mensajes implementados.	$X = A/B$ <p>A: número de mensajes implementados con explicaciones claras.</p> <p>B: número de mensajes implementados.</p>	$0 \leq X \leq 1$ <p>Entre más cercano a 1, es más claro.</p>
Claridad en los elementos de la interfaz.	Identificar qué proporción de elementos de la interfaz son claros o auto-explicativos.	Contar el número de elementos de la interfaz que son auto-explicativos y compararlo con el número total de elementos de la interfaz.	$X = A/B$ <p>A: número de elementos de la interfaz que son auto-explicativos.</p> <p>B: número total de elementos de la interfaz.</p>	$0 \leq X \leq 1$ <p>Entre más cercano a 1, es más claro.</p>
Interacción atractiva.	Identificar qué tan atractiva es la interfaz del usuario.	Cuestionario a usuarios	Cuestionario para evaluar el atractivo de la interface de usuarios, teniendo en cuenta atributos como los colores, tipografía, entre otros.	Clasificación – Evaluación de los resultados del cuestionario.

Métrica	Propósito	Método de aplicación	Fórmula	Interpretación de la medida
Cumplimiento de la usabilidad.	Identificar qué tanto obedece el producto a la aplicación de normas, estándares y convenciones de usabilidad.	Contar el número de ítems implementados correctamente que obedecen a las normas de usabilidad y compararlo con el número de ítems que se deben cumplir de la especificación.	$X = A/B$ A: número de ítems implementados correctamente que obedecen a aspectos de usabilidad, confirmados mediante una evaluación. B: número total de ítems a obedecer.	$0 \leq X \leq 1$ Entre más cercano a 1, es más obediente.
Escala de satisfacción.	Identificar qué tan satisfecho está el usuario.	Evaluación al usuario.	$X = A/B$ A: cuestionario de producción de escalas psicométricas. B: población promedio	$0 < X$ Entre más grande X, mejor.

Tabla 5.1. Métricas de usabilidad

Las anteriores métricas son planteadas de manera que cumplan con las subcaracterísticas de la norma, las cuales son: comprensión, operatividad, aprendizaje, atractividad y concordancia.

Métrica	Propósito	Método de aplicación	Medida o Fórmula	Interpretación de la medida
Tiempo de respuesta.	Determinar cuánto tiempo demora en completar una tarea específica.	Evaluar la eficiencia del sistema operativo y de las llamadas del sistema a una aplicación. Estimar el tiempo de respuesta de : <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de respuesta de envío de petición y respuesta. • Tiempo promedio de comprensión entre instrucción y 	X: Tiempo (calculado o simulado)	Entre más corto es mejor.

Métrica	Propósito	Método de aplicación	Medida o Fórmula	Interpretación de la medida
		actividad. <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo promedio carga de video. • Tiempo promedio en realizar la recomendación. • Tiempo promedio de interactividad (Realiza dos veces la misma función) 		
Utilización de recursos	Determinar cuál es la estimación de recursos por medio de la velocidad con la que responde un usuario a una cantidad específica de tareas.	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de usuario al realizar las funciones básicas del sistema. 	$X = A/B$ (Tiempo/cantidad)	

Tabla 5.2. Variables de desempeño

Dado que en un estudio de caso la información proviene de diferentes fuentes por medio de la aplicación de distintos instrumentos de recolección de la información, para la evaluación de la aplicación web del sistema personalizado basado en un modelo de usuario son utilizadas la entrevista personal estructurada, las encuestas por cuestionarios y la observación directa estructurada, todo aplicado en una misma sesión. Es recomendable grabar las entrevistas, que posteriormente serán transcritas, combinadas y comprobadas con las notas mentales y las notas de campo, para proceder a su respectivo análisis.

La entrevista es la comunicación interpersonal establecida entre el investigador y el sujeto de estudio a fin de obtener respuestas verbales a los interrogantes planteados sobre una situación propuesta. La entrevista personal estructurada es un encuentro frontal, cara a cara, entre dos personas donde el investigador planifica previamente las preguntas mediante un guion preestablecido, secuenciado y dirigido [66].

Una encuesta es una técnica cuantitativa que consiste en una investigación realizada sobre una muestra de sujetos, que se lleva a cabo en el contexto de la vida cotidiana, con el fin de conseguir mediciones sobre una gran cantidad de características objetivas y subjetivas de la población. El cuestionario de encuesta es un instrumento de recogida de datos que define las variables objeto de observación e investigación, por ello las preguntas de un cuestionario constituyen los indicadores de la encuesta [67].

La observación comprende el registro de los patrones de conducta de personas, objetos y sucesos de forma sistemática para obtener información del fenómeno de interés. La observación directa estructurada es aquella en la que el investigador define con claridad los comportamientos que van a observarse y los métodos con los que se medirán y además se pone en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que trata de investigar [68].

La sesión de aplicación del estudio de caso para la evaluación de la aplicación web del sistema personalizado engloba los anteriores conceptos, brindando toda la información necesaria para obtener resultados consistentes y poder realizar un análisis completo de ellos consiguiendo conclusiones importantes para generar el diagnóstico de este trabajo de grado.

5.2. Recursos

Esta sección está dirigida a describir los recursos (humanos y materiales) utilizados en la aplicación del estudio de caso definido.

5.2.1. Recursos humanos

Dentro de los recursos humanos utilizados se considera en primer lugar, la población objetivo para la aplicación del estudio de caso junto con algunas características básicas tales como edad y género.

Se buscan personas cuyos ambientes de estudio y/o trabajo transcurran en oficinas o lugares cerrados con acceso a computadores e internet. Las edades pueden estar comprendidas entre los 20 años a los 35 años, sin distinción de género, etnia, limitaciones físicas y/o médicas.

El rango de edades para este estudio de caso se determina por dos razones principales: (1) este rango se encuentra dentro de uno de los tres grupos de edades que define la OMS en las recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud [69]; (2) el rango de edad se encuentra limitado por la utilización de tecnología digital y herramientas computacionales, por lo que, el estudio de caso se dirige a los llamados “nativos digitales”, personas nacidas durante las décadas de 1980 y 1990 [70], quienes a 2015 se encuentran en el rango de edad definido.

El número de participantes de la sesión es de 10 personas, especificado así con base en la definición del estudio de caso y las recomendaciones de la norma ISO/IEC 9126 y la metodología de Diseño Centrado en el Usuario, utilizada durante todo el proceso de desarrollo de este trabajo de grado.

En segundo lugar, es importante considerar las personas responsables de aplicar y dirigir la sesión, que para este caso en particular, serán los estudiantes de pregrado Edwar Javier Girón Buitrón y Carolina Rico Olarte, responsables del desarrollo del presente trabajo de grado. Los estudiantes se encuentran bajo la dirección de la PhD(C) Gineth Magaly Cerón Ríos, quien orientó la creación de la sesión donde se aplica el estudio de caso definido.

5.2.2. Recursos materiales y software

Los recursos materiales y de tipo software necesarios para la aplicación de la sesión de prueba se listan en la tabla 5.3, se indica el propósito con el cual se utiliza cada uno.

Recurso	Propósito(s)
Computador de escritorio	Acceder a la aplicación web.

Recurso	Propósito(s)
Cámara de video	Grabar al participante durante la sesión de prueba.
Cuestionarios impresos	Recoger información escrita del participante de la prueba.
Elementos de oficina	Apoyar la realización de la sesión con éxito.
Software grabador de pantalla	Grabar la pantalla de la aplicación web durante la sesión de prueba.
Oficina con escritorio y acceso a internet	Recrear el entorno habitual de estudio/trabajo de los participantes de la sesión.

Tabla 5.3. Lista de recursos materiales

La sesión de prueba se lleva a cabo en la oficina de Maestría y Doctorado de Ingeniería Telemática ubicada en el edificio IPET de la Facultad de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca. La oficina dispone de seis (6) escritorios de los cuales tres (3) son dispuestos para realizar la prueba. Al entrar en el lugar, los participantes se acomodan frente al computador preparado para la prueba, desde el cual se puede observar sus movimientos y capturar con cámaras las reacciones que presenten frente al estudio de caso realizado.

Las características del equipo de cómputo como de la red a la que está conectado el equipo se describen en las tablas 5.4 y 5.5, utilizado para el soporte de la página web .

Característica	Descripción
Procesador	Intel(R) Core(TM) i5-2450M CPU.
Número de núcleos del procesador	2.
Velocidad de procesamiento	2.50 GHz.
Velocidad <i>overclocking</i>	3.10 GHz.
Memoria del sistema	6,00 GB en RAM (DDR3).
Memoria caché	3 MB.
Cantidad de subprocesos	4.
Tipo de sistema	Sistema operativo de 64 bits.

Característica	Descripción
Sistema operativo	Windows 7 Professional
Número de procesadores principales	2.
Tamaño total de disco duro	503 GB.
Tipo de adaptador del monitor	Intel(R) HD Graphics Family
Memoria de gráficos disponible	1696 MB
Resolución del monitor	1366 x 768

Tabla 5.4. Características del equipo

Característica	Descripción
Velocidad de descarga	6.57 Mbps.
Velocidad de carga	3.70 Mbps.
Tipo de conexión	Cableada.

Tabla 5.5. Características de la red

5.3. Desarrollo

Una vez considerados la definición del estudio de caso, la metodología a seguir para la sesión de prueba y los recursos necesarios para llevarla a cabo, se muestra a continuación el protocolo a seguir en la sesión de prueba. Dicho protocolo consta de actividades que siguen un hilo conductor de navegación por la aplicación web.

Como lo indicaban las métricas, unas funciones tenían que ser definidas para poder cumplir con la métrica y obtener resultados cuantitativos. Las funciones son definidas teniendo en cuenta que la aplicación web tiene dos niveles de profundidad y dos páginas principales (página de inicio y de perfil).

Después de tener las funciones, se crea el hilo conductor que debe seguir el participante. En su forma más básica, el hilo conductor consta de las siguientes actividades:

- Ver tarjetas de presentación
- Revisar recomendación del día
 - Revisar recomendación de ayer
- Iniciar sesión
 - Registrar cuenta
 - Acceder a cuenta
- Configurar perfil
 - Configurar avatar
 - Configurar color
 - Cambiar contraseña
 - Ver vista previa de perfil
- Verificar cambio de contraseña
 - Salir
 - Acceder a cuenta
- Conocer al usuario
 - Llenar formulario
- Recomendar
 - Activar recomendación
 - Ver recomendación
 - Identificar elementos de video
 - Calificar recomendación
- Verificar recomendaciones vistas
- Salir

Con las funciones de cada métrica y el hilo conductor definidos, por último se muestra en la tabla 5.6, las funciones que se cumplen con cada paso del hilo conductor del protocolo, pertenecientes tanto a la página de inicio como a la página de perfil de la aplicación web. El protocolo completo de la sesión de prueba a seguir se encuentra en el anexo G.

Pasos	Métrica	Funciones
1. Ver tarjetas de presentación	Funciones evidentes	Página de inicio - Ver tarjetas de información
	Funciones fáciles de comprender.	Página de inicio - Identificar objetivo de la aplicación
	Claridad en los elementos de la interfaz.	Página de inicio - Tarjetas de información: 3 (Cómo lo hacemos, por qué lo hacemos, para qué lo hacemos)
2. Revisar recomendación del día	Funciones evidentes	Página de inicio - Ir a la recomendación del día - Ir a recomendación de ayer - Ir a inicio
	Funciones fáciles de comprender.	Página de inicio - Identificar la recomendación de hoy - Identificar la recomendación de ayer
	Claridad en los elementos de la interfaz.	Página de inicio - Botones: 2 (Recomendación del día, Inicio) - Enlaces: 2 (Recomendación del día, recomendación de ayer)
3. Iniciar sesión	Funciones evidentes	Página de inicio - Registrarse - Acceder a la cuenta
	Funciones fáciles de comprender.	Página de inicio - Llenar formulario de registro - Llenar formulario de acceso
	Facilidad para cancelar una operación de usuario.	Página de inicio - Registrarse - Acceder a la cuenta
	Claridad de mensajes.	Página de inicio - Usuario no registrado - Usuario registrado - Campo faltante en formulario de registro - Campo faltante en formulario de acceso - Usuario y contraseña incorrectas
	Claridad en los elementos de la interfaz.	Página de inicio - Botones: 4 (Regístrate, Accede a cuenta, Registrar, Acceder)
4. Configurar perfil	Funciones evidentes	Página de perfil - Configurar perfil

Pasos	Métrica	Funciones
	Funciones fáciles de comprender.	Página de perfil <ul style="list-style-type: none"> - Identificar el área de perfil - Acceder a las opciones del menú Configuración
	Facilidad para cancelar una operación de usuario.	Página de perfil <ul style="list-style-type: none"> - Cambiar avatar - Cambiar color - Cambiar configuraciones de cuenta (contraseña) - Vista previa de perfil
	Facilidad para deshacer una operación de usuario.	Página de perfil <ul style="list-style-type: none"> - Cambiar avatar - Cambiar color - Cambiar configuraciones de cuenta (contraseña)
	Personalización.	Página de perfil <ul style="list-style-type: none"> - Cambiar avatar - Cambiar color
	Claridad de mensajes.	Página de perfil <ul style="list-style-type: none"> - Cambio de contraseña - Cambio de vista previa de perfil
	Claridad en los elementos de la interfaz.	Página de perfil <ul style="list-style-type: none"> - Enlaces: 4 (Avatar, color, contraseña, vista previa) - Imagen con enlace: 1 (Configuración)
5. Verificar cambio de contraseña	Funciones fáciles de comprender.	Página de perfil <ul style="list-style-type: none"> - Cerrar cuenta
6. Conocer al usuario	Funciones evidentes	Página de perfil <ul style="list-style-type: none"> - Conocerte
	Funciones fáciles de comprender.	Página de perfil <ul style="list-style-type: none"> - Llenar formulario de conocerte
	Facilidad para cancelar una operación de usuario.	Página de perfil <ul style="list-style-type: none"> - Conocerte
	Claridad de mensajes.	Página de perfil <ul style="list-style-type: none"> - Campo faltante en formulario de conocerte
	Claridad en los elementos de la interfaz.	Página de perfil <ul style="list-style-type: none"> - Botones: 2 (Conocerte, aceptar) - Tarjeta de información: 1 (Conocerte)
7. Recomendar	Funciones evidentes	Página de perfil <ul style="list-style-type: none"> - Recomendarte - Ver video - Calificar video

Pasos	Métrica	Funciones
	Funciones fáciles de comprender.	Página de perfil <ul style="list-style-type: none"> - Activar personalización - Identificar elementos de video (reproducir, pausar, parar, adelantar, atrasar, subir volumen, ampliar pantalla) - Identificar niveles de calificación
	Facilidad para cancelar una operación de usuario.	Página de perfil <ul style="list-style-type: none"> - Calificar
	Claridad de mensajes.	Página de perfil <ul style="list-style-type: none"> - Calificación de la recomendación
	Claridad en los elementos de la interfaz.	Página de perfil <ul style="list-style-type: none"> - Botones: 1 (Recomiéndame) - Tarjeta de información: 1 (Recomiéndame)
8. Verificar recomendaciones vistas	Funciones evidentes	Página de perfil <ul style="list-style-type: none"> - Visitar recomendaciones vistas
	Funciones fáciles de comprender.	Página de perfil <ul style="list-style-type: none"> - Identificar el área de recomendaciones vistas
	Claridad en los elementos de la interfaz.	Página de perfil <ul style="list-style-type: none"> - Botones: 1 (Recomendaciones vistas)
9. Salir	Funciones evidentes	Página de perfil <ul style="list-style-type: none"> - Salir
	Claridad en los elementos de la interfaz.	Página de perfil <ul style="list-style-type: none"> - Botones: 1 (Salir)

Tabla 5.6. Métricas con funciones de acuerdo a hilo conductor

5.4. Análisis de resultados

En esta sección serán contemplados los resultados obtenidos de la aplicación del estudio de caso con un análisis detallado de cada uno de ellos. Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente, el estudio de caso es aplicado a un grupo de 10 personas con las siguientes características generales:

Orden	Género	Edad
1°	Femenino	34
2°	Masculino	23

Orden	Género	Edad
3°	Masculino	31
4°	Masculino	26
5°	Masculino	23
6°	Femenino	21
7°	Femenino	25
8°	Masculino	22
9°	Femenino	21
10°	Femenino	33

Tabla 5.7. Descripción general de los participantes

5.4.1. Métricas de usabilidad

Como fue descrito anteriormente, cada métrica de usabilidad definida por la norma ISO/IEC 25000, es comprendida por un conjunto de funciones que fueron evaluadas durante la aplicación del estudio de caso. Desde la tabla H.1a a la tabla H.7a, que están en el anexo H de este documento, se presentan los resultados y el respectivo análisis de cada una de las métricas con respecto a sus funciones. Por otro lado, desde la tabla H.1b a la tabla H.7b son mostrados los resultados y expuesto el análisis de cada una de las métricas con respecto a cada uno de los participantes de la prueba del estudio de caso; para ello, será utilizado el orden establecido en la tabla 5.7. A continuación se describe cada una de las conclusiones con respecto a las métricas de usabilidad evaluadas.

Funciones evidentes

El promedio total de certeza de las funciones de la métrica es del 85% y se da por dos razones: 1. Algunas funciones evidentes deben ser mejoradas para que el usuario las identifique con mayor rapidez y precisión, 2. De acuerdo al estudio de caso aplicado, una de estas funciones no fue necesaria de utilizar. Se determina que es un buen porcentaje de certeza en cuanto a lo evidente que es una función de la aplicación web implementada (Ver tabla H.1a).

El promedio total de evidencia de las funciones de la métrica es del 85% y coincide con el promedio de certeza en el comportamiento de los usuarios con respecto a la métrica, que concuerda con la descripción anterior, confirmando así la tendencia de los usuarios a reconocer una función del sistema como evidente o no (Ver tabla H.1b).

Funciones fáciles de comprender

El promedio de comprensión de las funciones de la métrica es del 93% y se da porque algunas funciones fáciles de comprender deben ser mejoradas para que el usuario las identifique con mayor rapidez y precisión. Se determina que es un muy buen porcentaje de fácil comprensión de una función de la aplicación web implementada (Ver tabla H.2a).

El promedio de facilidad de comprensión de las funciones de la métrica coincide con el promedio de fácil comprensión de los usuarios con respecto a la métrica, que concuerda con la descripción anterior, confirmando así la tendencia de los usuarios a reconocer una función del sistema como fácil de comprender o no (Ver tabla H.2b).

Facilidad para cancelar una operación

El promedio de cancelación de las operaciones definidas por la métrica es del 50% y es determinado como aceptable. Entonces, es importante determinar dos condiciones para la calificación de esta métrica: la necesidad y la claridad. Muchas operaciones no necesitaron ser canceladas por parte de los usuarios, pero las operaciones que fueron canceladas, la cancelación se hizo con facilidad debido a la claridad de los elementos de dichas operaciones (Ver tabla H.3a).

El promedio de cancelación de las operaciones definidas por la métrica coincide con el promedio de cancelación de las operaciones por parte de los usuarios con respecto a la métrica, confirmando de esta manera la tendencia de los usuarios a necesitar cancelar una operación o no (Ver tabla H.3b).

Facilidad para deshacer una operación

El promedio de facilidad para deshacer operaciones de usuario definidas por la métrica es del 70% y es determinado como aceptable. Sin embargo, es importante

determinar dos condiciones para la calificación de esta métrica: la necesidad y la claridad. Muchas operaciones no necesitaron ser deshechas por parte de los usuarios, pero las operaciones que si lo fueron, el deshacerlas se hizo con facilidad debido a la claridad de los elementos de dichas operaciones (Ver tabla H.4a).

El promedio de facilidad de deshacer las operaciones definidas por la métrica coincide con el promedio de facilidad de deshacer las operaciones por parte de los usuarios con respecto a la métrica, confirmando de esta manera la tendencia de los usuarios a necesitar deshacer una operación o no (Ver tabla H.4b).

Personalización

El promedio de personalización de operaciones definidas por la métrica es del 65% y es determinado como aceptable; pero esto es debido a que dichas operaciones dentro del estudio de caso no fueron mostradas como tareas explícitas para realizar durante la prueba aplicada (Ver tabla H.5a).

El promedio de personalización de las operaciones definidas por la métrica coincide con el promedio de personalización de las operaciones por parte de los usuarios con respecto a la métrica, confirmando de esta manera la tendencia de los usuarios a personalizar una operación o no (Ver tabla H.5b).

Claridad del mensaje

El promedio de claridad de los mensajes es del 100% en los casos en los que tales mensajes se presentaron para informar al usuario. El 32% mostrado corresponde a una porción de los mensajes mostrados de la totalidad de los mensajes de la aplicación (Ver tabla H.6a).

El promedio de claridad de los mensajes es del 100% en los casos en los que tales mensajes se presentaron para informar al usuario. La claridad de los mensajes definidos por la métrica coincide con el promedio de claridad de los mensajes medido con los participantes con respecto a la métrica, confirmando así la tendencia de los usuarios a leer claramente los mensajes o no (Ver tabla H.6b).

Claridad en los elementos de la interfaz

El promedio de claridad de los elementos de la interfaz es del 92% y se determina como muy bueno, dado que en los casos en los elementos no fueron totalmente identificados con claridad, el usuario aprendió su significado por la utilización de la plataforma. También se destaca la necesidad de utilizar algunos de los elementos, dado el estilo de navegación de algunos usuarios (Ver tabla H.7a).

El promedio de claridad de los elementos de la interfaz es del 91% en los casos en los que tales elementos se presentaron para informar o guiar al usuario. La claridad de los elementos de la interfaz definidos por la métrica coincide con el promedio de claridad de los elementos de la interfaz medida con los participantes con respecto a la métrica, confirmando así la tendencia de los usuarios a visualizar con claridad los elementos o no (Ver tabla H.7b).

Interacción atractiva

Siguiendo con las métricas definidas a partir de la norma ISO/IEC 9126 se tiene la métrica de interacción atractiva. Esta métrica tiene como objetivo identificar qué tan atractiva es la interfaz de usuario de la aplicación y esto se hace por medio de un cuestionario que evalúa el atractivo de la interfaz de usuario, teniendo en cuenta atributos como los colores, tipografía, entre otros. La figura 5.1 a la figura 5.9 muestran las tendencias en las respuestas de los usuarios al cuestionario (véase Anexo G) aplicado para determinar la interacción atractiva de la aplicación web evaluada con el estudio de caso definido anteriormente.

De la figura 5.1 es posible observar que un 80% de los usuarios coincidió en que los colores de la aplicación eran adecuados para el área de salud porque se asocian con dicha área, acordes con la finalidad de la aplicación y el tema que se está tratando, el cual es la promoción de actividad física y dieta saludable. Por otro lado, un 70% de los usuarios consultados concuerdan en que los colores utilizados son de su agrado y gusto pues son bastante suaves, transmiten y muestran tranquilidad, además que se ve que es saludable.

La figura 5.2 muestra que un 90% de los usuarios están de acuerdo en que la letra utilizada en la aplicación es apropiada y legible porque tiene un buen tamaño y el color la hace ver bien, sin embargo un 10% de los usuarios alega que es necesario

tener cuidado con el texto sobre las imágenes, con el color de algunas frases que es muy claro y el contraste cuando hay fondos oscuros.

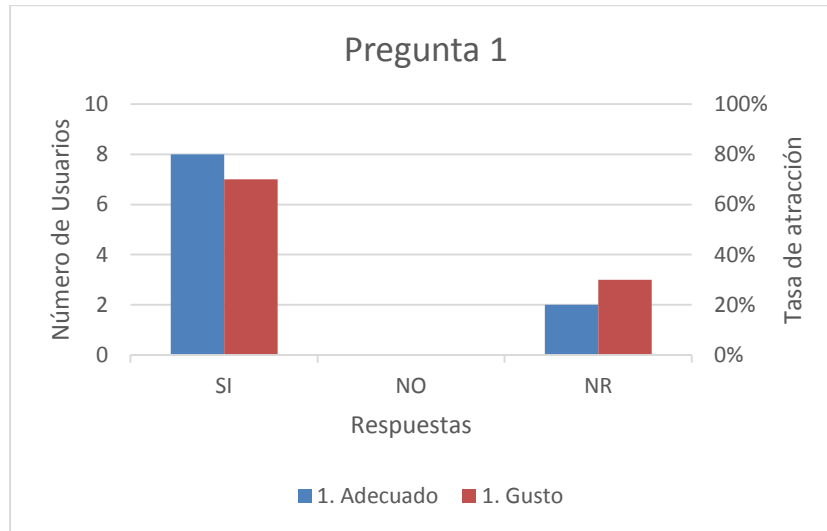


Figura 5.1. Resultados cuestionario de interacción atractiva – Pregunta 1

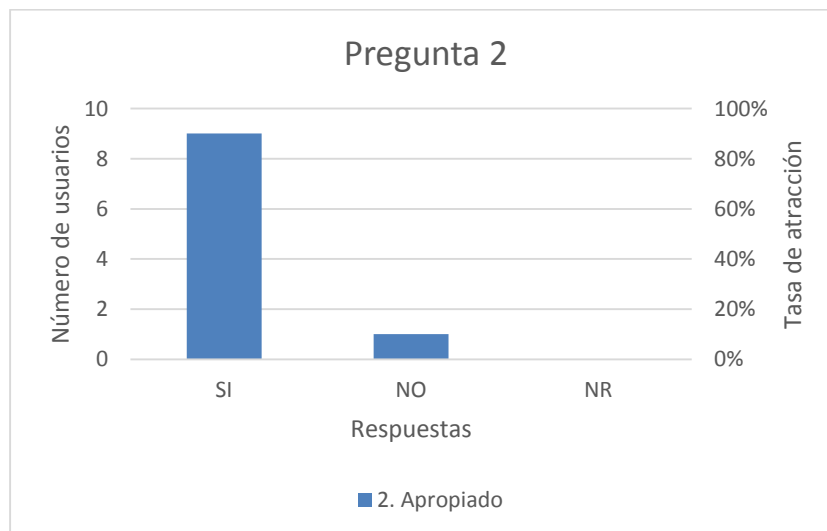


Figura 5.2. Resultados cuestionario de interacción atractiva – Pregunta 2

De la siguiente figura se observa que el sentimiento que más transmiten las imágenes a los usuarios es el de tranquilidad con un 90% de los usuarios. Enseguida se encuentra la emoción y motivación con un 40% pues algunos de los usuarios sintieron deseos de hacer la rutina de aeróbicos presentada en una de las recomendaciones. La alegría es el sentimiento que sigue con 30%. Por último, a

algunos usuarios (10%) inspiró el sentimiento de disciplina. Es importante resaltar que, aunque en la pregunta son mencionados tanto sentimientos positivos como negativos, a los usuarios las imágenes que componen la aplicación no les transmitieron sentimientos como tristeza, aburrimiento o enojo, que en caso tal, irían en perjuicio de la aplicación.

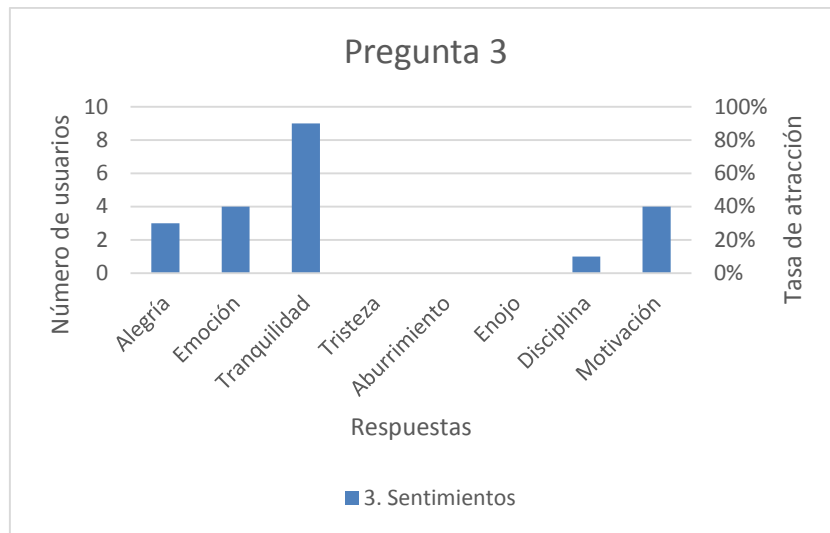


Figura 5.3. Resultados cuestionario de interacción atractiva – Pregunta 3

De la figura 5.4 se puede resaltar que un 90% de los usuarios coinciden con que los botones y enlaces que tiene la aplicación son del agrado de ellos pues les permite navegar claramente, son fáciles de identificar, son muy visibles, tienen buena forma y color, son claros, precisos y entendibles, mientras que un 10% de usuarios cree que podrían ser más intuitivos, tener una pequeña explicación en texto de algunos botones, que hay algunos que su color no coincide con el resto de colores de la aplicación y que desearían que algunos enlaces estuvieran más separados.

La figura 5.5 muestra que hay un 100% de concordancia entre los usuarios con respecto a lo adecuados que son las tarjetas, iconos y avatares de la aplicación dado que tienen un buen tamaño, son fáciles de identificar, motivan a tener curiosidad de saber que más hay y de navegar a través de ellos. Algunas recomendaciones de los usuarios con respecto a estos elementos van desde que hay que aumentar el número de avatares disponibles, o tener la posibilidad de crear uno más personal, mejorar algunos de los elementos, que la aplicación tiene más

bien pocos hasta que pueden mejorarse para que sean más intuitivos y con un mismo estilo.

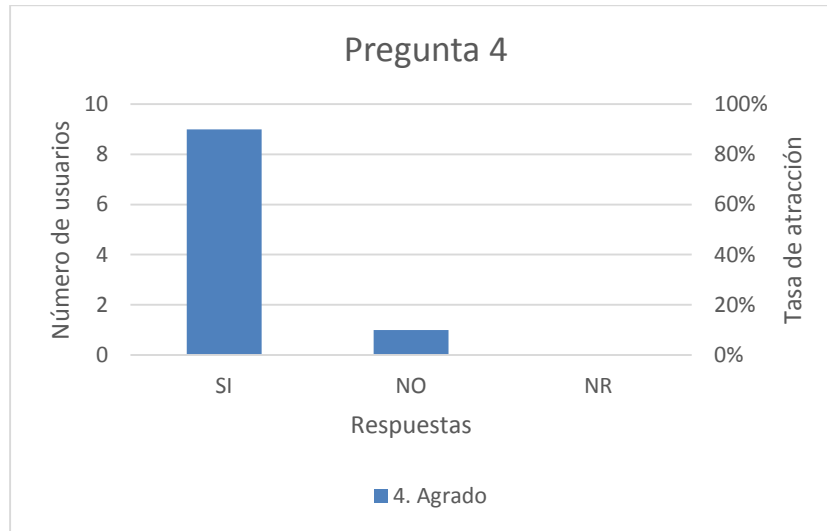


Figura 5.4. Resultados cuestionario de interacción atractiva – Pregunta 4

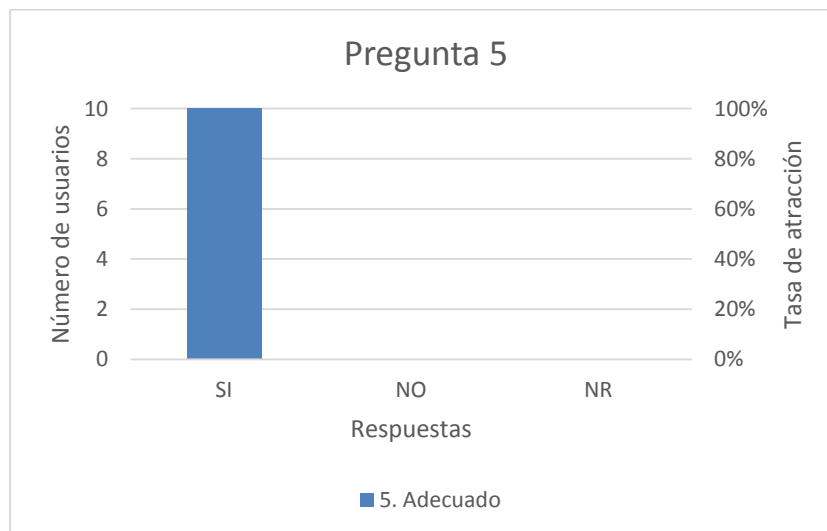


Figura 5.5. Resultados cuestionario de interactiva atractiva – Pregunta 5

De la figura 5.6 se puede observar que nuevamente el 100% de los usuarios están de acuerdo con que la presentación de las recomendaciones es adecuada porque ocupan un espacio prudente en la pantalla, la letra es del tamaño perfecto, se puede leer fácilmente por los colores de fondo, son concretas y entendibles, la ampliación del video es una buena opción, la calidad del vídeo es buena y tiene una

buena dinámica que la hace llamativa. Por otro lado, algunas de las recomendaciones de parte de los usuarios son: sería apropiado que fueran más acordes a mi estilo de vida, deben guardar el mismo estilo entre ellas, hacer las recomendaciones de texto en audio.

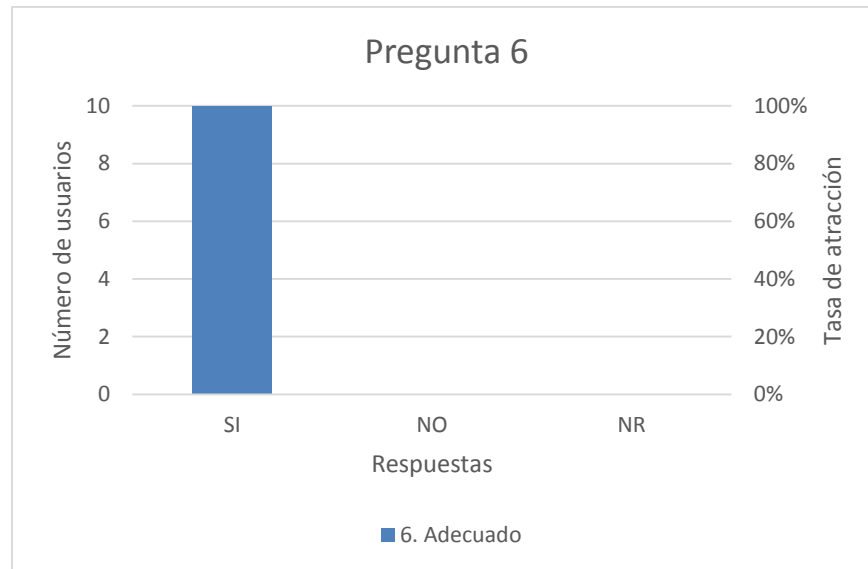


Figura 5.6. Resultados cuestionario de interacción atractiva – Pregunta 6

En la figura 5.7 se muestran los porcentajes de coincidencia entre usuarios para la pregunta de satisfacción acerca del contenido de las recomendaciones, donde un 90% coincide en que las recomendaciones satisfacen sus necesidades y preferencias dado que tratan el aspecto tanto físico como alimenticio, las recomendaciones fueron dadas de forma creativa, los datos brindados estaban relacionados con la necesidad de realizar ejercicio, las recomendaciones son entretenidas por lo que permitiría adherencia a la página, se pueden realizar en cualquier momento del día, es bueno pues se necesita una guía para tener una vida saludable. El otro 10% concuerda con que quizás la preferencia no es la mejor, que podría variar un poco más con otros tipos de actividades y que las preguntas iniciales no son suficientes para hacer recomendaciones de preferencia.

De la figura 5.8 cabe resaltar que el porcentaje de usuarios que cree que la aplicación es en general visualmente atractiva es 90% a diferencia del 10% de usuarios que no creen que la aplicación es en general visualmente atractiva. El primer grupo de usuarios cree que la aplicación se ve muy “bacana”, que sus tonos y

colores son agradables, que la cantidad de iconos para navegar hace más fácil hacerlo a través de ella, que muestra algo sano y limpio, que el diseño es actual, que es bonita, que presenta una buena ayuda para personas que quieren mejorar su condición física, que es bastante dinámica y que tiene buenos contrastes de color. El otro grupo de usuarios cree que debería llevar algo de fondo de dieta o ejercicio y que debería tener algo de movimiento.

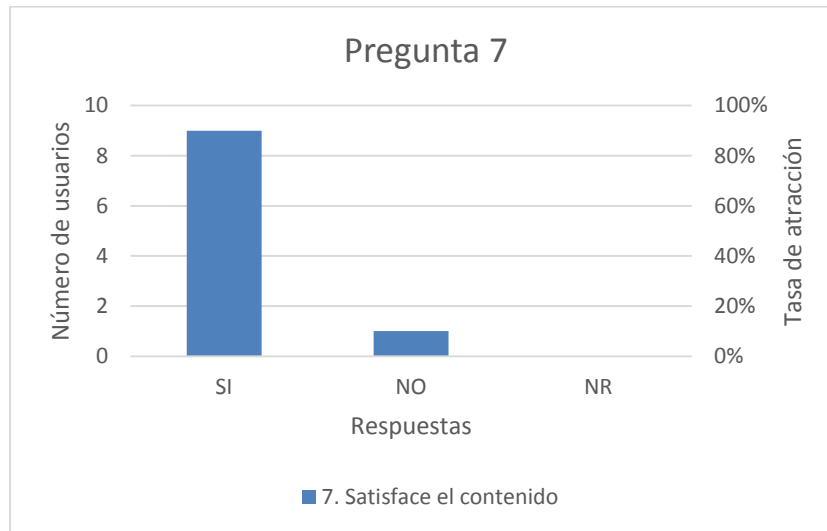


Figura 5.7. Resultados cuestionario de interacción atractiva – Pregunta 7

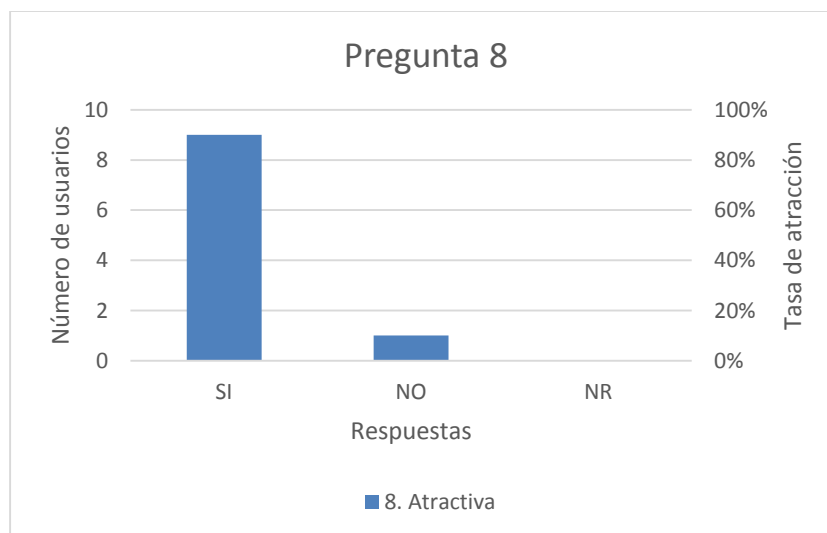


Figura 5.8. Resultados cuestionario de interacción atractiva – Pregunta 8

La figura 5.9 muestra que el 100% de los usuarios consideran que el contenido de la aplicación trae beneficios a su salud, pues la población carece de educación en salud y este tipo de herramientas son valiosas para generar aprendizajes y nuevos hábitos, es una buena forma de utilizar las herramientas que ofrece el internet, puede ser una forma más fácil para crear una disciplina diaria para el cuidado de la salud, permite recomendar actividad física a personas que no tengan mucha idea de cómo hacer buena actividad física, incentiva al ejercicio, permite aprender y tener contenidos especialmente para la persona, las recomendaciones son muy informativas, invita a dejar la vida sedentaria, trae información, recomendaciones y videos de gran interés para tener en cuenta en la vida, dan ganas de hacer las actividades recomendadas y da recomendaciones que en el día a día las personas no buscarían en otras partes.

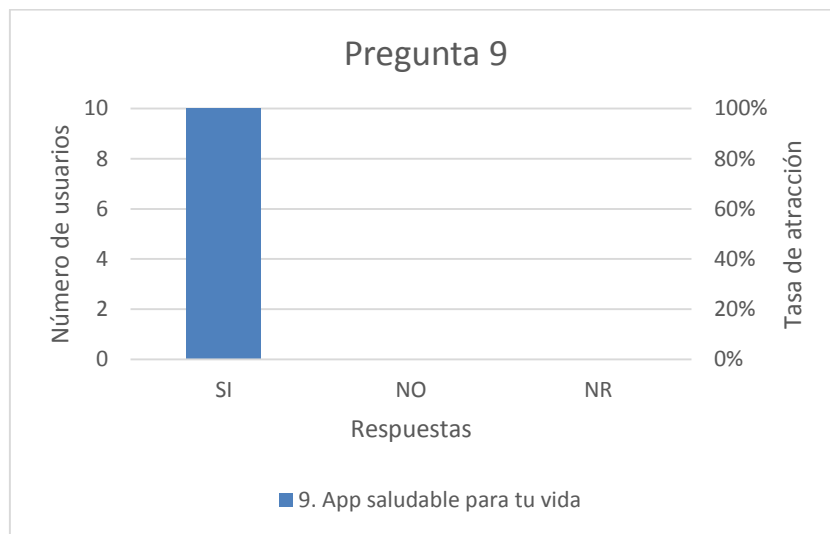


Figura 5.9. Respuestas cuestionario de interacción atractiva – Pregunta 9

Cumplimiento de la usabilidad

El cumplimiento de la usabilidad consiste en identificar qué tanto obedece el producto a la aplicación de normas, estándares y convenciones de usabilidad, contando el número de ítems implementados correctamente que obedecen a las normas de usabilidad y compararlo con el número de ítems que se deben cumplir de la especificación.

Para la evaluación de esta métrica es necesario dividir todos los elementos que componen la aplicación web implementada en cuatro (4) grupos y evaluar que

tan obediente es cada grupo de elementos con respecto al cumplimiento de la usabilidad. Los grupos son: elementos de interfaz, formularios, operaciones y mensajes. La tabla H.8 contiene la información correspondiente a la evaluación de esta métrica.

El promedio de obediencia a las normas, estándares y convenciones de usabilidad de los elementos contemplados que conforman la aplicación implementada es del 89% y puede ser determinado como bueno, dado que el porcentaje de obediencia y cumplimiento supera en cada uno de los grupos contemplados el 80% de cumplimiento.

Escala de satisfacción

La última métrica del conjunto de métricas de usabilidad es la escala de satisfacción en la que se debe identificar qué tan satisfecho está el usuario con respecto a la aplicación que ellos evaluaron.

El anexo G contiene el protocolo de la evaluación de la escala de satisfacción. En la figura 5.10 es posible detallar los porcentajes obtenidos de las respuestas a las preguntas planteadas para que el usuario evalúe su experiencia con la aplicación.

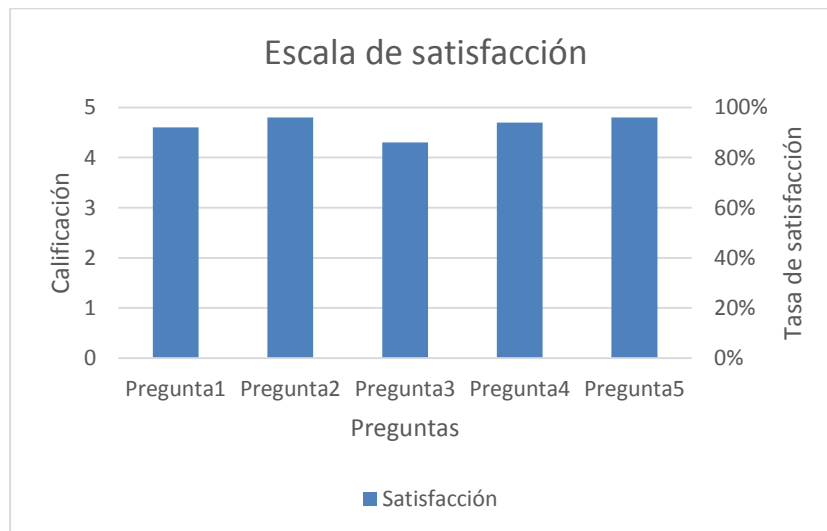


Figura 5.10. Resultados evaluación de Escala de satisfacción

En primer lugar, es necesario destacar que todos los porcentajes de la tasa de satisfacción se encuentran por encima del 85%, lo cual según la escala propuesta

para las respuestas muestra un buen nivel de satisfacción en los usuarios, teniendo en cuenta la tabla 5.8 que muestra los niveles disponibles de calificación para los usuarios.






Puntuación	Emoción	Nivel de satisfacción
1		Muy insatisfecho
2		Insatisfecho
3		Conforme
4		Satisfecho
5		Muy satisfecho

Tabla 5.8. Niveles de satisfacción

En general, la satisfacción de los participantes de la prueba con respecto a la aplicación que evaluaron tiene un promedio del 93% respecto a todas las preguntas y respuestas obtenidas por la evaluación. Dicho promedio da cuenta de un alto valor de complacencia del usuario con respecto a su primera experiencia con el sistema. Este valor es un buen indicador de la posible adherencia que tengan los usuarios a la aplicación después de utilizarla por primera vez, lo cual es el objetivo general del desarrollo de este trabajo de grado.

Con la evaluación de las anteriores métricas se puede afirmar que las subcaracterísticas de la norma ISO/IEC 9126 se verifican casi en su totalidad con altos porcentajes de cumplimiento de las métricas, como se puede observar en la tabla 5.9.

Subcaracterística de la norma	Métricas de la subcaracterística	Porcentaje de cumplimiento
Comprensión	Funciones evidentes Funciones fáciles de comprender	89%
Operatividad	Facilidad para cancelar una operación Facilidad para deshacer una operación Personalización	62%
Aprendizaje	Claridad de mensajes Claridad en los elementos de la interfaz	62%
Atractividad	Interacción atractiva	90%
Concordancia	Cumplimiento de la usabilidad	89%

Tabla 5.9. Subcaracterísticas de la norma con respecto a métricas de usabilidad

5.4.2. Variables de desempeño

Los resultados de las variables de eficiencia y rendimiento definidas como parte de la evaluación del sistema tienen dos (2) métricas: tiempo de respuesta y utilización de recursos. Los tiempos de respuesta tienen como propósito determinar cuánto tiempo demora en completar una tarea específica; por su parte la utilización de recursos determina cuál es la estimación de los recursos de la aplicación.

Tiempos de respuesta

El primero de los tiempos a determinar, es el tiempo de respuesta de envío de petición y respuesta que se mide entre los servicios implementados en lógica de la aplicación y el servidor web, por medio de las peticiones POST, GET y PUT. El tiempo de respuesta promedio se visualiza a través del log de la consola del entorno de desarrollo utilizado para el desarrollo de la aplicación, el cual es *NetBeans*.

El tiempo máximo de envío de petición y respuesta es de 2 segundos, por lo que el promedio del tiempo está alrededor de 1 segundo, lo que significa que los servicios utilizados se definieron de forma correcta para que el servidor procesará las peticiones de forma rápida; cabe resaltar que los participantes no manifestaron en

ningún momento en la aplicación del estudio de caso, que les pareciera que la aplicación fuera lenta o que se estuviera demorando mucho. En el anexo H se encuentran la figura H.1 la cual es el soporte del tiempo promedio obtenido.

El segundo tiempo denominado tiempo promedio de comprensión entre instrucción y actividad, se mide por medio de los videos obtenidos en la aplicación del estudio de caso de cada uno de los participantes. A continuación, en la tabla 5.10 es posible ver dichos tiempos con respecto a cada una de las métricas y funciones de usabilidad evaluadas.

Variable	Funciones	Tiempo promedio por función	Observaciones
Tiempo promedio de comprensión entre instrucción y actividad	Ver tarjetas de información	$X = 7,1 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de todos los participantes.
	Identificar objetivo de la aplicación	$X = 20,2 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de todos los participantes.
	Ir a la recomendación del día	$X = 4,2 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de todos los participantes.
	Ir a la recomendación de ayer	$X = 5 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de todos los participantes.
	Identificar la recomendación de hoy.	$X = 11,6 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de todos los participantes.
	Identificar la recomendación de ayer.	$X = 10,4 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de todos los participantes.
	Registrarse	$X = 3,1 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de todos los participantes.
	Acceder a la cuenta	$X = 3,1 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de todos los participantes.
	Llenar formulario de registro	$X = 21 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de todos los participantes.
	Llenar formulario de acceso	$X = 13,4 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de todos los participantes.

Variable	Funciones	Tiempo promedio por función	Observaciones
	Cancelar operación acceder a la cuenta	$X = 5,6 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de ocho (8) de los participantes. El resto de participantes no necesitaron realizar la operación.
	Ver mensaje usuario no registrado	$X = 1 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de dos (2) de los participantes. El resto de participantes no necesitaron ver el mensaje.
	Configurar perfil	$X = 11,4 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de todos los participantes.
	Identificar el área de perfil	$X = 3,5 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de todos los participantes.
	Acceder a las opciones del menú configuración	$X = 11,4 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de todos los participantes.
	Cancelar operación cambiar configuraciones de cuenta (contraseña)	$X = 2,1 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de ocho (8) de los participantes. El resto de participantes no necesitaron cancelar la operación.
	Cambiar avatar	$X = 4,6 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de ocho (8) de los participantes. El resto de participantes no realizaron la configuración.
	Cambiar color	$X = 5,8 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de cinco (5) de los participantes. El resto de participantes no realizaron la configuración.
	Cerrar cuenta	$X = 7,5 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de ocho (8) de los participantes. El resto de participantes no realizaron la operación.
	Conocerte	$X = 5,5 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de todos los participantes.
	Llenar formulario de conocerte	$X = 8 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de todos los participantes.
	Ver vídeo	$X = 8 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de todos los participantes.
	Calificar vídeo	$X = 2,8 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de seis (6) de los participantes. El resto de participantes no realizaron la operación.
	Activar personalización	$X = 2,3 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de todos los participantes.

Variable	Funciones	Tiempo promedio por función	Observaciones
	Identificar elementos de vídeo	$X = 6,1 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de todos los participantes.
	Identificar niveles de calificación	$X = 2,7 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de seis (6) de los participantes. El resto de participantes no realizaron la operación.
	Visitar recomendaciones vistas	$X = 10,6 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de todos los participantes.
	Identificar el área de recomendaciones vistas	$X = 2,2 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de todos los participantes.
	Salir	$X = 2,3 \text{ seg}$	Promedio obtenido de los tiempos de todos los participantes.
Total		289,9 seg 4,8 min	El promedio de tiempo entre instrucción y actividad de cada usuario, sin tener en cuenta el tiempo muerto, es relativamente bajo para el uso de una aplicación, lo cual es beneficioso pues denota que el objetivo de la aplicación es claro para los usuarios y estos van directo a lo que les interesa y lo que la aplicación les ofrece.

Tabla 5.10. Tiempos promedios de comprensión por función

El tercer tiempo que se mide es el tiempo promedio de carga de los vídeos y en general, de los contenidos multimedia de la aplicación. El repositorio de los vídeos y demás contenido multimedia se ubica localmente en el servidor, por lo que el tiempo de carga es pequeño. La ventaja de este tipo de repositorio radica en la rapidez de la carga de los vídeos para que los usuarios se sientan a gusto con el contenido ofrecido por medio de la aplicación.

El tiempo promedio en realizar la recomendación se mide por medio de la herramienta de minería *Weka*, la cual arroja el resultado de la personalización después de realizar las tareas: consultar la base de datos, entrenar el algoritmo de clasificación, asignar el clúster de acuerdo al análisis realizado y entrega la información a la base de datos. Todas las anteriores actividades las realiza en un tiempo promedio de menos de 1 segundo.

En la figura H.2 del anexo H se puede observar la consola de *Netbeans* con los tiempos respectivos de cada tarea realizada por *Weka*. Este tiempo es muy conveniente para la aplicación, pues el usuario no tiene que esperar largos periodos de tiempo para visualizar la recomendación que le es ofrecida.

El último tiempo medido corresponde al tiempo promedio de interactividad, que se da cuando el usuario ha realizado dos o más veces la misma función. Para el estudio de caso, solo tres funciones se repetían. En la tabla 5.11 es posible ver los tiempos mencionados.

Variable	Funciones	Tiempo promedio por función	Observaciones
Tiempo promedio de interactividad	Acceder a la cuenta	$X_1 = 2,9 \text{ seg}$	La diferencia entre el primer tiempo x_1 y el segundo tiempo x_2 es de 1,3 segundos.
		$X_2 = 1,6 \text{ seg}$	
	Llenar formulario de acceso	$X_1 = 13,4 \text{ seg}$	La diferencia entre el primer tiempo x_1 y el segundo tiempo x_2 es de 5,7 segundos.
		$X_2 = 7,7 \text{ seg}$	
	Salir	$X_1 = 7,5 \text{ seg}$	La diferencia entre el primer tiempo x_1 y el segundo tiempo x_2 es de 5,2 segundos.
		$X_2 = 2,3 \text{ seg}$	
Total		$X_1 = 23,8 \text{ seg}$ $X_2 = 11,6 \text{ seg}$	El promedio de tiempo de interactividad de los usuarios indica que posiblemente para una segunda oportunidad de utilización de la aplicación, los tiempos totales de interactividad serán menores a los establecidos en la Tabla 5.11. Esto representa un beneficio para la aplicación, pues los usuarios se verán atraídos a utilizarla por el poco tiempo que ésta demanda.

Tabla 5.11. Tiempos promedio de interactividad

Utilización de recursos

La velocidad con la que un usuario responde a una cantidad específica de tareas es medible por medio de los videos obtenidos en la aplicación del estudio de caso de cada uno de los participantes que fueron utilizados para la construcción de la tabla 5.12.

En la siguiente tabla se observan los tiempos promedio de cada participante de la prueba para determinar la velocidad de cada uno de ellos al interactuar con la aplicación. El número total de funciones que los usuarios realizan de manera cronometrada es de 32 funciones.

Variable	Orden participantes	Medida	Observaciones
Utilización de recursos	1°	$X = A/B$ $= 312 \text{ seg}/32 = 9,75 \text{ seg}$	
	2°	$X = A/B$ $= 344 \text{ seg}/32 = 10,75 \text{ seg}$	
	3°	$X = A/B$ $= 217 \text{ seg}/32 = 6,78 \text{ seg}$	
	4°	$X = A/B$ $= 204 \text{ seg}/32 = 6,38 \text{ seg}$	
	5°	$X = A/B$ $= 264 \text{ seg}/32 = 8,25 \text{ seg}$	
	6°	$X = A/B$ $= 212 \text{ seg}/32 = 6,63 \text{ seg}$	
	7°	$X = A/B$ $= 358 \text{ seg}/32 = 11,19 \text{ seg}$	
	8°	$X = A/B$ $= 259 \text{ seg}/32 = 8,09 \text{ seg}$	
	9°	$X = A/B$ $= 326 \text{ seg}/32 = 10,19 \text{ seg}$	
	10°	$X = A/B$ $= 261 \text{ seg}/32 = 8,16 \text{ seg}$	
Total		$X = A/B$ $= 286 \text{ seg}/32 = 8,94 \text{ seg}$	El tiempo promedio de los usuarios es de alrededor de 9 segundos por función, y un total de casi 5 minutos en utilizar la aplicación en su totalidad. Este tiempo es favorable para el usuario dado que no se va a demorar mucho en interactuar con el sistema y va a poder tener más tiempo para observar y poner en práctica la recomendación dada.

Tabla 5.12. Velocidad promedio de participantes

Teniendo en cuenta todos los resultados mostrados previamente, es posible determinar que el estudio de caso fue exitoso dado que ha brindado diferentes pautas acerca de la aplicación y su interacción con el usuario final. Para tomar en cuenta, se tienen las diferentes recomendaciones de los usuarios y se identificaron de manera integral los puntos a mejorar para poder entregar un producto con una satisfacción mayor y que siga apoyando la promoción de actividad física y dieta saludable por medio de la adherencia a la aplicación y el desarrollo de hábitos y estilos de vida saludables.

Resumen

En este capítulo fue introducida la definición del estudio de caso que se aplicó para validar la aplicación web implementada del sistema personalizado. Para esto, se sigue una metodología que consta de la utilización de la norma ISO/IEC 25000 para cuantificar la información que se obtiene de la evaluación de la calidad del producto software entregado al usuario por medio de una sesión de prueba que comprende unas herramientas de recolección de información como la entrevista y la observación, siguiendo un protocolo establecido. De este capítulo se desprende el anexo G que contiene el protocolo para la aplicación del estudio de caso.

Además, se muestran los resultados de la aplicación del estudio de caso, donde las métricas definidas fueron evaluadas de manera satisfactoria. Elementos como tablas y figuras que apoyan el análisis de los resultados obtenidos y mostrados se encuentran en el anexo H de este documento.

Capítulo 6

Conclusiones y trabajo futuro

Este capítulo presenta las conclusiones obtenidas a partir del trabajo de grado presentado en este documento, junto con algunos posibles trabajos futuros que se proponen con el fin de mejorar el desempeño de la aplicación implementada.

6.1. Conclusiones

En esta sección se presentan las principales conclusiones obtenidas durante el desarrollo de este trabajo de grado.

- El modelo de usuario generado a partir de la investigación realizada contiene la información necesaria y suficiente de un usuario, que permite ofrecer a un sistema la capacidad de personalizarse para garantizar una mayor adherencia del usuario hacia dicho sistema y acercarse de una forma más amigable a los intereses personales del usuario.
- Gracias a las relaciones de aprendizaje que se obtienen de los elementos del modelo de usuario, el sistema puede aprender de las características

inherentes a la personalidad del usuario de manera más eficiente para que el proceso de personalización sea cada vez más exacto y adecuado.

- Dado que el modelo de usuario se encuentra conforme a la norma ISO/TR 14292, la organización y estructura de la información garantiza interoperabilidad y seguridad. Interoperabilidad porque el modelo está soportado en un modelo estándar. Seguridad y privacidad de los datos, pues el conocimiento que el sistema obtiene del usuario correspondiente a sus datos y estilo de vida es personal y privado.
- El modelo permite obtener un conocimiento más amplio del usuario a partir de los datos claves del mismo, sin necesidad de que el sistema sea invasivo en la toma de información, dado que el proceso de generación del modelo se realizó con la metodología Delphi que involucra la colaboración de expertos en las distintas áreas relacionadas con la promoción de hábitos y estilos de vida saludables.
- El modelo de usuario es la base fundamental para escoger adecuadamente las tecnologías a usar en la implementación de un sistema personalizado, ya que si no existen estructuras de información confiables no es posible conducir a una personalización. También a partir del modelo de usuario surge la arquitectura propuesta, la cual es genérica para cualquier sistema personalizado que requiera recomendar intervenciones de contenidos multimedia de actividad física y dieta saludable, por lo que es posible asegurar su flexibilidad y el hecho de ser usada en otros sistemas similares.
- La personalización de un sistema a partir de la información que caracteriza a un usuario depende del análisis cualitativo y cuantitativo de dicha información, que para el caso de este trabajo de grado es hecho por el agente inteligente definido para el sistema desde la arquitectura propuesta. Dicho análisis es obtenido al aplicar procesos de minería de datos, los cuales cobran gran relevancia a la hora de obtener conocimiento de calidad que lleve al sistema a realizar un correcto proceso de aprendizaje y personalización.

- La confiabilidad en el proceso de recomendación de intervenciones es de calidad y se da debido a que el manejo de los datos es estructurado y organizado dadas las características del modelo de usuario.
- La inclusión de los expertos en la selección y evaluación de las intervenciones TIC presentadas al usuario, asegura la calidad de la intervención. Los expertos continuamente aportarán recomendaciones de nuevas intervenciones y la constante actualización de la base de intervenciones utilizadas para la promoción de actividad física, evitando la monotonía dentro del sistema.
- Con la aplicación de la metodología de Diseño Centrado en el Usuario, el diseño final de la maquetación web asegura usabilidad dentro de la navegación y presentación de las interfaces de usuario propuestas, debido a que el usuario hace parte activa en el diseño para que la solución presentada se encuentre acorde a sus necesidades.
- Los resultados obtenidos de la aplicación del estudio de caso definido permiten concluir que la interacción entre el usuario y el sistema es buena porque cumple con las expectativas de los usuarios en un 90%, además de ser considerado como atractivo incentivando la adherencia a la aplicación para ser utilizada de manera regular para el apoyo de la promoción de la actividad física y la dieta saludable.
- Para concluir que un sistema es satisfactorio al usuario es necesario obtener un puntaje mayor al 80% de satisfacción, dónde es más probable que los usuarios recomienden el producto o aplicación a sus amigos. La tasa de satisfacción obtenida en la aplicación del estudio de caso fue del 93% confirmando así, que la aplicación brinda una buena experiencia de usuario.
- La calidad del producto software desarrollado se confirma por el uso de metodologías de investigación y desarrollo que estructuran de forma ordenada los procesos que comprenden la implementación general de un proyecto.

- Este trabajo de grado es un apéndice de la tesis doctoral de ingeniería telemática titulada: “Sistema adaptativo consciente del contexto para la promoción de actividad física”, financiada por Colciencias, a cargo de la PhD(C) Gineth Magaly Cerón Ríos, en la línea de investigación de eSalud.

6.2. Trabajos futuros

Considerando el área de investigación de este trabajo de grado, son propuestos los siguientes trabajos futuros.

- Aumentar el número de instancias del *dataset* para poder realizar una mejor evaluación de la calidad del modelo de minería existente en el sistema, por medio de la evaluación de estrategias que permitan implementar el sistema en un entorno más real y la creación de datos sintéticos.
- Diseñar un agente inteligente del modelo consciente del contexto, aumentando el análisis de dieta y relacionándolo con las recomendaciones de actividad física, para que el apoyo a la promoción sea complementaria y tenga impacto en la vida del usuario.
- Evaluar la asignación de clústeres dinámicos que permitan crear nuevas categorías de intervención dentro del agente inteligente, con el fin de realizar una mejor clasificación del usuario al aumentar el dominio de las categorías de intervenciones.
- Definir un marco de evaluación basado en diseños experimentales más grande que evalúe el sistema personalizado por un periodo de tiempo considerable que permita validar cambios de comportamiento en los usuarios, adherencia y la generación de hábitos y estilos de vida saludables en la vida en ellos.

Referencias

- [1] A. Griffiths, S. Leka y T. Cox, «La organización del trabajo y el estrés: estrategias sistemáticas de solución de problemas para empleadores, personal directivo y representantes sindicales,» p. 27, 2004.
- [2] G. Malagá, «Las enfermedades crónicas no transmisibles, un reto a enfrentar,» *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, vol. 31, nº 1, 2014.
- [3] S. Narvaez, A. Tobar y D. López, «Systematic Review of Interventions Supported by ICT for the Prevention and Treatment of Occupational Stress,» *11th International Conference on Wearable Micro and Nano Technologies for Personalized Health*, vol. 200, nº 1, 2014.
- [4] W. Schaufeli y D. Enzmann, «The burnout companion to study and practice: A critical analysis,» *CRC Press*, 1998.
- [5] Organización Mundial de la Salud - OMS, «Derecho a la salud,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs323/es/>. [Último acceso: 04 Nov 2014].
- [6] S. Cohen, R. Kessler y L. Gordon, «Strategies for measuring stress in studies of psychiatric and physical disorders,» *Measuring stress: A guide for health and social scientists*, pp. 3-26, 1995.
- [7] K. Richardson y H. Rothstein, «Effects of occupational stress management intervention programs: a meta-analysis,» *Journal of occupational health psychology*, vol. 13, nº 1, p. 69, 2008.
- [8] S. Slootmaker, M. Paw, A. Schuit, J. Seidell y W. Van Mechelen, «Promoting physical activity using an activity monitor and a tailored web-based advice: design of a randomized controlled trial,» *BMC Public Health*, vol. 5, nº 1, p. 134, 2005.
- [9] D. Barua, J. Kay, B. Kummerfeld y C. Paris, «Theoretical foundations for user-controlled forgetting in scrutable long term user models,» *Proceedings of the 23rd Australian Computer-Human Interaction Conference*, pp. 40-49, 2011.
- [10] H. Chen, S. Compton y O. Hsiao, «DiabeticLink: a health big data system for patient empowerment and personalized healthcare,» *ICSH'13*

- Proceedings of the 2013 international conference on Smart Health*, pp. 71-83, 2013.
- [11] J. Meyer, E. Çakır-Turgut y A. Helmer, «Supporting a healthy lifestyle by re-using personal online data,» *ACM SIGHIT Record*, vol. 2, nº 1, p. 13, 2012.
- [12] S. Bonfiglio, «Fostering a continuum of care,» *ICOST '12 Proceedings of the 10th international smart homes and health telematics conference on Impact Analysis of Solutions for Chronic Disease Prevention and Management*, pp. 35-41, 2012.
- [13] L. Xiao, X. Yan y A. Emery, «Design and evaluation of web interfaces for informal care providers in senior monitoring,» *ASIST '13 Proceedings of the 76th ASIS&T Annual Meeting: Beyond the Cloud: Rethinking Information Boundaries*, vol. 50, nº 1, pp. 1-10, 2013.
- [14] F. Buttussi y L. Chittaro, «MOPET: A Context-Aware and User-Adaptive Wearable System for Fitness Training,» *Artificial Intelligence in Medicine*, vol. 42, nº 2, pp. 153-163, 2008.
- [15] International Organization for Standardization, «ISO/TR 14292: Personal Health Records — Definition, Scope and Context,» 2012.
- [16] R. Kukafka, J. Ancker, C. Chan, J. Chelico, S. Khan, S. Mortoti, K. Natarajan, K. Presley y K. Stephens, «Redesigning electronic health record systems to support public health,» *Journal of Biomedical Informatics*, vol. 40, nº 4, pp. 389-409, 2007.
- [17] C. Lauer y S. Weibelzah, «Framework for the Evaluation of Adaptive CBR,» *Proceedings of the 9th German Workshop on Case-Based Reasoning (GWCBR01)*, pp. 254-263, 2001.
- [18] H. González, D. Duque y D. Ovalle, «Modelo del Estudiante para Sistemas Adaptativos de Educación Virtual,» *Avances en Sistemas e Informática*, vol. 5, nº 1, pp. 199-206, 2008.
- [19] P. de Vrieze, P. van Bommel y T. van der Weide, «A Method for Incorporating User Modelling,» 2004.
- [20] C. Soomlek y L. Benedicenti, «An Agent-Based Wellness Indicator: Experimental Results and Future Directions,» *Journal of Information Technology Research (JITR)*, vol. 6, nº 2, pp. 1-23, 2013.
- [21] G. Luo, C. Tang y S. Thomas, «Intelligent personal health record: experience and open issues,» *Journal of medical systems*, vol. 36, nº 4, pp. 2111-2128, 2011.
- [22] N. Yadav y C. Poellabauer, «An architecture for personalized health information retrieval,» *Proceedings of the 2012 international workshop on Smart health and wellbeing*, pp. 41-48, 2012.
- [23] C. Rico, E. Girón, G. Cerón y D. López, «Towards an User Model Designed According to the ISO/TR 14292 Standard for Personalized Health Systems,» de *Memorias del VII Congreso Iberoamericano de Telemática CITA 2015*, Popayán, 2015.

- [24] C. Rico, E. Girón, G. Cerón y D. López, «Towards an Standardized User Model for Personalized Systems in Health,» *Revista S&T*, vol. 13, nº 34, 2015.
- [25] P. de Vrieze, *Fundamentals of Adaptive Personalisation*, Paul de Vrieze, 2006.
- [26] C. Fröschl, *User Modeling and User Profiling in Adaptive E-learning Systems*, Graz, 2005.
- [27] N. Parcus de Koch, *Software Engineering for Adaptive Hypermedia Systems*, 2001.
- [28] O. Coutand, *A Framework for Contextual Personalised Applications*, Kassel, 2008.
- [29] C. M. Angst, R. Agarwal y J. Downing, «An Empirical Examination of the Importance of Defining the PHR for Research and for Practice,» Maryland, 2006.
- [30] MD: Department of Health and Human Services: Centers for Medicare & Medicaid Services, «Request for Proposals: Testing of Personal Health Record Data Exchanges: The use of Medicare claims data to populate a Personal Health Record,» Baltimore, 2006.
- [31] S. Endsley, D. C. Kibbe, A. Linares y K. Colorafi, «Family Practice Management,» Mayo 2006. [En línea]. Available: www.aafp.org/fpm. [Último acceso: 12 Noviembre 2014].
- [32] M. Feisst, D. dos Santos, J. Mitic y A. Christ, «Adaptive Heterogeneous Learning System,» *Retrieved*, vol. 11, nº 1, p. 2006, 2005.
- [33] S. Weibelzahl, *Evaluation of Adaptive Systems*, Springer Berlin Heidelberg, 2001.
- [34] C. Thompson, M. Goker y P. Langley, «A personalized system for conversational recommendations,» *Journal of Artificial Intelligence Research*, pp. 393-428, 2004.
- [35] J. Fernández, «Tecnologías para los sistemas multimedia,» 2005. [En línea]. Available: <http://dis.um.es/~jfernand/0405/tsm/>. [Último acceso: 09 Ago 2015].
- [36] C. Belloch, «Aplicaciones multimedia,» 2002. [En línea]. Available: <http://www.uv.es/bellochc/logopedia/NRTLogo4.pdf>. [Último acceso: 09 Ago 2015].
- [37] World's Health Organization, «Who.int,» OMS | Estilos de vida saludables, 2012. [En línea]. Available: <http://www.who.int/world-health-day/2012/toolkit/campaign/es/>. [Último acceso: 04 Noviembre 2014].
- [38] E. de la Cruz Sánchez y J. Pino, «Estilo de Vida Relacionado con la Salud,» Murcia, 2009.
- [39] Organización Mundial de la Salud - OMS, «OMS | Actividad física,» [En línea]. Available: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/>. [Último acceso: 23 Abril 2015].
- [40] Organización Mundial de la Salud, «OMS | Nutrición,» [En línea]. Available:

- <http://www.who.int/topics/nutrition/es/>. [Último acceso: 23 Abril 2015].
- [41] Organización Mundial de la Salud, «OMS | Dieta,» [En línea]. Available: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/diet/es/>. [Último acceso: 23 Abril 2015].
- [42] «Método Delphi,» Prospectiva.eu, [En línea]. Available: <http://www.prospectiva.eu/zaharra/delphi>. [Último acceso: 14 Sep 2015].
- [43] N. S. Bustamante, «¿Qué es el método Delphi?,» EOI, 11 Feb 2012. [En línea]. Available: <http://www.eoi.es/blogs/nataliasuarez-bustamante/2012/02/11/%C2%BFque-es-el-metodo-delphi/>. [Último acceso: 14 Sep 2015].
- [44] M. Varela-Ruiz, L. Díaz-Bravo y R. García-Durán, «Descripción y usos del método Delphi en investigaciones del,» *Investigación en educación médica*, vol. 1, nº 2, pp. 90-95, 2012.
- [45] «User-centered design (UCD),» Webopedia, 2015. [En línea]. Available: http://www.webopedia.com/TERM/U/user_centered_design.html. [Último acceso: 15 Sep 2015].
- [46] «Introduction to User-Centered Design,» Usability First, 2015. [En línea]. Available: <http://www.usabilityfirst.com/about-usability/introduction-to-user-centered-design>. [Último acceso: 15 Sep 2015].
- [47] C. Serrano, «Capítulo 4: Modelo para la Construcción de Soluciones,» 2002, pp. 43-58.
- [48] A. Martins, L. Faria, C. De Carvalho y E. Carrapatoso, «User Modeling in Adaptive Hypermedia Educational Systems,» *Educational Technology & Society*, vol. 11, nº 1, pp. 194-207, 2008.
- [49] International Organization for Standardization, «Ergonomics of human-system interaction - Part 210: Human-centred design for interactive systems,» 2010.
- [50] M. Carreño, «El método Delphi: cuando dos cabezas piensan más que una en el desarrollo de guías de práctica clínica,» *Redalyc*, vol. 38, nº 1, pp. 185-193, 2009.
- [51] J. Molina y J. García, Técnicas de análisis de datos, Madrid, 2006.
- [52] «What is AngularJS,» AngularJS, 2015. [En línea]. Available: <https://docs.angularjs.org/guide/introduction>. [Último acceso: 07 Agosto 2015].
- [53] «Materialize,» Materialize, 2015. [En línea]. Available: <http://materializecss.com/>. [Último acceso: 09 Agosto 2015].
- [54] «Web MVC framework,» Spring, 2015. [En línea]. Available: <http://docs.spring.io/spring-framework/docs/current/spring-framework-reference/html/mvc.html>. [Último acceso: 09 Agosto 2015].
- [55] «Design Kit: The Course for Human-Centered Design,» +Acumen, 2014. [En línea]. Available: https://novoed.com/hcd-acumen/lecture_pages/818164. [Último acceso: 21 Nov 2014].

- [56] J. Rosado, «Y tú, ¿de qué color te sientes hoy?,» Websa100, 13 Feb 2013. [En línea]. Available: <http://www.websa100.com/blog/2013/02/13/y-tu-de-que-color-te-sientes-hoy/>. [Último acceso: 23 Jun 2015].
- [57] J. Rosado, «Cómo elegir los colores adecuados en diseño web,» Websa100, 7 Abr 2015. [En línea]. Available: <http://www.websa100.com/blog/2015/04/07/como-elegir-los-colores-adecuados-en-diseno-web/>. [Último acceso: 23 Jun 2015].
- [58] J. Rosado, «Cómo crear un logotipo efectivo aprovechando la psicología del color,» Websa100, 17 Junio 2015. [En línea]. Available: <http://www.websa100.com/blog/2015/06/17/como-crear-un-logotipo-efectivo-aprovechando-la-psicologia-del-color/>. [Último acceso: 23 Jun 2015].
- [59] J. Candiles, «Psicología de la tipografía,» TheArtesanos, 2 Ene 2012. [En línea]. Available: <https://theartesanos.wordpress.com/2012/01/02/psicologia-de-la-tipografia/>. [Último acceso: 11 Ago 2015].
- [60] J. Rosado, «La psicología de la tipografía en una infografía,» Websa100, 1 Jun 2015. [En línea]. Available: <http://www.websa100.com/blog/2015/06/01/la-psicologia-de-la-tipografia-en-una-infografia/>. [Último acceso: 11 Ago 2015].
- [61] «Roboto,» Wikipedia, 18 Mar 2014. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Roboto>. [Último acceso: 12 Ago 2015].
- [62] J. Nielsen, «Why You Only Need to Test with 5 Users,» Nielsen Norman Group, 19 Mar 2000. [En línea]. Available: <http://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>. [Último acceso: 5 Sep 2015].
- [63] M. Jaspers, T. Steen, C. van den Bos y M. Geenen, «The think aloud method: a guide to user interface design,» *International Journal of Medical Informatics*, vol. 73, nº 11, pp. 781-795, 2004.
- [64] P. Martínez, «El método de estudio de caso: Estrategia metodológica de la investigación científica,» *Pensamiento & Gestión*, vol. 20, pp. 165-193, 2006.
- [65] International Organization for Standardization, «ISO/IEC 25000:2014: Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Guide to SQuaRE,» 2014.
- [66] M. Galán Amador, «La entrevista en investigación,» Metodología de la Investigación, 29 May 2009. [En línea]. Available: <http://manuelgalan.blogspot.com.co/2009/05/la-entrevista-en-investigacion.html>. [Último acceso: 10 Sep 2015].
- [67] «Encuesta, cuestionario y tipos de preguntas,» GestioPolis, 16 Jul 2002. [En línea]. Available: <http://www.gestiopolis.com/encuesta-cuestionario-y-tipos-de-preguntas/>. [Último acceso: 10 Sep 2015].
- [68] J. Ferrer, «Coceptos Básicos de Metodología de la Investigación,» Técnicas

- de la investigación, Jul 2010. [En línea]. Available: <http://metodologia02.blogspot.com.co/p/tecnicas-de-la-investigacion.html>. [Último acceso: 10 Sep 2015].
- [69] Organización Mundial de la Salud - OMS, «Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud,» Ediciones de la OMS, Ginebra, 2010.
- [70] M. C. Hoyos Turbay, «La era de los "Nativos Digitales",» MinTIC, 30 Jun 2015. [En línea]. Available: <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-1854.html>. [Último acceso: 26 Ago 2015].

