



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“DISEÑO DEL PROCESO DE GESTIÓN DE PACIENTES CON DIABETES TIPO II EN BASE AL ENFOQUE DE WEB SEMÁNTICA”

DISEÑO DE ONTOLOGÍAS

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL INDUSTRIAL

MARÍA JOSÉ VALLEJOS CATALÁN

**PROFESOR GUÍA:
ÁNGEL JIMÉNEZ MOLINA**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
SEBASTIÁN RÍOS PÉREZ
EDGARDO SANTIBAÑEZ VIANI**

Este proyecto ha sido financiado por Fondecyt 11130252

**SANTIAGO DE CHILE
2016**

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL

TÍTULO DE: Ingeniera Civil Industrial

POR: María José Vallejos Catalán

FECHA: 04/03/2016

PROFESOR GUÍA: Ángel Jiménez Molina

“DISEÑO DEL PROCESO DE GESTIÓN DE PACIENTES CON DIABETES TIPO II EN BASE AL ENFOQUE DE WEB SEMÁNTICA”

La motivación principal de este proyecto es establecer los requerimientos técnicos necesarios, para el diseño del proceso de gestión de pacientes con diabetes tipo 2, con el objetivo de que el paciente sea el actor principal de su cuidado, y logre actuar de manera proactiva frente a su condición.

El problema que se aborda es, por un lado, la escasez de datos existentes de los pacientes, lo que impide realizar un análisis detallado su condición de salud, por ejemplo realizando un estudio histórico de ciertas bioseñales. Por otro lado, aborda la alta tasa de hospitalizaciones por crisis, o bien las largas esperas por atención de salud. El objetivo del proyecto es diseñar el proceso de gestión de pacientes diabéticos, para proveer servicios que pueden prevenir crisis, mediante el diseño de procesos de negocios ubicuos y la utilización de tecnologías e implementación de reglas simples de predicción del estado de salud del paciente, para el apoyo de la toma de decisiones. Para este propósito se establecen los objetivos específicos que dan estructura al presente trabajo. La solución propuesta al problema descrito es el diseño de un sistema de gestión integral del paciente diabético, en que pueda estar en constante monitoreo, que efectivamente cuente con los datos para tomar decisiones en tiempo real, que permita además, personalizar los tratamientos y cuidado de los pacientes. Todo lo anterior se presenta como una aplicación que apoya la toma de decisiones haciendo uso de diferentes recursos computacionales, ya descritos arriba. Los alcances del proyecto abarcan a personas con Diabetes tipo 2, formalizando conocimiento médico a partir de guías clínicas chilenas, abarca el diseño de las ontologías y los procesos uso. No se desarrollarán algoritmos complejos de predicción del estado de salud del paciente, no se estudiará la viabilidad económica, ni se realizarán pruebas de testeo.

Los resultados de la tesis abarcan 21 bioseñales provenientes de la diabetes y de las patologías asociadas, la ontología presenta más de 50 conceptos, con más de 40 signos y síntomas, lo que hace de esta ontología, una ontología robusta, proveída de información completa de los requerimientos. Junto con ello, los planes de intervención han sido bien estructurados, abarcan tratamientos y diagnósticos de todas las patologías antes mencionadas. Finalmente, en la parte final de la tesis se presenta el diseño de sistemas de alarma y predicción de salud a través de reglas simples con un ejemplo estándar y las funcionalidades y vistas del sistema.

Las principales conclusiones obtenidas, es que tanto los planes de intervención como las ontologías deben estar íntimamente ligadas, para que puedan desplegarse al correr herramientas de razonamiento. Otra conclusión importante, es respecto de los biosensores, aún queda camino por recorrer en este ámbito, con la finalidad de ser lo menos invasivo posible en la vida de las personas, por ultimo estos enfoques aplicados y requerimientos levantados y formalizados, son la base para la creación de un sistema de apoyo a la toma de decisiones más robusto.

Dedicatoria

Tuve la infancia más feliz que una niña puede tener, nunca me he considerado como lo que se conoce comúnmente como “ser señorita”, me embarraba, trepaba árboles, construía cosas de barro, madera, etc. No sé tejer, coser ni nada de esas cosas. La falda pantalón fue el invento que mi mamá amó, que me hacía ver “decente” y que impedía que se me vieran los calzones arriba de los árboles, o colgándome de algún juego en la plaza. Siempre fui muy curiosa, yo siempre quise saber todo, muchas veces descubrí, de no muy buena manera, que eso no siempre es positivo. Cuento esta historia porque la entrega de este trabajo representa un término, pero no un término cualquiera, sino de algo que se viene construyendo desde hace muchos años. Junto con este trabajo, quisiera dar un mensaje, en particular a las mujeres, en general a todo el mundo, siempre he sido libre, siempre me permití buscar mi felicidad, a pesar de que eso implicara estar sucia, manchada, rasmillada o toda chascona, aunque eso implicara no encajar en prejuicios o estereotipos, siempre estuve donde quise estar, en el momento en que quise estar y si no, logré mutar hasta encontrar aquello que me hace feliz.

A lo largo de este trabajo se me presentaron, como nunca en la vida, una serie de dificultades familiares y personales, que me tuvieron al borde del colapso, de dejar todo botado, de dejarme vencer, mas mi deseo de crecer y de poder seguir estando en el lugar donde quiero estar, me impidieron abandonarlo y darme por vencida. Comencé hablando de esa niña que fui, porque de cierto modo tuve que seguir siendo ella, que antes peleaba con mi madre por sus reproches, está vez fueron ataduras mentales, rasmilladuras en el alma, golpes que te da la vida, pensando en esa niña sucia, embarrada pero feliz, sentí que debía seguir luchando para ser quien yo quiero ser, que no es ser sólo ingeniera, sé que soy mucho más que eso. Tengo la fe y la certeza de que en esta universidad no se crean ingenieros, se educan personas, se viven aprendizajes, se respeta la diversidad, por sobre todo se respeta a las personas.

Me gustaría dejar este mensaje, que si alguien, en algún lugar recóndito, por curiosidad de conocer mi trabajo, lea estas palabras y se dé cuenta que no somos ingenieros, somos historia, somos historia que ya quedo en el pasado, somos historia que nos permite forjar el futuro, somos historia con mucho de dulce y poco de agraz. Agradezco enormemente esta etapa, como una con los mayores aprendizajes de la vida.

Quiero decirte a ti mujer, que todo se puede lograr, que no se trata de vencer a los hombres, que sólo se trata de crecer en la dirección en la que queremos y creemos es la correcta, quiero decirte a ti, que no hay problema tan grande, que dios pone a las personas precisas en los momentos precisos, que cada vez que sientas que algo “no es lo tuyo” tengas el valor de dejar todo atrás y comenzar de nuevo, aunque te ensucies, aunque te caigas, aunque el árbol que debas trepar sea enorme. Lo importante es ser feliz. Por último quiero despedirme con estas palabras de Mario Benedetti, que representan en gran medida la niña que soy:

*“No te rindas, por favor no cedas,
Aunque el frío quemé,
Aunque el miedo muerda,
Aunque el sol se esconda,
Y se calle el viento,
Aún hay fuego en tu alma
Aún hay vida en tus sueños”*

Agradecimientos

*Quiero agradecer a Dios por darme fortaleza para no caer
A mi abuelo porque sé que está orgullosa de mí y esto fue lo que siempre quiso ver
A mi profesor guía, por soportarme, por la comprensión, el apoyo y el aprendizaje
Y especialmente a Marianela, porque a pesar de no conocerme me ayudó, me educó,
me fortaleció y me hizo el ser humano que soy hoy
A mis tío Ale y Pili que tuvieron la disposición de contar sus historias.*

TABLA DE CONTENIDO

1.	PRESENTACIÓN.....	1
1.1.	INTRODUCCIÓN	1
1.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN	2
1.3.	ESTADO DEL ARTE	4
1.4.	OBJETIVOS.....	25
1.4.1	OBJETIVO GENERAL.....	25
1.4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
1.5.	ALCANCES	26
1.6.	METODOLOGÍA	27
1.7.	MARCO CONCEPTUAL.....	29
2.	DIABETES TIPO 2.....	36
2.1	CAUSAS.....	36
2.2	SÍNTOMAS Y DIAGNÓSTICO	37
2.3	TRATAMIENTO.....	37
2.4	PATOLOGÍAS ASOCIADAS.....	39
3.	BIOSEÑALES Y REGLAS SIMPLES	44
4.	BIOSENSORES.....	52
4.1	MEDIDORES DE GLUCEMIA	52
4.2	MEDIDORES DE HbA1c.....	55
4.3	MEDIDORES DE PRESIÓN ARTERIAL	55
4.4	ACELEROMETRO Y GPS	56
4.5	NORMATIVA CHILENA ASOCIADA A LOS BIOSENSORES	57
5.	DISEÑO DEL PROCESO DE GESTIÓN DE PACIENTES CRÓNICOS.....	58
5.1	ARQUITECTURA DE MACROPROCESOS	58
6.	ONTOLOGÍAS	73
6.2	ONTOLOGIA PARA FORMALIZAR EL CONOCIMIENTO.....	73
7.	DISEÑO DE MONITOREO REMOTO.....	99
8.	CONCLUSIONES	113
8.1	TRABAJO FUTURO.....	115
9.	BIBLIOGRAFÍA	116
10.	ANEXOS	119
	ANEXO 1: Entrevistas a pacientes estándar	119
	ANEXO 2: Formulario de riesgo de amputación y valoración del pie.....	120
	ANEXO 3: Tabla de medición de riesgo cardiovascular.....	122

ANEXO 4: Sub-procesos de dislipidemia	123
ANEXO 5: Sub-procesos Hipertensión	125
ANEXO 6: Lista de servicios proveídos.....	125

TABLA DE CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Conceptos principales de la Case profile ontology	7
Ilustración 2: Ejemplo de SDA para el caso del Alzheimer	8
Ilustración 3: Ejemplo de procesos de Negocios flexible	12
Ilustración 4: Meta modelo de ConflexFlow.....	13
Ilustración 5: Arquitectura del framwork basado en semántica	16
Ilustración 6: Modelo de descripción semántica.....	18
Ilustración 7: Enfoque para servicios de context-aware para redes basadas en el hogar	22
Ilustración 8: Arquitectura funcional de la plataforma ERMHAN.....	23
Ilustración 9: Niveles de abstracción de una ontología.....	27
Ilustración 10: Ejemplo gráfico N-triples.....	31
Ilustración 11: Interfaz de protégé.....	33
Ilustración 12: Patologías asociadas a la diabetes tipo II.....	39
Ilustración 13: Medidor de glicemia capilar	52
Ilustración 14: Biosensor que mide glucosa Intersticial	53
Ilustración 15: Vista de la aplicación asociada al biosensor	54
Ilustración 16: Biosensor Glucosense	54
Ilustración 17: Medidor de Hemoglobina glicosilada.....	55
Ilustración 18: Medidor de presión arterial	56
Ilustración 19: Mostrar el uso de celular.....	56
Ilustración 20: Macroprocesos de hospitales basado en patrones.....	58
Ilustración 21: Líneas de servicios al paciente.	60
Ilustración 22: Atención Ambulatoria Electiva.	61
Ilustración 23: Gestión de Producción.....	62
Ilustración 24: Planificar tratamiento.	63
Ilustración 25: Esquema que representa las actividades generales	64
Ilustración 26: Proceso generalizado de diagnóstico.....	67
Ilustración 27: Procesos asociados al tratamiento	68
Ilustración 28: Proceso que implican los cambios en estilo de vida.....	69
Ilustración 29: Procesos asociados al riesgo cardiovascular	70
Ilustración 30: Procesos asociados a la nefropatía diabética.....	70
Ilustración 31: Procesos asociados a la Dislipidemia	71
Ilustración 32: Procesos asociados a la hipertensión	72
Ilustración 33: Procesos asociados al manejo del pie diabético	72

Ilustración 34: Relaciones entre clases principales de la ontología	73
Ilustración 35: Esquema que presenta la jerarquía de clases de síndrome ...	74
Ilustración 36: Esquema que presenta la jerarquía de clases de Enfermedad	74
Ilustración 37: Esquema que presenta la jerarquía de clases de dificultades sociales	84
Ilustración 38: Esquema que presenta la jerarquía de clases de evaluación de la condición del paciente.....	84
Ilustración 39: Esquema que presenta la jerarquía de clases de Intervención	86
Ilustración 40: Esquema que presenta la jerarquía de clases de Rutas de Administración	87
Ilustración 41: Esquema de clases y propiedades principales de síndrome...	89
Ilustración 42: Esquema de clases y propiedades principales de Enfermedad	90
Ilustración 43: Esquema de clases y propiedades principales de Enfermedad	90
Ilustración 44: Esquema de clases y propiedades principales de Dificultades sociales	91
Ilustración 45: Esquema de clases y propiedades principales de Intervención	91
Ilustración 46: Esquema de clases y propiedades principales de ECP	92
Ilustración 47: Esquema de clases y propiedades principales de Rutas de administración.....	92
Ilustración 48: Esquema de clases y propiedades principales de Rutas de Actor	93
Ilustración 49: Esquema de clases y propiedades principales de servicio	94
Ilustración 50: Esquema de clases y propiedades principales de procedimiento	96
Ilustración 51: Vista de Protégé ontología de Enfermedad	97
Ilustración 52: Vista de Protégé ontología de Actores	98
Ilustración 53: Proceso de programación del Monitoreo	100
Ilustración 54: Esquemmatización.....	100
Ilustración 55: Proceso genérico del funcionamiento de las notificaciones .	103
Ilustración 56: Proceso de funcionamiento general del proceso predictivo .	103
Ilustración 57: Esquemmatización de la interacción con la ontología	104
Ilustración 58: Funcionamiento general de la alarma	107
Ilustración 59: Vista principal para el profesional de la salud	110
Ilustración 60: Vista de ficha clínica y el indicador de la glucemia	110
Ilustración 61: Vista de cómo se presentaría el formulario en el celular	111
Ilustración 62: Vista de indicadores	112

TABLA DE CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1: Comparación distintos enfoques del Estado del Arte	23
Tabla 2: Prevalencia de enfermedades crónicas en Chile	35
Tabla 3: Niveles de glucemia y clasificación.....	45
Tabla 4: Nivel de glucemia en el que se considera Hipoglucemia	45
Tabla 5: Niveles de HbA1c óptimos para diabéticos	46
Tabla 6: Rangos de IMC y clasificación del paciente	46
Tabla 7: Medidas y clasificación de riesgo según CC	47
Tabla 8: Niveles de PA para diabéticos	48
Tabla 9: Clasificación del nivel de riesgo de ulceración y amputación del pie...49	49
Tabla 10: Niveles meta de Ácidos grasos en pacientes diabéticos	49
Tabla 11: Niveles normales de Creatinina Sérica	50
Tabla 12: Signos y síntomas psicológicos	76
Tabla 13: Signos y síntomas Oculares	76
Tabla 14: Signos y síntomas Urológicos/genitales	77
Tabla 15: Signos y síntomas Integumentarios.....	78
Tabla 16: Signos y síntomas Neuroglucopénicos	79
Tabla 17: Signos y síntomas autonómicos	79
Tabla 18: Signos y síntomas metabólicos nutricionales.....	80
Tabla 19: Signos anormales en la examinación física.....	80
Tabla 20: Signos anormales en exámenes de laboratorio	81
Tabla 21: Signos anormales en otro tipo de exámenes	82
Tabla 22: Signos sociales	83
Tabla 23: Propiedades owl.....	88
Tabla 24: Subclases de acciones	95
Tabla 25: Ejemplo de reglas simples	105
Tabla 26: Política de notificación de alarmas.....	106
Tabla 27: Funcionalidades del sistema.....	109

ABREVIATURAS

RDF = Resource Description Language
OWL = Ontology Web Language
OMS= Organización Mundial de la Salud
MINSAL=Ministerio de Salud Chileno
ISP= Instituto de Salud Pública
VFG= Velocidad de Filtración Glomerular
PA= Presión Arterial
ECV= Enfermedad CardioVascular
TG= Triglicéridos
COL= Colesterol
CC= Circunferencia de Cintura
HC= Health Care
CP= Cuidado del Paciente
EPOC= Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica

1. PRESENTACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

El contexto en el que se enmarca el proyecto es el de la salud chilena, cuyas limitaciones actuales están dadas por la alta demanda de profesionales y atenciones clínicas cada vez más costosas, y factores como el envejecimiento de la población, aumento de la morbilidad de enfermedades crónicas y la mala alimentación, ha llevado a crear la necesidad de desarrollar mejores sistemas para poder otorgar seguimiento y control oportuno.

Es importante destacar que uno de los objetivos estratégicos que marca la agenda actual del ministerio de salud, es reducir la morbilidad, la discapacidad y la mortalidad prematura por afecciones crónicas no transmisibles, trastornos mentales y traumatismo, cuya meta en particular para la Diabetes tipo 2 es el aumento del control y seguimiento de estos pacientes.

Hoy en día muchas enfermedades crónicas requieren de hospitalizaciones prolongadas, estas representan desventajas para los pacientes y el sector público tales como: Infecciones intrahospitalarias con impacto en la morbi-mortalidad¹, altos índices ocupacionales de camas, limitando la capacidad operativa de los hospitales en períodos de alta demanda, deterioro en la calidad de vida de los pacientes y sus familias, costos elevados por concepto de hospitalizaciones en unidades de camas críticas.

La Diabetes tipo 2 es una enfermedad que se caracteriza por hiperglicemias crónicas, debido a que los órganos que almacenan el azúcar en la sangre no responden de manera correcta a la Insulina (hormona encargada de convertir el azúcar en la sangre en formas de energía almacenables, como el glucógeno), esto es lo que se conoce como resistencia a la insulina. Los principales síntomas asociados son: Hiperglicemia, poliuria, polidipsia, baja de peso. El no tratamiento de esta enfermedad provoca Retinopatía, Nefropatía, Neuropatía y problemas macrovasculares (enfermedad Isquémica del corazón, Ataque Cerebral, enfermedad vesicular periférica). La Diabetes confiere un riesgo que es equivalente a envejecer 15 años.

En Chile existe un diagnóstico eficaz, más del 85% de las personas conocen su condición, el problema principal radica en la poca cantidad de personas que están bien controladas (glicemias normales), cuyo porcentaje es sólo el 17,6%.²

Es, además, relevante mencionar que el control de los pacientes en Chile es escaso, precario y no necesariamente cuentan con el equipo multidisciplinario necesario para cada uno. Muchas veces los protocolos no son aplicados en su totalidad por la falta de recursos y por deserción del paciente. Situación que ha sido documentada por la guía clínica del MINSAL de Diabetes tipo 2, tal como se muestra en la cita a continuación:

¹ <http://www.definicionabc.com/salud/morbimortalidad.php>

² Guía clínica MINSAL de diabetes tipo 2

“Una de las principales conclusiones de esta evaluación fue por una parte, la mala calidad de los registros, que no permiten hacer mayores análisis, y por otra, la alta frecuencia de paciente sin los datos básicos”³.

Frente a este escenario se crea la necesidad de tener un control permanente y oportuno sobre el paciente, para que, por un lado el médico y el equipo a cargo mejoren su gestión y apoyen sus decisiones en datos precisos y por otro lado, el paciente no deserte de su tratamiento, pues estará en constante medición de su condición de salud.

Se deja invitado al lector a conocer este proyecto, que permite dar solución a los problemas antes mencionados con un enfoque en parte TI, basado en **semantic web** y **procesos de negocios**, mas no puramente tecnológico, sino que centrado en el paciente para autogestionar su condición de salud.

Se dará una mirada amplia e integradora desde el punto de vista técnico de construir aplicaciones de monitoreo remoto para pacientes que padecen Diabetes tipo 2.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN

El proyecto consiste en diseñar una aplicación de monitoreo a distancia de pacientes con diabetes tipo 2, a través de 2 principales enfoques centrados en el paciente, el primero es el diseño de procesos de negocios ubicuos, los que serán llamados planes de intervención, estos procesos se generan a partir de lo expuesto en los protocolos de las guías clínicas publicadas por el MINSAL, y que son las acciones concretas que los diferentes actores (médicos, enfermeras, cuidadores, familia, el paciente, laboratorios, etc.) deben llevar a cabo para dar atención oportuna y en tiempo real a los cuidados del paciente.

Estos procesos serán detallados para apoyar de manera precisa a la toma de decisiones de los médicos, también se generarán procesos de negocios ubicuos que permiten actuar frente a determinados contextos. El segundo enfoque y complementario al anterior, es el desarrollo de ontologías que permitirán formalizar conocimiento experto, validado por médicos, pero también extraído de guías clínicas chilenas, en la que se establecen protocolos a partir de estudios y evidencias internacionales. Se utiliza este enfoque pues las ontologías permiten no sólo identificar relaciones entre los distintos conceptos e implementar reglas simples, sino también inferir conocimiento, reusarlo y la interoperabilidad entre distintos dispositivos y sistemas. Estos puntos se abordarán con mayor detalle en el estado del arte.

Se diseñará un prototipo no funcional de la aplicación para la enfermedad de Diabetes tipo 2, esta enfermedad fue escogida debido a la importancia del control en estos pacientes en cuanto a tratamiento, alimentación, estilo de vida, actividad física, incluso a nivel sicosocial, además de que presentan en la mayoría de los casos otras patologías asociadas como Hipertensión, Enfermedades Cardiovasculares, Pie

³ Guía clínica MINSAL de diabetes tipo 2

Diabético, Retinopatía, Nefropatía, Dislipidemia entre otras, lo que propicia a que el monitoreo sea una oportunidad de mejora importante, por otro lado la alta tasa de deserción en el seguimiento y control por parte del paciente, Según el informe de 2004 de la OMS, la adherencia a los tratamientos en enfermedades crónicas llega a ser en promedio un 50% en países desarrollados, porcentaje que disminuye al tratarse de países menos desarrollados. Así mismo cuando los tratamientos incluyen cambios en el estilo de vida de las personas, o invaden otras áreas los porcentajes disminuyen más aún.

Se propone un seguimiento personalizado, pues los tratamientos varían según el paciente, pudiendo presentar otras patologías, o bien que la enfermedad se manifieste de maneras diferentes, estas variaciones también suelen producirse por el avance en que se encuentra la enfermedad en el paciente, es decir en qué etapa es diagnosticada.

En este tipo de aplicaciones las bioseñales son extraídas a partir de biosensores. Estos se presentan mediante un estudio comparativo, cuyo principal objetivo es encontrar la óptima combinación que cumpla con la condición de ser lo menos invasivos posibles para el paciente. Se definirá biosensor no sólo dispositivos que midan ciertas características físicas y fisiológicas, sino también como cualquier actor que pueda proveer de información relevante sobre la condición, y el estado de salud del paciente en un determinado contexto. En este sentido se buscan biosensores con bajo nivel de invasión y alta calidad de datos (es un trade-off).

Uno de los focos de este proyecto es, por tanto, obtener las bioseñales óptimas y el conocimiento experto, que permita generar reglas simples con el fin de mejorar la gestión del paciente, lo que tiene la ventaja de prevenir el riesgo de crisis graves, esto gatilla procesos (planes de intervención) que serán un apoyo a la toma de decisiones de los médicos, por ejemplo, dado que la glucemia será un dato mensual, el médico puede ajustar dosis y tratamiento a estos datos y de esta manera personalizarlo, también es posible a partir de los datos generar KPI'S relevantes para el médico que permitan evaluar al paciente en el tiempo y de manera estadística, esto puede incluso detectar ciertas inconsistencias entre lo entregado por el reporte y lo revisado por el médico. Los indicadores quedarán propuestos para un futuro trabajo, pues no están dentro del alcance del proyecto.

Para entender mejor lo anterior, se recomienda al lector visualizarlo como la creación de un repositorio que contiene procedimientos (archivos en Bpel) y ontologías (archivos OWL). El primero provee acciones a seguir al predecir crisis y el segundo, predice las crisis a través de la generación de nuevos conocimientos y de sentido. Esta mezcla de metodologías permitirá a los profesionales de salud o a los distintos actores, generar, a partir de una interfaz gráfica, información, planes, tratamientos y cuidados más adecuados a las condiciones de los pacientes.

1.3. ESTADO DEL ARTE

El área en la que se enmarca el proyecto es innovadora, relativamente nueva y además se inserta en un proyecto académico, por lo que la línea investigativa resulta crucial a la hora de desarrollar nuevas aplicaciones, arquitecturas y diseños. A continuación se presenta una serie de trabajos que son el pilar de los enfoques utilizados en esta memoria, considerando las limitaciones y los aspectos cruciales que se alinean con los objetivos de esta memoria.

An ontology-based personalization of health-care knowledge to support clinical decisions for chronically ill patients [1]

Autores: David Riaño, Francis Real, Joan Albert López-Vallverdú, Fabio Campana, Sara Ercolani, Patricia Mecocci, Roberta Annicchiarico, Carlo Caltagirone

Esta herramienta pretende ser un aporte en pacientes de largo cuidado, involucra a todos los actores del proceso y es versátil, en el sentido de que abarca pacientes con condiciones diferentes.

Se necesita un mecanismo de evaluación para saber si las recomendaciones o decisiones son correctas o no, pues se corre el riesgo de sobre o bajo estimar los tratamientos.

Para describir las enfermedades crónicas se utiliza la case profile ontology, que contiene el conocimiento base para la personalización de la condición del paciente y los planes de intervención. Esto es precisamente el núcleo de una herramienta que da soporte a las decisiones médicas. Lo que hace factible encontrar inconsistencias de datos. La envoltura del sistema combina estas dos personalizaciones (planes de intervención y ontologías) y la herramienta de apoyo a la toma de decisiones, que en este paper ha sido implementada. Una de las ventajas de este sistema es que es mantenido (y extendida) por los profesionales de la salud, sin la necesidad de contar con un especialista de sistemas.

Como la ontología crece con nuevos conceptos médicos y propiedades, el sistema puede manejar una gran diversidad de pacientes, así mismo es posible que los planes de intervención sean más detallados, con lo que hace de este sistema, inmediatamente un sistema más potente. Por lo tanto, la utilidad del sistema de cuidado de salud depende exclusivamente del nuevo conocimiento que se incorpora en la case profile ontology.

Algunos conceptos que define el presente trabajo:

- Condición del paciente: considera toda la información médica y social pasada y actual acerca del paciente, que puede afectar a corto plazo el manejo que el profesional hace del paciente. Esta información contiene principalmente signos y síntomas y el diagnóstico, aunque también puede incluir antecedentes familiares, condiciones sociales y limitaciones.
- Planes de intervención formales: es una estructura que es interpretable por el computador, que representa los procedimientos de cuidados de la salud para asistir a pacientes que sufren de una enfermedad, síndrome o problema social en particular. Estos contienen información de todos los actores involucrados en los procesos, con el fin de proveer de manera coordinada el mejor plan de acción posible.

Ambos, la ontología y los planes de intervención formales están mutuamente relacionados, ya que son ellos los que definen el conocimiento base con el que se implementará la herramienta de soporte de decisiones.

Dada la condición de paciente crónico la ontología es usada para personalizar el conocimiento médico y social para ese paciente en particular, descartando todo conocimiento que no tiene que ver con esa condición del paciente. Este proceso de personalización concluye con una ontología orientada al paciente, que contiene los conceptos médicos y la relaciones confirmadas por la condición del paciente (Lo que sería el conocimiento confirmado). Sin embargo, existe información, es decir otros conceptos y relaciones que no son observados en la condición del paciente, pero que deberían ser observados, o son factibles de ser observados de acuerdo al conocimiento contenido en la case profile ontology (lo que sería el conocimiento no confirmado).

Al mismo tiempo la condición del paciente, los planes de intervención formales relacionados con las enfermedades, síndromes y condición social de los pacientes son representados en la case profile ontology, los que son unidos en otro proceso de personalización para proveer un sistema unificado de planes de intervención para ese paciente.

Conceptos principales

En este trabajo la condición del paciente, corresponde a todas las enfermedades, síndromes y problemas sociales que son diagnosticados, los signos y síntomas (incluye antecedentes familiares y anamnesis⁴), la realización de la evaluación del problema y las intervenciones actuales: terapia farmacológica, rehabilitación, cuidado de la enfermera, cuidado social, asesoría y servicios médicos especiales.

Para describir la condición del paciente se utilizan sistemas de codificación nacional e internacional, los propuestos en este trabajo:

- Clasificación internacional de enfermedades ICD9-CM, ICD10
- Clasificación internacional de cuidado primario ICPC
- Signos y síntomas: partes de ICD9-CM Y ICD10
- Tratamientos farmacológicos: Anatomical Therapeutic Chemical ATC

SNOMED es también una terminología conocida del cuidado del paciente que no sólo provee una clasificación semántica de los términos, sino que también la posibilidad de combinar términos para refinar la nueva información del cuidado de la salud.

Por ultimo UMLS representa diferentes aproximaciones, que unifican varias terminologías biomédicas, las que definen relaciones cruzadas y equivalencias entre los términos.

La terminología y los el sistema de codificación son la piedra angular de cualquier sistema médico basado en la computadora, y también lo básico para la interoperabilidad semántica. En este trabajo se utilizará la codificación ICD10-CM y ATC.

La Case Profile Ontology

The case profile ontology es una ontología desarrollada con OWL-DL, para proveer una representación formal de todos los conceptos del cuidado de salud de pacientes crónicos en el hogar (enfermedades, síndromes, información social, signos y síntomas,

⁴ Definición de esta palubria

evaluación del problema e intervenciones) y la relación y restricciones entre estos conceptos.

Todas las clases y relaciones contenidas en ella han sido doblemente validadas por un grupo de profesionales de la salud de 5 diferentes países: República checa, Hungría, Italia, Rumania y UK.

Este equipo ha seleccionado todo el conocimiento contenido en la ontología, tomando en cuenta las enfermedades y síndromes más representativos, que corresponden a 19 enfermedades (anemia, artritis, enfermedad cerebrovascular, enfermedad crónica de isquemia al corazón, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, úlcera de cúbito, delirio, demencia vascular, demencia secundaria, demencia mixta, Alzheimer, inespecífica, depresión, diabetes, falla cardíaca, hipertensión, Parkinson entre otros), 2 síndromes (Inmovilidad e impedimento cognitivo) y 5 problemas sociales (problemas mentales serios, mal ambiente, bajos ingresos, falta de apoyo familiar y falta de redes sociales). Para cada una de estas enfermedades, se han establecido a través de guías clínicas y diferentes papers lo siguiente: signos y síntomas de cada una de ellas, intervenciones, evaluación del problema y los síndromes relacionados. Esto combinado con la experiencia del equipo médico, ha sido el conocimiento base para la construcción manual a través de protégé, de las clases de la ontología, las propiedades y las restricciones de las restricciones. En la Ilustración 1 se muestran los conceptos principales de la ontología, las flechas representan las propiedades entre los conceptos, por ejemplo, enfermedades está relacionada con la clase signos y síntomas por la propiedad hasSignAndSymptom y la propiedad inversa isSignOf. La primera propiedad indica los signos y síntomas de una enfermedad en particular, sin embargo la segunda puede considerar más de una enfermedad, es decir un mismo signo puede ser indicador de más de una condición, lo que permite obtener más evidencia y tal vez diagnosticar otra condición, no solo la primera con sus signos asociados. Se construyeron 293 signos y síntomas y la propiedad hasIntervention indica el tipo de intervención, que son 108, de los cuales 94 son farmacológicos. Toda propiedad, posee su propiedad inversa.

Planes de Intervención Formales

Toda enfermedad, síndrome y problema social representado en la ontología tiene asociado un plan de intervención, que no es más que el tratamiento asociado, representado como un diagrama Estado-Decisión-Acción (SDA en inglés), estos proveen una correcta combinación de todas las intervenciones en la ontología relacionadas con la enfermedad. A modo de ejemplo la Ilustración 2 representa el Plan de Intervención Formal para el Alzheimer.

Los SDAs son tan específicos como los términos de la ontología lo permitan. Para que los SDAs sean consistentes con la ontología, el estado y los puntos de decisión deben ser expresados con términos de la ontología. Los SDAs también pueden tener restricciones, como por ejemplo restricciones de tiempo.

En los SDAs también está definido quien es el actor que ordena el procedimiento y quien lo ejecuta.

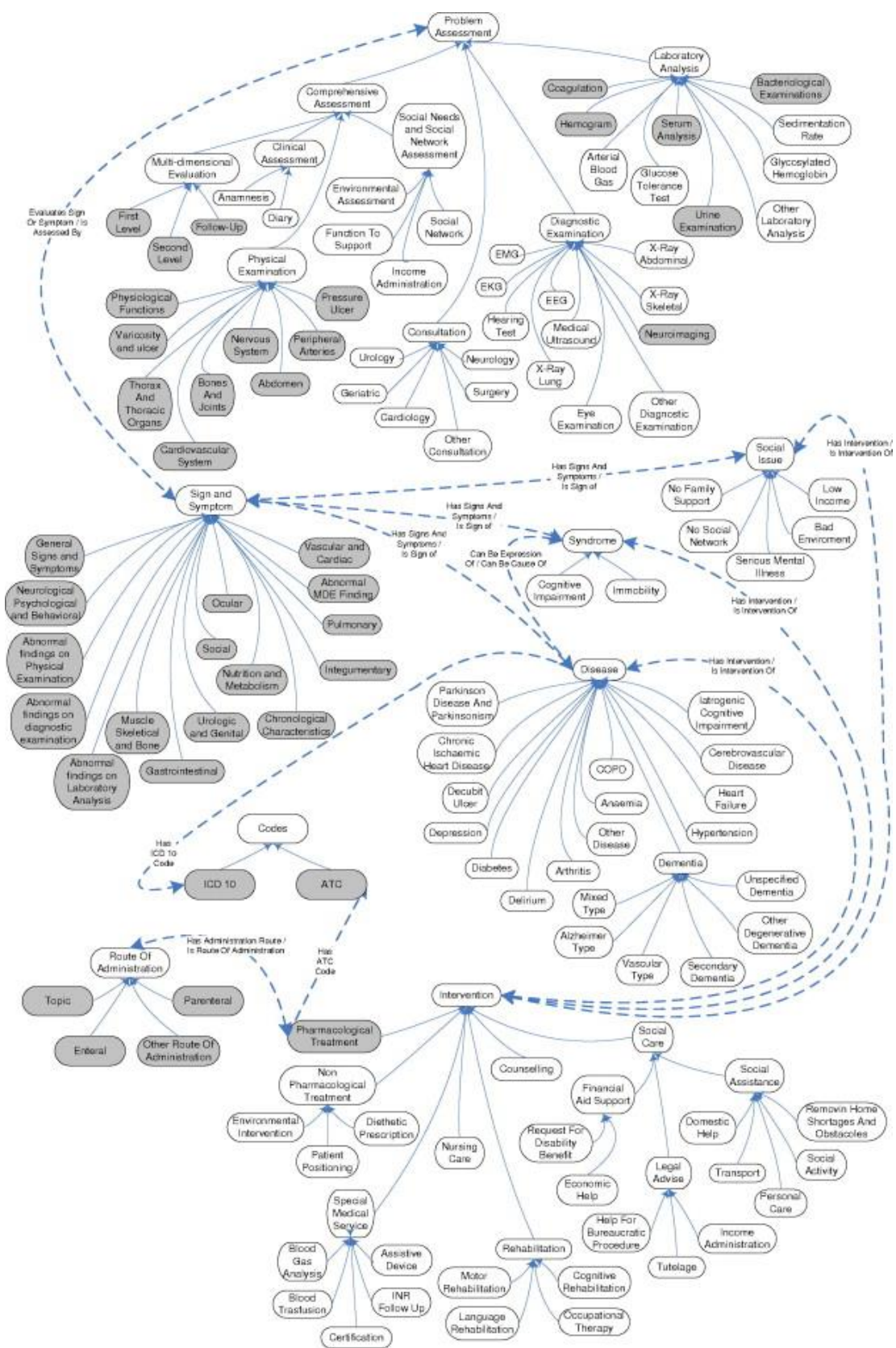


Ilustración 1: Conceptos principales de la Case profile ontology
Fuente: Obtenida de [1]

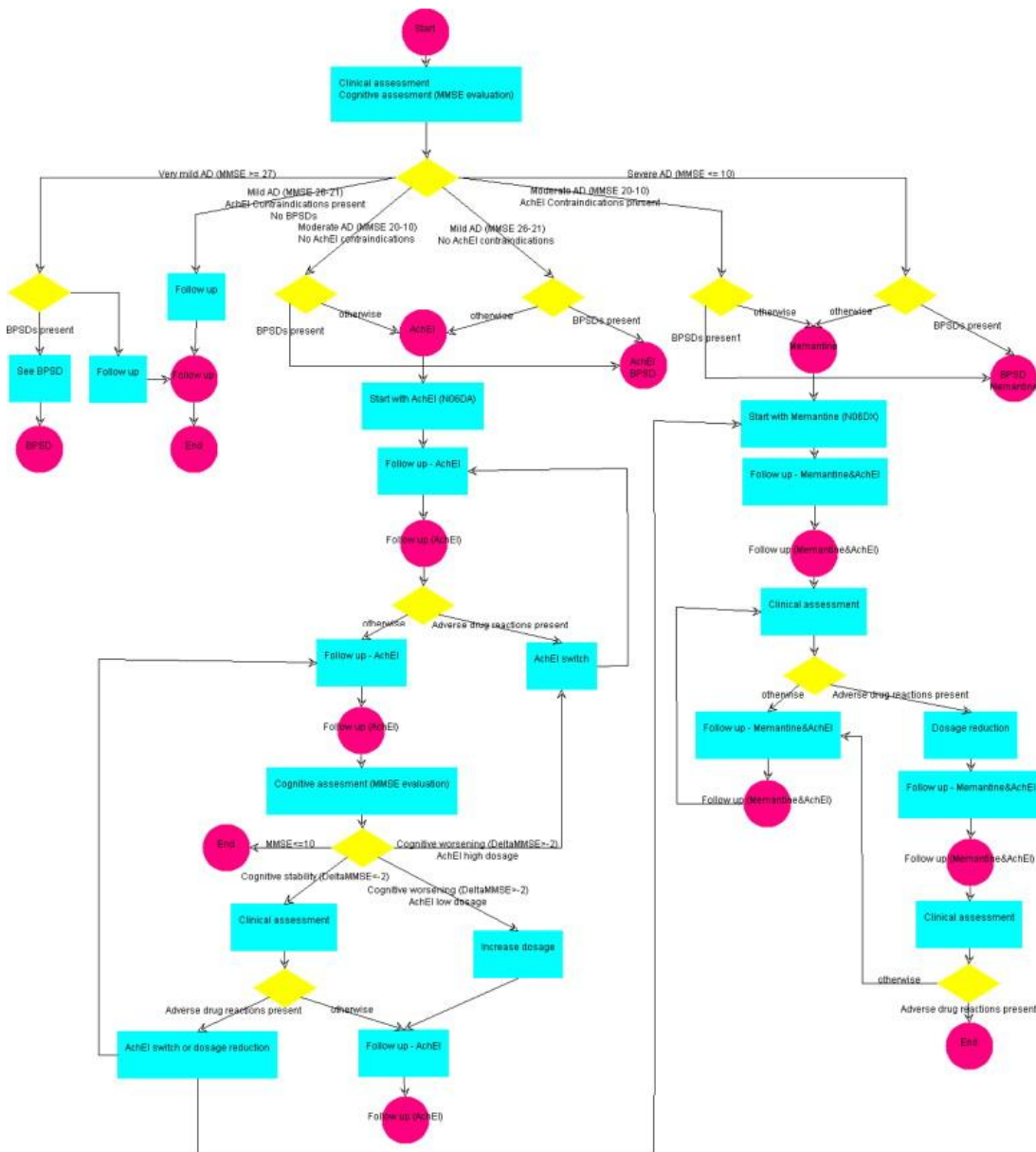


Ilustración 2: Ejemplo de SDA para el caso del Alzheimer
Fuente: Obtenida de [1]

Sistema basado en conocimiento

Existen diferentes procesos de personalización de los planes de intervención, estos se detallan a continuación:

Personalizando el conocimiento del paciente: El conocimiento de un paciente es personalizado después de un proceso de filtrado y reestructuración de la case profile ontology con cuatro principales propósitos:

- Para proveer, basada en evidencia, una descripción de la condición del paciente.
- Para determinar, tanto como sea posible, los actores directamente involucrados en el cuidado del paciente.

- Para incorporar la ontología personalizada en la ficha de salud del paciente.
- Para producir una estructura de conocimiento que pueda ser incorporada a la herramienta de apoyo a la toma de decisiones, a modo de analizar la condición del paciente.

La personalización para los planes de intervención considera estos cuatro propósitos más un quinto, que es para proveer una descripción integrada del tratamiento del paciente para automatizar algunos aspectos del cuidado, como por ejemplo la coordinación.

Para evitar la redundancia entre los distintos planes de intervención, puesto que un paciente puede tener más de una enfermedad o síndrome y por tanto más de un plan de intervención, se crea un plan de intervención unificado, que es incorporado a través del sistema de herramientas de SDAs.

Herramienta de soporte de decisiones

La case profile ontology y la ontología personalizada que ha sido guardada en la ficha del paciente, permite tomar decisiones para el cuidado de salud del paciente y detectar falta de precisión en su condición de salud. Estas imprecisiones pueden reducir la calidad de los tratamientos que los pacientes reciben actualmente, ayudando a minimizar dichas imprecisiones, el sistema de soporte de decisiones ayuda a los médicos a detectar un diagnóstico errado, comorbilidades, descripciones incompletas de la condición del paciente relacionado con enfermedades y prevención.

Esta herramienta permite al médico complementar la información de la ontología, pudiendo agregar signos y síntomas que considere adecuado agregar al sistema. Lo que calcula un ranking con las enfermedades que son más probables de que padezca el paciente.

La experiencia K4CARE

Todos los sistemas anteriores fueron testeados en el contexto del Proyecto K4CARE, este es un proyecto de tecnologías información y comunicación que es apoyado por la comisión europea, y cuenta con participantes de universidades de 5 países diferentes de la UE. Este sistema permite estructurar el conocimiento obtenido, para crear la case profile ontology y los planes de intervención formales, además contribuye al proceso de validación de los planes de intervención unificados descritos más arriba.

Experiencia generando planes de intervención unificados

La evaluación fue hecha a través de una encuesta a los profesionales de la salud, con una nota del 1 al 7, los valores a continuación muestra la desviación estándar.

- Promedio de la evaluación total: 5.8 (0.5)
- Percepción de facilidad de uso: 5.8 (0.5)
- Percepción de usabilidad: 5.9 (0.7)
- Actitud hacia el uso: 6.0 (0.8)
- Necesidad de sistemas en el cuidado de la salud: 6.3 (0.9)
- Conocimiento de sistemas similares: 1.9 (0.8)

Experiencia personalizando la case profile ontology

Con el primer test se obtuvo que la personalización de la ontología fue de 8.03%, 5.46%, 9.77%, y 10.84% de las clases de la case profile ontology cuando los pacientes son restringidos a una sola de las enfermedades mencionadas a continuación, EPOC, Hipertensión, Diabetes, y falla cardiaca crónica respectivamente.

Tomador de decisiones en K4CARE

Para el análisis de las capacidades de toma de decisiones, se evaluarán las siguientes condiciones de irregularidad médica: error en el diagnóstico, comorbilidades no observadas, falta de información acerca de la condición del paciente, descubrimiento de enfermedades no observadas relacionadas y prevención. Un ejemplo de esto es que una persona puede tener un problema cardiaco y al añadir un síntoma se calcula la probabilidad de que tenga falla cardiaca crónica, para un paciente con este escenario el resultado arrojado fue de un 53.94% para falla cardiaca crónica, un 30.54% enfermedad isquémica del corazón y un 16.16% anemia. La evaluación concluyó que la herramienta fue apropiada para la prevención.

Las principales conclusiones obtenidas de esta herramienta son: el conjunto de términos manejados por la herramienta son apropiados para apoyar los diagnósticos médicos, describiendo de buena manera la condición del paciente. El sistema se adapta a recomendaciones y nueva información. El registro de información es apropiado para confirmar diagnósticos.

CONFlexFlow: Integrating Flexible clinical pathways into clinical decision support systems using context and rules [2]

Autores: Wen Yao, Akhil Kumar

En este paper se propone un sistema de apoyo a la toma de decisiones en un contexto clínico, basado en flujos de trabajo flexible. Esto debido a que se tiene conocimiento de que las vías clínicas presentan desviaciones, por lo que requieren de una gran flexibilidad. Es por tanto, que la flexibilidad de las vías clínicas es un factor crítico del éxito de este sistema (CDSS, en sus siglas en inglés Clinical Decision Support System). Otro enfoque que abarca este paper es el de la comprensión del contexto clínico a través de ontologías, para que, a partir de ciertas reglas los diferentes actores involucrados en el proceso puedan tomar decisiones adecuadas. También se describe un método dinámico para generar actividades médicas, dependiendo del contexto de una vía clínica basada en las necesidades de un caso específico.

Para mostrar la viabilidad de los enfoques antes mencionados se propone un framework y la presentación de un prototipo de proof of concept, utilizando herramientas de código abierto. Por último en este paper se discuten los resultados preliminares de la implementación inicial.

CDSS

Un sistema clínico de soporte de decisiones es un software interactivo diseñado para asistir a los profesionales de la salud con la tarea de tomar decisiones. Tales como la prevención de un efecto adverso en la administración de alguna droga. Aunque muchas metodologías son empleadas en el diseño de un CDSS, tales como, las redes bayesianas, redes neuronales, y algoritmos genéticos, este paper se basará en el estudio de la aproximación basada en reglas.

Un CDSS basado en reglas basadas en investigaciones expertas, son sistemas basados en conocimiento, que integran el conocimiento médico, la data del paciente, y una ingeniería de inferencia para generar un caso de ayuda específico.

La principal razón del por qué no se han adoptado estos sistemas mayormente es por los flujos de trabajo, el problema principal es que se requiere flexibilidad.

Por lo anterior, el objetivo de este paper es mostrar cómo los flujos de trabajo flexibles pueden ser diseñados, tomando en cuenta conocimiento médico para implementar reglas. Se propone una metodología para el diseño formal de modelos de flujos de trabajos, que capturen información de contexto y conocimiento médico en un mismo framework. La metodología es basada en una regla formal y una taxonomía de contexto usando ontologías.

Un framework integrado CONFlexFlow

Se propone un Flujo de trabajo flexible basado en contexto clínico, como enfoque para el diseño de conocimiento médico base para proveer soporte en la toma de decisiones. Para esto el paper contribuye en los siguientes aspectos:

- Desarrollar un modelo de ontología integrado, para capturar conocimiento contextual que tiene un impacto en las prácticas clínicas.
- Uso de reglas semánticas para codificar conocimiento de procedimientos médicos, a partir de guías clínicas.
- Modelar procesos clínicos usando un lenguaje estándar de flujos de trabajo BPMN 2.0 y hacerlos adaptables a los cambios en el contexto.
- Presentar un sistema de arquitectura para implementar CONFlexFlow y desarrollar una prueba de concepto, usando múltiples herramientas de código abierto.

Para ejemplificar esto se muestra la ilustración 3, este proceso clínico muestra al paciente teniendo una cita en el centro médico (PCP office), donde es examinado por los profesionales de la salud, las tareas siguen de la siguiente manera:

1. El doctor escribe una receta (Rx) y la envía a la farmacia.
2. La farmacia prepara y dispensa la medicina.
3. El laboratorio es responsable de varios test.

En este diagrama “Prepare Rx” es un proceso reusable cuya ejecución semántica está estrictamente y explícitamente definida, mientras “Do tests” es un subproceso ad-hoc, que es realizado desde otras actividades aisladas. Este último es un proceso vagamente definido en el tiempo de diseño, pues su instanciación es dinámica, está determinada por las actividades previas y salientes. Por lo anterior se entiende que la instanciación varía de paciente en paciente

.A continuación se muestra en la ilustración 4 el Meta modelo semántico utilizado en ConFlexFlow:

Los flujos de trabajo se componen de las actividades realizadas por los diferentes actores. Las reglas se derivan de las guías clínicas y ontologías. Las normas relacionadas semánticamente se clasifican en grupos de reglas, un grupo de reglas puede estar asociado con una o más actividades del flujo de trabajo y se activa automáticamente cuando se alcanza el nodo de la actividad.

Los datos que son necesarios para evaluar la condición de las reglas se modela como un contexto, que tiene dos subclases como se aprecia en la Ilustración 4, el contexto de bajo nivel es explícito y se recoge directamente, como por ejemplo el nombre o datos

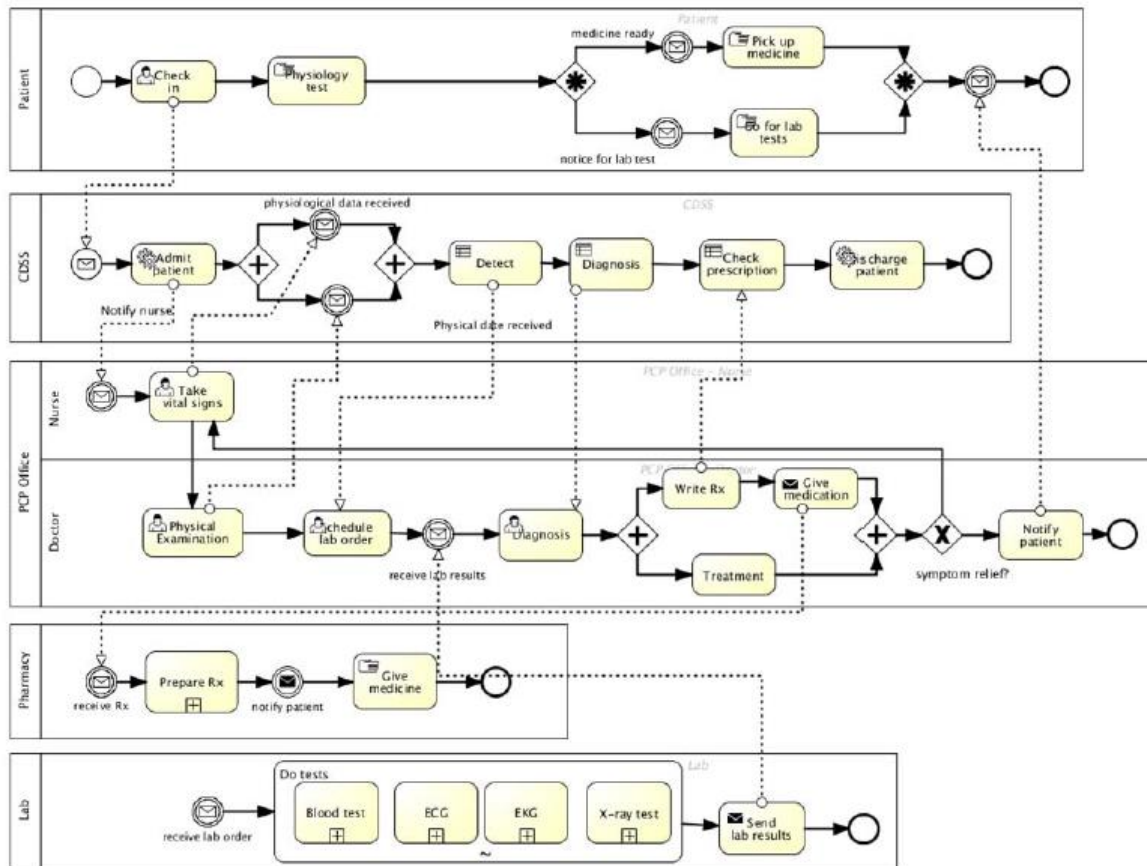


Ilustración 3: Ejemplo de procesos de Negocios flexible
Fuente: Obtenida de [2]

obtenidos por biosensores, el contexto de alto nivel es implícito, un ejemplo de esto es el diagnóstico del paciente por el razonamiento basado en reglas, las reglas por su parte son provocadas por los datos contextuales y producen acciones, que son generalmente recordatorios, alertas y recomendaciones.

Una actividad atómica es indivisible y se utiliza para componer los procesos y actividades compuestas. Hay varios tipos de actividades atómicas, por ejemplo, una tarea humana requiere la interacción del usuario con la ayuda de una aplicación de software.

En la arquitectura del sistema CONFlexFlow basado en el modelo descrito arriba, Los ingenieros se comunican con los expertos en el dominio y recaban conocimiento médico, así como también a través de consultas a guías clínicas y algunas organizaciones de salud, luego esta información se utiliza para crear ontologías médicas y construir las reglas para diseñar los procesos clínicos, las ontologías de contexto se desarrollan para capturar contexto clínico adquirido por distintas fuentes. Posteriormente, el motor de reglas, las genera, evalúa las condiciones y toma acciones correspondientes. Y son estas acciones las que están estrechamente integradas en ejecutar las instancias de procesos clínicos.

Reglas médicas

Un flujo clínico puede tener muchas reglas para una gran variedad de propósitos (por ejemplo, diagnóstico, tratamiento, etc.) los que son aplicables en diferentes áreas de la medicina (por ejemplo, insuficiencia cardiaca, diabetes, pediatría, etc.), pero solo una pequeña parte de todas las reglas se activa para una actividad específica dentro de una instancia del proceso. Se organizan las reglas en categorías de reglas, de acuerdo a las etapas en que son aplicadas en el proceso clínico. Para obtener las reglas se consultó la American Heart Association (AHA) y la Academia Americana de Médicos de Familia (AAFP).

Para definir las reglas se utiliza el lenguaje semántico de reglas web (SWRL) para codificar reglas de razonamiento definidas por el usuario. SWRL es el lenguaje de reglas estándar para la web semántica basada en OWL y RuleML.

Integración de flujos clínicos y reglas para flexibilidad

Uno de los aportes importantes de este paper es la integración de flujos de trabajo flexibles.

Un framework para la integración

La metodología propuesta para la integración de contexto y reglas para diseñar un subproceso personalizado, tiene como idea principal que después de que las reglas pertinentes se extraen en base a la combinación contexto-actividad, son despedidos para determinar la semántica de ejecución de las actividades aisladas contenidas en la actividad compuesta de acoplamiento flexible. Por lo tanto, se genera un fragmento de subproceso y es ejecutado como la vía posterior para la instancia del proceso en ejecución.

Contribuciones, factores de éxito y KPIS

Una contribución de este trabajo es la estrecha integración de la vía clínica flexible al apoyo de la toma de decisiones. Este estudio difiere del modelamiento de los flujos de trabajo contemporáneos de la siguiente forma:

- Se utiliza una notación de procesos estándar BPMN 2.0 para modelar el proceso de atención.
- Los procesos clínicos están estrictamente definidos en la estructura general, sin embargo, algunas actividades intensivas en conocimiento se definen vagamente con el uso de subprocesos ad hoc.
- El apoyo a la decisión proporcionada durante los encuentros con pacientes, se basa en ontologías formales de contexto y médicos que están alineados con las directrices clínicas. Por lo tanto, podemos garantizar la exactitud de las recomendaciones médicas.

Un objetivo clave en el desarrollo y la implementación de un sistema de este tipo es mejorar la calidad de cómo se expresan los datos. Aunque la discusión detallada de la calidad está más allá del alcance de los trabajos en curso, algunas medidas clave de la calidad (KPI) para estos propósitos son: número de errores en el tratamiento a causa de las interacciones entre medicamentos (o alergias), el número de errores de diagnóstico,

el número de casos de trato no cubiertos por el seguro del paciente, el número de fracasos del tratamiento por falta de recursos disponibles, la tasa de complicaciones por paciente, la satisfacción del paciente, etc.

Conclusiones

El objetivo de esta investigación es estudiar nuevos enfoques para el diseño de sistemas de soporte de decisiones clínicas. Se ha propuesto un marco llamado ConFlexFlow, y muestra cómo las vías clínicas flexibles y adaptables pueden ser diseñadas, teniendo en cuenta los conocimientos médicos en forma de reglas y la información contextual detallada para lograr un resultado de alta calidad..

Por lo tanto, la investigación propuesta plantea varios desafíos técnicos y promete muchos beneficios para la comunidad sanitaria en un momento en que los costos se encuentran fuera de control. Puede conducir a un enrutamiento "inteligente" de los flujos de trabajo clínicos, mediante la aplicación de reglas con una comprensión más profunda del contexto. Por otra parte, diversos tipos de alertas pueden ayudar a reducir la incidencia de errores de tratamiento y conducir a mejorar la seguridad del paciente. Por último, las recomendaciones se pueden generar en varios puntos de decisión.

A semantic framework for continuous u-health services provisioning [3]

Autores: Matías Echeverría, Ángel Jiménez-Molina, Sebastián A. Ríos.

Introducción

Este paper propone un framework semántico para proveer los servicios de u-health de manera continua en pacientes con enfermedades crónicas. Es un framework centrado en el paciente. Lo anterior se hace a través de la abstracción de un framework de 3 niveles:

- Capa de procesos de negocio
- Capa media, compuesta por un conjunto de actividades coordinadas
- Capa de servicio u-health.

Un modelo de descripción semántica apoya este framework, lo que hace que sea más sencillo crear una instancia de aplicaciones basadas en información de contexto. En la parte superior del modelo semántico son los algoritmos inteligentes, los que pueden personalizar y adaptar las aplicaciones en la parte superior del modelo semántico. Otra propuesta de este paper es un mecanismo de selección de procesos u-health. Para evaluar el framework se realiza un estudio de casa para EPOC, haciendo uso de datos reales de un Hospital pediátrico chileno. Este estudio trata de predecir el nivel de riesgo del paciente, con el fin de anticipar los estados de crisis. Lo anterior se hace mediante la aplicación de un framework de un modelo de predicción inteligente basaso en lógica difusa. Se muestra, así mismo, un conjunto de servicios u-health reales que se han desarrollado en este trabajo, para apoyar la gestión de alertas

Arquitectura del Framework

Como se puede apreciar en la Ilustración 5 los componentes principales del framework son, el gestor de contexto, gestor de procesos, y un sistema de repositorios que soporta los módulos anteriores. El funcionamiento es el siguiente:

health, la cual es almacenada en un sistema de repositorio y explicada más adelante.

- Después de haber seleccionado un proceso adecuado, el gestor de proceso obtiene la definición del proceso del sistema de repositorio. Esta definición es un archivo BPEL para cada proceso de negocio.
- El archivo BPEL es procesado por el analizador de procesos, en el motor del servicio.
- El módulo anterior analiza el archivo para extraer las actividades que componen el proceso, y su información, tales como variables de entrada y de salida, pre-condiciones y variables de efectos.
- Esta información es procesada por el gestor de consulta de servicio, que define varios servicios abstractos para cumplir los requisitos de la actividad.
- Entonces, este módulo genera una consulta a la detección de servicios, a cargo de la búsqueda de los servicios adecuados, disponibles en la ontología de servicios u-health.
- Una vez que estos servicios son descubiertos, el orquestador une los servicios con actividades del proceso.
- Después, envía una lista de servicios dispuestos de acuerdo con la lógica de la coordinación incrustado en la definición del proceso.
- Los servicios se activan y son corridos por el ejecutor.

Framework de cuidado de la salud continuo basado en ontologías

Modelo de descripción semántico

En este punto se describe el modelo de descripción semántica de procesos de negocios u-health. En la Ilustración 6 se muestra la información contextual que participa en la provisión de los servicios de u-health.

Se modela el contexto en 3 aspectos:

- Médico: incluye tanto la información de sus registros médicos y de los signos vitales medidos en un momento específico, así como el nivel de riesgo contingente y síntomas en un momento dado
- Personal: La información personal también está disponible, que podrían ser necesarios para ponerse en contacto con los cuidadores de los médicos; asignar los médicos; evaluar las condiciones sociales de un paciente, etc.
- Ambiental: son por ejemplo el nivel real de la temperatura, la humedad o la luminosidad de un lugar para inferir la necesidad de activar los actores para mejorar estas condiciones, en caso de que las restricciones ambientales se hayan definido previamente para un paciente

Estos aspectos permiten la definición semántica de los procesos de negocio u-health apropiadas para las múltiples combinaciones de instancias de una ontología.

Mecanismo de selección de procesos basado en la semántica

El mecanismo de coincidencia se calcula mediante una sentencia de consulta SPARQL, y consiste en determinar el número de valores de las propiedades de los nodos de la

ontología de procesos de negocio u-health que tienen una coincidencia total o parcial en contra de los valores del contexto, lo que genera diferentes valores coincidentes semánticos para diferentes procesos. Después, el módulo medidor semántica clasifica a los procesos en los términos de este valor. En caso de tener varios procesos con el mismo valor, este módulo determina su posición en la ontología de procesos de negocio u-health, que selecciona la subclase más especializada.

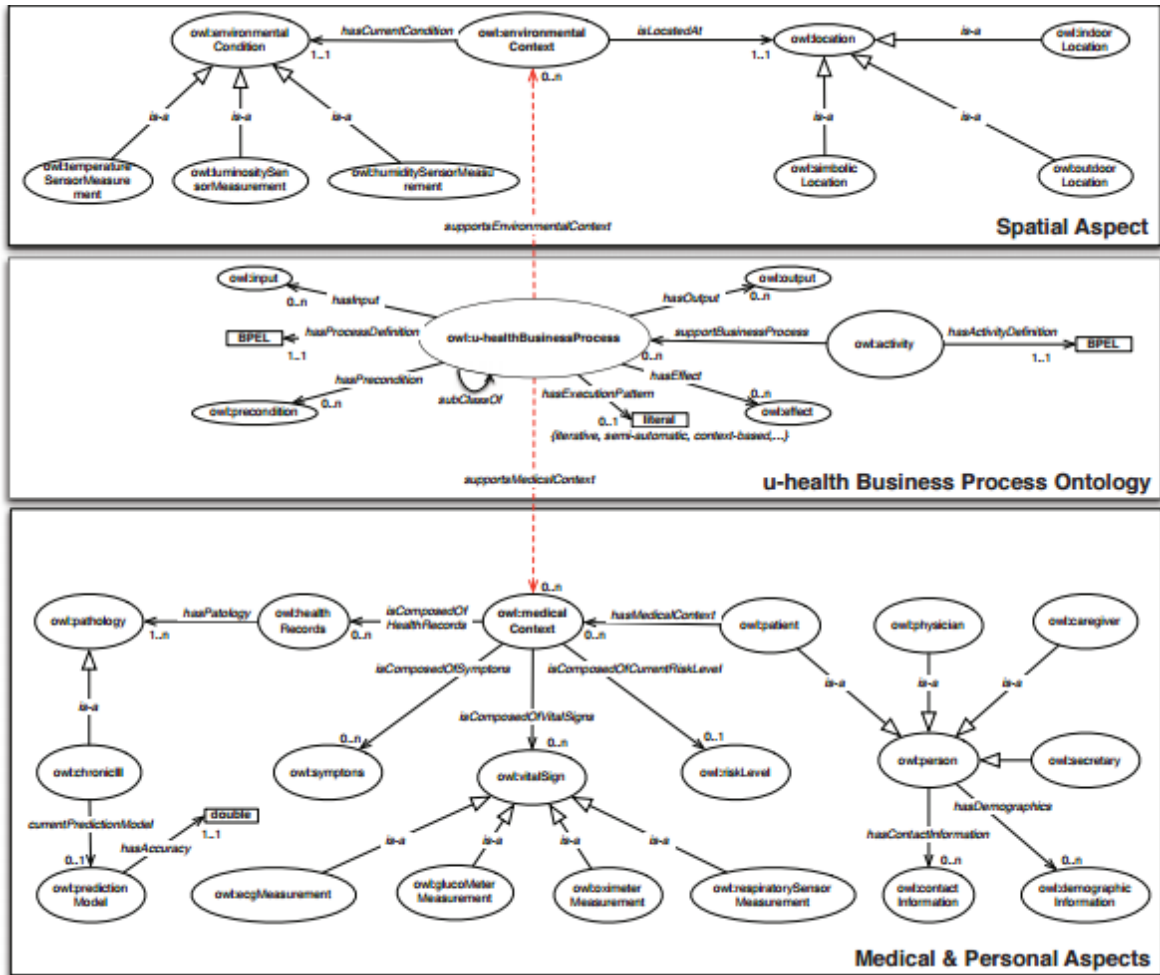


Ilustración 6: Modelo de descripción semántica
Fuente: Obtenida de [3]

Caso de estudio

El framework anteriormente descrito se evalúa a través de un estudio de caso, de la enfermedad crónica respiratoria, con datos reales de pacientes y profesionales de la salud del Hospital Exequiel González Cortés. Lo que se trata de hacer es predecir el nivel de riesgo del paciente, con el fin de anticipar los estados de crisis

Generando Contexto de Alto Nivel: Evaluación del nivel de riesgo del paciente

La frecuencia respiratoria, la frecuencia cardiaca, la temperatura y la saturación de oxígeno se necesitan para evaluar el nivel de riesgo de crisis de este tipo de pacientes con enfermedades crónicas en casa. Estos signos vitales se controlan de forma remota por un conjunto de bio-sensores no invasivos, tales como electrocardiogramas, oxímetros, termómetros, entre otros.

- El gestor de contexto recoge periódicamente los signos vitales captadas por los biosensores, y alimenta el generador de contexto alto nivel (Grupo de Contacto).
- Cada vez que el módulo de Grupo de Contacto recibe los signos vitales, se dispara una consulta SPARQL al contexto ontología médica, con el fin de obtener la instancia del modelo de predicción predefinido para la patología del paciente.
- El modelo se ejecuta con los signos vitales medidos para evaluar el nivel de riesgo contingente del paciente (RL), con $\in \{\text{RL ningún riesgo, bajo riesgo, de riesgo moderado o medio, alto riesgo}\}$.

En este escenario específico la evaluación se lleva a cabo por un modelo de razonamiento difuso que incorpora el conocimiento experto solicitada a los médicos. De esta manera, el nivel de riesgo del paciente es un contexto de alto nivel generado por el gestor de contexto, que se transmite al gestor de procesos. Posteriormente, el selector de proceso utiliza este contexto de alto nivel recién generado para identificar un conjunto de procesos de negocio adecuados, que coinciden semánticamente. Se genera una clasificación, que es el protocolo médico para asignar un índice de riesgo para los pacientes.

El triage tiene cinco categorías:

- No hay riesgo (C5).
- El paciente puede esperar para recibir atención (C4).
- Pacientes con lesiones que necesitan atención inmediata (C3).
- Los pacientes con lesiones severas y sin riesgo vital (C2).
- Los pacientes con riesgo vital (C1).

Se Recopilaron los datos de los pacientes de cada estado (de C1 a C5), además de los datos de los pacientes 48 horas antes de ser dado de alta del hospital. Los primeros son los registros de 1358, mientras que los segundos son 675. Con el fin de evaluar su corrección, se permitió que el gestor de contexto reciba cada uno de los registros anteriores a partir de una base de datos SQL de forma iterativa. Como era de esperar, se dispara correctamente el módulo del Grupo de Contacto, que a su vez ejecuta la consulta SPARQL para obtener la instancia de modelo predictivo de la ontología médica. El modelo funciona con una alta precisión en el caso C5, donde marcamos sin riesgo o de bajo riesgo más de 87.2% de los pacientes marcado como C5. Del mismo modo para C4 también celebramos sin riesgo o de bajo riesgo sobre el 68,9%.

En conclusión, el modelo de razonamiento difuso muestra resultados que son útiles para este escenario. De hecho, se predice una enorme proporción de casos positivos verdaderos, mientras que para los médicos los falsos negativos no son un problema. Por supuesto, se necesita más trabajo para satisfacer los falsos positivos obtenidos en los pacientes C1 y C2, que afortunadamente son muy pocos.

Procesos de negocios u-health y ejemplos de servicios U-health

- La primera actividad consiste en la definición de los médicos de un conjunto de intervalos de referencia específicos para diferentes segmentos de edad de los pacientes. Estos intervalos representan los límites inferior y superior aceptables para estos signos vitales. Sin importar la edad, el rango de temperatura normal

se encuentra en entre 36 y 37,5 grados centígrados, mientras que la saturación (SAT) de entre 90 y 93.

- En segundo lugar, los médicos necesitan desarrollar un esquema de puntuación para caracterizar los diferentes estados de los signos vitales. Por ejemplo, si el paciente sólo presenta una temperatura alta o baja, se le asigna una puntuación de 1. Sin embargo, si el paciente muestra una frecuencia cardíaca baja, entonces se le asigna una puntuación de 3.
- Una vez que se establece el esquema de puntuación, es necesario definir la correspondencia entre la combinación de las puntuaciones y el riesgo de una crisis respiratoria. Por lo tanto, la ejecución de este proceso de negocio semiautomático puede proporcionar una afirmación de riesgo en base a esta información. Por último, este conocimiento se formaliza en forma de funciones.

Se desarrolló un conjunto de servicios de apoyo a las alertas y gestión de la información de este estudio de caso. Estos servicios pueden ser reutilizados para soportar múltiples actividades y procesos de negocio. Los siguientes servicios pueden ser activados cada vez que se emite una notificación a los médicos:

- Un servicio para visualizar la información general de los pacientes y las alertas emitidas relacionadas.
- Un servicio para mostrar una visión general de un paciente específico seleccionado por un profesional sanitario.
- Un servicio de visualizar varios comportamientos de los signos vitales por paciente.
- En caso de que se necesita información adicional, un análisis temporal se puede realizar en cualquier indicador de salud por la elección de un intervalo de fechas. Además, se desarrollaron múltiples servicios móviles que se ejecutan en la plataforma Android para permitir a los médicos comprobar la información en tiempo real.

Evaluación de servicios u-health

Se hace una validación con pacientes reales, la simulación se lleva a cabo mediante el uso de un formulario web, donde se introducen los signos vitales a través de un dispositivo tablet. Las interfaces gráficas de usuario de servicios móviles se despliegan en un teléfono inteligente. Esta simulación se valida a través de una encuesta que utiliza una escala Likert de cinco niveles. Un total de 16 profesionales de la salud han sido consultados. La composición de la muestra se compone de 6% de las enfermeras, 19% de médicos y el 75% de kinesiólogos. Lo que indica que los usuarios consideran que los servicios son útiles (100%), fáciles de usar (81%) y contribuyen a desencadenar acciones preventivas en el momento oportuno (81%). En relación con las notificaciones preventivas, el 63% está de acuerdo en que los servicios generan notificaciones apropiadas con respecto a los pacientes de riesgo, y el 19% muy de acuerdo con esto.

Conclusiones

Este documento propone un Framework basado en semántica web para proveer servicios u-health de manera continua para pacientes crónicos. Sus necesidades están representadas en los procesos de negocio, que se asignan a los servicios. Asimismo,

se define un modelo de descripción semántica de los procesos de negocio u-health, actividades, servicios u-health, contexto médico, y el contexto ambiental. Además, se propone un mecanismo de selección de procesos de negocio u-health en la parte superior de este modelo.

An Ontology-Based System for Context-Aware and Configurable Services to Support Home-Based Continuous Care [4]

Autores: Federica Paganelli, Member, IEEE, and Dino Giuli, Senior Member, IEEE

Este trabajo desarrolla un framework basado en la modelación del contexto a través de ontologías, orientado al servicio y extensible para facilitar el desarrollo de aplicaciones para el monitoreo y el manejo de los pacientes crónicos.

El sistema ha sido desarrollado en un prototipo e integrado con una plataforma de servicio, para el apoyo a los agentes de la red de atención domiciliaria, con el fin de cooperar y compartir información relacionada con el paciente y, la coordinación de intervenciones para el manejo de crisis y alarmas.

Modelos de cuidado crónico (CCM)

Modelo de atención continuo en el punto de atención y en el hogar del paciente. Estos modelos ponen la atención en el hecho de que la eficacia y eficiencia del cuidado de salud del paciente, en el largo plazo, dependen en gran medida de la capacidad de los pacientes y su entorno (familiares) a manejar su caso (autogestión) y con la colaboración de todos los profesionales implicados.

Estos modelos requieren de una sistema de atención organizado (redes de atención), basados en la participación activa y la cooperación de los actores antes mencionados.

Pervasive (ubicua) y context-aware son tecnologías prometedoras para ofrecer mejores servicios a los pacientes crónicos, servicios tales como:

- Detección y gestión de emergencias.
- Autonomía de servicios de mejora para las necesidades primarias y la asistencia a las actividades diarias.
- Servicios de confort que permiten una mejor calidad de vida.

Servicios de Context-aware para el cuidado continuo basado en el hogar

Como se muestra en la ilustración 7 el diseño de una plataforma context-aware para el soporte de principales características de CCMs emergentes, cuyas características principales son:

1. Centrado en el hogar, seguimiento de largo plazo
2. Cuidado compartido por una red de proveedores de cuidado heterogéneos (llamada "continuous care network").
3. Adaptación de los planes de cuidado al paciente.

El enfoque de esta aplicación es un modelo de contexto basado en ontologías y un sistema de gestor de contexto que se relaciona con los sistemas de atención generalizados

El modelo de contexto propuesto tiene por objeto facilitar la prestación de servicios de atención configurables y extensibles. Con el fin de validar la viabilidad de este enfoque,

se ha desarrollado un prototipo de una plataforma de servicios sensible al contexto, llamado ERMHAN.

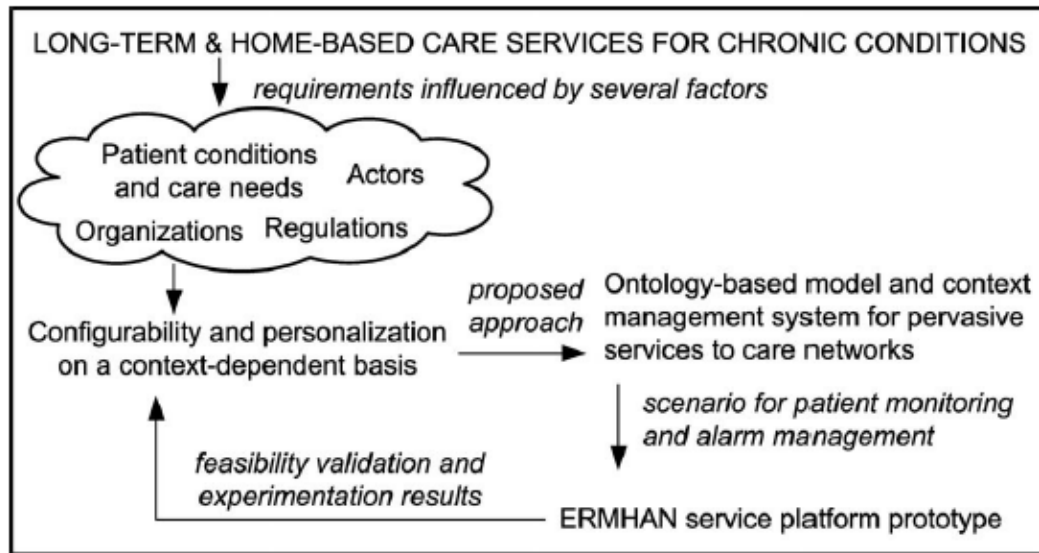


Ilustración 7: Enfoque para servicios de context-aware para redes basadas en el hogar
Fuente: Obtenida de [4]

Modelo de contexto basado en ontologías para las redes de cuidado

El modelo de contexto y gestor contexto proporciona servicios configurables y extensibles para:

1. La adquisición de datos desde diversas fuentes, por ejemplo sensores biomédicos y ambientales.
2. Representar el conocimiento de la situación del paciente a través de ontologías.
3. Razonamiento sobre el conocimiento utilizado, basado en normas y motores basados en ontologías.
4. Aplicación de técnicas de razonamiento con el fin de especificar los planes de atención de salud personalizados.

Incluye distintas ontologías en los distintos dominios del paciente:

- Patient personal domain ontology, con toda la información personal del paciente.
- Patient home domain ontology, relacionado al contexto del hogar y los cuidados necesarios.
- Política de alarmas y su respectiva ontología: Alarm management ontology
- Social context ontology, con la información de la red de apoyo y la comunidad en torno al paciente.

ERMHAN Arquitectura de plataforma de servicios

A continuación se presenta un diagrama de la arquitectura del prototipo propuesto en este trabajo. Los alcances de los detalles se escapan de la tesis y por tanto del estado del arte aquí presentado.

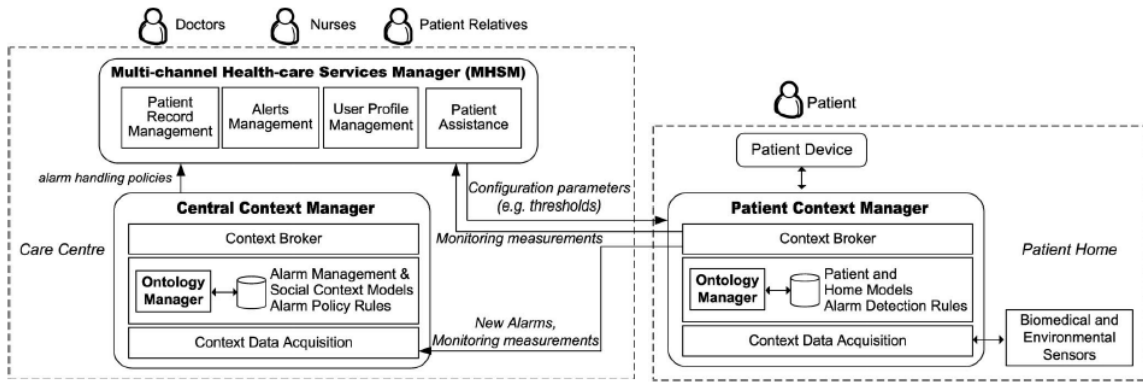


Ilustración 8: Arquitectura funcional de la plataforma ERMHAN

Fuente: Obtenida de [4]

Evaluación

Más del 60% estaban muy satisfechos por las características generales del sistema. La capacidad de acceder a los registros de salud del paciente ha sido evaluada como útil y fácil de usar (pero algunos usuarios ya habían probado características similares en otros sistemas experimentales). La capacidad de especificar el perfil propio y disponibilidad para la intervención fueron muy útil (27% de los usuarios) y útil (64% de los usuarios). La mayoría de los usuarios aprecian la capacidad de modificar de forma remota los umbrales de alarma y los datos de adquisición de programar en una base por paciente (18% expresó su gran aprecio, 73% buena apreciación, y el 9% eran neutrales).

La ejecución de las políticas de notificación diferenciadas en función de los niveles de alarma y la capacidad de especificar las diferentes políticas de alarma en base de un paciente se evaluaron muy útil (55%) y útil (40%)

Comparación de los distintos enfoques

Papers/Criterio	Enfoque semántico	Incluye enfoque de procesos de negocios	Utilizan información de contexto	Ubicuidad	Aplicado a un caso real
1	X		X		
2	X	X	X	X	
3	X	X	X	X	X
4	X		X	X	X

Tabla 1: Comparación distintos enfoques del Estado del Arte

Fuente: Elaboración propia

1. An ontology-based personalization of health-care knowledge to support clinical decisions for chronically ill patients.
2. CONFlexFlow: Integrating Flexible clinical pathways into clinical decision support systems using context and rules.
3. A semantic framework for continuous u-health services provisioning.
4. An Ontology-Based System for Context-Aware and Configurable Services to Support Home-Based Continuous Care.

Discusión

El primer paper enfoca su desarrollo al área de la semántica, los procesos son planes desplegados frente a distintos escenarios que la ontología pueda entregar. Todo esto se combina para generar una herramienta de apoyo a la toma de decisiones, en este sentido, es importante dejar claro que los enfoques representan diferentes formas de entregar un mismo servicio: Información de manera oportuna, capaz de predecir crisis y que pueda proveer servicios en todo momento, en este paper en particular se enfoca en pacientes senior, con enfermedades crónicas que requieren de cuidado en el hogar. Un aporte importante generado y que es abordado en esta tesis, es que propone mecanismos de personalización, lo que en la condición de Diabetes es fundamental. El segundo paper Conflexflow, propone un enfoque ontológico, basado en reglas, pero el aporte más importante de este trabajo es que incorpora flujos de trabajo flexibles, en general todos los paper presentados en este estado del arte, proponen flujos de trabajo estáticos, desplegado bajo ciertas condiciones. En este caso los flujos de trabajo son constituidos en tiempo real y frente a diferente información de contexto. Así mismo este paper utiliza ontologías y un lenguaje SWRL para implementar reglas simples, en este trabajo también se han utilizado guía clínicas para desarrollar las ontologías, como se mencionó anteriormente este paper, también converge hacia la creación de un sistema de apoyo a la toma de decisiones, que pueda proveer información relevante en tiempo real. El tercer paper utiliza ontologías para generar información de contexto, pero también como mecanismo para instanciar procesos de negocios, de tal manera que los procesos se instancien a partir de requerimientos actuales, el paper en particular desarrolla un algoritmo de predicción de riesgo de crisis basado en lógica difusa, esto se escapa de los objetivos de la tesis, sin embargo presenta una arquitectura en la que se enmarca la tesis, en particular en el área de los repositorios que se presentan en la Ilustración 5. El cuarto paper presenta un aporte importante en el desarrollo de las ontologías, propone así mismo una arquitectura de una herramienta de predicción y apoyo a la toma de decisiones, se desarrolla una política de alarmas y predicciones de riesgo de crisis. Si bien los papers tienen distintos aportes que entregar en el área, todos son basados en web semántica a través de las ontologías, y convergen a un sistema inteligente que sea capaz de proveer servicios para el cuidado de salud del paciente, esto se alinea con los objetivos de esta tesis, en que se pretende desarrollar estos enfoques en forma de requerimientos para un caso específico: Diabetes tipo 2 en Chile.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar Proceso de gestión de pacientes diabéticos, para proveer servicios de manera pro-activa ante posibles complicaciones, mediante el diseño de procesos de negocios ubicuos y la utilización de tecnologías e implementación de reglas simples de predicción del estado de salud del paciente para el apoyo de la toma de decisiones.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los requerimientos en términos de bioseñales de diabetes tipo II, estableciendo reglas simples de decisión (Ejemplo: Nivel de azúcar, ritmo cardiaco, temperatura, etc.)esto es, formalizar conocimiento experto.
- Determinar biosensores requeridos a partir de los requerimientos.
- Modelar ontologías asociadas al conocimiento experto.
- Diseñar flujo de procesos, es decir, generar planes de intervención.
- Diseñar un prototipo no funcional aplicación de monitoreo.

1.5. ALCANCES

- Diseñar aplicaciones de monitoreo
- Diseñar procesos de gestión de enfermedad de diabetes tipo 2 bajo una estructura definida.
- Diseño de procesos de gestión de alarmas.
- Trabajar sobre decisiones que se pueden automatizar en reglas simples, entendiéndose como el no desarrollo de algoritmos de predicción del estado de salud del paciente.
- Diseño de vistas y funcionalidades de la aplicación.
- El prototipo es no funcional.
- No se realizará una justificación económica del proyecto
- En la propuesta de biosensores no se abordará la variable económica, sólo técnica.
- El prototipo al ser no funcional no será probado en condiciones reales y por tanto queda propuesto como trabajo futuro.
- Sólo se desarrolla la propuesta para pacientes con Diabetes tipo 2 y patologías asociadas a esta condición.
- Establecer los requerimientos fundamentales para el diseño de este tipo de aplicaciones a partir del caso de la Diabetes.
- La prevención y los momentos anteriores al diagnóstico de la enfermedad no es un tema que será abordado.

1.6. METODOLOGÍA

1. Comprender la sintomatología de las enfermedades Diabetes tipo II.
2. Comprender y analizar las guías clínicas de Diabetes tipo II expuestas por el MINSAL.
3. Documentar conocimiento experto de médicos expresado en las guías clínicas y en guías internacionales, asociado a la Diabetes.
4. Establecer las bioseñales a capturar.
5. Entrevistar a distintos actores del proceso.
6. Recopilar información acerca de Biosensores disponibles en el mercado.
7. Comparar de manera técnica los distintos biosensores.
8. Diseñar procesos de negocios hospitalarios[5]:
 - Entender la estrategia y la organización: Los objetivos están soportados por procesos de negocios de alto nivel
 - Estudio: Recolección y organización de información asociada a todos los aspectos de los procesos de negocios (actores claves, aspectos técnicos y organizacionales). En esta etapa es importante la validación.
 - Diseño: Identificar los procesos de negocios, priorizarlos y seleccionar aquellos que serán realizados durante el proyecto.
 - Selección de plataforma: Integración de procesos e interfaz (no es el alcance de este proyecto.)
 - Implementación y prueba queda propuesto a trabajos futuros.
9. Metodología para modelar ontologías[6] (Basada en la metodología “Ontology development” propuesta por la Universidad de Stanford):
 - Determinar el dominio y ámbito de la ontología.
 - Determinar la intención de uso de la ontología.
 - Reutilizar ontologías o vocabularios controlados existentes
 - Enumerar los términos importantes del dominio.
 - Definir jerarquía de clases
 - Definir las relaciones entre los términos del dominio (Propiedades).
 - Crear las instancias.

Se destaca además una metodología más amplia [7] que permite visualizar el nivel de abstracción del que se habla:



Ilustración 9: Niveles de abstracción de una ontología
Fuente: Elaboración propia en base a [7]

Donde el nivel de abstracción mayor se encuentra en las capas superiores de la pirámide, la **especificación** tiene que ver con decidir el dominio en que se desarrollará la ontología y sus alcances. La **conceptualización** son los primeros pasos concretos hacia una ontología de nivel superior, son esquemas y modelos a mano, implica procesos iterativos y está delimitada por los alcances. En la **formalización** se decide qué software usar para el modelamiento y modelarlo de manera formal, que en este proyecto será Protege 5.0. Finalmente la etapa de **implementación** se lleva a cabo la finalidad de la ontología definida en la etapa de conceptualización.

1.7. MARCO CONCEPTUAL

COMPUTACIÓN UBICUA

Los conceptos más importantes que constituyen el enfoque de la solución tecnológica propuesta en este proyecto, son los siguientes:

Computación Ubicua: La computación ubicua es un paradigma que permite a los usuarios acceder a servicios computacionales en todo momento y lugar. Esos servicios, que están en la Web, en la nube o en servidores locales, son proveídos con invisibilidad, esto quiere decir que las personas o actores no deben activar dichos servicios. De este modo, se apoya la rutina diaria de los usuarios. Sin embargo, proveer servicios en entornos ubicuos implica levantar una serie de requerimientos [8].

Context awareness: Da cuenta de la información de contexto al seleccionar apropiadamente servicios. La información de contexto caracteriza el estado del usuario y su entorno. Algunos ejemplos de información de contexto incluyen ubicaciones y estados fisiológicos, tales como variaciones del ritmo cardíaco o la presión sanguínea, así como también la temperatura, la luminosidad y humedad del entorno que lo rodea, o bien, condiciones sociales del paciente o situaciones familiares[9].

El término servicio **u-health** se utiliza para identificar a los servicios computacionales de salud que se proveen en ambientes de computación ubicua [10].

Es necesario destacar, que este proyecto no será completamente ubicuo, sino semi-ubicuo, porque sí habrá intervención humana en dichos procesos.

TICS EN MEDICINA

Las tecnologías de información y comunicaciones (TICs) entregan la posibilidad de que los pacientes crónicos autogestionen su cuidado, se mantengan controlados, y no colapsen los centros de salud. Eventualmente esto podría impactar positivamente a múltiples variables del sistema de salud, tal como la disminución de gastos de atención por hospitalizaciones y consultas, o evitar complicaciones del estado de salud del paciente.

Los conceptos relacionados con la aplicación de TICs a este dominio son los de e-Health, telemonitoreo, m-Health, monitoreo remoto, telemedicina, u-Health, entre otros. A continuación se muestra una breve conceptualización de estos enfoques para que el lector tenga una noción de aquí en más de las diferencias de los conceptos que se repetirán sin ser explicados nuevamente, a lo largo del presente informe:

e-Health: La definición más aceptada de e-Health en la literatura es que es una disciplina emergente, que representa el punto de intersección entre la informática médica, la salud pública y los negocios, que consiste en servicios, de salud y de información, potenciados a través de Internet y sus tecnologías derivadas. En un sentido amplio, el término e-Health no sólo involucra aspectos tecnológicos, sino que

también una actitud, un modo de pensamiento y de compromiso con las mejoras de los cuidados de salud, utilizando tecnologías de información y comunicaciones [11]

Telemedicina: En términos simples se refiere a medicina a distancia. La organización mundial de la salud establece que telemedicina, en el marco de la distancia, como un factor crítico: “corresponde a la provisión, por parte de profesionales idóneos, de servicios de cuidado de salud a través del uso de tecnologías de información y comunicaciones, las que son utilizadas para el intercambio de información correcta y consistente para el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades, así como para la investigación y evaluación en salud, y para la educación continua de proveedores de salud” [12].

m-Health: definen m-health como la aplicación de computación móvil, comunicaciones inalámbricas y tecnologías de redes para proveer o potenciar diversos servicios y funciones en los que el paciente tiene libertad de movimiento, en particular dentro de un área limitada [13].

De las definiciones anteriores se concluye que la telemedicina se puede considerar como un caso incluido dentro del amplio concepto de *e-Health*. Así, impulsada por los avances en tecnologías inalámbricas y móviles, la telemedicina ha derivado en el, relativamente reciente, enfoque de *m-Health* (mobile health). Este último tiene múltiples potencialidades para mejorar la calidad de los servicios de salud que son entregados a los pacientes. Por ejemplo, *m-Health* es un facilitador para visualizar sin restricciones espaciales la información clínica de los pacientes, transmitir recetas de medicamentos a centros farmacéuticos, notificar automáticamente a los diferentes actores asociados a un paciente (cuidadores, médicos, enfermeras, farmacéuticas, otros profesionales de la salud y aplicaciones computacionales), monitorear pacientes en movimiento, este concepto del movimiento no sólo se refiere al paciente, sino también a los profesionales de la salud.

En particular, el *monitoreo remoto de pacientes móviles* (MRPM) se define como la medición continua, frecuente o periódica de procesos fisiológicos de un paciente, tales como la presión sanguínea, la frecuencia cardíaca o respiratoria, entre otros. La aplicación más notoria de este enfoque se encuentra en el monitoreo de pacientes con enfermedades crónicas. Sin embargo, también existe el enfoque de *telemonitoreo*, que desde el punto de vista del cuidado de la salud, puede considerarse un sinónimo de MRPM, pero en un sentido amplio involucra además al monitoreo de individuos sanos, tales como deportistas, astronautas, operadores industriales, etc [14].

WEB SEMÁNTICA

Semantic web, en inglés es un paradigma desarrollado bajo el alero de la world wide web que tiende a la creación de tecnologías para publicar datos entendibles por aplicaciones informáticas. La idea principal es incluir metadatos semánticos y ontológicos a la world wide web, estas informaciones, que describen el contenido, el significado y la relación de los datos, se debe presentar de manera formal, para que de

esta manera sea posible que las máquinas de procesamiento puedan evaluarlas automáticamente. El principal objetivo es mejorar internet ampliando la interoperabilidad entre los sistemas informáticos.

El término "Web Semántica" definido por W3C se refiere a la web de Linked data. Las tecnologías de la Web Semántica permiten a los desarrolladores crear almacenes de datos en la Web, construir vocabularios, y describir las reglas para el manejo de datos. Algunos de los recursos utilizados son RDF, SPARQL, OWL y SKOS, que se detallan a continuación.

Linked data

Como se explicó arriba la web semántica aparece como una web de datos, como por ejemplo fechas, títulos, propiedades químicas de algún compuesto y cualquier dato que se puede concebir, que se vinculan de una u otra forma unos con otros ¿De qué manera? RDF proporciona la base para la publicación y vinculación de los datos, además existen tecnologías que permiten embeber datos en documentos o exponer lo que contienen las bases de datos en SQL y visualizarlo en RDF.

RDF

Resource Description Framework es un lenguaje de propósito general para la representación de la información en la Web.

RDF presenta una estructura de Triples, como gráfico dirigido para relacionar dos URIs bajo cierta descripción, esta descripción, aunque simple en un principio permite que los datos estructurado o semi estructurados puedan ser mezclados, expuestos y compartidos a través de las diferentes aplicaciones.

Este gráfico es el modelo mental más fácil posible para RDF y se utiliza a menudo en las explicaciones visuales fáciles de entender. Por ejemplo: "Harald Sack tiene un blog"



Ilustración 10: Ejemplo gráfico N-triples
Fuente: Elaboración propia en base a [7]

Vocabularios

Es importante organizar los datos que se tienen y para ello la Semantic web hace uso de un recurso llamado OWL para construir ontologías, con lo que es posible enriquecer los datos con un significado adicional, que permite a más personas (y más máquinas) generar más utilidades a partir de los datos.

ONTOLOGÍAS

Una ontología es una explícita especificación formal de una conceptualización compartida y se presenta en esquemas que formalizan conocimiento de manera exhaustiva y rigurosa, que permiten la interoperabilidad de sistemas.

- **Conceptualización** Se refiere a un modelo abstracto de algún fenómeno en el mundo, identificando los conceptos relevantes de ese fenómeno.
- **Explícita** quiere decir que todos los tipos de conceptos y las restricciones quedan explícitamente definidas.
- **Formal** Se refiere al hecho de que la ontología debe ser leíble por la máquina.
- **Compartida** Refleja la noción de que la ontología captura un conocimiento consensual.

Uno de los vocabularios utilizados para representarlas es **OWL**, Ontology web Language está diseñado para ser utilizado por aplicaciones que necesitan procesar el contenido de la información, en lugar de sólo presentar la información a los seres humanos.

Facilita la interpretación a la máquina del contenido web, es complementario a XML, RDF y Esquema RDF (RDF-S), proporcionando vocabulario adicional junto con una semántica formal.

Componentes de la ontología

Clases: representan conceptos tomados en un sentido amplio. Por ejemplo, en el dominio de viaje, conceptos son: lugares (ciudades, pueblos, etc.), alojamientos (hoteles, campings, etc.) y medios de transporte (aviones, trenes, automóviles, etc.). Las clases en ontologías se organizan en taxonomías a través de las cuales se pueden aplicar mecanismos de herencia.

Relaciones: Representan tipo de asociaciones entre conceptos del dominio, generalmente contienen relaciones binarias. El primer argumento es conocido como el dominio de la relación y el segundo es el rango, las relaciones binarias son, algunas veces, usadas para expresar atributos de los conceptos. Los atributos, se distinguen de las relaciones, pues su rango es un dato, que puede ser un string, integer, etc. Y los rangos de las relaciones son conceptos.

Instancias: son los elementos específicos o individuos específicos.

Protégé

Es un programa de código abierto, una aplicación independiente con una arquitectura extensible. Se trata de un editor de ontologías que se puede ampliar con plug-ins para obtener más funcionalidades. Protégé además permite la creación de ontologías mediante el uso de una interfaz gráfica amigable con el usuario. Este software ha sido desarrollado por la Universidad de Stanford.

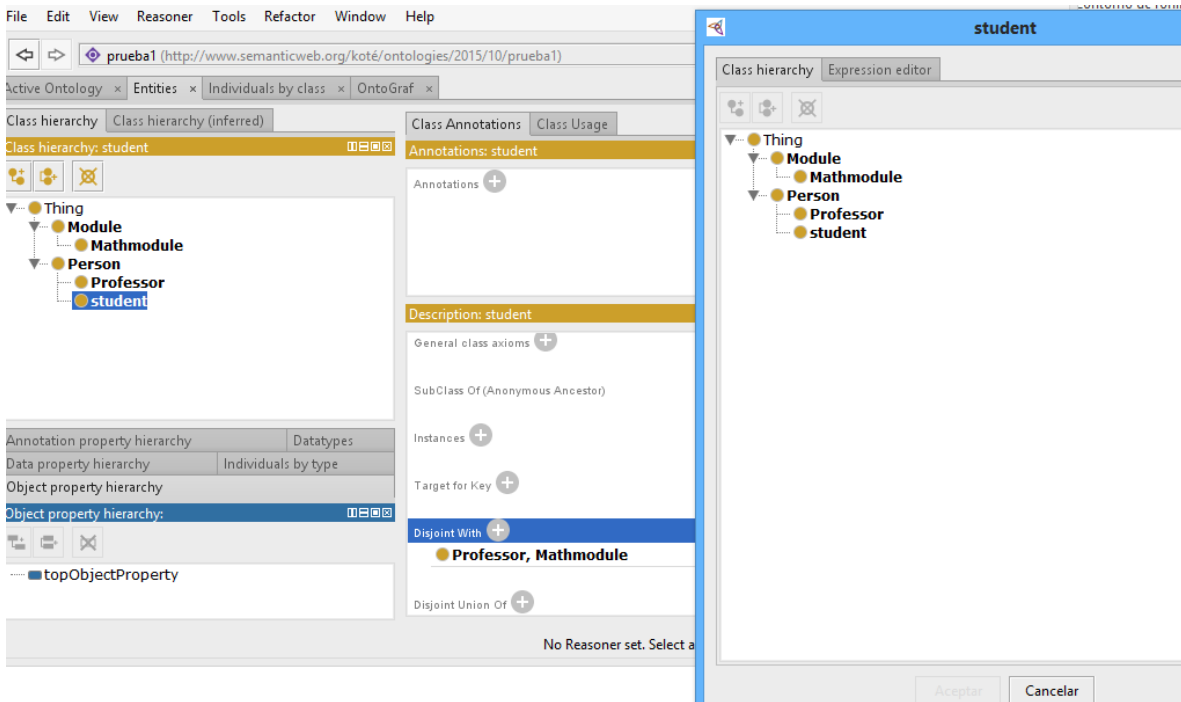


Ilustración 11: Interfaz de protégé
Fuente: Protégé

Query

Los lenguajes de consulta van muy ligados a las bases de datos. Si se visualiza la web semántica como una gran base de datos, entonces es más sencillo entender por qué se necesitaría un lenguaje de consulta para los datos. SPARQL es el lenguaje de consulta para la web semántica.

Para introducir SPARQL se mostrará un ejemplo extraído de [16]: La idea es encontrar el título de un libro en el gráfico de datos determinado. La consulta consta de dos partes: la cláusula SELECT identifica las variables que aparecen en los resultados de la consulta, y la cláusula WHERE ofrece el patrón básico gráfica para igualar contra el gráfico de datos. El patrón gráfico básico en este ejemplo, consiste en un único patrón de triple con una sola variable (? Título) en la posición del objeto.

- *Data*

```
<http://example.org/book/book1> <http://purl.org/dc/elements/1.1/title> "SPARQL Tutorial".
```

- *Query*

```
SELECT ?title  
  
WHERE  
{  
  <http://example.org/book/book1> <http://purl.org/dc/elements/1.1/title> ?title .  
}
```

- *Resultado*

title
"SPARQL Tutorial"

Aplicaciones verticales

En propias palabras de la W3C:

“W3C está trabajando con diferentes industrias - por ejemplo, en atención de la salud y ciencias de la vida, la administración electrónica y la energía - para mejorar la colaboración, la investigación y el desarrollo, la innovación y la adopción través de la tecnología de la Web Semántica. Por ejemplo, al ayudar a la toma de decisiones en la investigación clínica, las tecnologías de la Web Semántica serán salvar muchas formas de información médica y biológica entre instituciones.”

ENFERMEDADES CRÓNICAS

Las enfermedades no transmisibles (ENT), generalmente de lenta progresión y larga duración, están siendo el foco principal, hoy en día, de los sistemas de salud en la mayoría de los países del mundo, esto debido al aumento del envejecimiento poblacional, la urbanización no planificada, globalización del comercio y el incremento de un tipo de estilo de vida no saludable.

Dentro de las ENT, existen 4 grupos que son la principal causa de muerte en el mundo, con un 63% de todas las muertes en el año 2008, estos grupos son: las enfermedades cardiovasculares, los cánceres, las enfermedades respiratorias crónicas y la diabetes.

Las causas de las ENT tienen su raíz, según las últimas documentaciones, en factores ambientales, genéticos, demográficos, socioeconómicos y culturales, entre otros. Existen además factores de riesgo conductuales tales como, el tabaquismo, dieta no

saludable, actividad física insuficiente y el abuso de alcohol, que forman parte del estilo de vida y por tanto potencialmente modificables, además de ser parte en la aparición de las ENT que generan mayor Morbimortalidad [17]. Según la OMS si estos factores fueran eliminados se podría prevenir al menos el 80% de las enfermedades cardiovasculares, y la Diabetes tipo 2 y el 40% de los cánceres [18].⁵

Condición	Prevalencia (%)	
	2003	2010
Tabaquismo (fumador actual)	42,0	40,6
Sobrepeso	37,8	39,3
Obesidad	23,2	25,1
Hipertensión arterial	33,7	26,9
Diabetes mellitus	6,3	9,4
Colesterol total elevado	35,4	38,5
Sedentarismo	89,4	88,6

Tabla 2: Prevalencia de enfermedades crónicas en Chile
Fuente: Minsal [17]

Particularmente en Chile, las enfermedades respiratorias crónicas, cardiovasculares, cáncer y diabetes mellitus fueron causantes del 60% de todas las muertes entre el 2005 y 2009 [17].⁶

⁵ World Health Organization; 2005.Preventing Chronic Diseases: a vital investment:WHO global report.

⁶ Ministerio de salud de Chile, Departamento de Epidemiologías, 2011. Reporte de vigilancia de Enfermedades No Transmisibles y Lesiones en países del MERCOSUR y país asociado.

2. DIABETES TIPO 2

Este es un capítulo crucial en la línea investigativa pues se presentan las características de la enfermedad que se abordará en este proyecto, es importante detallar, no sólo el concepto, sino su sintomatología, causas, tratamientos y las otras patologías asociadas. Esta información ha sido recabada a partir de guías clínicas chilenas [19] e internacionales [20][21][22][23]. Es de importancia reconocer que en este capítulo se presentará lo que se ha propuesto por las autoridades hasta este momento, es decir, pasos claves que actualmente deberían desarrollarse en los hospitales, se dice deberían porque en la realidad y según lo explicita la propia guía, estos procedimientos y protocolos no son aplicados en muchas instituciones de salud, incluso la salud privada, otro son aplicados en la medida que los recursos hospitalarios estén disponibles, la parte propuesta por esta tesis y las especificaciones de las reglas y determinados procesos se presentan en los siguientes capítulos.

La Diabetes tipo 2 es una enfermedad que se caracteriza por hiperglicemias crónicas, debido a que los órganos que almacenan el azúcar en la sangre no responden de manera correcta a la insulina (hormona encargada de convertir el azúcar en la sangre en formas de energía almacenables como el glucógeno), esto es lo que se conoce como resistencia a la insulina.

2.1 CAUSAS

Es importante destacar que la sintomatología de la Diabetes tipo 2 es escasa, generalmente es descubierta cuando el paciente recurre a control médico por otras causas.

Las personas con mayor riesgo de desarrollar diabetes son y se extraen de [19]:

1. Toda persona mayor de 45 años
2. Menores de 45 años con sobrepeso ($IMC \geq 25$), con uno o más de los siguientes factores de riesgo:
 - Parientes de primer grado diabéticos
 - Mujer con antecedentes de hijos macrosómicos (≥ 4 kg) o historia de diabetes gestacional
 - Sedentarismo
 - Hipertensos ($\geq 140/90$ mmHg)
 - Colesterol HDL ≤ 35 mg/dl y/o triglicéridos ≥ 250 mg/dl
 - Examen previo con intolerancia a la glucosa
 - Estados de insulino resistencia (Síndrome de ovario poliquístico, acantosis nigricans)
 - Historia de enfermedad cardiovascular.

2.2 SÍNTOMAS Y DIAGNÓSTICO

Los principales síntomas fisiológicos asociados a esta patología son:

- Hiperglicemia: Concentraciones elevadas de azúcar en la sangre.
- Poliuria: aumento del volumen de orina expulsado.
- Polidipsia: Aumento anormal de sed, puede llevar al individuo a beber grandes cantidades de líquido.
- Baja de peso: El individuo diabético presenta una baja de peso debido a que no está absorbiendo debidamente el azúcar de la sangre.
- Polifagia: En algunos casos se presenta la necesidad excesiva de comer debido al desorden hormonal.
- Visión Borrosa: Debido al desorden hormonal la retina va sufriendo un daño progresivo y por tanto pérdida de visión lenta, que puede producir al largo plazo ceguera.

Estos síntomas no representan un criterio diagnóstico y es necesario realizar test de sangre venosa para hacer la comprobación, así para determinar si el paciente tiene Diabetes tipo 2 se debe realizar un examen de glicemia en ayunas en sangre venosa y una PTGO (Prueba de Tolerancia a la Glucosa Oral), en guía clínicas internacionales se agregó como un antecedentes para el diagnóstico la hemoglobina glicosilada, HbA1c \geq 6,5%, sin embargo en Chile ese proceso no está estandarizado y por tanto no se considera como criterio diagnóstico. El detalle de cada test y sus reglas se especificará en la parte de ontologías y procesos.

El diagnóstico de la diabetes tipo 2 se realiza en cualquiera de las siguientes situaciones [24]⁷:

1. Presencia de síntomas fisiológicos y una glicemia en cualquier momento del día mayor o igual a 200 mg/dl sin relación con el tiempo transcurrido desde la última comida.
2. Glicemia en ayunas mayor o igual a 126 mg/dl. **Debe** confirmarse con una segunda glicemia \geq 126 mg/dl, en un día diferente. El ayuno debe ser de mínimo 8 horas.
3. Glicemia mayor o igual a 200 mg/dl dos horas después de una carga de 75g de glucosa durante una PTGO.

En algunos casos pueden existir sospechas en relación a la diabetes tipo I, en estos casos se deriva al especialista para que realice el diagnóstico diferencial, a través de estudios de anticuerpos.

Existen también criterios para diagnosticar pre-diabetes, sin embargo el tema preventivo no será materia de esta tesis y se recomienda como trabajo futuro.

2.3 TRATAMIENTO

⁷ Criterios diagnósticos expuestos por la OMS

Una vez diagnosticado el paciente, se debe hacer un perfil de este para formular el mejor tratamiento posible, es posible notar que se requiere de una gran cantidad de información contextual del paciente:

Historia clínica [19]

- Síntomas y resultados de exámenes diagnósticos
- Estado nutricional, antecedentes de peso corporal.
- Tratamiento previo y actual, educación recibida y autocontrol.
- Actividad física, características, tiempo, frecuencia, etc.
- Complicaciones agudas de la diabetes e infecciones.
- Complicaciones crónicas de la diabetes y tratamiento efectuado.
- Uso de otros medicamentos.
- Factores de riesgo cardiovasculares: antecedentes familiares de enfermedad cv, tabaco, hipertensión arterial, dislipidemia.
- Antecedentes familiares de diabetes.
- Nivel de escolaridad y factores sicosociales.
- Consumo de alcohol y drogas.
- Historia gineco- obstétrica y uso de anticonceptivos.

Análisis físico y segmentario con énfasis en los siguientes aspectos [19]

- Peso, talla, índice de masa corporal (IMC) y circunferencia de cintura (cc).
- Presión arterial (acostado y de pie)
- Piel: sitios de inyección de insulina, acantosis nigricans⁸, acrocordones, vitíligo, micosis, heridas, úlceras.
- Exploración de la cavidad oral
- Examen cardiovascular: corazón, carótidas, arterias periféricas de ambas extremidades (femorales, poplíteas, tibiales posteriores y pedias).
- Examen de los pies: neurológico de las extremidades inferiores (reflejos ósteotendinosos, sensibilidad superficial con monofilamento 10 g y sensibilidad vibratoria con diapason de 1288HZ). Alteraciones ortopédicas de los pies.

Exámenes de laboratorio [19]

- Glicemia en ayunas o post-prandial.
- Hemoglobina Glicosilada
- Perfil lipídico: colesterol total, colesterol HDL, colesterol LDL, y triglicéridos.
- Creatina sérica, para estimar la velocidad de filtración glomerular (VFG) según fórmula.
- Orina completa (glucosa, cetonas, proteínas y sedimento).
- Microalbuminuria en pacientes sin proteinuria.

Una vez realizado lo anterior es necesario además indagar si existe daño en los siguientes órganos: Retina, riñón, nervio periférico y corazón.

⁸ Es cuando la piel se torna de color café oscuro, generalmente en el cuello

El tratamiento de diabetes tiene dos grandes ejes que son los **cambios en el estilo de vida** y es aquí donde entra el monitoreo y control para lograr metas y el **tratamiento farmacológico**. El segundo indica principalmente metformina o Insulina inyectable. Los cambios en el estilo de vida, son los elementos más importantes del tratamiento y son los que permiten prolongar la expectativa de vida de las personas diabéticas, constituye un estricto plan nutricional, un plan de ejercicios y disminuir o eliminar el consumo de alcohol y tabac

2.4 PATOLOGÍAS ASOCIADAS

Es importante destacar que esta enfermedad lleva asociadas otras patologías al momento del tratamiento y control. La diabetes es una enfermedad degenerativa y es importante mencionar que a pesar del tratamiento, en algún momento el desgaste llevará al paciente a desarrollar alguna de estas u otras patologías.

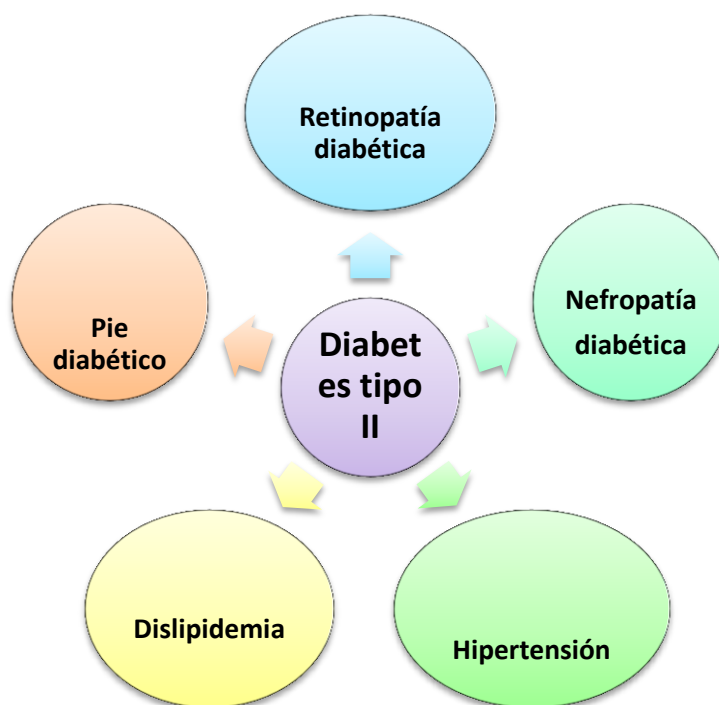


Ilustración 12: Patologías asociadas a la diabetes tipo II
Fuente: Elaboración propia en base a [19]

NEFROPATÍA DIABÉTICA

Cerca del 20 a 30% de las personas con diabetes tiene daño renal al momento del diagnóstico, en Chile la nefropatía diabética es la principal causa de enfermedad renal crónica en pacientes que inician terapias de sustitución renal.

En todos los pacientes con Diabetes tipo 2 se debe realizar una **búsqueda intencionada** de esta condición, a través de la presencia de proteinuria como marcador de **daño renal** y la determinación de la **función renal**.

El examen de orina completo solicitado al momento del diagnóstico permite detectar la presencia de proteinuria.

- Si es positiva debe hacerse una prueba de confirmación con la medición de la razón proteínas/creatinina (RAC) en una muestra aislada de orina matinal. Esto es explicado en mayor detalle en la parte de procesos.
- Si el examen es negativo para proteinuria, entonces se debe determinar la presencia de microalbuminuria y calcular el RAC.

Si se comprueba microalbuminuria, RAC entre 30-300mg/g, se requiere al menos una segunda prueba confirmatoria durante los siguientes 6 meses.

El tratamiento de la nefropatía depende del daño renal, y puede ser en un principio farmacológico (IECA o ARA II, independiente de los niveles de presión arterial), pero también puede incorporar otros procedimientos como diálisis o bien trasplante renal.

HIPERTENSIÓN

En el momento del diagnóstico entre un 30 y 50% de los pacientes diabéticos tiene hipertensión, cifra que aumenta a un 70% cuando se desarrolla nefropatía. Es importante destacar, que esta es una de las enfermedades que los pacientes diabéticos están más propensos a desarrollar, pues el desgaste de la enfermedad lleva a este desenlace, es además uno de los principales factores de riesgo cardiovascular, aumentando el riesgo de desarrollar complicaciones micro y macrovasculares, incluyendo enfermedad coronaria, accidente cerebrovascular, así como retinopatía y nefropatía.

El riesgo cardiovascular aumenta de 2 a 7 veces en personas diabéticas, debido a que hasta el 75% del riesgo se le atribuye solo a la hipertensión [25].⁹

A pesar de que la condición típica para diagnosticar hipertensión es de una presión $\geq 140/90$ mmHg, para pacientes diabético se diagnostica hipertensión y se inicia tratamiento para los valores $\geq 130/80$ mmHg, en dos días diferentes.

Si el paciente presenta nefropatía (proteinuria persistente), el objetivo es más exigente, PA < 125/75 mmHg.

Tratamiento

Como se ha mencionado el tratamiento principal está enfocado a los cambios en el estilo de vida del paciente, así para pacientes con presión sistólica entre 130-139

⁹ El riesgo de IAM y mortalidad aumenta hasta un 12% por cada 10 mmHg de incremento en la presión arterial sistólica, según el estudio de la UKPDS

mmHg o diastólica entre 80-89 mmHg, el principal énfasis está en la reducción de peso y la reducción del consumo de sal, por un plazo máximo de 3 meses, si cumplido este plazo no se logran las metas, entonces se inicia una terapia farmacológica, que es complementaria al tratamiento anterior.

Si la presión es mayor o igual a 140/90mmHg debe iniciarse tratamiento farmacológico en conjunto con los cambios en el estilo de vida, de inmediato al momento del diagnóstico. Esto se detalla en la parte de planes de intervención.

Farmacología

Cualquier droga antihipertensiva es efectiva, sin embargo el bloqueo renina-angiotensina sobre el desarrollo y progresión del daño renal, hace que este tipo de medicamentos sean considerados de primer uso. Los IECA como los ARA II retrasan la progresión de microalbuminuria en pacientes con diabetes tipo 2 e hipertensión.

Si los IECA o ARA II logran el objetivo de PA, se puede utilizar como segunda droga un diurético tiazídico en dosis baja (12.5-25 mg/día), siempre que la VFG sea ≥ 30 ml/min¹⁰. En pacientes con microalbuminuria o nefropatía clínica que no logran las metas de PA con estos fármacos, considerar uso de antagonistas de los canales de calcio del tipo no dihidropiridínicos.

DISLIPIDEMIA

Este es un frecuente trastorno en paciente con diabetes, dependiendo del riesgo cardiovascular que presente el paciente es necesario hacer un manejo intensivo de esta.

El patrón más típico es:

- Hipertrigliceridemia
- Colesterol HDL bajo (el que es comúnmente conocido como colesterol bueno).
- Colesterol LDL normal o levemente elevado con partículas pequeñas y densas más vulnerables a la oxidación.

Para el tratamiento de la Dislipidemia los cambios en el estilo de vida son indispensables, sin embargo, existirán ocasiones, donde no será suficiente y por tanto se hace necesario el apoyo con tratamiento farmacológico.

Metas terapéuticas

- Personas diabéticas sin ECV (Enfermedad Cardio Vascolar): Col LDL < 100mg/dl
- Personas diabéticas con antecedentes de ECV: Col LDL < 70 mg/dl
- Adicionalmente TG¹¹ < 150 mg/dl y Col HDL > 40 en hombres y > 50 en mujeres.

Sin embargo el principal énfasis se da en controlar los niveles de LDL.

Cambios en el estilo de vida se refieren principalmente a la reducción de grasas saturadas, grasas trans y colesterol, al control del peso y aumento de la actividad física.

¹⁰ VFG=Velocidad de Filtración Glomerular

¹¹ TG: Triglicéridos

Tipos

Los diferentes tipos de Dislipidemia se dan debido a los distintos ácidos grasos que están fuera del rango normal, con especial énfasis en el colesterol LDL. Los valores exactos se detallarán en el capítulo de bioseñales.

Hipercolesterolemia predominante

Implica niveles de colesterol LDL elevados y triglicéridos normales o levemente aumentados, en estos casos indicar estatinas, si no se logran las metas y el paciente presenta un riesgo cardiovascular alto o moderador, referirlo al especialista

Hipertrigliceridemia aislada

Es necesario intensificar los cambios en el estilo de vida, optimizar el control de la diabetes y eliminar el consumo de alcohol. Existen 3 niveles y por lo tanto 3 tratamientos diferentes, que se detallan a continuación:

- TG 150-499 mg/dl: cambios en estilo de vida, optimizar el control de diabetes, esto es mantener glucemias dentro de rangos normales, y eliminar el consumo de alcohol. Control a los 3 meses
- TG 500-1000 mg/dl: complementar cambios en el estilo de vida con fibratos (alto riesgo de pancreatitis aguda). Control en 1 mes
- TG >1000: Evaluar hospitalización, sino controlar en un plazo de 10 días, si persisten niveles elevados, hospitalizar.

Hipertrigliceridemia aislada predominante y colesterol HDL bajo

Si el colesterol HDL es bajo y niveles normales o levemente aumentados del colesterol LDL indicar fibratos, si están contraindicados se puede usar aceite de pescado y/o Acipimox.

Dislipidemia mixta

El tratamiento asociado con estatinas y fibratos debe ser considerado en personas con una elevación significativa tanto del colesterol LDL como de los triglicéridos, en aquellos pacientes que no logran las metas con monoterapia, derivar a especialista.

Colesterol HDL bajo en tratamiento con estatina

La droga más efectiva para aumentar el nivel de colesterol HDL en pacientes que están recibiendo estatinas es el ácido nicotínico en dosis bajas. Su uso ha sido limitado por

sus efectos secundarios (flush¹², mareos y leve aumento de la glicemia). Referir para evaluación y manejo por especialista.

PIE DIABÉTICO

El síndrome de pie diabético es definido por la OMS como la ulceración, infección y/o gangrena del pie, asociados a neuropatía diabética y diferentes grados de enfermedad arterial periférica. Es la consecuencia de una descompensación sostenida de los valores de glicemia, que desencadenan alteraciones neuropáticas (70% de las úlceras diabéticas), isquemia (15% de los casos), neuro-isquémicas (15% de los casos) y propensión especial a sufrir infecciones, y alteraciones que las llevan a presentar riesgo de lesiones y amputaciones. Las lesiones pueden corresponder a hiperqueratosis, deformidades osteoarticulares y otras, para llegar a ulceraciones activas tanto de la planta como de los bordes del pie o dorso de ortijos y uñas, asociadas o no a infección, lesiones óseas y alteraciones cutáneas. Al menos 15% de los diabéticos presentará ulceraciones en el pie durante su vida. Se estima que 85% de los diabéticos que sufren amputaciones, previamente ha padecido una úlcera¹³

ALGUNAS CONSIDERACIONES

Las entrevistas mostradas en Anexo 1, realizadas a pacientes diabéticos muestran resultados preocupantes, la mayoría de los pacientes no lleva el control sobre su diabetes, no hay una ficha clínica estándar, es decir si cambian de médico los posibles datos almacenados acerca de su salud se pierde, además la mayoría no ha sido capacitado en su enfermedad, no conoce para qué sirven los exámenes que se le realizan, ni si quiera se les informa que deben medir su glicemia constantemente para probar adaptabilidad al tratamiento, así como también a las distintas actividades realizadas, es decir no gestionan su enfermedad, pero tampoco actores que les digan cómo hacerlo, también es preocupante el hecho de que no conocen las patologías asociadas a esta condición.

Otro punto importante es que los pacientes han manifestado desagrado con el pinchazo para las mediciones de glucosa, por lo que finalmente sólo la miden cuando presentan malestar o episodios donde se desvían del tratamiento, la mayoría indica haber sufrido al menos un episodio de hipoglucemia leve, debido a que el malestar es muy alto, la persona reacciona de manera rápida, aunque siempre recurre a algún tercero, esta última parte es relativa, debido a qué cómo revisamos en capítulos posteriores, las crisis de hipoglucemias pueden variar de persona a persona e incluir compromiso de conciencia. Respecto de los servicios de atención públicos y privados, los servicios de salud pública resultan ser precarios para la atención, la toma de horas se realiza en lapsos muy amplios, 3 o 6 meses, lo que es contraproducente si se sospecha de diabetes, un gran número de pacientes manifestó haber migrado del sistema de salud público al privado, sin embargo este último presenta las mismas falencias descritas anteriormente, salvo por la oportuna entrega de horas.

¹² Enrojecimiento facial

¹³ Extraído de las guía clínica de diabetes mellitus II

Es importante tomar estas consideraciones en cuenta, puesto que lo que se propone en este trabajo abarca al paciente como centro del desarrollo de la aplicación, de la manera más completa posible, es decir en todas las mediciones que es necesario y debiese medirse, sin embargo, es importante que el lector tenga en cuenta que esto no siempre funciona así, tanto en la salud privada como la pública.

3. BIOSEÑALES Y REGLAS SIMPLES

Este concepto es uno de los principales para el desarrollo de la aplicación, debido a que a partir de ellas se generarán los indicadores claves para el proceso de monitoreo. Una bioseñal es entendida como cualquier dato medido a través de biosensores o bien ingresado por diferentes actores acerca del estado de salud del paciente, en este sentido una bioseñal bien podría ser el estado de ánimo en que se encuentra el paciente frente a determinadas conductas o tratamientos médicos, así como también frecuencia cardíaca o niveles de temperatura. Este último aporte, le permite a la aplicación valerse de información contextual y por tanto converger a un sistema de monitoreo ubicuo, que actualmente llamaremos semi-ubicuo, pues aún hay intervención humana.

Para la Diabetes tipo 2 existen bioseñales bien establecidas necesarias para el monitoreo y control de los pacientes, a lo que se agrega el control de las diferentes patologías antes mencionadas. Además se expondrá los rangos establecidos.

GLICEMIA

Corresponden a los niveles de azúcar en la sangre, para un importante control es necesario hacer mediciones antes y después de las comidas, así como también posterior a la aplicación de algún esquema insulínico en particular, esto último es muy importante debido a que posterior a la inyección de insulina los niveles de azúcar en la sangre disminuyen considerablemente, lo que puede conllevar a crisis de hipoglucemias. También es importante obtener curvas de los niveles de azúcar a lo largo del día, para encontrar diferentes anomalías o episodios de hiper o hipoglucemia, esto es de vital importancia para el control del paciente, debido a que podrá ir modificando el comportamiento según estos indicadores. Actualmente esta medición se conoce como “glicemias capilares”, que en teoría los pacientes deben hacerse a lo largo del día, estos datos no son almacenados en ninguna base de datos, ni tampoco guardados por el paciente.

Si bien las metas de glucemias varían de acuerdo a los pacientes, es importante considerar los niveles propuesto por organismos internacionales, siempre es recomendable que el paciente se encuentre en los niveles normales, sin embargo según la evolución de su tratamiento es posible visualizar niveles óptimos y sub óptimos, esto puede ir indicando la adherencia a ciertos tratamientos.

Parámetro	Normal	Óptimo	Sub óptimo	Alto riesgo de crisis
En ayunas y antes de las comidas	65-100	70-145	>145	>160
Después de comer (2 horas después)	80-126	90-180	180-250	>250
Hora de dormir	80-100	120-180	<120 o 180-200	<80 o >200
Nocturnas	65-100	80-160	<75 o >160	<70 o 200

Tabla 3: Niveles de glucemia y clasificación
Fuente: Elaboración propia en base a guía clínica y OMS [19]

Para la Hipoglucemia según lo considerado en la guía chilena es de:

Hipoglucemia
<60 mg/dl

Tabla 4: Nivel de glucemia en el que se considera Hipoglucemia
Fuente: Elaboración propia en base a guía clínica [19]

De este indicador nacen las dos crisis más importantes para los diabéticos, la hiperglucemia y la Hipoglucemia, la última es importante tratarla inmediatamente al ser detectada, pues puede producir rápidamente la muerte o compromiso de conciencia.

Este indicador es registrado por biosensores y la idea es que esté 24/7 monitoreado.

HEMOGLOBINA GLICOSILADA HbA1c

Hemoglobina glicosilada, este examen es importante para el control de los pacientes diabéticos y es actualmente el indicador decisivo, pues corresponde a un promedio de azúcar en la sangre, el nivel óptimo propuesto por la guía es del 7%, existe alguna controversia con este nivel pues hay otros documentos que indican que el óptimo está cercano al 6,5% sin embargo, como un 6,5% no se asocia a un menor riesgo cardiovascular es que en este presente documento, también se utilizará como nivel óptimo el 7%. Actualmente es un examen sanguíneo sin embargo en la siguiente sección se propone un examen inmediato hecho por el médico.

Resumen:

	Normal	Óptimo	Sub-óptimo	Alto riesgo
HbA1c	< 6 %	7%	7%-9%	9%

Tabla 5: Niveles de HbA1c óptimos para diabéticos
Fuente: Elaboración propia en base a guía clínica y OMS [19]

PESO

Uno de los aspectos importantes en pacientes diabéticos es el sobrepeso y el posterior control del peso, lo ideal es llevar un control mensual del peso del paciente, basado en los cambios del estilo de vida, como la alimentación, dejar el alcohol, las grasas saturadas, etc. Y a partir de este dato ir ajustando el tratamiento. El rango viene dado por el indicador de más abajo, pues depende de la estatura y de la distribución de masa muscular y grasa. Por lo tanto, por sí solo no aporta mucha información. Sí aporta información hacer un análisis temporal de este dato, para evaluar progreso y efectividad. El peso es un dato entregado en los controles médicos, pero también existirá un recordatorio para que el paciente se pese mensualmente.

IMC (kg/m²)

Es más bien un indicador obtenido a partir de los anteriores bajo una fórmula simple (peso en kilos) debido a que el peso de un paciente puede variar mes a mes es importante que el cálculo se haga mensual, además que permite la clasificación del paciente, es decir, si está sobrepeso, obeso, normopeso o bajo peso. Según escala bien establecida. La definición de la OMS es la siguiente:

	Peso bajo	Peso Normal	Sobrepeso	Obesidad
IMC	<18,5	18,5-24,9	25-29,9	>30

Tabla 6: Rangos de IMC y clasificación del paciente
Fuente: Elaboración propia en base a guía clínica [19]

Este indicador será calculado automáticamente a través del ingreso mensual del peso.

CIRCUNFERENCIA DE CINTURA

Si bien el IMC es un buen indicador para saber si el paciente está obeso o no, no da información acerca de la distribución de la grasa corporal, se ha demostrado que la grasa abdominal o visceral aumenta el riesgo cardiovascular, y este punto en pacientes diabéticos es muy importante, debido a que su condición de diabéticos los clasifica en un alto riesgo cardiovascular. Esto es medible solo con una huincha costurera.

Mujeres	Hombres
---------	---------

Riesgo incrementado	80 cm	94 cm
Riesgo preocupante	88 cm	102 cm

Tabla 7: Medidas y clasificación de riesgo según CC
Fuente: Elaboración propia en base a guía clínica [19]

Este indicador es recabado por la nutricionista, sin embargo se recomienda fuertemente que el paciente lo haga una vez al mes y lo ingrese a través de un formulario a la aplicación.

ACTIVIDAD FÍSICA

Esta medición es importante debido a que es parte fundamental del tratamiento, en pacientes con movilidad reducida se pondrá mayor énfasis en la alimentación, la idea es que se aumente la actividad física, así como también estudie sus niveles de glucemia pre y post ejercicios o movimiento. Es importante señalar que a pesar de que se recomienda actividad física, no existe ningún profesional de salud que capacite al paciente en este aspecto, y por tanto, es el paciente el que debe autogestionarlo, en pacientes diabéticos deben hacerse, además mediciones de glucemias pre y post ejercicio, pues pueden ocurrir episodios de hipoglucemia. En la parte de biosensores se propondrán algunos que miden los niveles de actividad física de las personas. No existen niveles óptimos, pero sí recomendados por la OMS:

- Los adultos de 18 a 64 años dediquen como mínimo 150 minutos semanales a la práctica de actividad física aeróbica, de intensidad moderada, o bien 75 minutos de actividad física aeróbica vigorosa cada semana, o bien una combinación equivalente de actividades moderadas y vigorosas.
- La actividad aeróbica se practicará en sesiones de 10 minutos de duración, como mínimo.
- Que, a fin de obtener aún mayores beneficios para la salud, los adultos de este grupo de edades aumenten hasta 300 minutos por semana la práctica de actividad física moderada aeróbica, o bien hasta 150 minutos semanales de actividad física intensa aeróbica, o una combinación equivalente de actividad moderada y vigorosa.
- Dos veces o más por semana, realicen actividades de fortalecimiento de los grandes grupos musculares.

Como esta es una parte importante del tratamiento de los diabéticos, se propone recomendar ejercicios para cada persona, recomendaciones de cómo hacerlos bien o de qué manera podría optimizar su entrenamiento. Este indicador no requiere ser llenado por el paciente pues será medido a través de biosensores, sin embargo es factible y se propone como una idea útil, hacer una comunidad para el apoyo de estos pacientes.

ALIMENTACIÓN

La mayoría de los pacientes diabéticos no realiza sus dietas (Basado en entrevista a Nutricionista del Hospital clínico de la Universidad de Chile Ver anexo 1), la mayoría la tiene pero no las sigue o bien se las saben de memoria pero tampoco la siguen, el principal problema del paciente diabético, es que es un paciente que no se siente enfermo, debido a que hasta ese momento se sabía sano y si no presenta otras condiciones, eso aumenta, pues la progresión de la enfermedad es bastante lenta.

No hay rangos, solo la nutricionista es la que puede señalar los alimentos que puede comer y las porciones específicas, lo que se propone en este aspecto es ingresar el plan nutricional al sistema y que la persona y/o un familiar o cuidador puedan ingresar si hay desviaciones, de esta manera se pueden detectar anomalías o “fraude”, es decir que el paciente mienta con respecto a su dieta.

El plan nutricional es ingresado a la ficha electrónica por la nutricionista, sin embargo, es el paciente el que puede interactuar con la aplicación e indicar si no cumple ese plan nutricional.

PRESIÓN ARTERIAL

Según lo expresado por los profesionales de salud, el deterioro que produce la diabetes en los pacientes, lleva al largo/corto plazo (dependiendo del grado de avance de la enfermedad) a desarrollar problemas de hipertensión arterial, es por esto que la presión es una bioseñal que se debe monitorear desde al diagnóstico, aun cuando el paciente presente una presión dentro de los niveles normales. Es necesario aclarar que los rangos presentados en la tabla son para personas diabéticas y no aplica para personas sin esta condición. Este dato es capturado a través de biosensores.

	Normal	Hipertenso
Sistólica	130 mmHg	>130 mmHg
Diastólica	80 mmHg	>80 mmHg

Tabla 8: Niveles de PA para diabéticos
Fuente: Elaboración propia en base a guía clínica [19]

INSPECCIÓN DE LA PIEL

Es el médico quien hace este examen en primera instancia, y durante los controles periódicos, sin embargo el paciente también es responsable de inspeccionar su piel cada cierto tiempo en búsqueda de anomalías como acantosis nigricans, o la presencia de acocordones.¹⁴ Este dato es ingresado por el médico y por el paciente. Esta inspección es parte del examen físico que se realiza del paciente, es llevado a cabo por el doctor.

VALORACIÓN DEL RISEGO DE ULCERACIÓN Y AMPUTACIÓN DEL PIE

¹⁴ Los acocordones son pequeños tumores benignos que se encuentran principalmente donde la piel forma pliegues.

Es medido a través de un formulario, si bien esta medición la hace un profesional de la salud, es importante señalarle al paciente que debe revisar sus pies de manera constante e informar de cualquier cambio o síntoma que este presentando respecto de este ítem. Esta es una información ingresada por el médico y se mide según un formulario que el lector puede encontrar en el anexo 2 y los puntajes son los siguientes.

50 o más puntos, riesgo máximo	25-49 puntos, riesgo alto	<25 puntos, riesgo moderado
Manejo de úlcera de acuerdo a norma específica	Reevaluación en 6 meses	Evaluación Anual
Reevaluación factores de riesgo en 3 meses	Educación para pacientes de alto riesgo	Educación General
Si persiste > 50 puntos en la reevaluación trimestral, derivar al siguiente nivel		

Tabla 9: Clasificación del nivel de riesgo de ulceración y amputación del pie
Fuente: Elaboración propia en base a guía clínica [19]

PERFIL LIPÍDICO

Como las metas lipídicas son a largo plazo, debido a que responden a cambios en la alimentación y la actividad física, que este examen puede ser entre lapso de tiempo de 3 meses y son exámenes de sangre indicados por el médico, es importante que la data sea registrada en la aplicación para poder generar indicadores y curvas en el tiempo del perfil lipídico del paciente.

Persona diabética	TG	CoI HDL	CoI LDL
Sin ECV	<150 mg/dl	>40 mg/dl	<100 mg/dl
Con ECV	<150 mg/dl	>40 mg/dl	<70 mg/dl

Tabla 10: Niveles meta de Ácidos grasos en pacientes diabéticos
Fuente: Elaboración propia en base a guía clínica [19]

CREATININA SÉRICA

Este examen se utiliza para evaluar el funcionamiento renal. La creatinina es eliminada del cuerpo completamente por los riñones. Si la función renal es anormal, los niveles de creatinina se incrementarán en la sangre, debido a que se elimina menos creatinina a través de la orina. Los niveles de creatinina también varían de acuerdo con la talla y la masa muscular de la persona. Si bien este examen es para evaluar si el paciente padece de nefropatía diabética, es parte de los exámenes diagnósticos, y formar parte de los antecedentes, es un examen de sangre.

Creatinina sérica normal
0,8-1,4 mg/dl

Tabla 11: Niveles normales de Creatinina Sérica
Fuente: Elaboración propia en base a guía clínica [19]

ORINA COMPLETA

Mide una serie de indicadores, infecciones urinarias, funcionamiento renal, verifica si el paciente presenta glucosuria o proteinuria y en caso de que no exista esta última, el médico ordena un segundo examen de orina en búsqueda de micro albúmina, es parte del diagnóstico y es el médico el que puede requerirlo nuevamente si tiene sospecha debido a algún síntoma que presente el paciente. Forma parte de la realización del perfil del paciente, que es un proceso dentro del diagnóstico de la enfermedad

DATOS EXTRA

Estatura

Medición de la estatura del paciente, si el paciente es adulto este dato es requerido solo una vez, o a menos que se presenta una situación irregular. Se mide en metros y forma parte del indicador del IMC.

Antecedentes familiares de diabetes

Esto es parte de la ficha clínica del paciente, si bien no es una bioseñal propiamente tal, aporta antecedentes acerca de la herencia que tiene la enfermedad, es un dato no decisor para este trabajo, sin embargo cuando se aborde la prevención de diabetes puede resultar útil tener en cuenta este dato.

Nivel de escolaridad

Este antecedente es crucial a la hora de indicar el tratamiento, sobre todo en los procesos en los que se educa al paciente sobre su condición y más aún si es que estará totalmente monitoreado, pues también deberá capacitarse para autogestionar el monitoreo.

Consumo de alcohol o drogas

Es necesario considerar estos dos casos, debido a que son condiciones de riesgo y además pueden alterar cualquier tipo de tratamiento que se administre.

Complicaciones

Lo que respecta a otras complicaciones en términos de bioseñales, es necesario que la ficha clínica o la aplicación almacene el dato de que si el paciente presenta alguna patología asociada a la diabetes, o bien no asociada a esta pero que sí puede afectar antes posibles complicaciones o estadios de crisis.

Tratamiento

Es importante, hacer un ajuste del tratamiento al principio, debido a que el tratamiento debe ser personalizado al paciente, Es decir quedará estipulado todas las condiciones que hacen de ese tratamiento el mejor del paciente.

Nivel de riesgo cardiovascular

Se refiere a una serie de tablas y condiciones que calculan el riesgo cardiovascular del paciente, este punto es de suma importancia y se abordará en mayor profundidad en la parte de procesos, es importante destacar, que parte de las metas en pacientes diabéticos es disminuir el riesgo cardiovascular.

Datos contextuales

- Ubicación del paciente: Casa, trabajo, calle, etc.
- Actividad que realiza en esos contextos: trabaja, está de pie, va conduciendo, etc.

Que se propone en primera instancia y como fase de prueba ser ingresados por el paciente y generar procesos para unos pocos contextos.

4. BIOSENSORES

En este capítulo se detallan los dispositivos necesarios para el monitoreo remoto de pacientes con Diabetes tipo 2, se expondrán además las mediciones principales y no se tomará en consideración la variable económica, sino la mejor opción tanto para el paciente como para el sistema de monitoreo.

4.1 MEDIDORES DE GLUCEMIA

Glucemia capilar

Este dispositivo es ampliamente utilizado en el mercado, es el más común de los medidores de glucosa y existe una amplia oferta y certificaciones a lo largo del mundo, se compra en la farmacia y consta de una tira reactiva que es leída por el glucómetro, según la entrevista realizada, los pacientes se miden poco la glucemia, porque este dispositivo requiere de una muestra de sangre, es decir de un pinchazo, lo que provoca molestias y finalmente estos pacientes terminan no utilizándolos y manejando precariamente su enfermedad. La ilustración 13 muestra estos dispositivos.



Ilustración 13: Medidor de glicemia capilar

Fuente: Bayer lab

Según un estudio realizado por [27]¹⁵ que mide la precisión de distintos medidores de glucosa en el mercado, comparado a la muestra de sangre de laboratorio, los medidores más fiables corresponden a la marcas que obtuvieron las mejores correlaciones ($>0,98$), entre ellas se encuentran : Accutrend Alpha, Glucocard en todos sus modelos, Glucometer Elite, Glucotouch y Glucotrend

Infusor de Insulina

¹⁵ <http://www.elsevier.es/es-revista-endocrinologia-nutricion-12-articulo-estudio-diversos-aparatos-medicion-glucemia-8595>

Los infusores de insulina son la alternativa que existe actualmente en el mercado, para la inyección de insulina y la medición de azúcar en la sangre, el problema radica principalmente en que no todos los pacientes con diabetes tipo II son insulino dependientes y por tanto no todos los pacientes pueden hacer uso de él. Existen, además, dificultades técnicas al respecto, pues aun cuando el paciente tenga programada sus dosis de insulina y sus mediciones, el infusor debe ser calibrado con medidores de glucemia capilar, lo que no soluciona el problema anterior y debe hacerlo varias veces al día. Este medidor mide la insulina de manera subcutánea, existe además una alta probabilidad de sufrir crisis cetoacidóticas de no calibrar bien el infusor, también existe bastante oferta en el mercado, sin embargo es costoso y es más ampliamente utilizado en pacientes con diabetes tipo I que diabetes tipo II. Por lo tanto no será el biosensor a utilizar para medir concentraciones de glucosa en la sangre.

Otros Medidores de glucosa

Freestyle Libre Flash Glucose monitoring System

Este innovador sistema, que aún no es traído a Chile, mide la glucosa a través de un sensor que se pega en la piel, el que mide la glucosa intersticial, se calibra muy pocas veces, transmite la señal al monitor que aparece más abajo, así como también a una aplicación en el celular de libre acceso para manejar los propios niveles de insulina.

¿Requiere de mediciones de glucemia capilar? Sí, efectivamente este dispositivo no es independiente, pero sólo la necesita frente a cambios fuera de rangos considerables en las mediciones, también para comprobar ciertos episodios de crisis. El sistema además es capaz de avisar cuando existen episodios de Hipoglucemia.



Ilustración 14: Biosensor que mide glucosa Intersticial

Fuente: <http://www.freestylelibre.co.uk/> [28]

A continuación se muestra una de las vistas de la aplicación, es además, importante señalar que este sistema ha sido aprobado por la Unión Europea para la utilización en esos países.

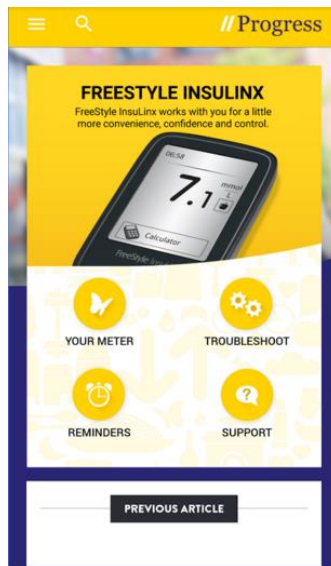


Ilustración 15: Vista de la aplicación asociada al biosensor
Fuente: <http://www.freestylelibre.co.uk/> [28]

Este biosensor se perfila como el candidato más aceptable para el monitoreo remoto propuesta en este trabajo, pues no solo permite mediciones más precisa, sino que ya tiene desarrollado un sistema de monitoreo completo, relacionado con el azúcar de la sangre, que a diferencia de esta memoria no considera la integración con el proceso de gestión de pacientes crónicos en un hospital.

Glucosense

Glucosense es un medidor de glucosa en sangre desarrollado por la universidad de Leeds (UK)¹⁶ está en fase de desarrollo y se presenta como una alternativa futura, no invasiva, el mecanismo por el que funciona es mediante el uso de nanotecnologías, el paciente solo debe colocar su dedo en la parte de vidrio observada en la imagen y esperar unos 30 segundos a que marque el resultado en un computador.



Ilustración 16: Biosensor Glucosense
Fuente: <http://www.glucosense.net/> [29]

¹⁶ <http://www.glucosense.net/>

4.2 MEDIDORES DE HbA1c

Llama la atención que muchos de los pacientes que padecen diabetes tipo II no conocen este examen, ni lo que representa, ni cómo medirlo, inclusive es solicitado al momento de obtener documentos, es un examen que solicita el médico en los controles periódicos, pero aun cuando la persona no se controle puede medirlo en su hogar e ingresarlo al sistema de monitoreo, no es un examen que se hace constantemente y la idea es medirlo cada 3 meses, mientras el paciente se adapta al tratamiento, y luego cada 6 meses. Así mismo el médico puede tenerlo en su consulta e inmediatamente obtener el resultado, pues este toma 5 minutos.

Este medidor de hemoglobina glicosilada tiene una correlación del 0.99 con las muestras extraídas del laboratorio, lo que lo hace un método confiable para la toma de decisiones, si bien no transmite la señal a ningún sistema, este puede ser ingresado por el médico, recordar que la HbA1c es un porcentaje solamente y no especifica mayor detalle. También puede ser ingresado por el paciente, pero se dará prioridad al médico.

5 RAZONES PARA USAR A1CNow+
SISTEMA MULTI-ANÁLISIS HbA1c



MÁS EXACTO Y PRECISO

- Exactitud: excelente correlación ($r=0.99$) con el método de laboratorio estandarizado NGSP¹
- El certificado NGSP (National Glycohemoglobin Standardization Program) se otorga a un método después de pasar por 100 de sus resultados está dentro del intervalo $\pm 0.8\%$ del valor de referencia.
- Precisión: Coeficiente de variación estimado = 2.74% ² (a valores de hemoglobina glicosilada de 5.0)

RÁPIDO

- Resultados en sólo 5 minutos.
- Permite tomar decisiones de inicio o ajuste de tratamiento inmediatamente.

SIMPLE

UNA RÁPIDA DETERMINACIÓN EN 3 SIMPLES PASOS

1. TORNAR MUESTRA
2. COLOCAR Y ACCIONAR EL MUESTREADOR
3. INSERTAR EL MUESTREADOR EN EL DISPOSITIVO

CÓMODO

- No requiere instalación ni mantenimiento.
- No requiere refrigeración si se usa en un periodo de 4 meses.

PORTÁTIL

- Se puede transportar fácilmente de una consulta a otra gracias a su pequeño tamaño.
- Disponible en kits de:
 - 1 medidor descartable
 - 10 cartuchos de 1 test ciano
 - 10 kits de dilución de la muestra.

Ilustración 17: Medidor de Hemoglobina glicosilada
Fuente: <http://www.diabetes.bayer.com.ar/productos/a1cnov.php/> [30]

4.3 MEDIDORES DE PRESIÓN ARTERIAL

Los medidores de presión arterial son más accesibles, existe una amplia oferta en el mercado Chileno, acá se presenta un medidor de presión de muñeca, algunos varían en funcionalidades y métodos o lugares del cuerpo dónde es medida la presión. Es importante monitorear la presión del paciente diabéticos por dos motivos esenciales, el primero es que el desgaste de hiperglicemias constante provoca en el sistema circulatorio un deterioro que llevará al paciente en algún momento padecer de

hipertensión, lo que se ha mencionado reiterativamente a través del presente trabajo, o bien el riesgo cardiovascular del paciente es alto, por lo que podría tener algún episodio hipertenso o crisis embólica.



Ilustración 18: Medidor de presión arterial
Fuente: Marca OMRON [30]

4.4 ACELEROMETRO Y GPS

El acelerómetro será utilizado para medir el nivel de actividad física del paciente y el GPS para la señal de la ubicación, para ambos se ha considerado que el uso del teléfono móvil es suficiente.



Ilustración 19: Mostrar el uso de celular

4.5 NORMATIVA CHILENA ASOCIADA A LOS BIOSENSORES

Si bien es importante considerar los dispositivos idóneos para la medición de bioseñales, que acompañan al monitoreo de los pacientes con diabetes tipo II, también es importante comentar acerca de la normativa a las cuales deben someterse los dispositivos y los requisitos necesarios para ser parte del sistema de salud público Chileno.

Para el ISP [31]¹⁷ un kit de sensores fisiológicos es considerado un dispositivo médico, como tal se rige por el Reglamento de control de productos y elementos de uso médico, donde se establecen las normas que debe implementar el laboratorio que decida importar o desarrollar algún producto, también hay una opción de importar artículos para pruebas o ferias médicas, por lo tanto son dos cosas fundamentales a aplicar a estos dispositivos, la primera es el registro sanitario referente al dispositivo (Para solicitar el registro de los Dispositivos médicos bajo control sanitario se debe completar el formulario SDM/005), sin embargo No todos los equipos están sometidos a control sanitario, y segundo las normas aplicable al laboratorio o la empresa que industrializa y comercializa el producto, todo esto en el documento antes mencionado. Además si se presentan problemas después de la comercialización el usuario y los fabricantes deben acogerse a la guía técnica de sistemas de tecnovigilancia.

Algunos de los documentos que deben presentar para obtener los registros sanitarios:

1. Certificado de Evaluación de la Conformidad, emitido por un Organismo Autorizado, (según DS 825/98, Art. N° 8 y siguientes)
2. Certificado para propósitos de exportación otorgado por la Autoridad Sanitaria correspondiente, debidamente legalizado.
3. Documento emitido por el Fabricante donde reconoce a la Empresa solicitante como distribuidora de sus productos.
4. Certificado del Sistema de Gestión de Calidad en la Fabricación (Ej: ISO 13485, ISO 9001 u otros).
5. Certificado de Esterilidad de los lotes declarados (exigible para jeringas y agujas)
(Última actualización 30.06.2014)

Los Dispositivos médicos que no requieren control sanitario (que no son invasivos a la persona, y que en general son todos los biosensores, excepto el A1CNOW), actualmente no tienen requisitos y pueden ser comercializados sin restricciones en el país, sin embargo queda el fabricante o distribuidor del dispositivo como exclusivo responsable. Pese a lo anterior el ISP recomienda la inscripción de empresas (que a al largo plazo otorga mayores garantías al consumidor) que distribuyan los dispositivos médicos junto con su lista respectiva de dispositivos, para este propósito se debe completar el formulario SDM/004, posteriormente se procede a ingresar el formulario, completo, vigente, legible en la oficina de Gestión de trámites del ISP y cancelar el arancel que corresponda según lo dispuesto para dicho trámite.

¹⁷ <http://www.ispch.cl/preguntasfrecuentes>

5. DISEÑO DEL PROCESO DE GESTIÓN DE PACIENTES CRÓNICOS

5.1 ARQUITECTURA DE MACROPROCESOS

Es de importancia dejar claro que no se pierde la perspectiva del negocio del proyecto, es por esto que basado en la metodología del académico O. Barros en su libro Business Engineering and Service Applications for Health Care Institutions [32], se presentan los macroprocesos de los hospitales (obtenidos a partir de cientos de proyectos desarrollados en hospitales chilenos) y en cual se posiciona este trabajo, cabe mencionar que el negocio que queremos introducir en el hospital es “Proceso de gestión de pacientes crónicos”:

A continuación comenzamos con la arquitectura de más alto nivel, tal como se muestra en la Ilustración 20 y como son descritos más abajo, todo hospital se compone de los siguientes macroprocesos:

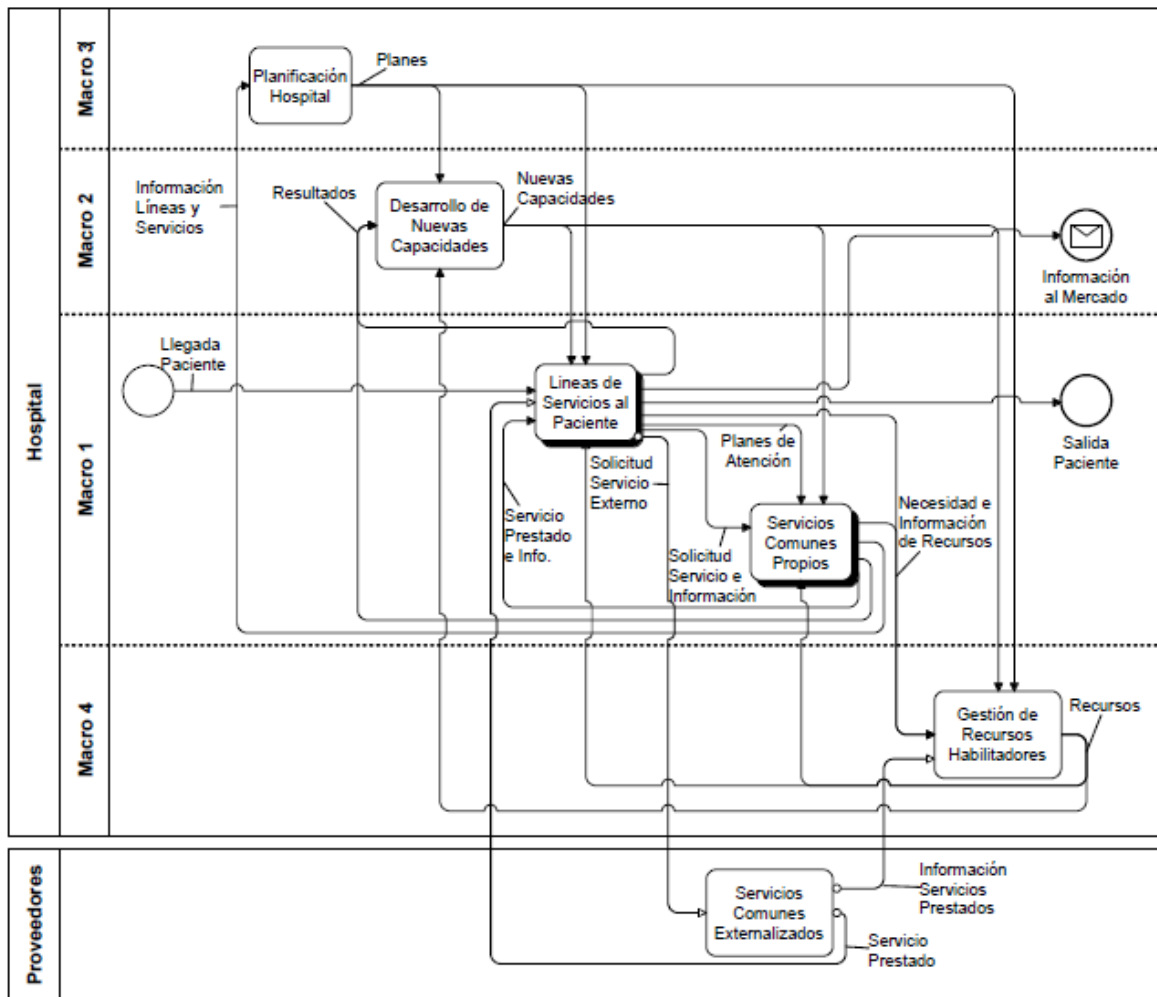


Ilustración 20: Macroprocesos de hospitales basado en patrones

Fuente: Business Engineering and Service Applications for Health Care Institutions [32]

Macro 1: Cadena de Valor

Representa un conjunto de procesos que ejecuta la producción de los bienes y/o servicios de la organización, lo que considera toda la interacción con el cliente, desde generar requerimientos, hasta la satisfacción de estos mismos. En los hospitales es posible detectar dos macro-procesos dentro de Macro 1.

Macro 2: Desarrollo de Nuevas Capacidades

Corresponde al conjunto de procesos que desarrollan las nuevas capacidades que la empresa requiere para ser competitiva: nuevos productos y/o servicios; infraestructura necesaria para poder producir y operar; y los nuevos procesos de negocios que aseguren efectividad operacional y creación de valor hacia pacientes en el caso de hospitales

Macro 3: Planificación del Negocio

Planificación del negocio que comprende el conjunto de procesos necesarios para definir el curso futuro de la organización en la forma de estrategias, que se materializan en planes y programas.

Macro 4: Gestión de Recursos

Conjunto de procesos de apoyo que gestionan los recursos que necesitan los procesos anteriores para operar. En general, en las organizaciones existen procesos comunes de apoyo para recursos financieros, humanos, infraestructura y materiales.

El proceso de gestión integral del paciente y el monitoreo se incluirán en ***Líneas de servicios al paciente***, que son todos los servicios que se ofrecen directamente al paciente, salvo Análisis y gestión de demanda conjunta, que no es parte de la cadena de valor para el paciente. Entre estos servicios se encuentran y se muestran en la ilustración 21:

- **Oferta de otros servicios:** Se refiere a servicios externos que generalmente se ofrecen en el contexto de la salud privada.
- **Atención de Urgencia:** La atención de urgencia es uno de los servicios más importantes dentro de la atención de salud, se trata de la llegada de pacientes graves o que su no tratamiento oportuno puede causar muerte o graves secuelas.
- **Atención ambulatoria electiva:** Corresponde al servicio médico que no requiere de camas ni hospitalización, en la misma línea anterior los pacientes ambulatorios presentan condiciones de menor gravedad, en este servicio también está integrado el servicio de toma de exámenes ambulatorios.
- **Atención cerrada:** Corresponde a la hospitalización de los pacientes dada su alta gravedad y complejidad. Este es un servicio complejo que pone en juego la

priorización de pacientes y los estudios de demanda, además de la gestión de camas.

LÍNEAS DE SERVICIOS DE ATENCIÓN AL PACIENTE

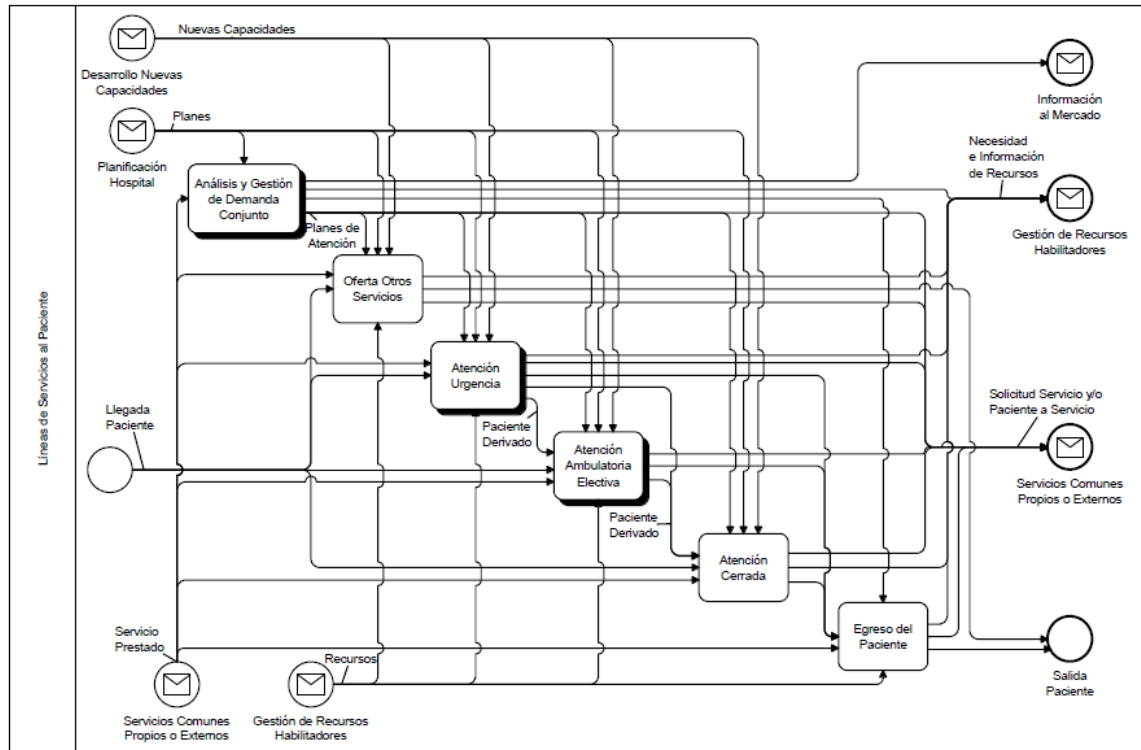


Ilustración 21: Líneas de servicios al paciente.

Fuente: Business Engineering and Service Applications for Health Care Institutions [32]

Dentro de los servicios anteriormente mencionados, incluiremos el monitoreo en **Atención ambulatoria electiva**, esto debido a que los pacientes diabéticos no se encuentran hospitalizados y cuyo proceso comienza con, efectivamente una atención ambulatoria electiva.

En la ilustración 22 se presenta el macroproceso de atención ambulatoria electiva, cabe destacar que se incluye mantenimiento de estado debido a que es necesario para la entrega de este servicio, y es común a los servicios del hospital. A pesar de que se presentan los subprocesos, estos han sido modificados para ajustarse mejor al proyecto quedando de esta manera los principales subprocesos:

- **Análisis Atención ambulatoria electiva y Necesidades del paciente:** Lo que se hace es sub-especializar la administración de relación con el paciente, en *Análisis de Atención electiva ambulatoria y Necesidades del paciente*. Su objetivo fundamental es determinar el riesgo de los pacientes para efectos futuros de sus tratamientos.

- Gestión de Producción:** En esta actividad se realiza un análisis del paciente para completar su perfil, no sólo si es diabético, hay que indagar en la condición de salud del paciente. Acá toma principal énfasis la ontología y su personalización. Es en este subproceso en que se planifica el proceso de gestión de pacientes diabéticos. Este proceso se aborda más adelante.
- Producción y entrega del servicio de atención ambulatoria y proceso de gestión de pacientes crónicos:** Realiza de manera conjunta variadas actividades, lo primero es el control realizado por el sistema, este se desarrolla de manera automática. En esta etapa se capturan los datos provenientes de los biosensores y se ejecutan las lógicas de negocio (consultas de las reglas simples) y las notificaciones de las alertas de crisis. Una vez gatilladas las alarmas preventivas por el proceso anterior, es el equipo multidisciplinario el encargado de realizar las acciones, que son desplegadas en los planes de intervención según corresponda el caso. De aquí se despliegan los servicios de *Tratamiento y control*

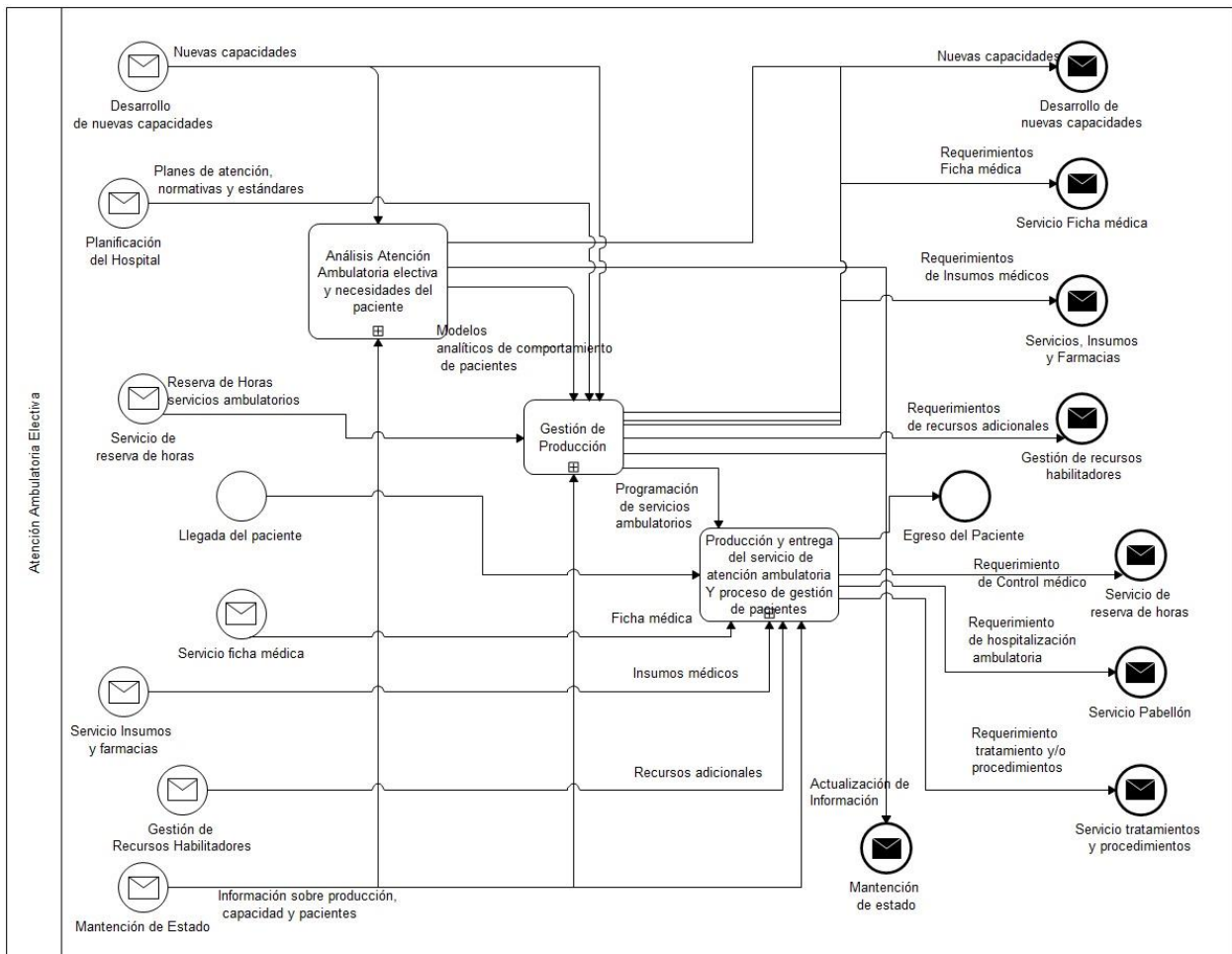


Ilustración 22: Atención Ambulatoria Electiva.

Fuente: Elaboración propia

Gestión de producción

En la ilustración 23 se puede apreciar el macro-proceso gestión de producción del que aquí llamamos tratamiento ubicuo, este concepto se usa sólo para nombrar el tipo de tratamiento, cabe destacar, que, como se explicará en la parte de procesos, el monitoreo comienza con una consulta ambulatoria electiva, incluso su planificación, que es la que finalmente realiza la enfermera al entregar el servicio. Hay que destacar que de aquí en más, en lo referente a los procesos hospitalarios se puede tratar como los procesos a atención domiciliaria, puesto que el paciente está monitoreado 24/7, sólo tratar, pues como se ha dicho es un tratamiento no sólo en el hogar.

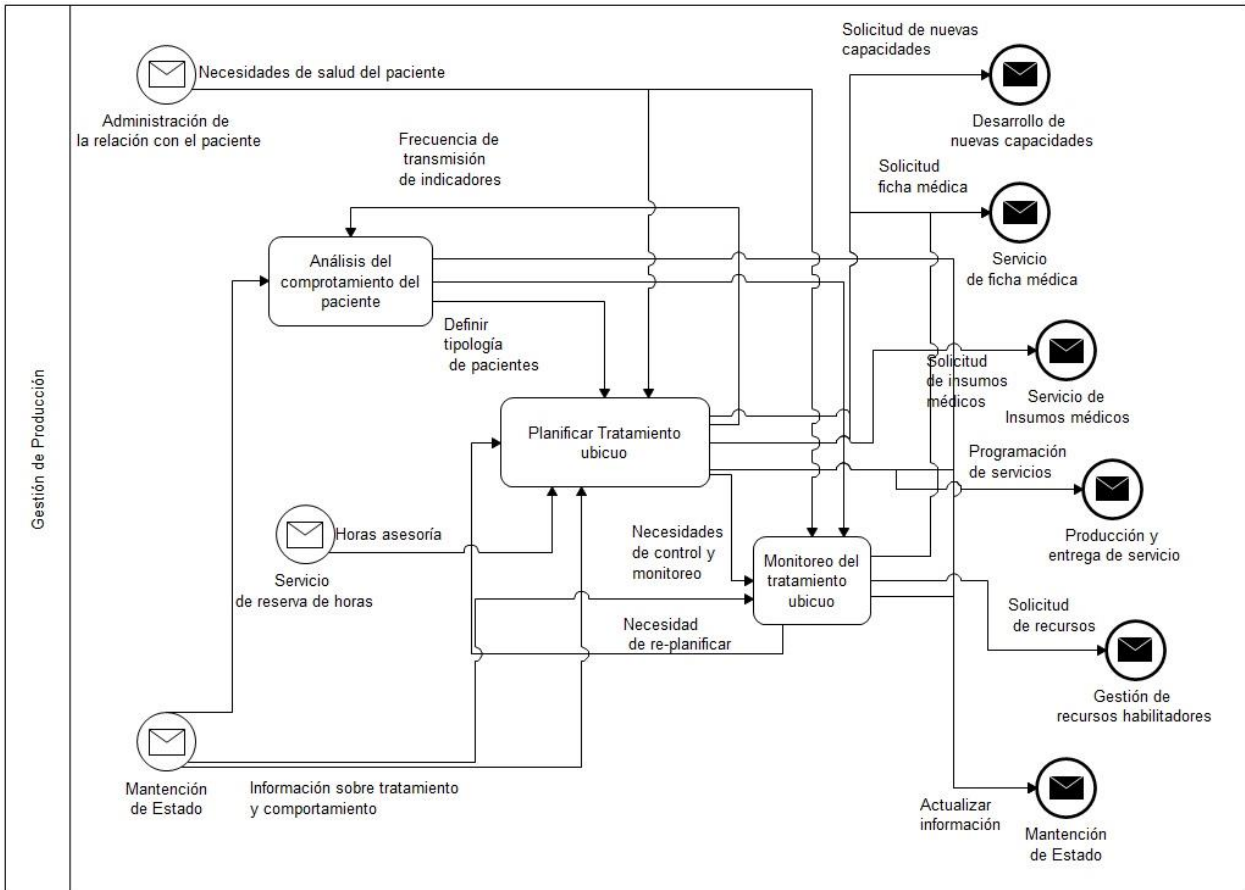


Ilustración 23: Gestión de Producción.
Fuente: Elaboración propia

Lo primero a realizar es el Análisis del comportamiento del paciente, que en esta tesis no es más que la realización completa del perfil del paciente, este con el fin de personalizar los tratamientos. A continuación como se puede distinguir como tratamiento domiciliar en cuanto a algunos macroprocesos es que se ha usado la Ilustración 24

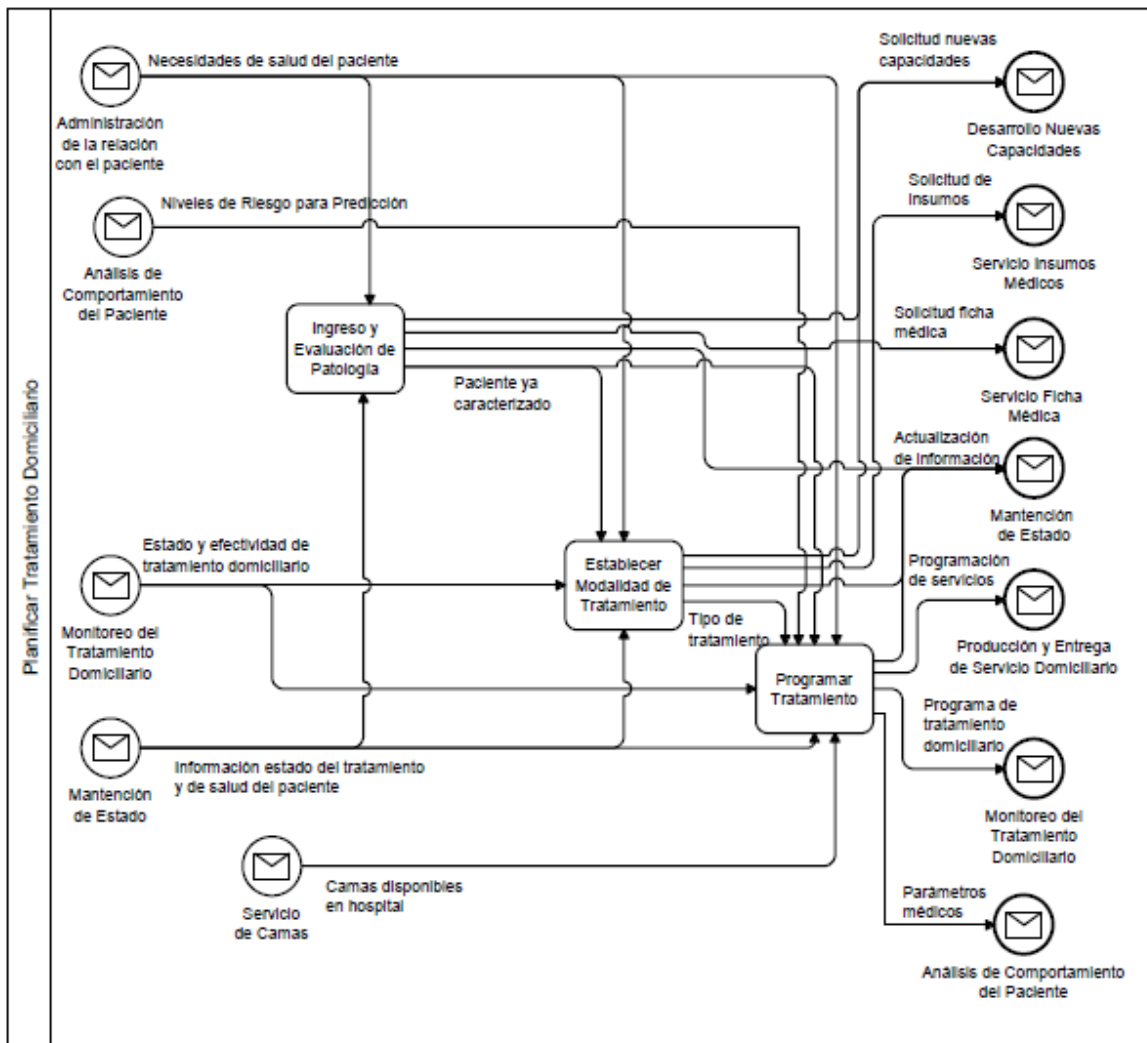


Ilustración 24: Planificar tratamiento.

Fuente: [33]

El ingreso y evaluación de la patología está incluido en los procesos de diagnóstico y tratamiento, en la modalidad de tratamiento no incluiremos los procesos, puesto que esta tesis no abarca esa parte, ni tampoco el uso de recursos hospitalarios, esto debido a que el enfoque es más bien genérico, sin embargo, sin perder de vista la lógica de los negocios, se presentan acá los macroprocesos generales luego se programa el tratamiento, este proceso se incluye en la ilustración 53.

5.2 PLANES DE INTERVENCION

Un plan de intervención se define como todo macroproceso asociado al cuidado de salud del paciente diabético, desde el momento del diagnóstico y durante toda su vida, un plan de intervención, en palabras simples, es una serie de acciones que define procedimientos y servicios, desplegados en determinados contextos, es decir se gatillan con información contextual, también asociado a las alarmas y gestiones hospitalaria, así como también en el hogar o diversos contextos.

5.2.1 ACTIVIDADES GENERALES DEL PROCESO DE GESTIÓN DE PACIENTES CRÓNICOS

En la ilustración 23 se presenta la estructura general de los procesos de los cuáles se desprenderán los planes de intervención como instanciación de los procesos anteriores:



Ilustración 25: Esquema que representa las actividades generales
Fuente: Elaboración propia

DIAGNÓSTICO

Este es un proceso hospitalario (implica protocolos determinados), los pacientes generalmente llegan al hospital por estas razones:

- Hiperglucemia
- Obesidad
- Hipertensión
- Malestar general
- Visita de rutina

En este caso, independiente del motivo por el que llegue el paciente, siempre se requerirá una consulta médica, incluso después de la estabilización de las crisis, es decir, aun cuando el paciente haya estado hospitalizado y debutado con diabetes en ese momento, puesto que, siempre es necesaria la conversación con el médico para seguir todas las indicaciones e informarse respecto a su condición, todo esto es debido a que esta tesis no abarca medidas preventivas de la diabetes ni los momentos anteriores del diagnóstico.

TRATAMIENTO

Estos procesos son hospitalarios, domiciliarios y ubicuos (en todo momento), representan los distintos procedimientos relacionados con el estado de salud del paciente y cambios en el estilo de vida.

MONITOREO Y CONTROL

La etapa de control conlleva dos grandes grupos, por un lado **Controles periódicos** que representan procesos hospitalarios, corresponde a exámenes que se hacen cada cierto tiempo (Involucra un equipo multidisciplinario). En este proceso juega un rol importante la revisión de los datos obtenidos a partir de la aplicación de monitoreo y los biosensores, pues permite reaccionar frente a estos mismos escenarios medidos, a la vez que medir inconsistencias respecto del estado de salud del paciente y la información que este entrega. El **Seguimiento** es el proceso en que se recogerán los datos y bioseñales acerca del estado de salud del paciente en todo momento, cabe mencionar que en Chile los datos son escasos, en general no se hace seguimiento, salvo los controles médicos, es por esto que este proceso es parte fundamental del tratamiento del paciente, proporcionando datos, así como también indicadores relevantes que permitan al médico apoyar su toma de decisiones y personalizar en mayor medida el tratamiento del paciente.

El **monitoreo** propiamente tal, implica varias etapas, desde la detección del tipo de tratamiento, el ajuste a este mismo, está a cargo de un equipo multidisciplinario. Estos se encargan de incluir los elementos de la ontología pertenecientes a cada paciente, recordar que esto debe ser así pues el tratamiento y los demás aspectos relacionados con los diabéticos son personalizados, esto debido a que cada paciente expresa la enfermedad de manera diferente. Este monitoreo es entregado por el hospital quien designará recursos para tal motivo. La actividad de monitoreo tiene distintas funciones que se detalla en las próximas secciones, éstas son **alarmas** y **recomendaciones**. En la etapa de alarmas están contenidos los procesos asociados a las alertas preventivas y las condiciones que las gatillarán, contempla los estados de crisis del paciente, las alarmas sobre el tratamiento y las desviaciones de ciertas conductas apropiadas para su estado de salud, puede gatillar procesos hospitalarios o bien generar alarmas para los distintos actores. En la función de recomendaciones, se incluirán recomendaciones de ciertos procedimientos, sugerencias para el paciente y los distintos actores.

El **monitoreo remoto**, los **biosensores**, y **prevenir el riesgo de crisis** (para las cuales el conocimiento experto está formalizado en las guías clínicas) son los ejes del control de los paciente, esto permite no sólo mejorar la calidad de vida del paciente,

sino que también mejorar los procesos existentes dentro del tratamiento y cuidado que ya se lleva a cabo, proveyendo al médico con una serie de datos e indicadores, pero también permitiendo al paciente auto gestionar su enfermedad, a través de la automatización de indicadores y cálculos engorrosos de calcular “a mano”.

5.2.2 PLANES DE INTERVENCIÓN FORMALES

DIAGNOSTICO

Para el diagnóstico de la Diabetes tipo 2 se considera el escenario en que el paciente asiste a una consulta médica, esto debido a que al considerar las hospitalizaciones muchas veces, no se tiene el tiempo para tratar a los pacientes adecuadamente, por lo que, finalmente terminan yendo a la consulta médica y siguen el mismo proceso acá descrito.¹⁸

Los síntomas clásicos corresponden a los descritos anteriormente en la parte de síntomas, este proceso es un proceso estándar y es hospitalario, es importante destacar que al momento del diagnóstico el médico debe determinar el riesgo cardiovascular que posee el paciente.

Como se aprecia en la ilustración 24 es de suma importancia el proceso de realizar el perfil completo del paciente, que conlleva los pasos estipulados en la sección de historia clínica (sección 2.3), con las recomendaciones correspondientes, es sólo un proceso debido a que en realidad se trata de la acción de ingresar los datos al sistema, y completar los términos de la ontología. Este proceso se completa en el tratamiento del paciente, ya que para completar todo el perfil y por tanto también el tratamiento que seguirá el paciente se requiere de la participación de otros actores como por ejemplo, la nutricionista.

En esta fase diagnóstica el paciente indaga en las patologías asociadas, el grado de avance de la enfermedad y los estilos de vida del paciente.

¹⁸ Situación mencionada por nutricionista que trata hospitalizaciones directamente: Nutricionista titulada de la Universidad de Chile, María José Reyes Muñoz, quien actualmente desempeña su cargo en el Hospital Clínico de la Universidad de Chile.

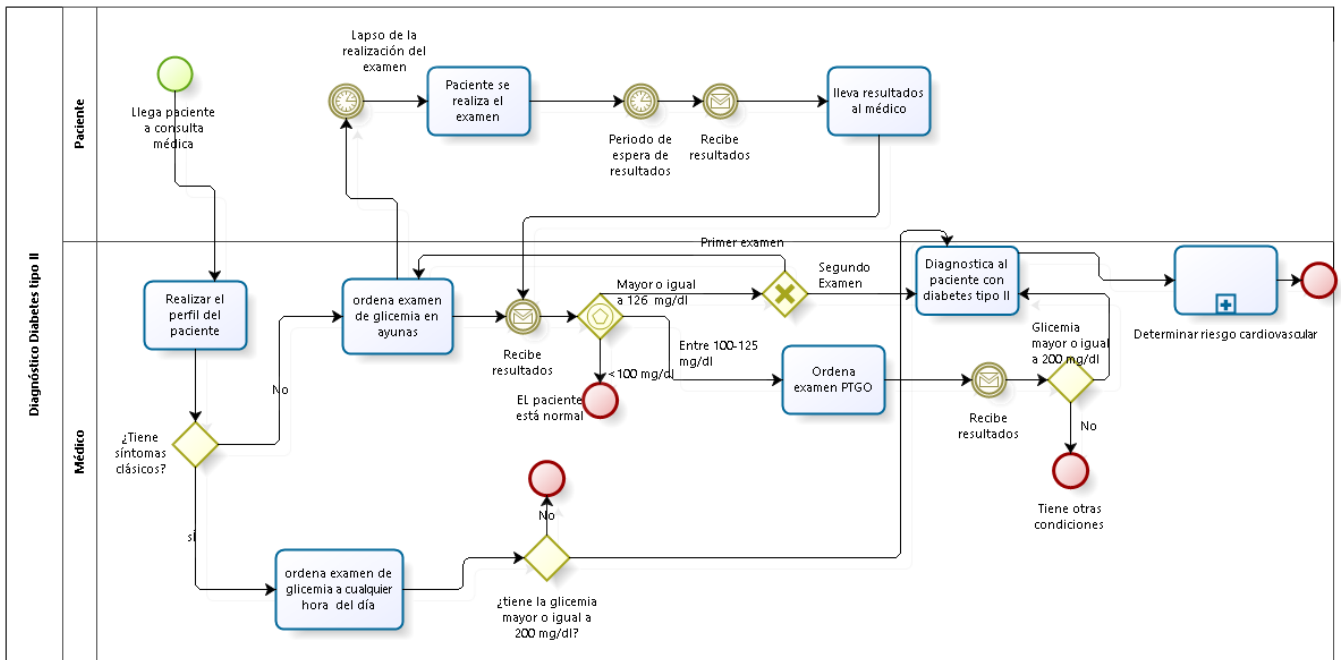


Ilustración 26: Proceso generalizado de diagnóstico
Fuente: Elaboración propia

La ilustración 24 muestra en detalle los procedimientos necesarios para determinar si el paciente es diabético, cada uno de estos elementos han sido descritos en la etapa de diagnóstico de la enfermedad, por lo que ahora solo se presentan como acciones. La esencia de esta figura es el establecimiento por un lado de todas las bioseñales a considerar para el monitoreo, que en otras palabras no es más que la evaluación de la condición del paciente, esta etapa es crucial pues el tratamiento varía por paciente y dependiendo además de las patologías asociadas a la diabetes.

TRATAMIENTO

En la ilustración 25 se muestra el tratamiento farmacológico que es indicado por el médico y que ningún otro actor dentro del proceso puede prescribir, existe además un periodo de ajuste y adherencia de este por parte del paciente, es importante destacar el subproceso que está indicado dentro como cambios en estilo de vida, debido a que este involucra otros actores y además es parte crucial del tratamiento de estos paciente, recordar que el tratamiento farmacológico es sólo complementario al cambio que debe hacer el paciente en distintos aspectos de la vida. Uno de los aspectos importantes que rescata este proceso es que el tratamiento no es definitivo, sino que debe ser ajustable en el tiempo y debe hacerse una revisión de los resultados obtenidos en el monitoreo para apoyar la decisión de reajustar este o no.

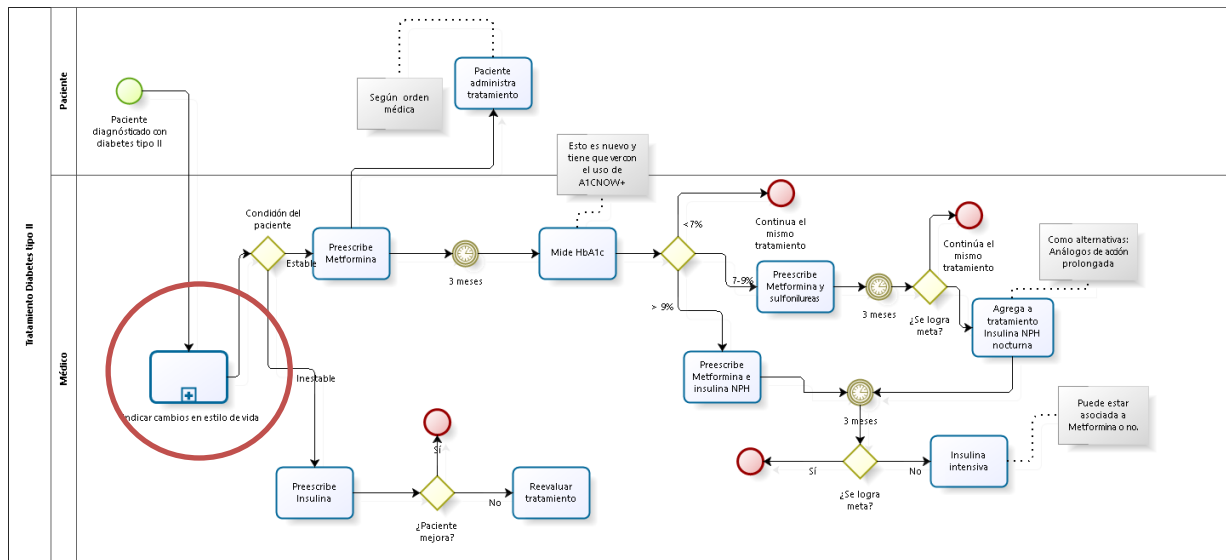


Ilustración 27: Procesos asociados al tratamiento
Fuente: Elaboración propia

CAMBIOS EN ESTILO DE VIDA

Los cambios en el estilo de vida del paciente son recomendados por el médico y es finalmente lo que conforma el tratamiento no farmacológico, el que es más importante de monitorear, pues es en esta etapa del tratamiento que las personas desisten, según lo conversado con la nutricionista María José Reyes Muñoz, las personas no siguen las dietas.

Es necesario hacer hincapié en que si este tratamiento no es seguido como se debe, el paciente desarrollará alguna otra patología asociada a la diabetes.

En la Ilustración 26 se detallan los distintos aspectos en los que se deben hacer cambios, por ejemplo es importante cuidar la alimentación y para dicho caso el paciente debe ser referido a especialista, sobre todo si presenta alguna otra condición. Estos aspectos de cambios son importantes y serán abordados como funcionalidades del sistema de monitoreo, así por ejemplo, si el paciente no sigue su dieta o no realiza el ejercicio recomendado diario, se podrán generar alarmas hacia algún familiar o cuidador que pueda prestar apoyo al paciente y por consiguiente logre cumplir con los requerimientos.

Como se observa en la Ilustración 26 lo que hace el médico es indagar en la condición de salud, en la medida que la enfermera prepara monitoreo y asesoría de estos cambios de estilo de vida.

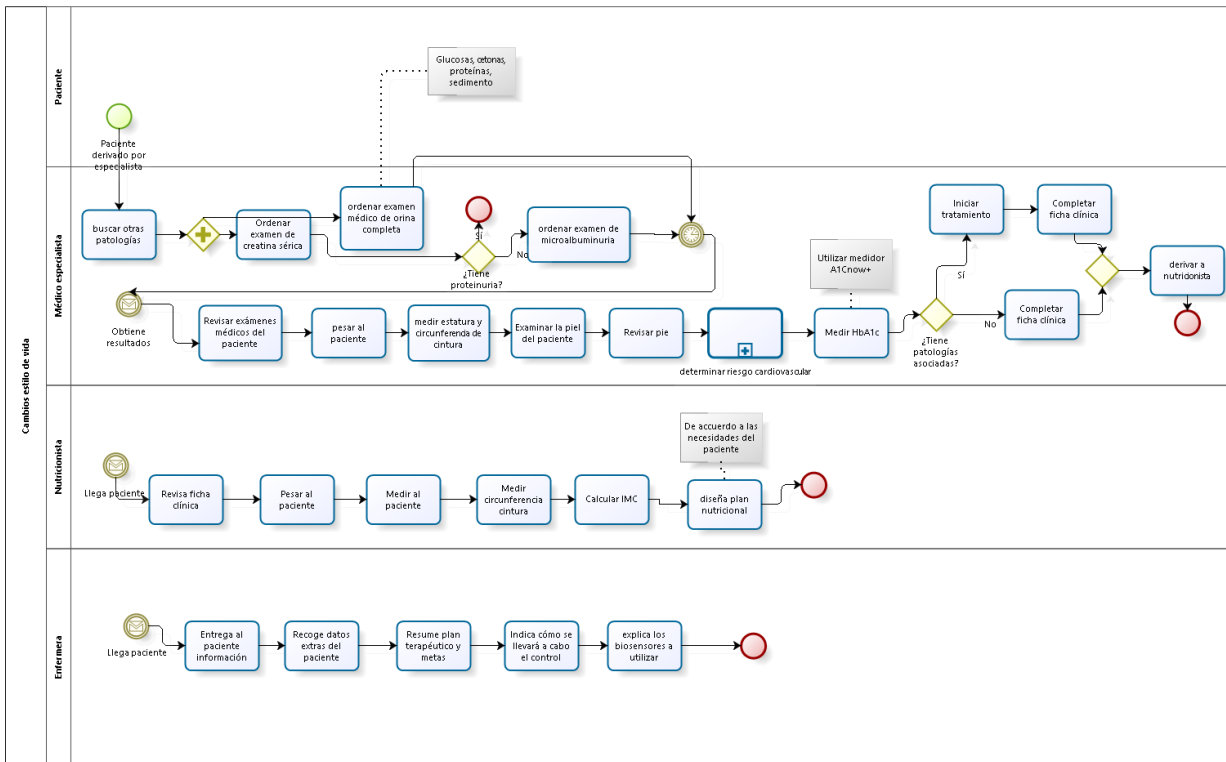


Ilustración 28: Proceso que implican los cambios en estilo de vida
Fuente: Elaboración propia

RIESGO CARDIOVASCULAR

Como se ha mencionado en secciones anteriores, determinar el riesgo cardiovascular del paciente es una etapa crucial para su cuidado, puesto que es el sistema cardiovascular el que más se reciente por los estadios hiperglucémicos.

Como se aprecia en la ilustración 27 Antes de utilizar los instrumentos de medición establecidos para este propósito, bajo las siguientes condiciones el paciente es considerado inmediatamente con riesgo muy alto:

- Antecedentes de una enfermedad cardiovascular previa.
- Sin antecedentes de enfermedad cardiovascular previa, pero con un Col total > 280mg/dl o un Col LDL > 190mg/dl o una relación (Col total/ Col HDL) > 8
- Personas con enfermedad lipídica genética: Hipercolesterolemia familiar, defecto familiar ApoB, dislipidemia familiar combinada.
- Cifras de presión arterial elevadas de manera permanente
- Enfermos renales, o diabéticos con nefropatía diabética.

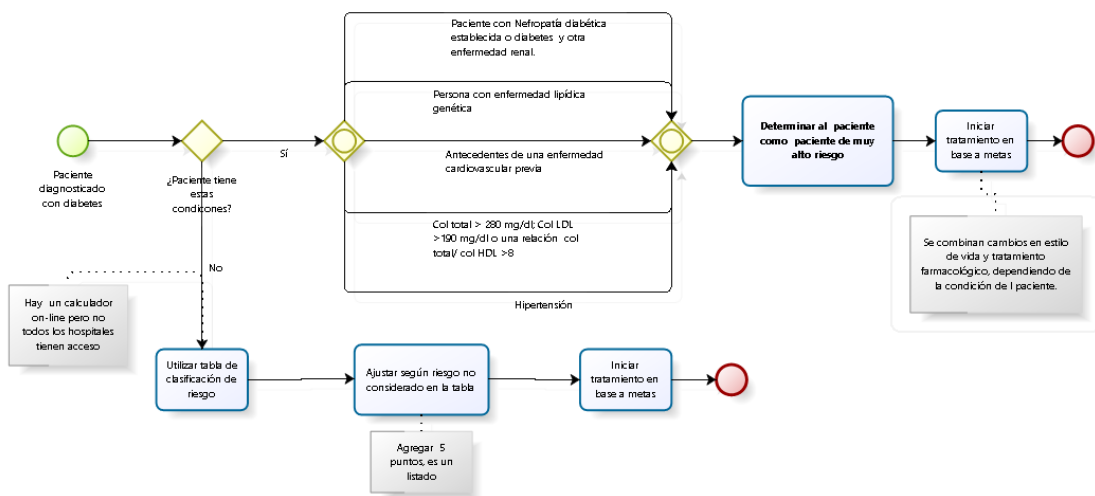


Ilustración 29: Procesos asociados al riesgo cardiovascular
Fuente: Elaboración propia

En anexo 3 se muestra la tabla de medición de riesgo cardiovascular Chilena, que es la que en general se utiliza en sistemas de salud pública, debido a que no siempre los médicos tienen acceso a computadores.

En las Ilustraciones 28, 29,30 y 31, se muestran los procesos de diagnóstico y tratamiento de patologías asociadas a la diabetes y en caso de padecerla el paciente, formarán parte del perfil completo del paciente, no serán explicadas mayormente porque cada una tiene etapas que han sido descritas en las partes anteriores.

DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE NEFROPATÍA DIABÉTICA

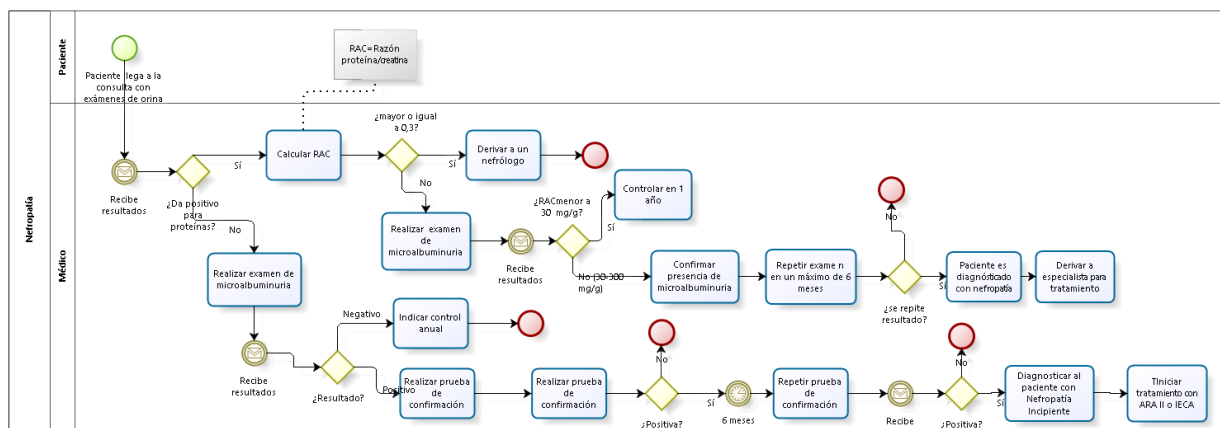


Ilustración 30: Procesos asociados a la nefropatía diabética
Fuente: Elaboración propia

DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DISLIPIDEMIA

Para revisar los sub-procesos de la ilustración 29 revisar anexo 4

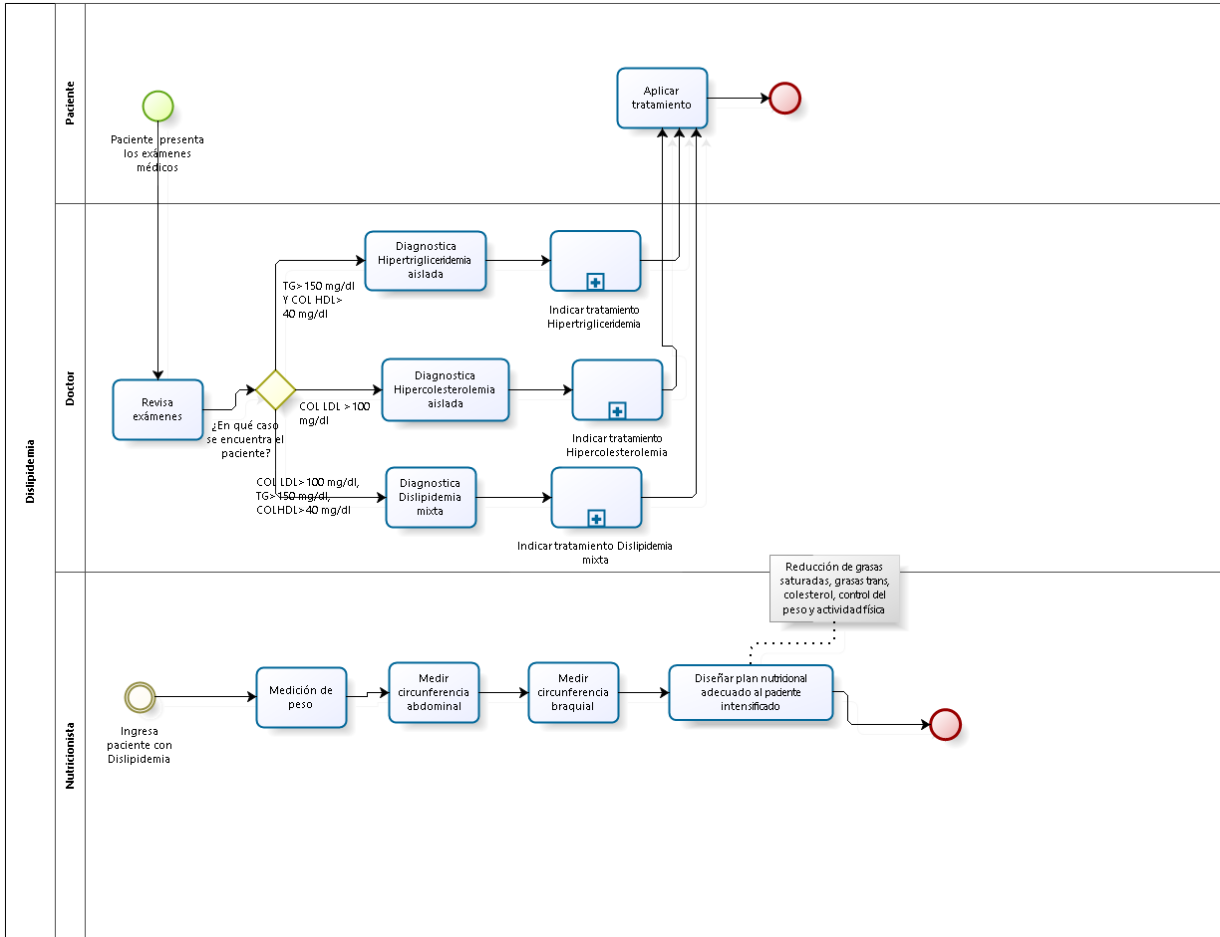


Ilustración 31: Procesos asociados a la Dislipidemia
Fuente: Elaboración propia

DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO DE HIPERTENSIÓN

Ver anexo 5 para detalles de sub-procesos.

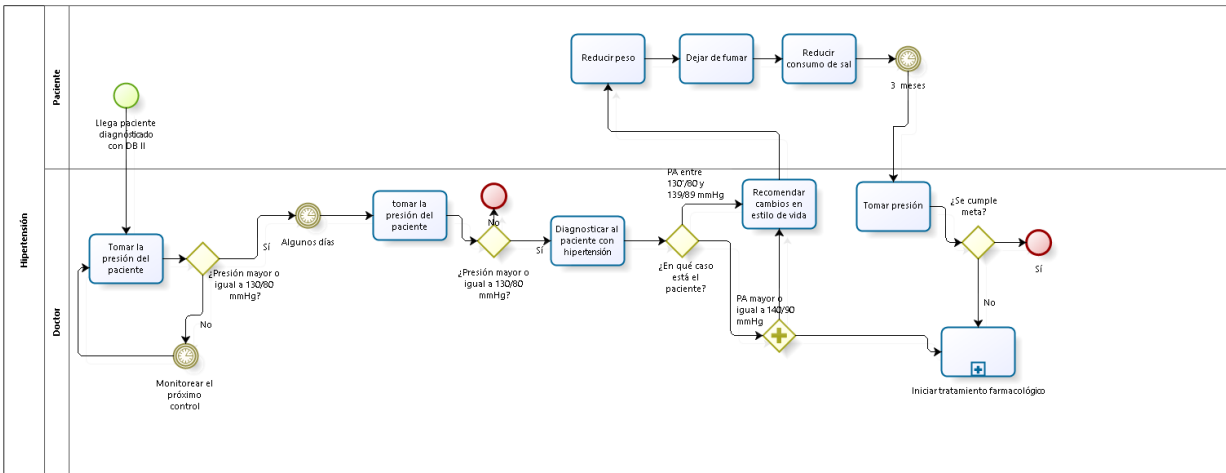


Ilustración 32: Procesos asociados a la hipertensión
Fuente: Elaboración propia

6.2.8 DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO PIE DIABÉTICO

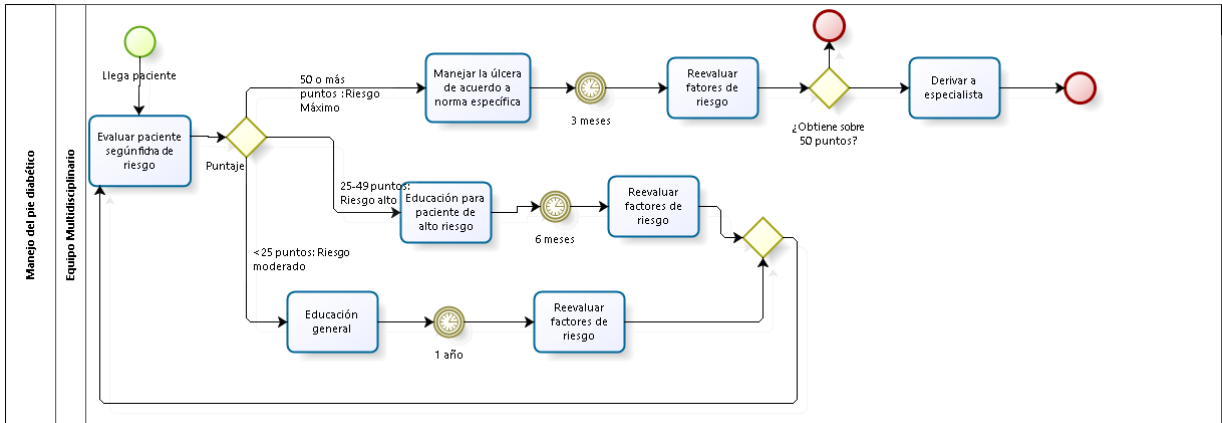


Ilustración 33: Procesos asociados al manejo del pie diabético
Fuente: Elaboración propia

Control Alarmas y Recomendaciones

Esta parte de los planes de intervención tienen directa relación con el monitoreo remoto y el funcionamiento de la aplicación, en el capítulo 8 se encuentran los procesos asociados, porque se considera que es más explicativo exponerlo de esa manera.

6. ONTOLOGÍAS

La aplicación de monitoreo remoto planteada en el presente trabajo, como se describió más atrás, hace uso de recursos de web semantic, para formalizar conocimiento médico experto, que en este caso es conocimiento extraído de guías clínicas y validados por diferentes actores que participan del proceso. Los conceptos que a continuación se definirán no son complejos, pero cumplen relaciones bien establecidas con el paciente y con los distintos actores y/o dispositivos que participan en el control médico.

Como se describió en el capítulo de metodología uno de los pasos es reutilizar librerías existentes, en este caso esta propuesta está basada en [1], por supuesto, contextualizada en el desarrollo de esta memoria.

6.2 ONTOLOGIA PARA FORMALIZAR EL CONOCIMIENTO

El diseño de la ontología para la aplicación se basa en dos grandes ontologías diferentes, la primera, **ontología de enfermedades crónicas**, incluye todos los conceptos relacionados a las patologías y a las reglas simples que gatillan las alarmas. La segunda **ontología de participantes** define los actores claves que participan en los diferentes procesos asociados al cuidado del paciente, Se tomó la decisión de separar las ontologías debido a que hace al modelo más fácil la incorporación de más patologías y con esto poder hacer crecer el modelo.

6.2.1 ONTOLOGÍA DE ENFERMEDADES CRÓNICAS

En la imagen Ilustración 26 se muestran las principales clases y relaciones de la ontología de enfermedades crónicas.

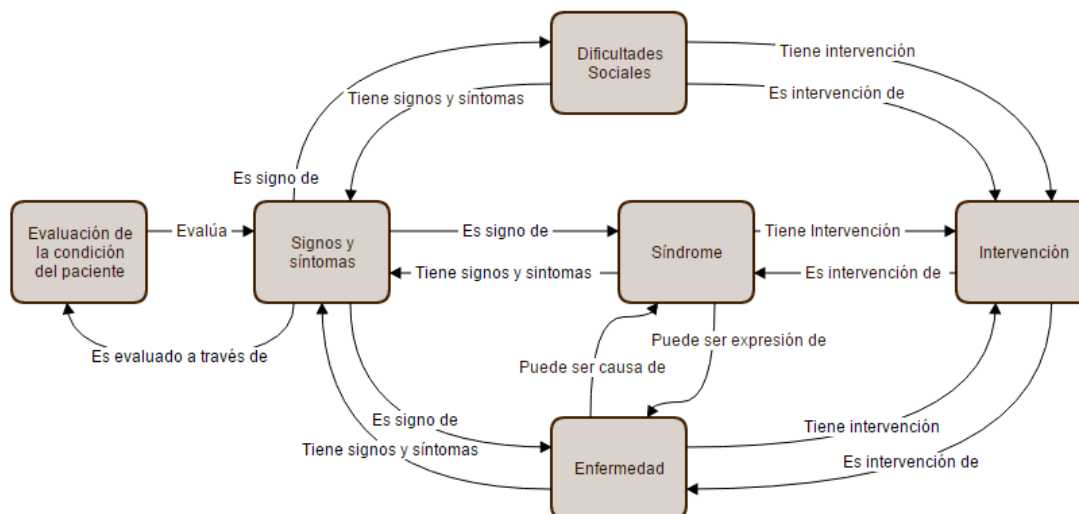


Ilustración 34: Relaciones entre clases principales de la ontología
Fuente: Elaboración propia

CLASES EN OWL

A modo de una mejor visualización para el lector, se presentan las clases en cajas de color naranja y las subclases de color azul, esto con el fin de proveer un resumen visual de cada tema.

Síndrome

Un síndrome es este caso alguna condición del paciente, que puede ser causada por una enfermedad en particular y que sean relevantes para su cuidado y seguimiento. Pueden existir más de uno, sin embargo para la aplicación se considerará como síndrome la inmovilidad del paciente, condición que es clave para gatillar procesos de gestión de crisis. Existen distintos grados de inmovilidad que pueden ir desde reposo, inmovilidad completa o algún punto intermedio y depende de distintos factores, como alguna patología en particular, la edad, causado por un accidente, etc.



Ilustración 35: Esquema que presenta la jerarquía de clases de síndrome
Fuente: Elaboración propia

Enfermedad

La OMS define enfermedad como: "Alteración o desviación del estado fisiológico en una o varias partes del cuerpo, por causas en general conocidas, manifestada por síntomas y signos característicos, y cuya evolución es más o menos previsible", las enfermedades consideradas aquí son las asociadas a la diabetes, esto es escalable a otras enfermedades crónicas y cada una está asociada a sus signos y síntomas. Los detalles de cada enfermedad han sido descritos más arriba.



Ilustración 36: Esquema que presenta la jerarquía de clases de Enfermedad
Fuente: Elaboración propia

Signos y síntomas

Esta clase abarca todos los signos y síntomas asociados a las patologías antes descritas, para comprender mejor esta clase es necesario hacer una distinción: Los síntomas se definen como una sensación de cambio en la salud experimentado por un paciente, estos pueden tener diferentes escalas de percepción, como por ejemplo baja, media y alta intensidad. Es un reporte subjetivo, lo contrario a un signo, estos pueden ser indicados por el paciente y también por el médico (excepto por el dolor, puesto que el médico no puede sentir el dolor del paciente) los signos, en cambio, son notificados por los médicos y corresponden a hechos objetivos relacionados con el estado de salud, por ejemplo cantidad de azúcar en la sangre, presión sanguínea, etc. es de importancia mencionar que hay síntomas que pueden ser signos, viceversa o pueden ser ambos, en esta parte del trabajo no se pretende entregar una clasificación extensa de lo que un signo o un síntoma puede ser, sino de entregar los parámetros necesarios para diagnosticar al paciente con algún tipo de patología o bien de poder prevenirla. Es además parte de la información de contexto necesaria para asegurar la personalización del tratamiento y el seguimiento del paciente.

Como es de esperarse está estrechamente relacionado con las bioseñales capturadas.

- ***Síntomas y signos psicológicos(basado en las guías clínicas chilenas y en [1])***

Estos son entregados por el médico o bien por algún pariente y/o el mismo paciente, este ítem es en base a la experiencia médica, ya que los profesionales entrevistados han manifestado que el estado de ánimo del paciente es una información que puede condicionar el éxito/fracaso del tratamiento del paciente y por tanto es un punto clave para evitar posibles complicaciones. Se ingresa la información a través de un formulario.

Signos y síntomas psicológicos	Descripción
Depresión	Se refiere a la enfermedad, debe ser tratada por un psiquiatra, en general los pacientes que presentan esta condición terminan desistiendo del tratamiento.
Negación	La persona no acepta que tiene la condición de diabetes o una segunda condición asociada, es necesario derivarlos al psicólogo, o contactarse con un familiar, de lo contrario no seguirá las indicaciones del médico. Recordar que el principal problema de los pacientes diabéticos es que no se sienten enfermos.
Mala disposición al tratamiento	Es parte de la etapa anterior, sin embargo, este tipo de paciente se caracteriza por desistir del tratamiento al largo plazo, para que ello no ocurra, es necesario trabajar en conjunto con el grupo familiar.
Irritabilidad	Estado de ira, mal genio.
Terros nocturnos	
Llanto	

Tabla 12: Signos y síntomas psicológicos
Fuente: Elaboración propia

- ***Síntomas y signos Oculares***

Este síntoma corresponde a la Retinopatía diabética y es ingresado por un oftalmólogo.

Síntomas y signos Oculares	Descripción
Pérdida de visión	La pérdida de visión se debe al daño que produce el mantener glicemias elevadas a lo largo del tiempo y el daño depende de los años que la persona lleva siendo diabética.

Tabla 13: Signos y síntomas Oculares
Fuente: Elaboración propia

- ***Síntomas y signos urológicos/genitales***

La diabetes también provoca daños a nivel genital, incluso en la vida sexual de la pareja, estos signos y síntomas son ingresados por el médico y en algunos casos el paciente.

Signos y síntomas Urológicos/genitales	Descripción
Hematuria	Es la presencia de sangre en la orina, puede ser macroscópica y por lo tanto el paciente puede darse cuenta de ella o microscópica. Puede venir acompañada de dolor al orinar.
Nicturia	Es un aumento en la frecuencia de micción nocturna.
Poliuria	Aumento del volumen de emisión de orina.
Disfunción eréctil	Es la incapacidad de tener una erección lo suficientemente firme como para poder mantener una relación sexual satisfactoria.

Tabla 14: Signos y síntomas Urológicos/genitales
Fuente: Elaboración propia

- **Síntomas y signos integumentarios¹⁹**

El sistema integumentario ocupa una prioridad cuando de diabetes se habla, puesto que las heridas producidas en él o cualquier tipo de lesión puede causar graves daños, esto debido a que el paciente diabético tiene problemas de cicatrización y una alta probabilidad de infección, o necrosis, además existe una alta probabilidad de desarrollar pie diabético.

Signos y síntomas Integumentarios	Descripción
Curación anormal de heridas	La curación de heridas es el proceso natural del cuerpo, de regenerar tejido dérmico y epidérmico, existen etapas bien clasificadas de este proceso, y cualquier alteración en ellas implica una curación anormal (etapas: inflamatoria, proliferativa y fases de maduración)
Anasarca	Acumulación de gran cantidad de líquido bajo la piel.
Blister	Ampollas causadas por quemaduras, congelamiento o fricción con alguna superficie.
Cianosis	Coloración azul o lívida de la piel y de las mucosas que se produce a causa de una oxigenación deficiente de la sangre, debido generalmente a anomalías cardíacas y también a problemas respiratorios.
Edema	Hinchazón causada por la acumulación de líquido en los tejidos del cuerpo.
Escara	Úlceras causadas por presión.
Exudación	Eliminación de líquido a través de exudado de una lesión.
Gangrena	Muerte de tejidos orgánicos producida por la falta de irrigación sanguínea, o por infección de una herida. Es un tipo de necrosis.
Necrosis	Necrosis es la muerte del tejido celular en cualquier parte del cuerpo.
Sudoración fría	Sudor con una temperatura inferior a lo normal.

Tabla 15: Signos y síntomas Integumentarios
Fuente: Elaboración propia

¹⁹ El sistema Integumentario es uno de los sistemas más grandes del organismo que lo protege del mundo externo, en el humano se refiere a la piel.

- **Síntomas y signos Neuroglucopénicos**

Son síntomas que son provocados por la falta de glucosa en el sistema nervioso.

Signos y síntomas Neuroglucopénicos	Descripción
Alteración del juicio y la conducta	La persona es incapaz de tomar decisiones, debido a que no logra coherencia en lo que dice o hace. Las alteraciones de la conducta pueden ser conductas erráticas a lo que comúnmente realizan.
confusión	Estado de pérdida de la orientación o memoria.
Compromiso de conciencia	Estado en que la persona comienza a perder la conciencia en distintos grados.
Visión Borrosa	No es un signo ocular, pues es causado desde el sistema nervioso, se refiere a la falta de visibilidad por algún compromiso neurológico.
Alteración del habla	Síntoma que se presenta de modo que las personas tienen dificultad al hablar o bien lo que dicen no tiene coherencia.
convulsiones	Fenómeno brusco y violento, ocasional e involuntario y obedece a una descarga neuronal anormal del SNC(Sistema Nervioso Central).

Tabla 16: Signos y síntomas Neuroglucopénicos
Fuente: Elaboración propia

- **Signos y síntomas autonómicos**

Signos y síntomas Integumentarios	Descripción
Palidez	La curación de heridas es el proceso natural del cuerpo, de regenerar tejido dérmico y epidérmico, existen etapas bien clasificadas de este proceso, y cualquier alteración en ellas implica una curación anormal (etapas: inflamatoria, proliferativa y fases de maduración)
Temblor	Acumulación de gran cantidad de líquido bajo la piel.
taquicardia	Ampollas causadas por quemaduras, congelamiento o fricción con alguna superficie.

Tabla 17: Signos y síntomas autonómicos
Fuente: Elaboración propia

- ***Síntomas y signos metabólicos y nutricionales***

Son signos y síntomas relevantes para el tratamiento de la diabetes.

Signos y síntomas metabólicos y nutricionales	Descripción
polidipsia	Sed excesiva.
Polifagia	Hambre excesiva, con lo que se ingieren grandes cantidades de comida.
Sed	Sensación de sequedad en la boca, y ganas de ingerir líquido.
Malnutrición	No necesariamente se habla de desnutrición, sino de una condición en que el paciente no presenta una dieta adecuada, con los nutrientes necesarios para vivir.

Tabla 18: Signos y síntomas metabólicos nutricionales

Fuente: Elaboración propia

- ***Signos anormales en la examinación física***

Signos y síntomas Examinación física	Descripción
Presión sanguínea anormal	Según lo indicado en las bioseñales y los procesos.
Peso	
Estatura	
IMC anormal	Es el índice de masa corporal, según los valores establecidos en el capítulo de bioseñales.

Tabla 19: Signos anormales en la examinación física

Fuente: Elaboración propia

- **Signos anormales en los informes de laboratorio**

Hay que señalar que los hallazgos anormales en los exámenes de laboratorio corresponden a las reglas expresadas en las bioseñales.

Signos anormales en exámenes	Descripción
bacteriológicos anormales	En orina o sangre presencia de bacterias responsables de una posible infección o de complicaciones.
Glucemia anormal	Según valores establecidos en la sección de bioseñales.
Presencia de proteinuria	Para verificar daño renal, según los valores establecidos en las bioseñales.
Presencia de albuminuria	De no existir proteinuria, pero se presume de daño renal, indicar este examen.
RAC anormal	Según el valor establecido en la sección de bioseñales.
LDL anormal	Valores especificados en la sección de bioseñales.
HDL anormal	Valores especificados en la sección de bioseñales.
Triglicéridos anormal	Valores especificados en la sección de bioseñales.
HbA1c anormal	Valores especificados en la sección de bioseñales.
Otros exámenes de laboratorio anormales	Valores especificados en la sección de bioseñales.

Tabla 20: Signos anormales en exámenes de laboratorio

Fuente: Elaboración propia

- **Hallazgos anormales en otro tipo de exámenes**

Signos anormales en otro tipo de exámenes	Descripción
ECG anormal	Algunos especialistas solicitan al momento del diagnóstico un Electrocardiograma para verificar algunas anomalías cardiacas, esto no siempre es así, sobre todo en el sistema de salud público o cuando no se sospeche de enfermedad cardiaca.
Aliento cetónico	Este signo es parte del examen diagnóstico y muchos especialistas reconocen inmediatamente el aliento cetónico (olor a acetona) en los pacientes diabéticos.
Ultrasonido anormal	En algunos casos se solicitan ultrasonidos para encontrar algún tipo deterioro en ciertos órganos, sobre todo si la persona tiene otras patologías no asociadas con diabetes.
Examinación anormal del ojo	Es una examinación preliminar y no tiene que ver con la que hace el oftalmólogo, es menos exhaustiva, pero puede aportar antecedentes.
Radiografías anormales	Algunos especialistas estudian daño en órganos a través de radiografías o bien en búsqueda de fracturas, por posibles fracturas de charcot.
Otras complicaciones	Es importante señalar que algunas veces los pacientes presentan otras complicaciones que no tiene que ver con las diabéticas, ni con la diabetes.

Tabla 21: Signos anormales en otro tipo de exámenes

Fuente: Elaboración propia

- **Síntomas sociales**

Los síntomas sociales, son indicios que le indican al médico que el paciente requiere de ayuda social y por tanto deriva a la asistente social del hospital o de la institución designada. Esto aplica principalmente en instituciones de salud pública.

Síntomas sociales	Descripción
Soledad	Se define este estado, cuando el paciente no cuenta con una red de apoyo familiar o bien social, es decir, el paciente debe manejar su enfermedad solo y presenta ciertas dificultades al hacerlo.
Tercera edad	Si bien esta tesis no abarca un grupo etario en particular, es importante considerar esta variable, sobre todo si se conjuga con alguna otra, como por ejemplo inmovilidad o soledad.
Bajos ingresos	Para pacientes con bajos ingresos o que no puedan tratar su enfermedad a raíz de esto, se les solicita ayuda social, según los planes establecidos por las autoridades pertinentes.
Viudez	En Chile y principalmente en la tercera edad la ausencia del cónyuge puede suponer problemas económicos que impiden que el paciente logre un cuidado de su salud adecuado.
Invalidez	Otro factor relevante socialmente hablando es el estado de invalidez, generalmente asociado al ámbito laboral, y debe estar certificado por los organismos pertinentes.
Barreras estructurales	Las barreras estructurales hacen referencia al lugar de residencia y/o trabajo donde habitualmente se encuentra la persona.
Consumo de alcohol o drogas	El deterioro y funcionamiento del organismo es diferente a una persona sana, en general los pacientes con alguna adicción desiste del tratamiento, sobre todo cuando el consumo de alcohol es un agente que desencadena la enfermedad, se requiere de una intervención social importante y probablemente se recomiende internar al paciente.
Nivel de escolaridad	La capacitación y el apoyo que requiera el paciente dependerán de este signo, pues todavía existe un porcentaje de población analfabeta en Chile. La idea de este signo es establecer las habilidades básicas para autogestionar su cuidado y monitoreo.

Tabla 22: Signos sociales
Fuente: Elaboración propia

Dificultades sociales

Hay que destacar dos puntos en esta clase (de OWL), el primero es que en Chile el soporte social es precario versus lo que se ha desarrollado en estados Unidos o la Unión Europea, sin embargo y como se ha mencionado ya anteriormente es importante rescatar estas iniciativas para un mejor funcionamiento del servicio de salud chilena. El segundo punto es que se ha demostrado a través de las agrupaciones de diabéticos o incluso con las personas entrevistadas para este trabajo en particular (ver anexo 1), que el soporte de una red de apoyo social o familiar es en algunos casos decisivo para el éxito del tratamiento del paciente.



Ilustración 37: Esquema que presenta la jerarquía de clases de dificultades sociales
Fuente: Elaboración propia

Evaluación de la condición del paciente

Esta clase define el primer encuentro con el paciente, considera un análisis completo del estado de salud del paciente abarcando no sólo la diabetes en particular, sino también la búsqueda de otras patologías y el deterioro que hasta ese momento presenta el paciente. Esto con el fin de personalizar lo más posible el tratamiento y posterior seguimiento.

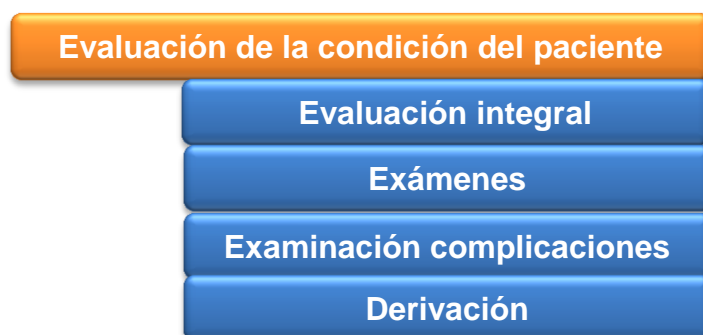


Ilustración 38: Esquema que presenta la jerarquía de clases de evaluación de la condición del paciente
Fuente: Elaboración propia

- ***Evaluación Integral***

Implica una serie de pasos desarrollados en los procesos de diagnóstico y tratamiento, en la sección de planes de intervención, implica la medición del riesgo cardiovascular y una serie de medidas especificadas en la parte de bioseñales, son todas aquellas recabadas en el momento en que el paciente visita la consulta.

- ***Exámenes***

Detalla los exámenes necesarios para diagnosticar diabetes tipo II, este tema ha sido desarrollado ampliamente en los capítulos anteriores.

- ***Examinación complicaciones***

El profesional no sólo indaga en la diabetes y en los hábitos que ha mantenido el paciente para desarrollar dicha enfermedad, sino también en las otras posibles complicaciones asociadas a esta, ya descrita en los capítulos anteriores.

- ***Derivación***

El médico tratante puede derivar al paciente a otros especialistas por posibles complicaciones, entre estos están:

- Cardiólogo
- Diabetólogo
- Nefrólogo
- Oftalmólogo
- Endocrinólogo
- Geriatra

Intervención

El proceso de intervención se define como todo proceso que responde a las necesidades problemas del estado de salud del paciente, como por ejemplo el tratamiento de alguna condición.



Ilustración 39: Esquema que presenta la jerarquía de clases de Intervención
Fuente: Elaboración propia

- ***Tratamiento farmacológico***

Se refiere a todo tratamiento que es indicado por el médico e implica el manejo y uso de alguna droga farmacológica. Para las patologías mencionadas y comercializadas en Chile se tienen una serie de fármacos que se encuentran en la sección de anexos (ANEXOS). Sin embargo es relevante que el lector tenga claro que el tratamiento de primera línea para diabéticos no insulino dependiente es la metformina. Ver anexo 9 Detalle de farmacología.

- ***Tratamiento no farmacológico***

Como se ha hecho énfasis en los capítulos anteriores, el tratamiento no farmacológico en estos pacientes juega un rol importante dentro de la ontología, en este caso corresponden a los cambios en el estilo de vida, los especificados en los capítulos anteriores.

- ***Cuidado de enfermeras***

Principalmente referido a ciertos procedimientos médicos, como hospitalizaciones o en este caso encargadas de administrar ciertas tareas relacionadas con el monitoreo remoto de pacientes.

- ***Asesoría***

La asesoría es una parte importante dentro del tratamiento de la diabetes, las entrevistas dieron cuenta que los médicos y/o las enfermeras en el caso del sector

público educan escasamente a los pacientes, la mayoría no sólo no cuenta con información suficiente acerca de su condición, sino tampoco de las posibles complicaciones y los cuidados que se deben tener en los distintos ámbitos de la salud.

Existen distintos ámbitos de asesoría:

- 1.- condición del paciente.
- 2.- administrar los tratamientos.
- 3.- Nutrición
- 4.- Posibles complicaciones
- 5.- Utilización de aplicación y los distintos aparatos incorporados en ella.

- ***Servicios médicos especiales***

Contemplan servicios médicos como curaciones, u otro que requiera el paciente.

Rutas de administración

Este ítem se agregó porque es importante, sobre todo cuando es el paciente quien debe administrar algún tratamiento sugerido de manera remota, y debe estar preparado para administrarlo por distintas vías, las vías son las partes del cuerpo por la que un medicamento ingresa al organismo, en este caso las vías de administración no son subclases sino datatype property, en particular string:



Ilustración 40: Esquema que presenta la jerarquía de clases de Rutas de Administración
Fuente: Elaboración propia

PROPIEDADES OWL

Arriba se definieron los conceptos que son parte de la ontología en el dominio de la diabetes, sin embargo ¿Cómo se relacionan estos conceptos? ¿Por qué fue necesario definir cada uno de ellos? La respuesta a estas preguntas, son las propiedades, las propiedades linean o conectan los diferentes conceptos, para formar relaciones lógicas y de esta manera la ontología logre inferir algún tipo de información. La notación será la misma que se utiliza en OWL, sin espacio entre caracteres.

Propiedad	Dominio	Rango
<i>Puede_ser_causa_de</i>	Enfermedad	Síndrome
<i>Tiene_signos_y_sintomas</i>	Enfermedad , síndrome, dificultades sociales	Signos y síntomas
<i>Es_signo_de</i>	Signo y síntomas	Síndrome, enfermedad, dificultades sociales
<i>Tiene_Intervencion</i>	Enfermedad , síndrome, dificultades sociales	Intervención
<i>Es_intervencion_de</i>	Intervención	Síndrome, enfermedad, dificultades sociales.
<i>Es_evaluado_a_traves_de</i>	Signos y síntomas	Evaluación de la condición del paciente
<i>Evalua</i>	Evaluación de la condición del paciente	Signos y síntomas
<i>Tiene_ruta_de_administracion</i>	Tratamiento farmacológico	Ruta de administración
<i>Es_ruta_de_administracion</i> (<i>rdfs:Datatype String</i>)	Ruta de administración	Tratamiento farmacológico

Tabla 23: Propiedades owl
Fuente: Elaboración propia

ESQUEMA DE PROPIEDADES Y CLASES

Las ilustraciones 39- 45 muestran una diagramación completa de clases y relaciones de la ontología:

Owl: Síndrome class

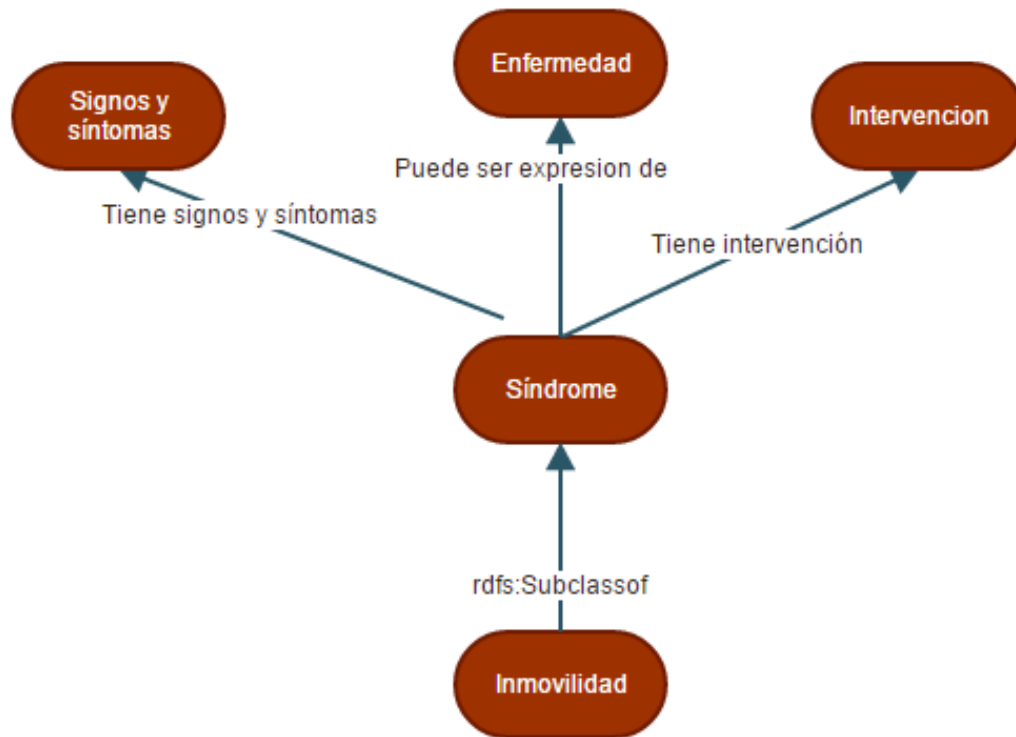


Ilustración 41: Esquema de clases y propiedades principales de síndrome
Fuente: Elaboración propia

Owl: Enfermedad class

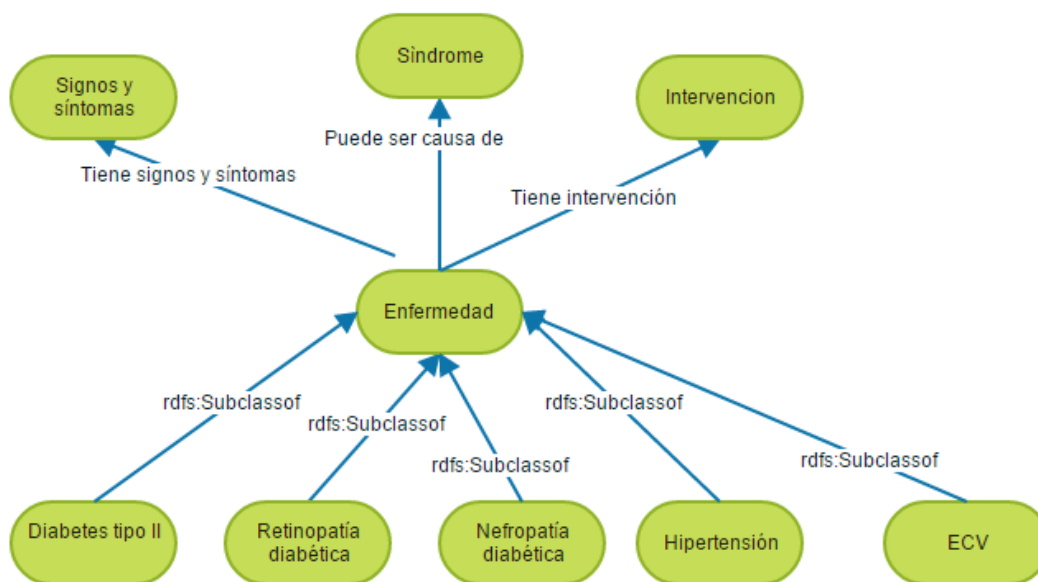


Ilustración 42: Esquema de clases y propiedades principales de Enfermedad
Fuente: Elaboración propia

Owl: signos_y_síntomas class

Sólo se presentan algunos signos y síntomas a modo de ejemplo, pues es una lista extenso de ellos, la idea de este resumen es establecer las clases y sus relaciones.

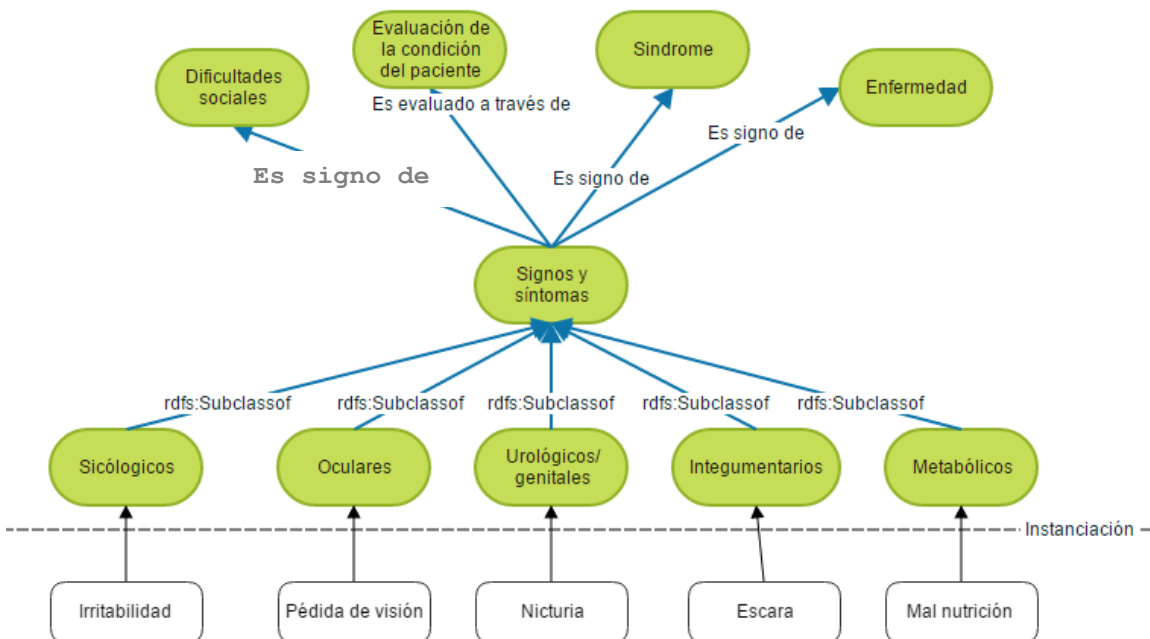


Ilustración 43: Esquema de clases y propiedades principales de Enfermedad
Fuente: Elaboración propia

Owl: *dificultades_sociales* class

Se presentan ejemplos de instanciaciones, pero hay más.

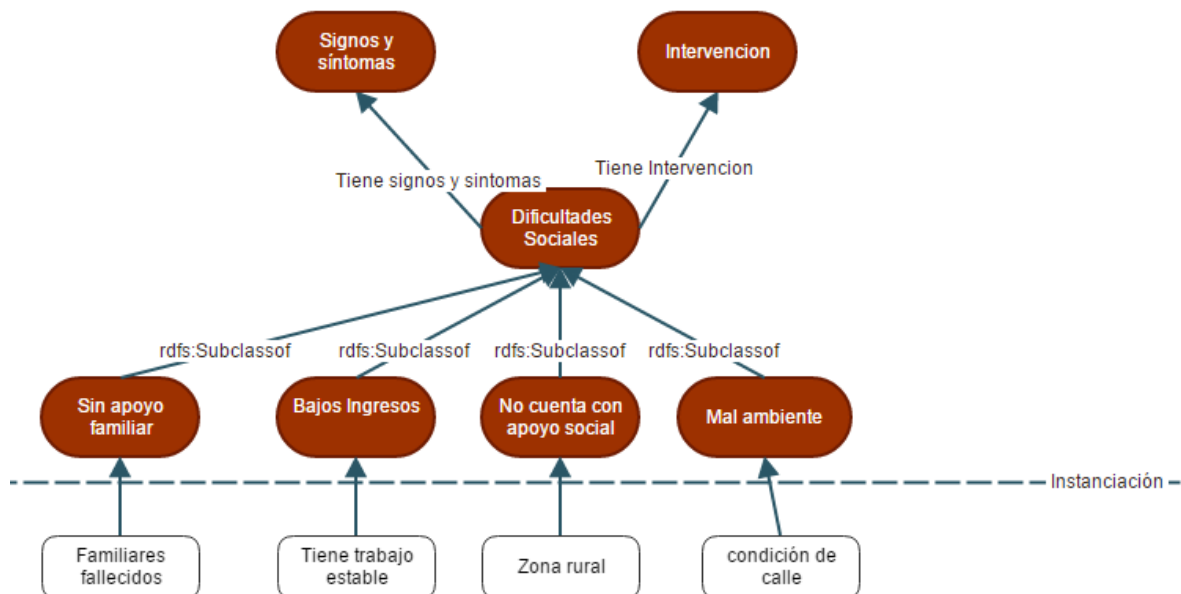


Ilustración 44: Esquema de clases y propiedades principales de Dificultades sociales
Fuente: Elaboración propia

Owl: *Intervencion* class

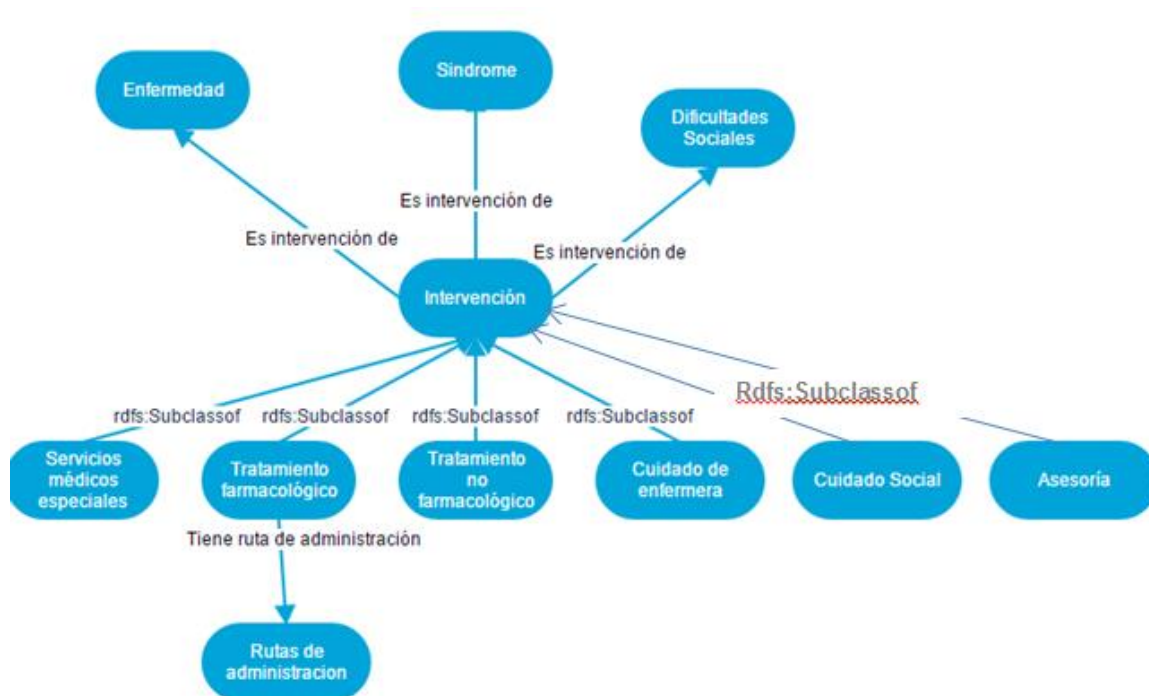


Ilustración 45: Esquema de clases y propiedades principales de Intervención
Fuente: Elaboración propia

Owl: evaluación_de_la_condicion_del_paciente class

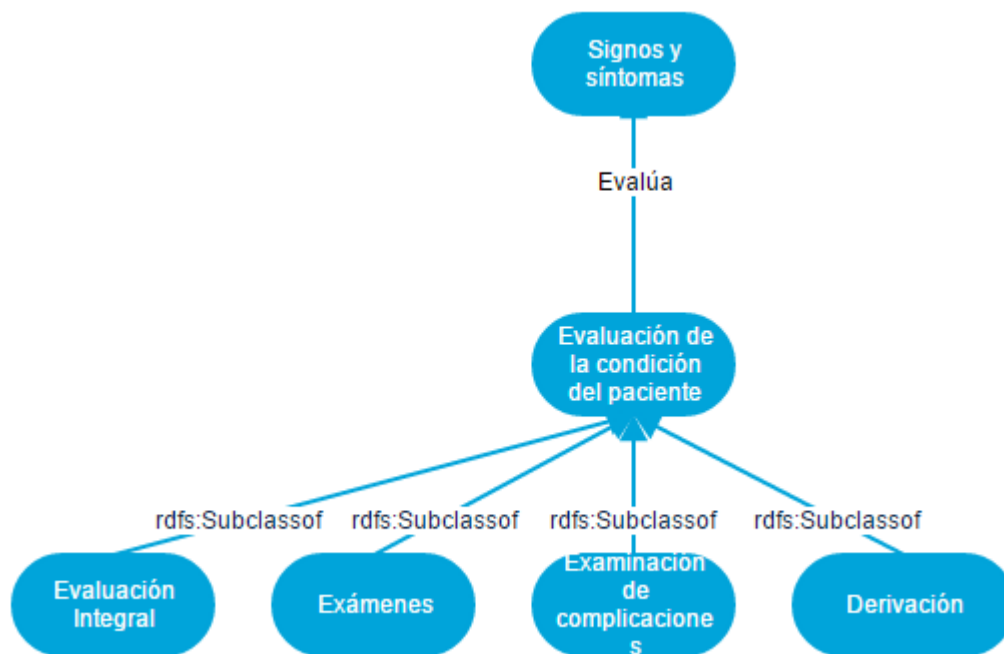


Ilustración 46: Esquema de clases y propiedades principales de ECP
Fuente: Elaboración propia

Owl: ruta_de_administracion class

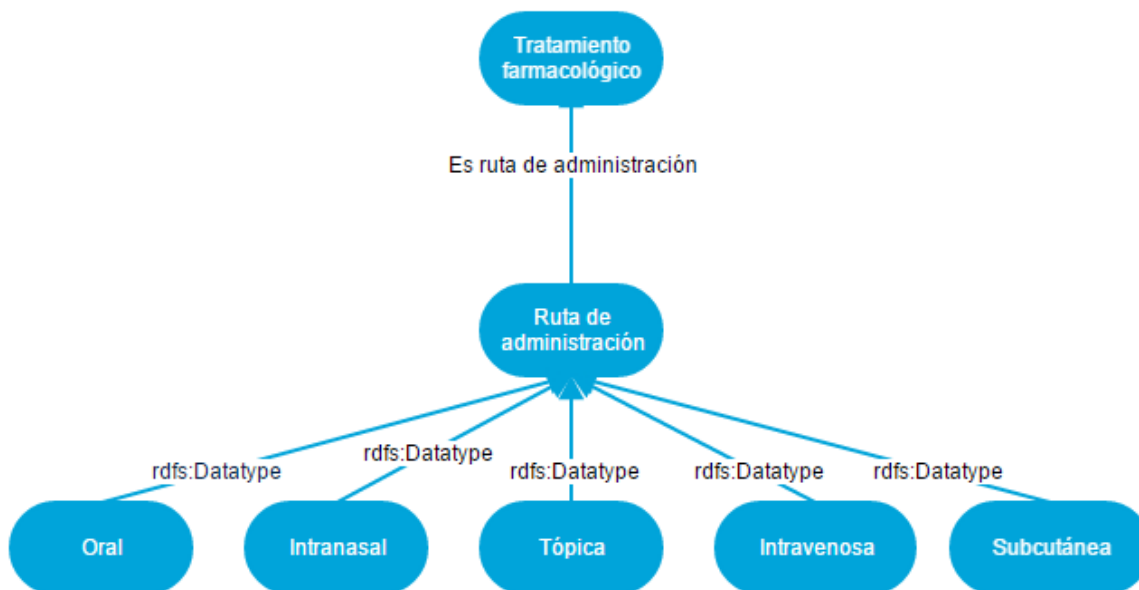


Ilustración 47: Esquema de clases y propiedades principales de Rutas de administración
Fuente: Elaboración propia

6.2.2 ONTOLOGÍA DE ACTORES

En la ontología de actores involucrados, se centra en los agentes que llevarán a cabo ciertas acciones. Como se vio anteriormente con la ontología de enfermedades, se procederá a definir las clases y luego las propiedades asociadas a cada una de ellas.

Actor

Un actor es una persona o grupo de personas, se hace esta distinción debido a que hay ciertas acciones requieren de un grupo especializado de personas. Lo relevante es que la Clase actor define una propiedad en común para los dos sub clases antes mencionadas que es la de **iniciar servicios** y **hacer acciones**. La Ilustración 46 muestra las relaciones entre las clases:

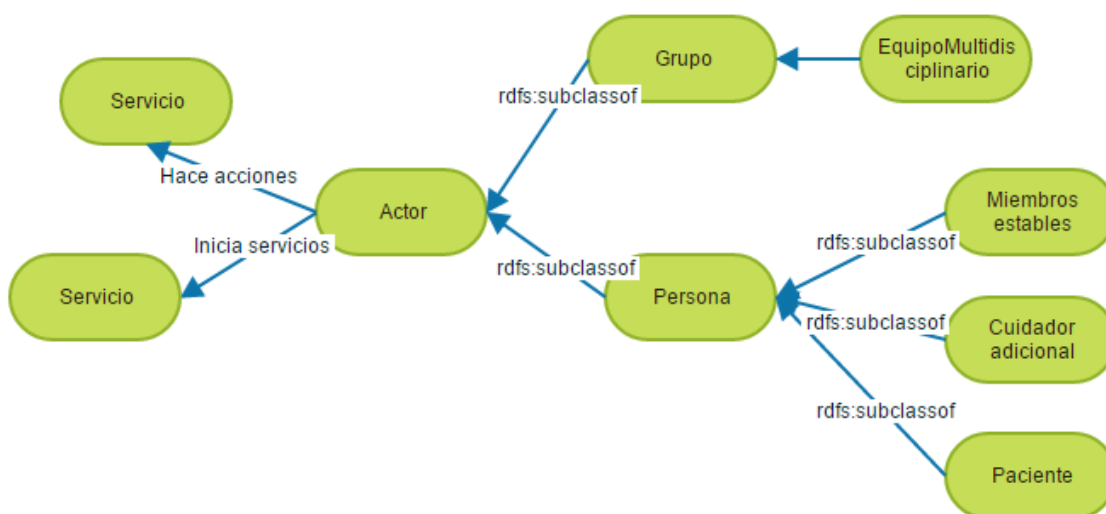


Ilustración 48: Esquema de clases y propiedades principales de Rutas de Actor
Fuente: Elaboración propia

Propiedades:

- **Grupo** tiene una object property que es **tiene miembros**, y que son los miembros pertenecientes al equipo.
- La clase **Actor** tiene dos propiedades que son **Leer documentos** y **escribir documentos**, que indica los documentos a los que tienen acceso los actores cuáles no, y en cuales pueden intervenir, una instanciación de esto puede ser la ficha clínica del paciente.
- Los miembros estables están definidos y son las subclases: **Nutricionista, enfermera, médico de cabecera**
- Los cuidadores adicionales son: **Médico especialista**, que tiene la propiedad **Tiene especialidad**, que es una rdfs:Datatype property, la **Sicóloga, Asistente Social, familiares, cuidador adicional**.

Servicio

Es una clase que define los servicios desplegados por la aplicación, es decir son parte del monitoreo remoto del paciente e implican el trabajo coordinado de uno o más actores involucrados en el cuidado del paciente.

En términos simples esta clase contiene información del actor y los procedimientos necesarios para realizarlos, también de este concepto se realiza la conexión con la ontología de enfermedades, pues los servicios han sido descritos en Intervención y en la evaluación del paciente.

La clase **Servicio** tiene 3 subclases, **Servicios del cuidado del paciente**, **servicios de acceso** y **servicios de información**. Ver en anexo 6 la lista de servicios proveídos. En la Ilustración 47 se muestran los principales conceptos y sus relaciones.

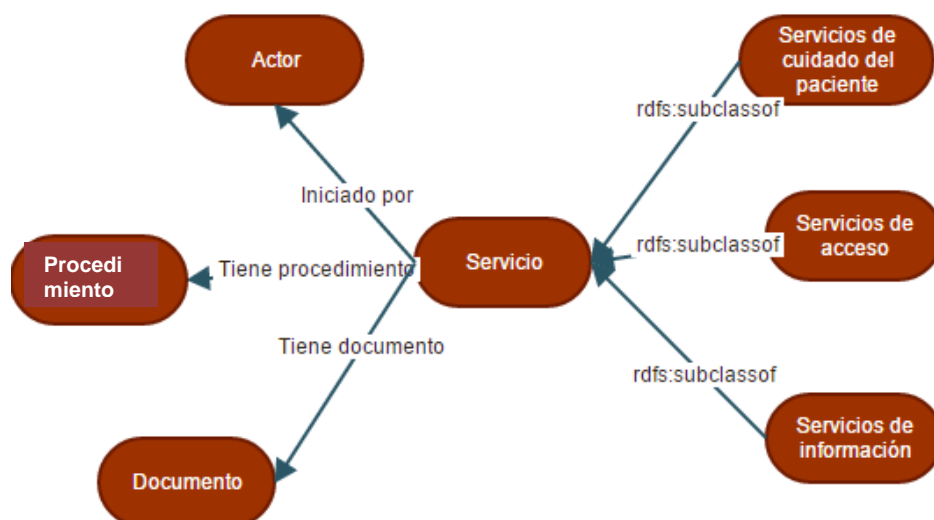


Ilustración 49: Esquema de clases y propiedades principales de servicio
Fuente: Elaboración propia

Propiedades:

- **Servicio iniciado por**, que es la propiedad inversa a **Iniciar servicio**, y conecta al actor que despliega el servicio (de acuerdo a sus capacidades y obligaciones).
- **Tiene procedimiento**, es la manera en la que se lleva a cabo el servicio.
- **Tiene documento**, Se refiere a toda la documentación que permite el servicio.

Acciones

Las acciones representan las tareas concretas que pueden realizar los diferentes actores que participan del monitoreo remoto, sujeto a sus responsabilidades y a lo que corresponde a su ámbito, las acciones se llevan a cabo dentro de un procedimiento, se presentan a continuación las categorías en las que se enmarcan.

Actividades	Descripción
Actividades Backoffice	Las actividades de Backoffice implica el llenado de información, request, y todo lo relacionado al ámbito administrativo.
Actividades de Gestión	Actividad de supervisión y gestión de actores y procedimientos desplegados por la aplicación.
Actividades del Paciente	Son todas las actividades relacionadas al paciente, desde los procedimientos que debe seguir, hasta el ingreso de ciertos documentos a la app.
Actividades del Equipo Multidisciplinario	Encargado de personalizar el tratamiento.
Actividades médicas	Todo lo relacionado al ámbito médico, procedimientos, prescripción de tratamientos, etc.
Actividades del médico especialista	Todo lo relacionado a otras patologías asociadas.
Actividades sociales	Actividades relacionadas con la labor de la asistente social y/o alguna institución (Municipalidades).
Actividades de enfermería	Todo lo relativo a las curaciones y la asesoría que recibe el paciente, o de cómo administrar su tratamiento.
Actividades nutricionista	Lo relativo al estado metabólico y nutricional del paciente.

Tabla 24: Subclases de acciones

Fuente: Elaboración propia

Propiedades:

- **Tiene sujeto**, indica quien despliega la acción.
- **Es parte de**, es para indicar si la acción pertenece a un procedimiento o no.
- **Tiene objeto**, indica a quien se despliega la acción, en general al paciente.

Procedimiento

Un procedimiento es la manera en que las acciones son combinadas para proveer un servicio específico. Por lo tanto existirán tantos procedimientos como servicios haya. Por lo tanto el nivel de jerarquía que le sigue a procedimiento y que representa subclases de este son **procedimientos de información**, **procedimientos de cuidado del paciente** y **procedimientos de acceso**. La ilustración 48 muestra los principales conceptos y relaciones.

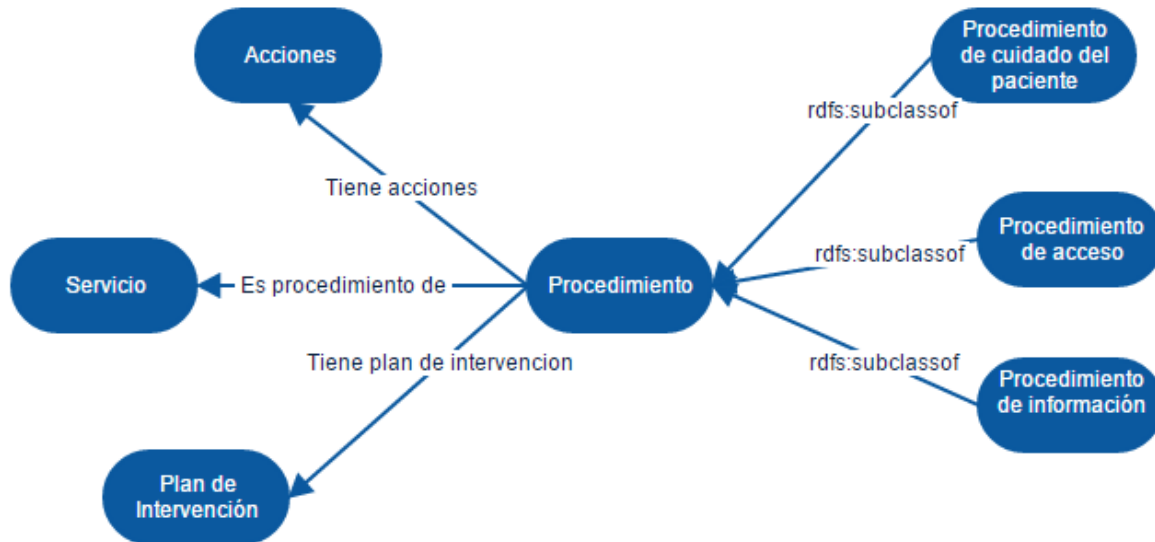


Ilustración 50: Esquema de clases y propiedades principales de procedimiento
Fuente: Elaboración propia

Propiedades:

- **Es procedimiento de** tiene como rango el servicio asociado.
- **Tiene acciones**, son las acciones que hay involucradas en el procedimiento
- **Tiene plan de intervención (flujo BPMN asociado)**, todo procedimiento tiene un plan de intervención asociado (La mayoría de ellos relacionados con la aplicación, se detallan en el Capítulo 8).

Documentos

Se decidió incluir un concepto más en la ontología que son los documentos, los documentos se refieren a todo tipo de documento médico que es necesario para cumplir una acción, como prescripciones médicas, autorizaciones etc. Pero también un documento representa una manera de interactuar con el sistema, ya sea el paciente o los actores involucrados, de esta manera la ficha clínica del paciente es un documento, también se usa para definir ciertos permisos, por ejemplo esta última no es visible por todos los actores, por ejemplo la asistente social.

Un tipo de documento importante, son los documentos Anamnéticos, que son documentos generados con la información que entrega el paciente, esto en primera instancia es importante, pues es este agente el que puede proveer información de contexto relevante.

Por lo tanto, y siguiendo la misma lógica anterior los documentos tienen 3 subclases (principales, hay muchas más). **Documentos de información, Documentos de atención del paciente, Documentos de acceso**

Propiedades:

- **Es documento de**, se refiere al procedimiento al que está asociado.
- **Es escrito por**, define el participante que redacta el documento.
- **Es leído por**, define los permisos para leer y revisar la información.

En la Ilustración 49 y 50 se muestran algunas vistas en Protégé, para visualizar la interfaz en que se desarrolló la ontología, con las respectivas clases y propiedades:

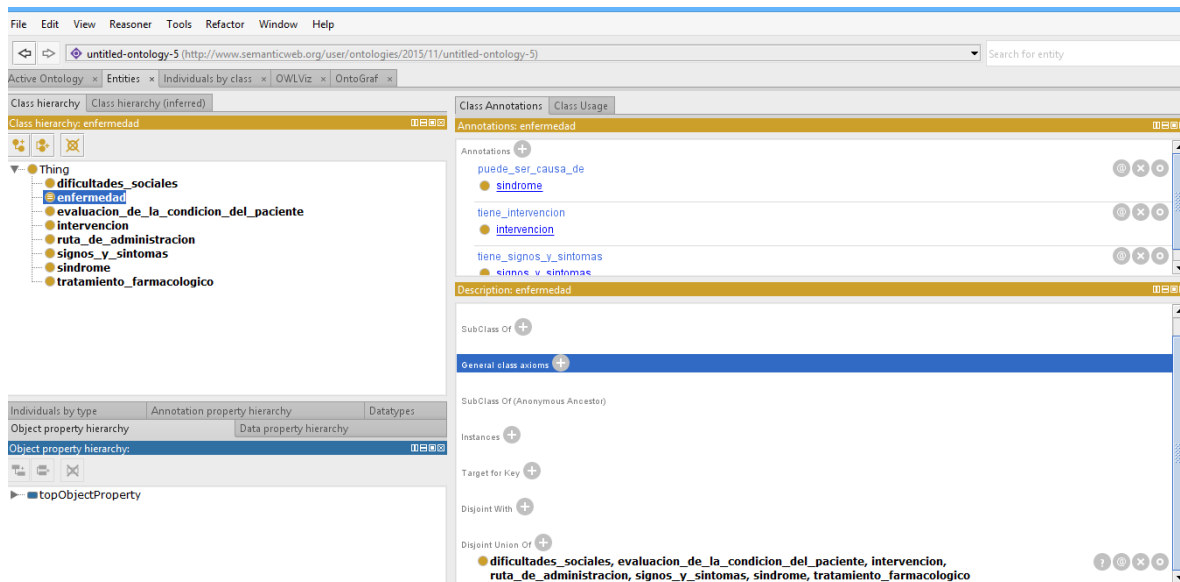


Ilustración 51: Vista de Protégé ontología de Enfermedad
Fuente: Elaboración propia

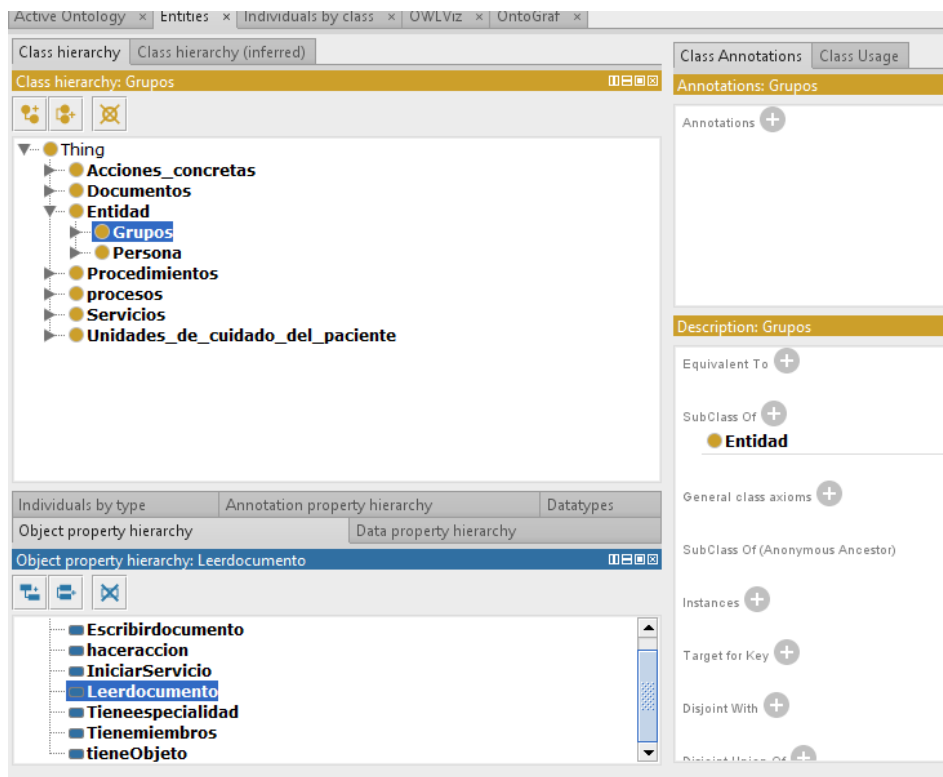


Ilustración 52: Vista de Protégé ontología de Actores
Fuente: Elaboración propia

7. DISEÑO DE MONITOREO REMOTO

En este capítulo se mostrarán los procesos asociados al monitoreo remoto y a la aplicación, también se detallará todo lo relativo a las alarmas y riesgo de crisis.

Luego de desplegarse los procesos de diagnóstico y una vez que el equipo multidisciplinario ha completado la ficha del paciente, en un proceso de evaluación completa de la condición del paciente y ha indicado el tratamiento, el paciente requiere ser monitoreado.

7.1 PROGRAMAR MONITOREO

Descripción

El primer paso es la programación del monitoreo del paciente, en esta etapa se definirán los requerimientos de estos (es decir, determinar el tipo de paciente, lo que conlleva a determinar las necesidades). En esta etapa se produce la asignación de recursos, tales como: Equipo multidisciplinario encargado, el kit de biosensores a utilizar, es importante destacar que parte de la labor que realiza el Equipo multidisciplinario es asesoría respecto del monitoreo, este concepto se encuentra descrito en la ontología abordada más arriba. Tal como lo muestra la ilustración 47 es importante establecer la frecuencia de transmisión de los indicadores, esto puede variar de paciente a paciente y según las patologías asociadas. Otro punto importante es que al determinar las necesidades del paciente lo que se hace es incluir los términos de la ontología en el sistema, de manera que se cree una mini ontología propia para cada paciente.

Flujo de proceso

La ilustración 51 muestra el proceso general de programación del monitoreo, se entregan procesos generales porque el detalle de entrega de recursos, o incluso indicadores dependerá de cada paciente, por las bioseñales requeridas y porque los indicadores pueden solaparse o establecer otro tipo de reglas.

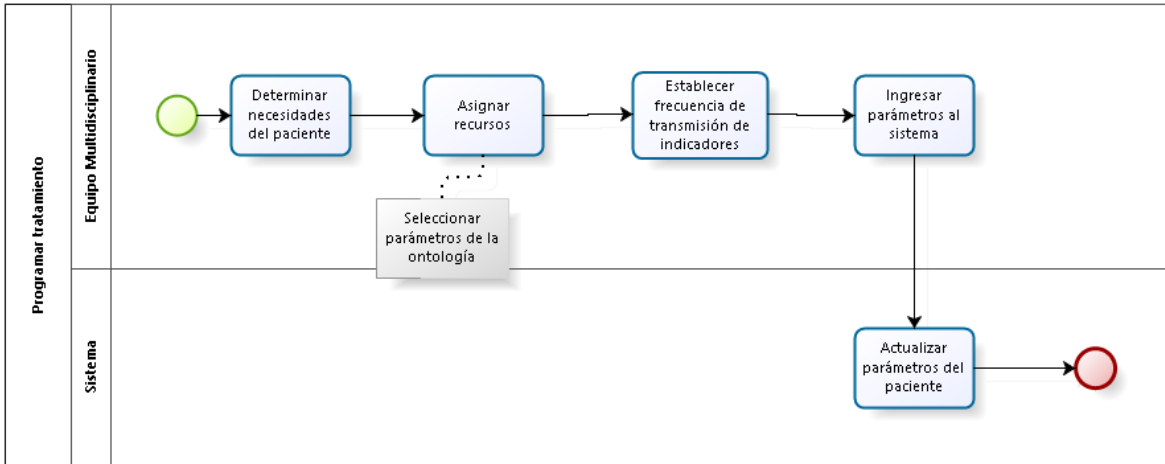


Ilustración 53: Proceso de programación del Monitoreo
Fuente: Elaboración propia

Lógica de negocio

La lógica de negocio es simple, lo primero es como se explicó arriba definir el tipo de paciente, los diferentes tipos radican en el perfil de cada uno. Esto se complementará con la ontología, parte que se describirá a continuación, posteriormente el modelo predictivo, que son consultas en SPARQL son aplicadas a la ontología y finalmente si llega a ocurrir el caso, dada las reglas establecidas se generan las alarmas. La ilustración 52 esquematiza esta lógica que será detallada en la subsección siguiente.

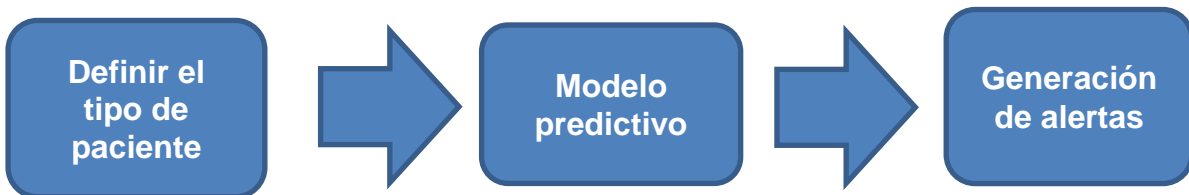


Ilustración 54: Esquematización
Fuente: Elaboración propia

Interacción con la Ontología

Para programas el tratamiento la ontología juega un rol fundamental. En esta etapa el médico elabora un sub-ontología asociada al paciente, bajo una interfaz en que se muestren todos los conceptos de ella y crea una ontología personalizada de la siguiente manera:

Si el paciente es diabético, se incluirá este concepto, junto con toda la sintomatología del paciente, por ejemplo si presenta una infección en la sangre esto estará en la ontología de dicho paciente, así como la ontología reconoce todos los conceptos relacionados con la condición del paciente, se tendrá una para cada tipo. Además en los conceptos de la ontología están indicados los tratamientos y los servicios de monitoreo. Respecto de la ontología de actores, está será asignada por el médico tratante y dice relación con los servicios otorgados y el equipo que trabajará con el paciente.

Consultas SPARQL

En esta etapa no existen consultas SPARQL asociadas, sin embargo en todo lo que respecta al monitoreo en sí y a su seguimiento será hecho a través de este tipo de consultas. Considerar que en este enfoque se basa el modelo predictivo que se describirá más adelante.

Servicios requeridos

Los servicios requeridos para la etapa de programación son:

- 1.- Servicios de definición de planes de intervención:
 - Servicios de prescripción de dispositivos de asistencia (biosensores)
 - Servicios de prescripción de tratamiento no farmacológico
 - Servicios de prescripción de cuidados de enfermera.
 - Servicios de planeación de planes de intervención
 - Servicios de prescripción de tratamiento farmacológico
- 2.- Servicios de realización de la intervención
 - Servicios de consultoría
 - Servicios médicos especiales
 - Servicios de asistencia social
 - Servicios de enfermería
- 3.-Servicio de Evaluación de la condición del paciente
 - Servicios de evaluación Integral
 - Servicios de requerimiento de exámenes
 - Servicios de requerimiento de examinación física
 - Servicio de acciones

7.2 ALARMA Y RIESGO DE CRISIS

Descripción

Esta sección se dividirá en 2 subsecciones distintas: Alarmas y notificación de alarmas, y protocolo preventivo de crisis. En esta sección se revisarán las reglas y las consultas a la ontología.

Alarmas y notificación de alarmas

Las alarmas que generará la aplicación se generarán por 3 motivos principales, el primero es que algún indicador en particular se haya salido de un rango normal en una ventana de tiempo considerada por los médicos, el segundo motivo que es el que se espera, que se genere una alarma al predecir bajo ciertos parámetros que la persona sufrirá alguna crisis, y tercero cuando algún indicador haya dejado de transmitirse o haya dificultades técnicas en ello.

Crisis en pacientes diabéticos:

Hipoglucemia

Puede ser sintomática o asintomática, dentro de los síntomas se destacan de 3 tipos:

- Autónomicos: Palidez, temblor, sudoración fría, taquicardia.
- Neuroglucopénicos²⁰: Alteración del juicio y conducta, confusión, compromiso de conciencia, visión borrosa, alteración del habla, convulsiones y muerte.
- Inespecíficos: Irritabilidad, terrores nocturnos, llanto, náuseas, hambre, cefalea.

Tipos de crisis

Leve o moderada: El paciente está consciente con hipoglucemia sintomática o con hipoglucemia asintomática (por eso es importante estar constantemente midiendo este indicador), la glucemia asintomática es responsable de muchas muertes, sobre todo cuando es nocturna.

Severa: Paciente con compromiso de conciencia que requiere ayuda de terceros para tratarla, puede presentar convulsiones o coma.

La hipoglucemia puede presentarse mayormente en personas con antecedentes de hipoglucemias reiteradas, o con bajo HbA1c, o al hacer ejercicio intenso. También puede producirse luego de la inyección de una dosis de insulina.

Los indicadores que se estarán transmitiendo constantemente durante el día son la glucemia, la presión arterial, la ubicación, cantidad de movimiento y ritmo cardíaco.

²⁰ Síntomas de hipoglucemia originados en el cerebro, ya que el sistema nervioso se resiente por la falta de glucosa

La manera genérica en que las notificaciones funcionan se muestran en la Ilustración 53:

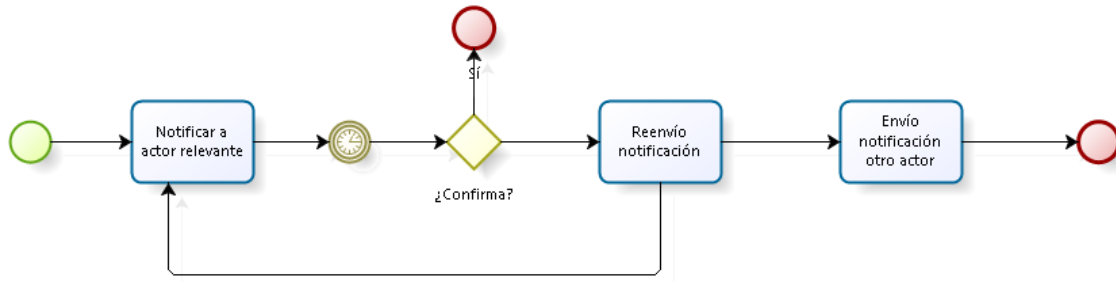


Ilustración 55: Proceso genérico del funcionamiento de las notificaciones
Fuente: Elaboración propia

Hiperglucemia

Las crisis de hiperglucemia son distintas a las anteriores, para que exista un compromiso de conciencia el paciente debe llegar a niveles de glucosa sobre 600 mg/dl, que implica un coma diabético, por lo que el manejo de ella es menos complejo y puede ser el mismo paciente el que pueda manejarlo, cae en la categoría de indicador fuera de rango.

Protocolo preventivo

En este caso el modelo predictivo se basa en inferir información a través de reglas simples, con el uso de la ontología. A través de consultas, haciendo uso de SPARQL (que es un lenguaje para protocolos RDF y Query). La idea principal es que el sistema infiera información de manera automática esto es lo que ilustra la imagen 54., en el caso de pacientes diabéticos los valores de las bioseñales son conocidos y bien establecidos, al menos para el caso genérico, puede personalizarse y depende de los datos que vaya ingresando el paciente y siendo capturados por las bioseñales. Es necesario destacar que el sistema completo no solo genera alarmas preventivas, sino también protocolos de acción, que son desplegados tanto para el paciente como para distintos actores de la salud al ser requeridos.

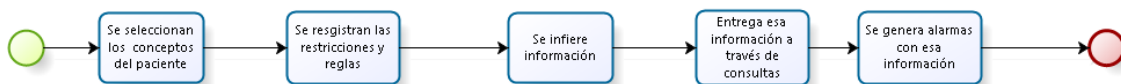


Ilustración 56: Proceso de funcionamiento general del proceso predictivo
Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que en el caso del paciente diabético, las alarmas que se generarán son directamente relacionadas con la glucemia y los niveles de ella a lo largo del día, esto es para simplificar el modelo y porque en términos generales es la variable decidora de control de la enfermedad.

Para exponer el funcionamiento del protocolo preventivo se expondrá a modo de ejemplo un caso de una persona con crisis de hipoglucemia. La persona se encuentra conduciendo luego de colocarse una inyección de insulina, frente a lo cual no recordó el hecho de comer algo, el sistema detecta que el azúcar en la sangre comienza a bajar rápidamente (lo que despliega una serie de acciones, no todas serán descritas en el ejemplo, puesto que sería muy extenso y este ejemplo solo muestra cómo funciona el sistema en caso de crisis).

Interacciones con la ontología

Para los ejemplos que veremos a continuación la interacción con la ontología es la siguiente:

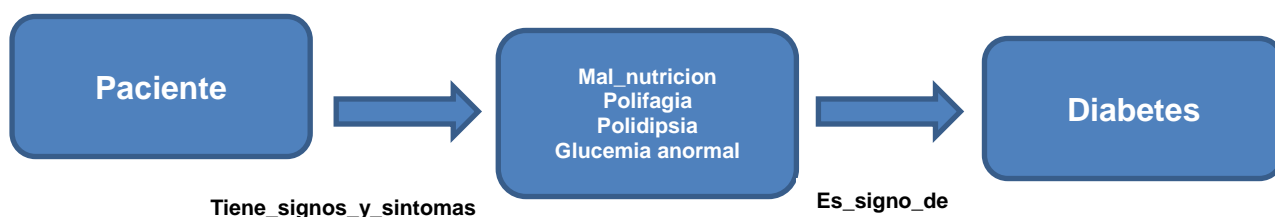


Ilustración 57: Esquemización de la interacción con la ontología
Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 55 se muestran los conceptos de la ontología a utilizar, se presenta este tipo de esquema para facilitar la comprensión al lector, como se mencionará más abajo, al analizar código, como existe tanta tipología de pacientes se presenta para un caso en particular a modo de ejemplo.

Reglas simples formalizadas con código

Las reglas simples definidas y explicadas para la Glucemia se detallarán en lenguaje SWRL (Semantic Web Rule Language) basado en una combinación de los sublenguas OWL DL y OWL. Este lenguaje define una sintaxis de nivel superior para incluir reglas en OWL.

Las reglas se definen como la relación entre un antecedente (body) y su consecuente (head). El significado se lee como: Cuando las condiciones del antecedente se cumplen, luego se deben cumplir las condiciones del consecuente. El antecedente y el consecuente consisten en cero o más atoms. Un antecedente que es cero implica que es un antecedente que siempre se cumple, por lo que el consecuente debe cumplirse para todos los casos. El caso inverso, en que el consecuente es vacío, se trata como que no se cumple en ningún caso, por lo que el antecedente no debe satisfacerse en nunca.

Tenemos al paciente con la condición de diabetes:

El código en SWRL presentado a continuación es un diagnóstico clásico de paciente diabético, se puede complejizar cuanto se quiera, puesto que no todos los pacientes diabéticos presentan estos signos y síntomas y pueden presentar otros distintos, esto es para ejemplificar el uso de reglas simples, que son bastantes, por lo que acá y en la tabla 25 se muestra para ejemplificar su codificación.

Patient(?p) ^ tienesignosysintomas(?p, mal_nutrición) ^ tienesignosysintomas(?p, polifagia) ^ tienesignosysintomas(?p, polidipsia) ^ tienesignosysintomas(?p, glucemia_anormal) → Diagnostico(?p, Diabetes_tipo_2)

Crisis	Reglas
Hiperglucemia	Patient(?p) ^ Diagnostico(?p, Diabetes_tipo_2) ^ tienesignosysintomas(?p, Glucemiaanormal_sobre_150_mg_dl) ^ → Diagnostico(?p, Hiperglucemia)
Hipoglucemia	Patient(?p) ^ Diagnostico(?p, Diabetes_tipo_2) ^ tienesignosysintomas(?p, Glucemiaanormal_bajo_70_mg_por_dl) ^ → Diagnostico(?p, Hiperglucemia)

Tabla 25: Ejemplo de reglas simples
Fuente: Elaboración propia

Política de alarma y Nivel de riesgo

Crisis	Contexto	Nivel de riesgo	Acciones
Hipoglucemia leve	Casa	Bajo	Enviar notificación (sms) al paciente, paciente debe comer algo dulce.
	Conduciendo	Medio	Paciente debe detenerse y comer o de no ser posible debe ser asistido por una ambulancia, es decir es notificado al médico tratante. También existe la opción de informar a algún familiar cercano o al cuidador en caso de existir.
	Calle	Medio	Enviar notificación al paciente, a un familiar. Debe detenerse inmediatamente y consumir carbohidratos
Hipoglucemia severa	Casa	Alto	Se debe enviar ambulancia, el paciente debe ser asistido por profesionales.
	Conduciendo	Muy Alto	Se debe enviar ambulancia inmediatamente al sitio, notificar al paciente para detener el vehículo.
	Calle	Muy Alto	Se solicitará ambulancia, aunque el paciente cuente con un tercero que pueda asistirlo.
Hiperglucemia	Independiente del contexto	Bajo	La indicación a menos que sea un coma (en tal caso de notifica a ambulancia, pero esta alarma es precisamente eso lo que trata de evitar), es que el paciente tome su medicamento para diabetes y por lo tanto sólo es notificado al paciente.

Tabla 26: Política de notificación de alarmas
Fuente: Elaboración propia

Funcionamiento general de la alarma

El proceso de funcionamiento general describe el proceso de desplegar servicios y Planes de intervención según amerite el caso, la ilustración 52 muestra un flujo de procesos del funcionamiento general de la alarma.

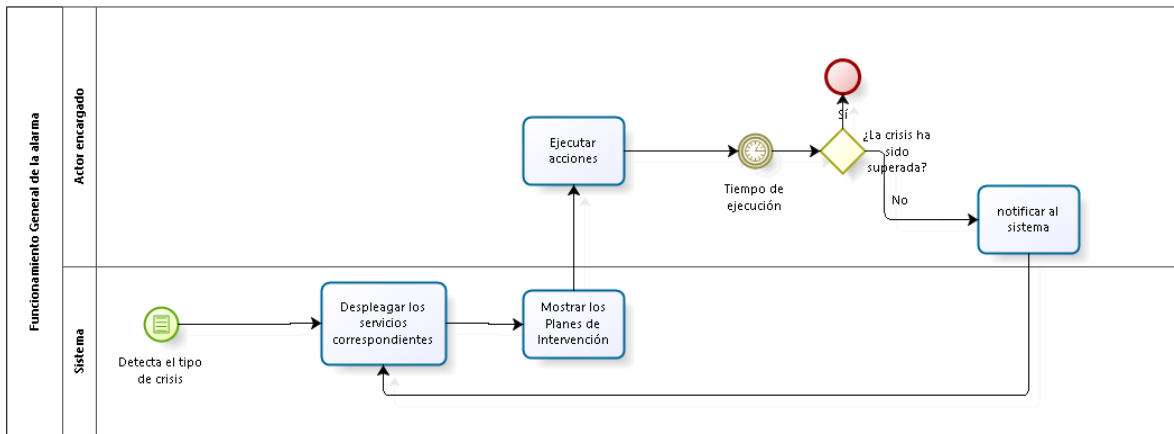


Ilustración 58: Funcionamiento general de la alarma
Fuente: Elaboración propia

Servicios requeridos

En la línea de Servicios de **atención al paciente**:

1.- Servicios de definición de planes de intervención:

- Servicios de prescripción de dispositivos de asistencia (biosensores)
- Servicios de prescripción de tratamiento no farmacológico
- Servicios de prescripción de cuidados de enfermera.
- Servicios de planeación de planes de intervención
- Servicios de prescripción de tratamiento farmacológico

2.- Servicios de realización de la intervención

- Servicios de manejo de crisis
- Servicios de consultoría
- Servicios médicos especiales
- Servicios de asistencia social
- Servicios de enfermería

3.-Servicio de Evaluación de la condición del paciente

- Servicios de evaluación Integral
- Servicios de requerimiento de exámenes
- Servicios de requerimiento de examinación física
- Servicio de acciones

En la línea de Servicios de **acceso**:

1.- Servicio Estructural

- Servicio conector de las ontologías y los planes de intervención.

2.-Servicio Individual

- Servicio de Admisión al monitoreo

- Servicio de edición de información
- Servicios de descarga
- Servicios de edición de información
- Servicio de edición de información
- Servicio para admitir un nuevo profesional
- Servicio de requerimiento de monitoreo

En la línea de Servicios de **Información**:

- 1.- Servicio de consulta a la base de datos
- 2.- Servicio de información personal
- 3.-Servicio de monitoreo
- 4.-Servicio de guía prácticas del cuidado del paciente.

Funcionalidades del sistema

Requerimiento	Descripción
Asignación de profesionales de salud al paciente	Estos son agregados al sistema, están instanciados en la ontología, y el médico a cargo sólo debe seleccionarlos.
Establecer frecuencia necesaria de transmisión de indicadores	Esta funcionalidad es muy importante, ya que varía de paciente en paciente, y de la tipología de diabetes que este posea. Además de las patologías asociadas y de su evolución en el tiempo.
Personalizar ontología	Este paso es un paso simple dada una interfaz en la que el médico pueda escoger cada concepto de la ontología y crear una propia para el paciente, este aspecto es importante por lo que se ha dicho arriba, los pacientes con diabetes no presentan condiciones similares necesariamente.
Asignar planes de intervención	La idea es que cada plan de intervención esté asignado a una intervención específica, eso está detallado en la ontología, sin embargo los planes de intervención, dependiendo de ciertas condiciones pueden ser asignados por el profesional médico.
Ver datos del pacientes	Es una funcionalidad básica y es parte del objetivo del proyecto, de tal manera que el médico pueda tener una vista "amigable" de todos los aspectos del paciente.
Agregar/Modificar indicadores	Según el médico requiera y si existe cambio en la condición de salud del

	paciente, se podrá modificar o agregar indicadores pertinentes, incluso eliminar los que no son necesarios.
Ver detalles de alerta	Las alertas son información importante, de las crisis, no sólo indican cuantas veces el paciente incurrido en una de ellas, sino que entregan información implícita de la adherencia al tratamiento y los hábitos que posee el paciente, de esta manera las alertas son fundamentales en el apoyo de la toma de decisiones médicas.
Agregar/Modificar estados de alerta	En caso de presentarse algún tipo de error o bien generar alguna acción que no es necesariamente requerida actualmente.
Generar nuevos indicadores	Este es un trabajo del médico, si es que lo considera pertinente, pero también puede ser visto como un trabajo futuro.
Insertar datos	La interfaz permite el ingreso de datos por parte de los médicos y el paciente, datos como por ejemplo: El peso corporal.

Tabla 27: Funcionalidades del sistema

Fuente: Elaboración propia

7.3 DISEÑO DE VISTAS DEL SISTEMA

A continuación se presenta el diseño de algunas vistas utilizando Mockup Interface, cabe destacar que las vistas representan funcionalidades y no diseño original, para ello se deberá realizar un desarrollo más apropiado.

- **Vista general del profesional de la salud:** El médico y otros actores de salud revisa una vista general del sistema, donde puede ver la última crisis del paciente, las patologías asociadas y si el paciente está estable o no.



Ilustración 59: Vista principal para el profesional de la salud
Fuente: Elaboración propia

- **Ficha clínica completa:** La ficha clínica corresponde al perfil completo del paciente, que ya se ha descrito más arriba en la presente tesis, la idea es que al primer contacto con el profesional de la salud el paciente sea evaluado en todas sus dimensiones, las que obviamente dicen relación con su condición de salud.

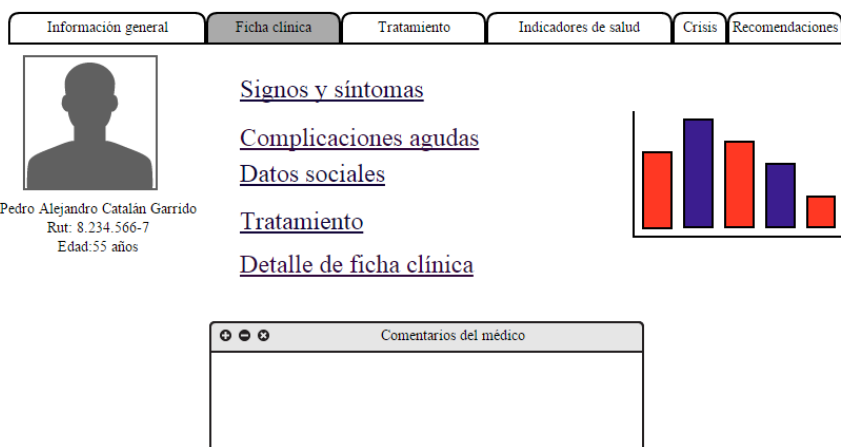


Ilustración 60: Vista de ficha clínica y el indicador de la glucemia
Fuente: Elaboración propia

- **Formularios de ingreso de información del paciente:** Existen datos que no necesariamente pueden ser capturados a través de los biosensores y es de suma importancia que el paciente los ingrese mediante un formulario web, la idea es que no le ocupe mucho tiempo de su vida y por lo mismo se incorpora en el celular.

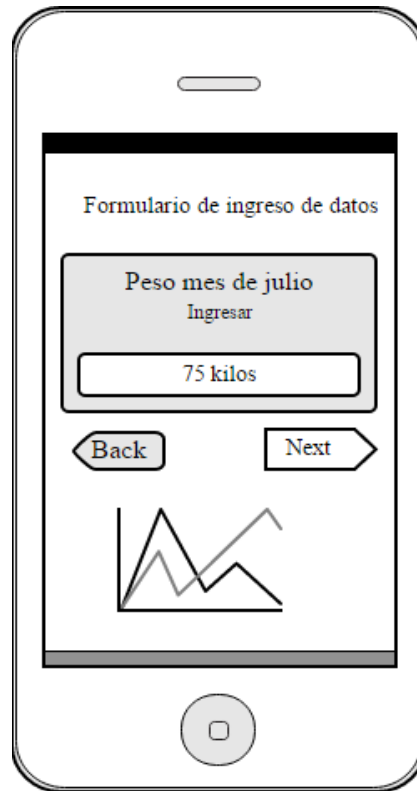


Ilustración 61: Vista de cómo se presentaría el formulario en el celular
Fuente: Elaboración propia

- **Indicadores del estado del paciente en el tiempo:** Es importante que también se vean los indicadores, de manera completa en el tiempo, esto proporcionará al médico una historia y por tanto tomar decisiones del tratamiento de este y de los ajustes que pueden hacerse, además de que si el paciente puede o no seguir los cambios en el estilo de vida.

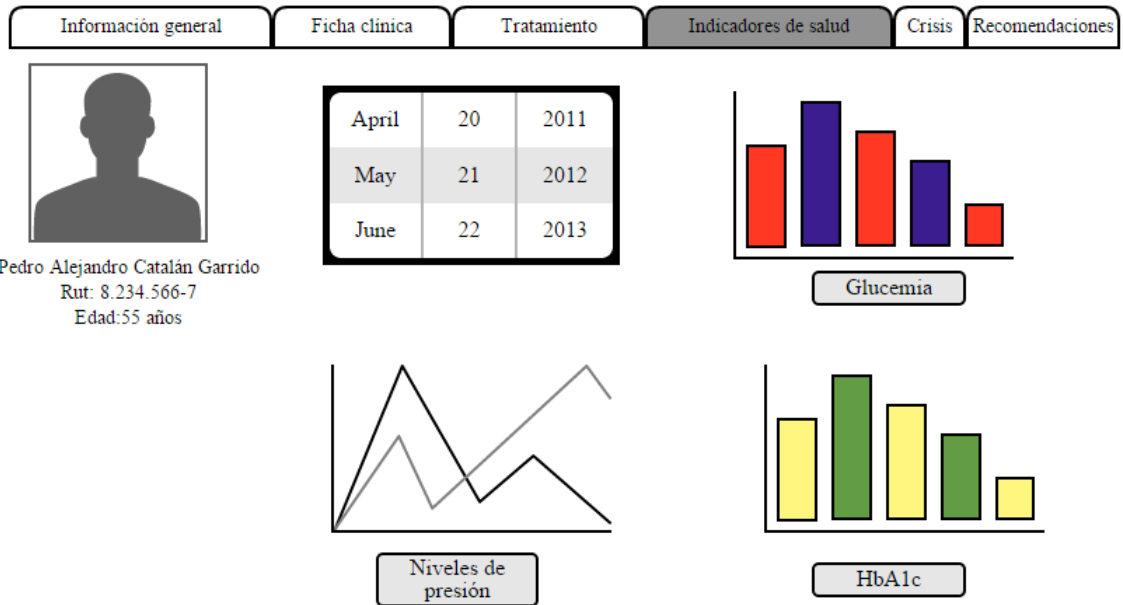


Ilustración 62: Vista de indicadores
Fuente: Elaboración propia

- **Crisis anteriores y manejo:** La idea es que los distintos actores también puedan aprender de crisis anteriores y manejos, es decir en qué condiciones la persona sufre ciertas crisis y evitarlas en el futuro.
- **Tratamiento, Dieta del paciente, plan de ejercicios:** La idea de incorporar el tratamiento es para que el paciente recuerde constantemente su tratamiento, tanto farmacológico, como no farmacológico, también es un dato que pueden obtener los familiares y reportar en caso de no cumplirse, lo que permitirá al equipo que atiende al paciente adecuar tratamiento o bien conocer las causas de por qué los indicadores varían de cierta forma. De la misma manera ocurre con la dieta y el plan de ejercicios.
- **Recomendaciones:** Basadas en buenas prácticas de guías clínicas, se desplegarán como mensajes en el celular.

8. CONCLUSIONES

Este trabajo propone un enfoque de la semántica web para generar herramientas, que apoyen a la toma de decisiones médicas en pacientes con diabetes tipo 2, se trata de predecir el comportamiento de estos pacientes dada condiciones de contexto, como por ejemplo el entorno social en que están insertos, esto se mezcla con un enfoque de procesos que provee estandarización de procedimientos y ser reactivo a la hora de predecir una crisis (a través de las ontologías). Para lograr lo anterior se consideró una serie de requerimientos base para el diseño de ese tipo de herramientas, que ha sido ampliamente presentada en el estado del arte y que a continuación se concluyen individualmente.

Respecto de las bioseñales, éstas están bien establecidas para pacientes diabéticos y sus principales patologías asociadas, sin embargo, el problema radica en que la enfermedad se manifiesta de diferentes maneras de paciente en paciente, lo que hace necesaria la personalización del monitoreo. Si bien es posible estandarizar un tipo de paciente, esto es posible sólo para ejemplificar, pues la realidad es que lo decisivo es la evaluación de la condición del paciente. Otra conclusión importante en este ámbito, es que es posible formalizar este conocimiento a partir de guías clínicas, pues son procesos bien estudiados por la salud chilena e internacional. Este representa el primer paso y es donde el sistema de monitoreo es proveído de información de contexto bajo.

El segundo requerimiento, que va de la mano al anterior, es por un lado, el equipo requerido para captar estas bioseñales y por otro, la reglamentación chilena respecto de este tipo de dispositivos, en particular se consideró este punto en la presente memoria, para dejar claro que el contexto chileno es parte del diseño de este gran sistema de gestión de pacientes crónicos. En términos de la tecnología aplicada a los biosensores existen grandes avances, pero aún falta desarrollo, muchos de los aquí propuestos están en fases de estudio, aunque todos apuntan al mismo objetivo buscado, ser lo menos invasivo posible para el paciente, y en el caso de los pacientes diabéticos, evitar los molestos pinchazos.

Una vez obtenidos los requerimientos anteriores, se tenía la información preliminar para diseñar y modelar las ontologías en Protégé, esta ontología está hecha en lenguaje OWL, y presenta los principales conceptos que se incluyen en la gestión de pacientes con diabetes tipo 2, ha sido basada en [1], adaptada al contexto chileno de la enfermedad, con algunas propuestas internacionales, de modo que el presente trabajo represente una propuesta importante para el sistema chileno. Es posible extender más los conceptos de la ontología a otras patologías, en esta memoria no se han instanciado los conceptos con casos reales, pero puede ser un trabajo futuro. Una de las conclusiones principales respecto a este tema, es que el diseño de la ontología permite guardar información de contexto social como parte de las patologías asociadas, teniendo signos y síntomas.

Como ya se ha diseñado la ontología, es necesario crear los procesos, que en esta tesis son llamados los planes de intervención y representan los procedimientos médicos y contextuales que son llevados a cabo y que han de ser desplegados en algún estado

inferido por la ontología. Han sido creados con BPMN, son genéricos y en muchos casos representan recomendaciones importantes al sistema de salud chileno, puesto que existe una deficiencia en la creación de dichos procesos.

Todo lo anterior es combinado para diseñar un prototipo no funcional, en la parte final de la memoria se presentan algunas funcionalidades del sistema, se reconoce una mayor deficiencia en este punto de la memoria y se propone como trabajo futuro, recopilar más información para generar más de ellas. Estas han sido basadas en el proceso de recopilación de información de guías clínicas, pero también combinadas con entrevistas a diferentes actores participantes del proceso.

Se concluye finalmente que este trabajo es la primera aproximación hacia el tratamiento y monitoreo en tiempo real y oportuno de las enfermedades no transmisibles, en particular de la diabetes cuya prevalencia en Chile va en aumento.

La última conclusión es que todo lo anterior, representa los lineamientos básicos de un sistema de apoyo a la toma de decisiones más robusto.

BENEFICIOS

A partir de lo anterior, es importante destacar los principales beneficios que representa el uso de estos enfoques y los objetivos abordados en la presente tesis:

El trabajo presentado de monitoreo remoto, muestra varios puntos importantes a considerar, lo primero es que propone un sistema inteligente de predicción de eventos de crisis. En tiempo real y con información contextual del paciente, lo que actualmente no se hace, y se considera como única fuente de contexto los exámenes médicos. Esto es sumamente importante, pues conlleva a mejorar la atención de salud, haciéndola más reactiva, evitando las hospitalizaciones innecesarias y mejorando la calidad de vida del paciente.

Otro punto importante es que este sistema de gestión de pacientes crónicos propone trabajar los datos obtenidos, es decir, generar indicadores que apoyen, efectivamente la toma de decisiones. Es por esto que esta tesis presenta los requerimientos necesarios para llegar a obtener aplicaciones más robustas y modelos predictivos más nutridos.

Respecto de las bioseñales, es importante destacar el aporte de esta tesis al considerar información contextual, incluso el estado psicológico de los pacientes, esto es un avance puesto que en general se entiende por bioseñal los típicos datos, como presión sanguínea, ritmo cardíaco, o temperatura corporal. Bajo este escenario, lo que se piensa es que no sólo ciertas variables físicas condicionan la calidad de vida del paciente o de sus patologías, sino también contextual, como el ámbito social u otros aspectos de la vida.

Los procesos de Negocios representan una mirada que se está comenzando a utilizar en el sistema de salud pública y permite, aunque en Chile no se logren a cabalidad los objetivos, mejorar procesos hospitalarios y de toma de decisiones. Además considera procesos ubicuos, o en este caso semi-ubicuos, que permiten automatizar decisiones. Pese a lo anterior y sin duda, el aporte más importante de este trabajo es la ontología,

un enfoque que se aplica en la web y que como se ha visto en el estado del arte y en este trabajo, ha podido complementarse con éxito con otros enfoques como el enfoque de procesos.

A continuación se dejan algunas conclusiones, que se consideró importante rescatar respecto al sistema de salud chileno:

Las deficiencias del sistema de salud Chileno quedan de manifiesto a partir de las guías clínicas, no sólo porque representan lineamientos básicos a partir de guías clínicas internacionales, sino porque en ellas mismas se reconocen falencias graves, como el hecho de que los datos de una de las principales enfermedades crónicas, es escaso, deficiente y por lo mismo la mayoría de los paciente desiste del control.

Respecto a los diabéticos, la mayoría expresa su molestia frente al sistema de salud, a la falta de profesionales y a lo engorroso que resulta tomar alguna hora para su control, esto ha contribuido a que el paciente diabético, que de por sí es un paciente muy propenso a dejar su tratamiento, desista de sus controles y monitoreo. Lo anterior debido a que el paciente diabético no se siente enfermo, debido a que la progresión de la enfermedad es muy lenta.

En muchos aspectos la persona que llevo a cabo este proyecto, se encontró con procedimientos irregulares, con doctores que no observan al paciente en sus otras patologías asociadas, que no educan y que finalmente el paciente no conoce nada de su condición.

8.1 TRABAJO FUTURO

Como el lector pudo apreciar en las conclusiones el desafío para el futuro es extenso, pero prometedor en esta área y podría impactar de buena manera al sistema de salud chileno. Se propone, de esta manera expandir el enfoque a otras enfermedades crónicas. Además se puede ampliar el enfoque al diagnóstico y métodos preventivos de la enfermedad.

Además el esquema de trabajo acá presentado es un marco flexible, que permite expandir las funcionalidades de manera efectiva, los sistemas son escalables, por lo tanto lo que se requiere es agregar más planes de intervención, y en el caso de las ontologías más patologías, un aporte importante sería poder codificar la ontología.

Una posibilidad de trabajo futuro, es evaluar la posibilidad de implementar la ubicuidad en el sistema de salud público, debido a que como se ha mencionado anteriormente el sistema de salud presenta muchas falencias, que se solucionan a un ritmo más lento de lo que crece la tecnología en esta área. Se deja propuesta la implementación y la evaluación de la aplicación.

Por último es altamente recomendable realizar una evaluación económica al respecto de las aplicaciones de monitoreo remoto, medir el costo efectivo de implementarlas y el impacto que puede tener en la vida de las personas.

9. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Riaño, D. , Real, F. , López-vallverdú J., Campana F., Erolani S., Mecocci P., Annicchiarico R., Caltagirone C. An ontology-based personalization of health-care knowledge to support clinical decisions for chronically ill patients. *Journal of Biomedical Informatics*, 45 (3), pp-429-446, 2012
- [2] Wen Yao and Akhil Kumar, CONFlexFlow: Integrating Flexible Clinical Pathways into Clinical Decision Support Systems using Context and Rules , *Decision Support System* 55 (2): 499-515 (2013).
- [3] Matías Echeverría, Angel Jiménez Molina, Sebastián A. Ríos: A Semantic Framework for Continuous U-health Services Provisioning. *KES 2015*: 603-612
- [4] An Ontology-Based System for Context-Aware and Configurable Services to Support Home-Based Continuous Care Autores: Federica Paganelli, Member, IEEE, and Dino Giuli, Senior Member, IEEE
- [5] Transparenz im Markt für Business Process Management – Tools:. (2011). *Wirtsch Inform Manag*, 3(2), pp.30-31.
- [6] Luna, J., Bonilla, M. and Torres, I. (2012). Metodologías y métodos para la construcción de ontologías. *Scientia Et Technica*, [online] XVII(50), pp.133-140. Available at: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84923878033> [Accessed 2 Mar. 2016].
- [7] Hpi.de, (2016). *Hasso-Plattner Institute - Hasso-Plattner-Institut*. [online] Available at: <http://hpi.de/en.html> [Accessed 2 Mar. 2016].
- [8] Oh, H., Jadad, A., Rizo, C., Enkin, M., Powell, J. and Pagliari, C. (2005). What Is eHealth (3): A Systematic Review of Published Definitions. *J Med Internet Res*, 7(1).
- [9] World-Health-Organization WHO. Innovative care for chronic health conditions. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 12 (2002), pp. 71–74
- [10] Pawar, P., Jones, V., van Beijnum, B. and Hermens, H. (2012). A framework for the comparison of mobile patient monitoring systems. *Journal of Biomedical Informatics*, 45(3), pp.544-556.
- [11] Sparenberg, Russomano & de Azevedo, 2004
- [12] Pawar, P., Jones, V., van Beijnum, B. and Hermens, H. (2012). A framework for the comparison of mobile patient monitoring systems. *Journal of Biomedical Informatics*, 45(3), pp.544-556.

- [13] Jones V, Gay V, Leijdekkers P (2010) Body sensor networks for mobile health monitoring: Experience in Europe and Australia. In: Fourth International conference on digital society, 2010. ICDS 10, pp 204-209
- [14] F. Miao, X. Miao, W. Shangguan, Y. Li Mobihealthcare system: Body sensor network based m-health system for healthcare application. In: E-Health Telecommunication Systems and Networks, 1 (1) (2012), pp. 12–18
- [15] Wai, A., Fook, F., Jayachandran, M., Song, Z., Biswas, J., Nugent, C., Mulvenna, M., Lee, J., & Yap, L. : Smart wireless continence management system for elderly with dementia. In: 10th International Conference on e-health Networking, Applications and Services, HealthCom 2008, pp 33-34. IEEE (2008)
- [16] W3.org, (2016). *World Wide Web Consortium (W3C)*. [online] Available at: <http://www.w3.org/> [Accessed 2 Mar. 2016].
- [17] Ministerio de Salud. Gobierno de Chile, (2016). *Ministerio de Salud. Gobierno de Chile*. [online] Available at: http://web2.minsal.cl/no_ges_depto_no_transmisibles [Accessed 2 Mar. 2016].
- [18] TUNSTALL-PEDOE, H. (2006). Preventing Chronic Diseases. A Vital Investment: WHO Global Report. Geneva: World Health Organization, 2005. pp 200. CHF 30.00. ISBN 92 4 1563001. Also published on http://www.who.int/chp/chronic_disease_report/en/. *International Journal of Epidemiology*, 35(4), pp.1107-1107.
- [19] Ministerio de Salud. Gobierno de Chile, (2016). *Ministerio de Salud. Gobierno de Chile*. [online] Available at: <http://web.minsal.cl/portal/url/item/72213ed52c3e23d1e04001011f011398.pdf> [Accessed 2 Mar. 2016].
- [20] Gov.uk, (2016). Welcome to GOV.UK. [online] Available at: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/338934/A_dult_obesity_and_type_2_diabetes_.pdf [Accessed 2 Mar. 2016].
- [21] Healthline, (2016). *Type 2 Diabetes Statistics and Facts*. [online] Available at: <http://www.healthline.com/health/type-2-diabetes/statistics> [Accessed 2 Mar. 2016].
- [22] Guzmán, J., Lyra, R., Aguilar-Salinas, C., Cavalcanti, S., Escaño, F., Tambasia, M. and Duarte, E. (2010). Treatment of type 2 diabetes in Latin America: a consensus statement by the medical associations of 17 Latin American countries. *Rev Panam Salud Publica*, 28(6), pp.463-471.
- [23] Ec.europa.eu, (2016). *Diabetes - European Commission*. [online] Available at: http://ec.europa.eu/health/major_chronic_diseases/diseases/diabetes/index_en.htm [Accessed 2 Mar. 2016].

- [24] Organización Mundial de la Salud, (2016). *Organización Mundial de la Salud*. [online] Available at: <http://www.who.int/es/> [Accessed 2 Mar. 2016].
- [25] Articulos.sld.cu, (2016). *Medicina Interna*. [online] Available at: <http://articulos.sld.cu/medicinainterna/files/2009/08/united-kingdom-prospective-diabetes-studyukpds.pdf>[Accessed 2 Mar. 2016].
- [26] Association, A. (2016). *American Diabetes Association - American Diabetes Association*. [online] American Diabetes Association. Available at: <http://main.diabetes.org/goh/2011-ada-annual-report.pdf> [Accessed 2 Mar. 2016].]
- [27] IBARZ, M., ARCE, M., MAYORAL, I., IGLESIAS, M. and BERGUA, M. (1999). Estudio de diversos aparatos de medición de glucemia capilar. *Endocrinología y Nutrición*, [online] 46(5), pp.150-0. Available at: <http://www.elsevier.es/es-revista-endocrinologia-nutricion-12-articulo-estudio-diversos-aparatos-medicion-glucemia-8595> [Accessed 2 Mar. 2016].
- [28] Freestylelibre.co.uk, (2016). *FreeStyle Libre*. [online] Available at: <http://www.freestylelibre.co.uk/> [Accessed 2 Mar. 2016].
- [29] Partners, I. (2016). *Non-invasive, continuous glucose monitoring - Glucosense*. [online] Glucosense.net. Available at: <http://www.glucosense.net/> [Accessed 2 Mar. 2016].
- [30] Diabetes.bayer.com.ar, (2016). *A1CNow+® - Bayer Diabetes Care*. [online] Available at: <http://www.diabetes.bayer.com.ar/productos/a1cnov.php> [Accessed 2 Mar. 2016].
- [31]_ Ispch.cl, (2016). *Instituto de Salud Pública de Chile*. [online] Available at: http://www.ispch.cl/ley20285/t_activa/marco_normativo/7c/dec_825_1998.pdf [Accessed 2 Mar. 2016].
- [32] Barros, O. (2013). *BusinessEngineering and Service Design with Applications for Health Care Institutions*. Santiago: Business Expert Press, p.229.
- [33] Echeverría, M. (2015). *Diseño del proceso de monitoreo a distancia y de predicción del riesgo de crisis en pacientes con hospitalización ambulatoria domiciliaria, Hospital Exequiel González Cortés*. Magister. Universidad de Chile.

10. ANEXOS

ANEXO 1: Entrevistas a pacientes estándar

Personas entrevistadas: Pedro Catalán, Pilar Delgado, Bárbara Canales, Adriano Mendoza.

- **¿Cuándo le diagnosticaron diabetes?**
- **¿Presentó síntomas?**
- **¿Cómo descubrió que tenía diabetes?**
- **¿Cómo fue el proceso de ir a la consulta?**
- **¿Qué hizo el médico? ¿Cómo hizo la examinación?**
- **¿Qué exámenes solicitó?**
- **¿Le explico de qué se trataba su condición?**
- **¿Conoce su condición?**
- **¿Le explicó las posibles complicaciones?**
- **¿Le explico para qué le hizo hacer los exámenes?**
- **¿Qué mencionó el médico sobre el control?**
- **¿Cada cuánto se controla?**
- **¿Se controla?**
- **¿Fue derivado a algún especialista?**
- **¿Recibió plan nutricional?**
- **¿Cómo mide sus glicemias?**
- **¿Ha tenido episodios de hipoglucemias?**
- **¿Cómo mide sus episodios de hipoglucemias?**
- **¿Cree estar bien educado respecto a su condición?**
- **¿Cómo es su alimentación?**
- **¿Qué cambios hay?**
- **¿Qué medicamento toma?**
- **¿Tiene alguna otra condición asociada?**

ANEXO 2: Formulario de riesgo de amputación y valoración del pie

N° Ficha _____ Fecha ____/____/____
 Nombre _____
 Domicilio _____
 Fono _____ Edad _____ años Años DM _____
 Escolaridad _____ Tabaquismo (N° cigarrillos/día) _____

FACTORES DE RIESGO	Sí	puntaje	No
1. Úlcera activa (Wagner I o Grado superior)	()	50	()
2. Amputación previa o úlcera cicatrizada	()	25	()
3. Neuropatía			
a. Deformidad del pie			
- Artropatía de Charcot	()	25	()
- Ortejos en martillo	()	15	()
b. Hiperqueratosis (asignar 1 de los dos)			
- Con manejo adecuado por podólogo	()	5	()
- Sin manejo adecuado por podólogo	()	25	()
c. Alteración sensibilidad a monofilamento	()	10	()
4. Ausencia de pulsos	()	10	()
5. Nefropatía establecida (creatinina \geq 1.5 mg%)	()	5	()
6. Ceguera establecida	()	5	()
7. Rasgos de personalidad incompatibles con la adherencia al tratamiento	()	5	()
8. DM > 10 años, vive solo, sexo masculino, escolaridad, retinopatía, tabaquismo (1 punto c/u)	()	6	()

Total máximo teórico: **130 puntos**

Punto de corte: **50 puntos**

Valoración del riesgo de ulceración y amputación del pie en el paciente diabético

Datos generales: autoexplicativo

Factores de riesgo (en uno o ambos pies)

1. Úlcera activa

Existencia de ulceración en el aspecto plantar, en los bordes del pie o en el dorso de los ortijos, en relación a áreas de hiperqueratosis.

2. Amputación previa

Antecedente de amputación o úlcera anterior y cicatrizada en el mismo pie o en el contralateral, cuya causa etiológica haya sido su diabetes (se excluyen amputaciones traumáticas previas).

3. Neuropatía

- Item a, Deformidad de uno o ambos pies
- Item b, Hiperqueratosis plantar o del dorso de los ortijos
- Item c, Alteración de la sensibilidad al monofilamento

Considerando que estos tres items son en realidad expresión del mismo problema, se debe elegir **uno** de los tres y, dentro del ítem elegido, **uno** de los puntajes. Se recomienda asignar el valor máximo teórico aplicable a cada causa:

- Si hay Artropatía de Charcot son 25 puntos, aunque también haya ortijos en martillo.
- Si existe hiperqueratosis plantar, de los bordes del pie o del dorso de los ortijos, se consideran dos opciones: si la persona tiene podólogo que maneja de manera adecuada la hiperqueratosis, se contabilizan 5 puntos; si la persona no tiene atención podológica o la atención que le brinda el podólogo es inadecuada, se contabilizan 25 puntos. No existe la doble alternativa.
- El test del monofilamento se aplica en el caso de pies sin deformidades, sin hiperqueratosis, para conocer la existencia de alteraciones sensitivas que incrementan el riesgo.

4. Ausencia de pulsos

Definida por la imposibilidad de percibir los pulsos pedio y tibial posterior en cada pie. La existencia de aunque sea uno de estos pulsos permite inferir que la circulación es adecuada en la mayoría de los casos.

5. Nefropatía establecida

Paciente en diálisis o presencia de creatinina igual o superior a 1.5 mg%, proteinuria mayor a 300 mg en 24 o microalbuminuria persistente repetida.

6. Ceguera establecida

Definida por la pérdida de la visión de ambos ojos. En el caso que esta opción sea positiva, no corresponde asignar puntaje a retinopatía en el ítem 8, ya que corresponde a un daño del mismo territorio.

7. Rasgos de personalidad incompatibles con la adherencia al tratamiento

Personas que repetidamente no siguen indicaciones médicas, acuden a control esporádicamente, niegan su enfermedad, presentan adicción a sustancias estimulantes o similares, presentan beber problema o alcoholismo, etc.

8. Otros elementos a considerar

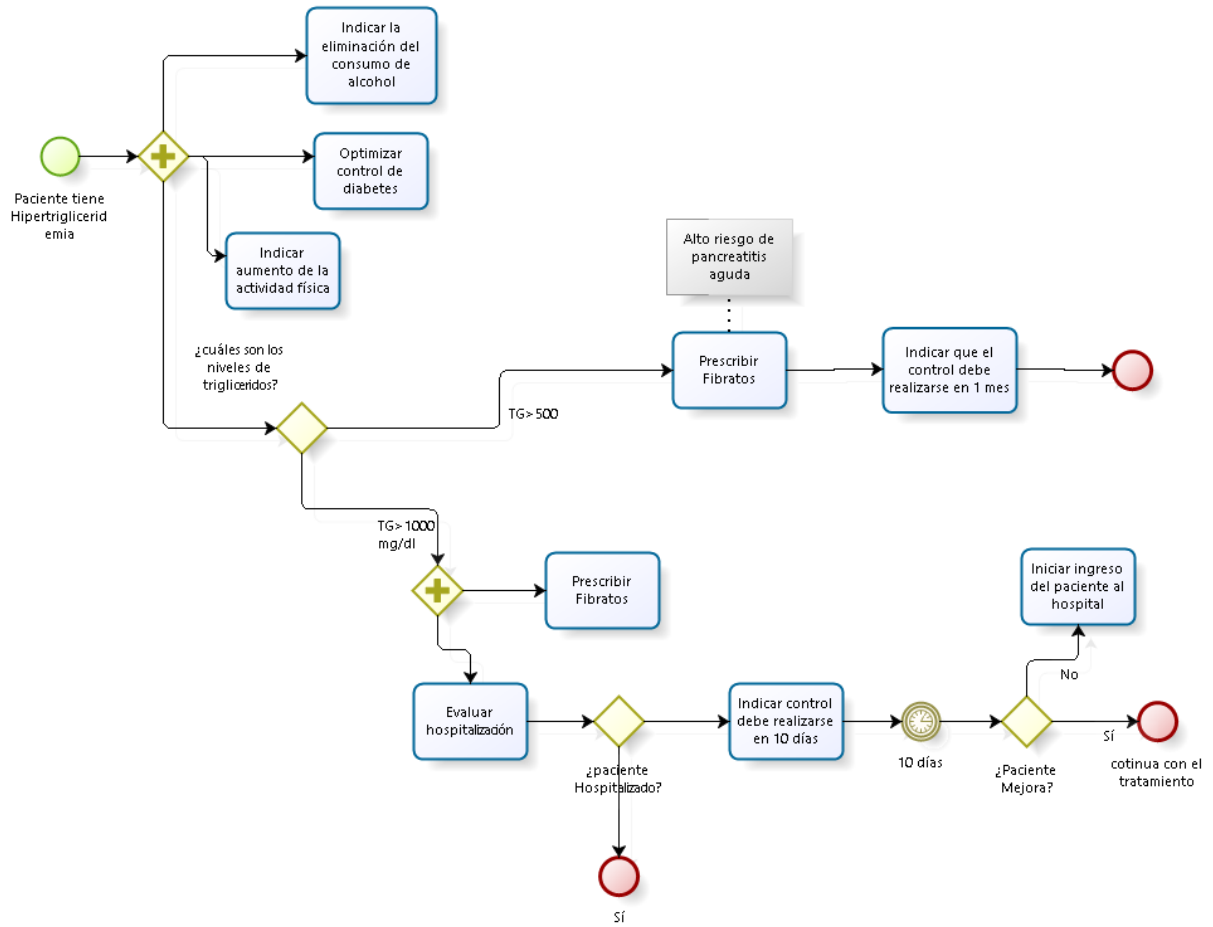
- Diabetes mayor a 10 años: desde la fecha de diagnóstico
- Vive solo: autoexplicativo
- Sexo masculino: autoexplicativo
- Escolaridad: menos de 8 años de escolaridad o analfabeto funcional.
- Retinopatía: la existencia demostrada de retinopatía diabética, sin llegar a la amaurosis (ceguera)
- Tabaquismo: consumo actual y mantenido de tabaco.

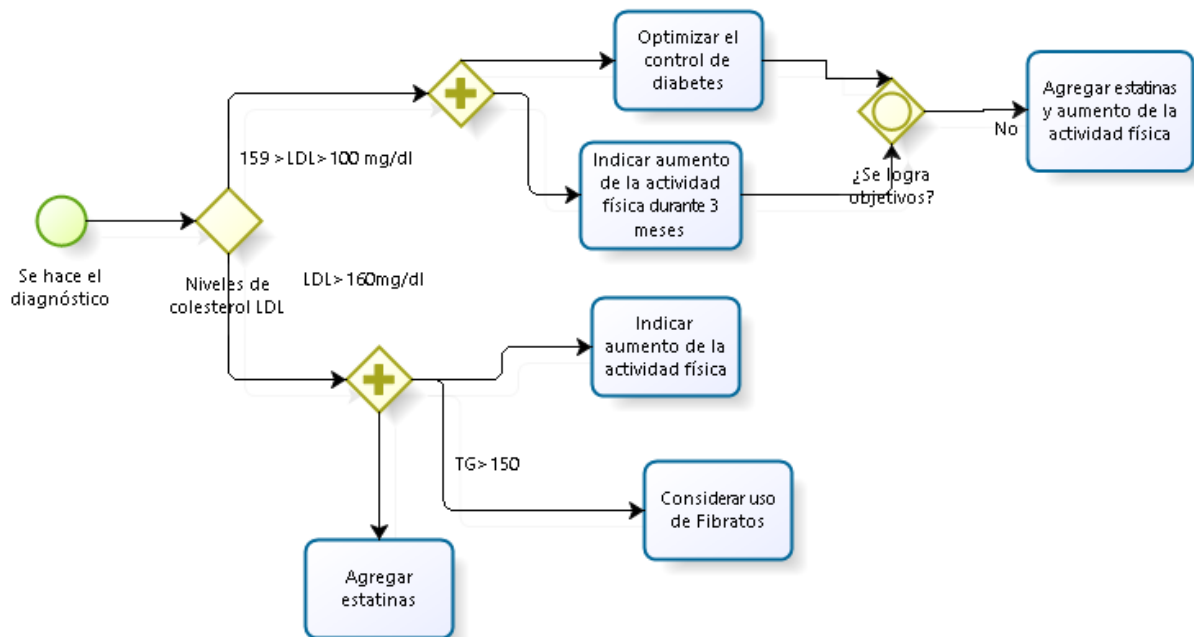
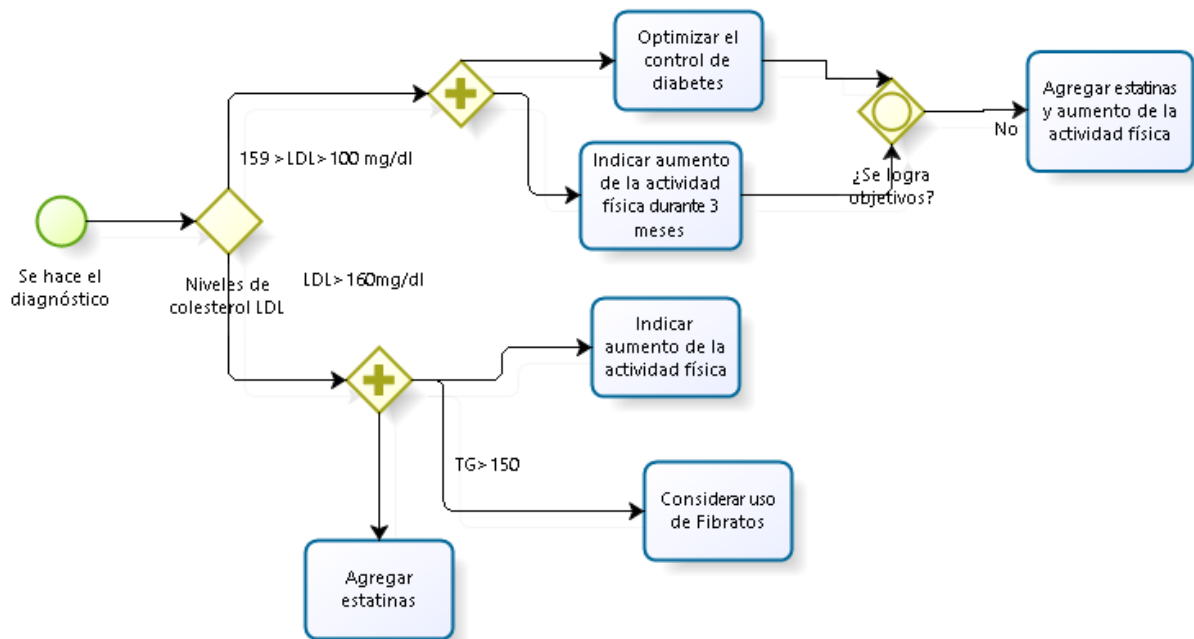
ANEXO 3: Tabla de medición de riesgo cardiovascular

Cálculo en-línea: <http://www.minsal.cl/> y <http://pifrecv.utralca.cl/hm/simulador/simulador.php>

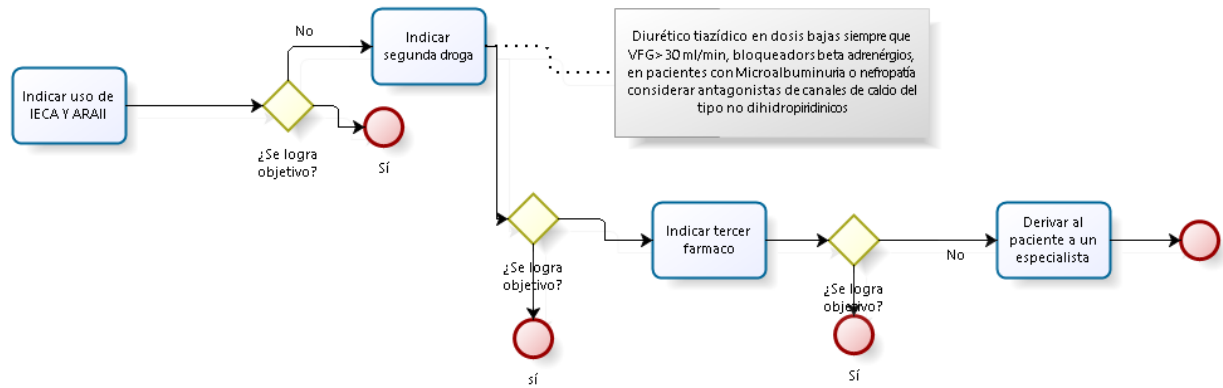


ANEXO 4: Sub-procesos de dislipidemia





ANEXO 5: Sub-procesos Hipertensión



Powered by
bizagi
Modeler

ANEXO 6: Lista de servicios proveídos

En la línea de Servicios de **atención al paciente**:

- 1.- Servicios de definición de planes de intervención:
 - Servicios de prescripción de dispositivos de asistencia (biosensores)
 - Servicios de prescripción de tratamiento no farmacológico
 - Servicios de prescripción de cuidados de enfermera.
 - Servicios de planeación de planes de intervención
 - Servicios de prescripción de tratamiento farmacológico
- 2.- Servicios de realización de la intervención
 - Servicios de manejo de crisis
 - Servicios de consultoría
 - Servicios médicos especiales
 - Servicios de asistencia social
 - Servicios de enfermería
- 3.- Servicio de Evaluación de la condición del paciente
 - Servicios de evaluación Integral
 - Servicios de requerimiento de exámenes
 - Servicios de requerimiento de examinación física
 - Servicio de acciones

En la línea de Servicios de **acceso**:

- 1.- Servicio Estructural
 - Servicio conector de las ontologías y los planes de intervención.
- 2.- Servicio Individual
 - Servicio de Admisión al monitoreo

- Servicio de edición de información
- Servicios de descarga
- Servicios de edición de información
- Servicio de edición de información
- Servicio para admitir un nuevo profesional
- Servicio de requerimiento de monitoreo

En la línea de Servicios de **Información**:

- 1.- Servicio de consulta a la base de datos
- 2.- Servicio de información personal
- 3.-Servicio de monitoreo
- 4.-Servicio de guía prácticas del cuidado del paciente.

ANEXO 9: Farmacología

Tabla 8. Insulinas comercializadas en Chile

Tipos de Insulina	Nombre comercial	Presentación (10 U/ml)
Rápidas	Actrapid	Fascos de 10 ml, penfill de 3 ml
	Bioinsugen R	Fascos de 10 ml
	Humulin R	Fascos de 10 ml, penfill de 3 ml
	Insuman R	Fascos de 5 ml, penfill de 3 ml
Intermedias		
NPH	Bioinsugen N	Fascos de 10 ml
	Humulin N	Fascos de 10 ml
	Insulatard	Fascos de 10 ml, penfill de 3 m
	Insuman N	Fascos de 5 ml
Análogos de Insulina*		
Ultrarápida		
Lispro	Humalog	Fascos de 10 ml, penfill de 3 ml
Aspártica	Novorapid	Penfill de 3 ml
Glulisina	Apidra	Fascos de 10 ml, penfill de 3 ml
Prolongada		
Glargina	Lantus	Fascos de 10 ml, penfill de 3 ml
Detemir	Levemir	Penfill de 3 ml
Premezclas de análogos		
Insulina bíaspártica 30/ 70	NovoMix 30	Penfill de 3 ml
Lispro protaminizada 25/75	HumalogMix 25	Penfill de 3 ml

Tabla 9. Tiempos de acción de las insulinas (vía subcutánea en horas)

Insulina	Inicial	Máximo	Duración
Rápida	0.5	2-4	5-8
NPH	1-1.5	6-12	18-22
Lispro, Aspártica	0.15-0.25	1-1.5	3-4.5
Glargina	-	4	24
Detemir	-	4	20-24

Figura 2. Tratamiento de la diabetes tipo 2 según mecanismos de acción⁹⁹

