



**Centro de Neurociencias de Cuba**  
**Departamento de Software**

**Tesina de Diplomado en Neurociencias**

**NEUROGer para el estudio de rendimiento  
físico en el envejecimiento**

**Autora:** Exel Nahema Rodríguez González

**Tutor:** Elsa Santos Febles

La Habana

2018

## RESUMEN

Numerosos estudios han demostrado la utilidad de la medición del rendimiento físico (PPM) para el diagnóstico de la fragilidad y la predicción precisa de la discapacidad en adultos mayores. En este trabajo, se presenta el desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles que permite examinar la fragilidad en los ancianos, el cual, posteriormente, es almacenado en un sistema de recopilación de datos (DGS) el cual se encarga del análisis para ayudar a la toma de decisiones. La aplicación ayudará a la necesidad de detectar tempranamente la fragilidad en el adulto mayor y / u otras evaluaciones. El diseño de la aplicación se desarrolla utilizando la metodología RUP (Proceso Unificado de Desarrollo de Software), como lenguaje de modelado el UML (Lenguaje de Modelación Unificado) y como herramienta CASE de desarrollo de softwares el *Visual Paradigm*.

## Contenido

<b>Introducción</b> .....	4
<b>Objetivos</b> .....	5
<b>Aporte teórico y práctico</b> .....	5
<b>Novedad y actualidad</b> .....	5
<b>Materiales y Métodos</b> .....	5
Lenguaje de Modelación Unificado (UML).....	5
Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP) .....	6
Herramienta CASE de Desarrollo de Software.....	6
<b>Definición de los criterios de fragilidad a incluir en la aplicación</b> .....	7
Índice de Masa Corporal .....	7
Velocidad de la Marcha.....	7
Equilibrio Estático.....	8
Levantarse y sentarse en la silla.....	8
Fuerza de Agarre .....	8
<b>Dispositivos móviles en la medicina</b> .....	9
<b>Diseño del flujo de la prueba para realizar las mediciones del Desempeño Físico en el adulto mayor</b> .....	9
Requisitos Funcionales.....	10
R.F.1- Gestionar Paciente.....	10
R.F.2- Gestionar Antecedentes Patológicos.....	10
R.F.3- Realizar Evaluación de Desempeño Físico .....	10
R.F.4- Exportar a archivos Json.....	10
Caso de Uso del Sistema .....	10
Descripción de los casos de uso del sistema.....	10
Gestionar Pacientes.....	10
Gestionar Antecedentes Patológicos .....	11
Insertar Prueba de Desempeño Físico .....	11
Exportar Datos.....	12
Diagrama de Flujo .....	12
<b>Diseño de la base de datos que permita guardar los datos del paciente y los resultados de la prueba física realizada al adulto mayor</b> .....	15
<b>Conclusiones</b> .....	17
<b>Referencias</b> .....	18

## Introducción

La población mundial está envejeciendo: la mayoría de los países del mundo están experimentando un aumento en el número y la proporción de personas mayores, y Cuba no es ajena al fenómeno demográfico. Al cierre del 2017, unos 2 millones 246 799 personas tenían 60 años y más, lo cual representa un 20,1 % de la población cubana y confirma el acelerado proceso de envejecimiento demográfico que vive hoy el país. Para el año 2020 se estima esta cifra ascienda al 21,5 %, y hacia el 2030 se alcance un índice de envejecimiento de la población cubana de 30,3 % [33]. La función física es un factor crucial en la prevención y el tratamiento de las condiciones de salud en los adultos mayores y generalmente se mide objetivamente con pruebas de rendimiento físico [1], el cual se define como la capacidad en el desarrollo de movimientos o actividades específicas.

La fragilidad en los ancianos se puede verificar mediante cinco características biológicas medibles: reducción en la velocidad de marcha, reducción en la fuerza de agarre, pérdida de peso involuntario, disminución del nivel de actividad física y la percepción subjetiva de cansancio o agotamiento [2]. Las pruebas de rendimiento físico evalúan múltiples dominios de la función física mediante el desempeño observado de tareas que simulan actividades de la vida diaria de diversos grados de dificultad en personas de edad avanzada.

## Objetivos

1. Definir los criterios de fragilidad a incluir en la aplicación.
2. Diseñar el flujo de la prueba que permita realizar las mediciones del Desempeño Físico en el adulto mayor.
3. Incluir cálculos para la evaluación de los datos recopilados en la prueba.
4. Diseñar una base de datos que permita guardar los datos del paciente y los resultados de la prueba física realizada al adulto mayor.

## Aporte teórico y práctico

El sistema propuesto se puede extender fácilmente con otras pruebas que se pueden usar para detectar otras discapacidades físicas. Además, mediante el uso de tecnologías de servicio, Internet y aplicaciones web se pueden obtener diversos beneficios y ventajas, ya que mediante el intercambio de información, personas y dispositivos en conjunto mejoran el rendimiento de los estudios basados en la comunidad. El funcionamiento en un modo sin conexión también se incluye, porque la conectividad de red no está garantizada en muchos casos. El uso de dispositivos móviles permite evaluar a pacientes de edad avanzada en sitios cercanos a donde viven, en lugar de acudir al médico o al hospital para que realicen las pruebas. También puede reducir la dependencia del papel y agilizar aún más el flujo de trabajo.

## Novedad y actualidad

El objetivo en la Asistencia a Ancianos debe centrarse en la posibilidad de una vida activa o libre de discapacidad, en lugar de aumentar la esperanza de vida. Por lo tanto, el estado funcional es un parámetro de prioridad en la evaluación de la salud, la calidad de vida y la atención al paciente anciano.

Las razones de este interés en la "función" son básicamente dos: por un lado, el estado funcional es un determinante importante en el riesgo de desarrollar dependencia, institucionalización, consumo de recursos y mortalidad de los ancianos; por otro lado, el deterioro funcional aparece como la causa habitual en la que convergen las consecuencias de las enfermedades y sus tratamientos.

## Materiales y Métodos

### Lenguaje de Modelación Unificado (UML)

UML es un lenguaje de modelado que crea una documentación común, que cualquier desarrollador con conocimientos de UML será capaz de interpretar, independientemente del lenguaje que utilice para la elaboración del software. De esta forma se garantiza el entendimiento entre los desarrolladores y el cliente, su colaboración y un proceso transparente de comunicación durante todo el desarrollo del proyecto. Tiene como principales características que es un lenguaje unificado para la modelación de sistemas, el cliente participa en todas las etapas del proyecto, corrección de errores viables en todas las etapas y que es aplicable en el trato de asuntos de escala inherentes a sistemas complejos [21].

## Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP)

La demanda de aplicaciones cada vez más grandes y complejas hace que los desarrolladores se planteen nuevos métodos para coordinar las múltiples cadenas de trabajo de un proyecto de software. Se necesita un proceso que integre cada faceta de desarrollo, que proporcione una guía para ordenar las actividades tanto de un equipo, como las de un desarrollador por separado, que ofrezca criterios para el control, la medición de los productos y las actividades del proyecto. [21]

RUP fue creado con el objetivo de producir software de alta calidad que cumpliera con los requerimientos de los usuarios dentro de una planificación y presupuesto establecidos. Es una propuesta de proceso para el desarrollo de software orientado a objeto que utiliza UML para describir un sistema.

## Herramienta CASE de Desarrollo de Software

Las herramientas CASE son diversas aplicaciones informáticas destinadas a aumentar la productividad en el desarrollo de software reduciendo el coste de las mismas en términos de tiempo y de dinero. Estas herramientas nos pueden ayudar en todos los aspectos del ciclo de vida de desarrollo del software en tareas como el proceso de realizar un diseño del proyecto, cálculo de costes, implementación de parte del código automáticamente con el diseño dado, compilación automática, documentación o detección de errores entre otras. [22] *Visual Paradigm* es una poderosa herramienta CASE para la creación de modelos en UML y la generación de código a partir de estos.

## Definición de los criterios de fragilidad a incluir en la aplicación

Numerosos estudios han demostrado la utilidad de las mediciones del Desempeño Físico para el diagnóstico de fragilidad y la predicción adecuada de la discapacidad en adultos mayores [3]. Existen muchos tipos de pruebas para evaluar el rendimiento físico de un adulto mayor, como fuerza de agarre, marcha de 6 minutos, levantarse y sentarse en la silla, *Timed Up and Go Test* (TUG), entre otros. A continuación, se hace una breve introducción de las pruebas seleccionadas para la evaluación del rendimiento físico en la aplicación.

### Índice de Masa Corporal

El riesgo de encontrarse en los extremos del índice de masa corporal (bajo peso u obesidad) aumenta con la edad. Los cambios en el peso y la composición corporal que ocurren a medida que envejecemos tienen implicaciones importantes para el estado de salud y la eficiencia funcional de la población de edad avanzada.

Los cambios más obvios asociados con el envejecimiento se refieren a la composición corporal. La masa muscular disminuye con la edad y gradualmente se reemplaza por grasa corporal. Además, la ubicación de las grasas cambia con el tiempo, y tiende a aumentar alrededor del abdomen a medida que envejecemos, lo que a menudo puede llevar a graves consecuencias metabólicas [4].

La pérdida de altura también está conectada integralmente con el proceso de envejecimiento. Es causada por un adelgazamiento de las vértebras, la compresión de los discos vertebrales, el desarrollo de cifosis o los efectos de la osteoporosis. La pérdida de altura ocurre tanto en hombres como en mujeres, aunque puede desarrollarse más rápidamente en mujeres de edad avanzada debido a la osteoporosis [4].

Se han utilizado muchos métodos diferentes para diagnosticar la desnutrición en los ancianos, pero el IMC (Índice de Masa Corporal) es el método más utilizado, a nivel mundial, además de ser un predictor longitudinal de la calidad de vida de ancianos que sufren enfermedades crónicas como hipertensión y diabetes [4].

### Velocidad de la Marcha

La velocidad de la marcha, o velocidad de marcha, medida a la velocidad habitual del individuo se ha informado que es un marcador clínico relevante de la salud, el bienestar y el estado funcional de la población de mayor edad [5]. Los estudios epidemiológicos que abordan la confiabilidad y validez de la evaluación de la velocidad de la marcha en este grupo de edad indican que este parámetro es un predictor independiente de una amplia gama de resultados clínicos pobres en personas mayores, incluyendo caídas [6], hospitalización / institucionalización [7], discapacidad [8] y mortalidad [9].

En particular, la prueba de velocidad de la marcha de 4 metros es una de las herramientas de evaluación más utilizadas en la configuración geriátrica clínica [10]. Esta medición, realizada por un cronómetro, es simple, rápida, reproducible, económica, factible e incluso puede ser evaluada por un personal profesional sin capacitar.

## Equilibrio Estático

El proceso de envejecimiento y las enfermedades crónicas que afectan a los adultos mayores conducen a trastornos de equilibrio, lo que hace que estas personas sean más susceptibles a las caídas. Las consecuencias de una caída, incluso una sin daño físico, son graves: las caídas pueden provocar miedo a caerse, mala calidad de vida, pérdida de independencia y admisión a un hogar de ancianos [11].

El equilibrio es importante para mantener el equilibrio postural y evitar caídas. El envejecimiento puede afectar el sistema nervioso central (es decir, los cambios en el volumen cerebral) y las propiedades del sistema neuromuscular (es decir, la pérdida de neuronas sensoriales y motoras), lo que conduce a déficits en el equilibrio y el rendimiento de la marcha [12]. Mantener la posición Tándem, Semi-tándem y Pies lado a lado permite evaluar el equilibrio estático del adulto mayor.

## Levantarse y sentarse en la silla

La capacidad de pasar de estar sentado a estar de pie es un prerrequisito para la independencia funcional. Los ancianos que no pueden levantarse de una silla sin ayuda corren el riesgo de volverse más inactivos y, por lo tanto, con un mayor deterioro de la movilidad. La transición de sentarse y levantarse se considera una de las actividades físicas más exigentes mecánicamente en la vida diaria [13]. Estas requieren el desarrollo de una potencia muscular sustancial [14] y, en consecuencia, muchos adultos mayores realizan tales transiciones cerca de su capacidad máxima [15,16].

El levantarse de una silla es una actividad que explora el equilibrio dinámico y, al ser una actividad compleja, en ella se involucran todos los sistemas sensitivos y motores que intervienen en el equilibrio, los cuales son afectados por el envejecimiento y las enfermedades asociadas [3].

## Fuerza de Agarre

La pérdida de la Fuerza Muscular esquelética es una reconocida consecuencia del envejecimiento. Esta disminución de la fuerza está directamente relacionada con la pérdida de la masa muscular esquelética que ocurre con la edad [17]. El mantenimiento de la fuerza muscular se observa hasta los 60 años aproximadamente, seguida por una importante disminución en los años subsiguientes, condición que prevalece más en el hombre que en la mujer [18].

El paso de los años trae como consecuencia la disminución gradual de la fuerza acompañado de cambios en los diferentes procesos del sistema nervioso central como pueden ser la pérdida de la movilidad articular, disminución de la velocidad de traslación y disminución en la rapidez de los movimientos lo que va postergando su desempeño en las actividades de la vida cotidiana incurriendo en la quietud y la inmovilidad [19].

La Fuerza de Agarre es la fuerza utilizada con la mano para apretar o suspender objetos en el aire, ha sido una de las medidas de Desempeño Físico más utilizada como indicador de fragilidad, múltiples investigaciones la han reportado incluso como único marcador de fragilidad [20].



## Dispositivos móviles en la medicina

El aumento de los dispositivos móviles ha tenido un impacto dramático en la reducción de las barreras para el acceso a las tecnologías de la información y la salud, así como los pacientes a nuevas herramientas para tomar responsabilidad por la salud personal.

Las aplicaciones de salud personal también están impulsando una revolución móvil en el cuidado de la salud. Un gran porcentaje de los médicos cree que las aplicaciones de seguimiento de *fitness* y pérdida de peso pueden contribuir a mejorar la salud del paciente, y existe la posibilidad de que se compartan con un médico para una mayor coordinación de la atención. La administración de recetas digitales, las aplicaciones de portal para pacientes y otros desarrollos solo sirven para reforzar cuán poderoso puede ser el móvil en la atención médica.

La captura de voz, el correo electrónico, los mensajes de texto y las videoconferencias pueden parecer características mundanas, pero especialmente para las organizaciones más pequeñas, los teléfonos inteligentes y las tabletas ofrecen un medio de simplificar la comunicación y aumentar los esfuerzos de colaboración.

Ser rentable también es una consideración importante para los pacientes. En una sola generación, los dispositivos móviles han extendido el acceso a Internet, y esto está ayudando a alimentar una nueva era de conciencia y salud preventiva. Existen muchas aplicaciones de salud actualmente disponibles que sirven para una serie de propósitos. Estos pueden ser utilizados por alguien que vive con diabetes, almacene y controle los niveles de glucosa u ofrezca a las familias recursos para comer saludablemente.

La coordinación entre los médicos y los pacientes que usan dispositivos móviles es igualmente impresionante. Los portales para pacientes, la comunicación mejorada y un mayor acceso permiten que los planes y la atención del paciente estén mejor coordinados. Al mismo tiempo, los proveedores pueden enviar alertas de mensajes de texto sobre la programación o facturas pendientes, evitando el correo en papel o los mensajes de voz.

El uso de aplicaciones de dispositivos inteligentes (aplicaciones) en el entorno médico ha aumentado constantemente en los últimos años. En general, esto es beneficioso porque se ha demostrado que el uso de dispositivos médicos inteligentes aumenta la productividad [23,24,25,26], la eficiencia [25,27,28,29] y la precisión de los médicos [25,28,30,31] y mejora el acceso del paciente a la atención médica [25,32].

## Diseño del flujo de la prueba para realizar las mediciones del Desempeño Físico en el adulto mayor

Los requisitos funcionales permiten expresar una especificación más detallada de las responsabilidades del sistema propuesto, ellos permiten determinar, de una manera clara, lo que debe hacer el mismo. A continuación se presentarán el caso de uso del sistema y también los distintos diagramas correspondientes.

## Requisitos Funcionales

Los requisitos funcionales de un sistema, son aquellos que describen cualquier actividad que este deba realizar, en otras palabras, el comportamiento o función particular de un sistema o software cuando se cumplen ciertas condiciones. A continuación, se mencionan los requisitos funcionales a tener en cuenta en el diseño del sistema.

R.F.1- Gestionar Paciente

R.F.2- Gestionar Antecedentes Patológicos.

R.F.3- Realizar Evaluación de Desempeño Físico

R.F.4- Exportar a archivos Json

## Caso de Uso del Sistema

Un caso de uso es una descripción de los pasos o las actividades que deberán realizarse para llevar a cabo algún proceso. Los personajes o entidades que participarán en un caso de uso se denominan actores. En el contexto de ingeniería del software, un caso de uso es una secuencia de interacciones que se desarrollarán entre un sistema y sus actores en respuesta a un evento que inicia un actor principal sobre el propio sistema. Los diagramas de casos de uso sirven para especificar la comunicación y el comportamiento de un sistema mediante su interacción con los usuarios y/u otros sistemas.

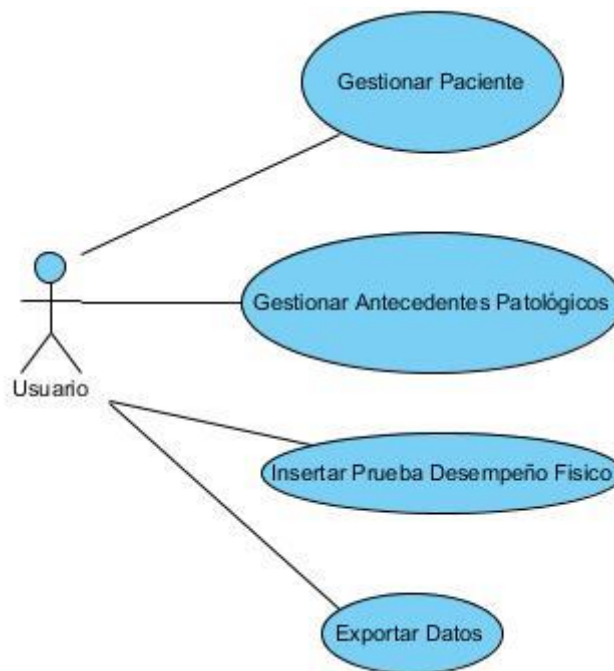


Figura 1: Casos de Uso del Sistema

## Descripción de los casos de uso del sistema

### Gestionar Pacientes

El dispositivo mostrará un formulario con campos a llenar con los datos del paciente, los cuales serán obligatorios y sin permiso a editar:

- Nombre
- Apellido
- Id

### Gestionar Antecedentes Patológicos

El usuario tendrá la opción de elegir los antecedentes patológicos del paciente.

### Insertar Prueba de Desempeño Físico

Se le mostrara al usuario la vista de evaluación de Desempeño Físico, la cual cuenta de 5 secciones.

- Índice de masa corporal

Constará de 2 valores: la talla y el peso de la persona a evaluar. Una vez introducidos se pasa a calcular mediante el botón de cálculo el cual muestra el resultado de la prueba.

Sigla	Nombre de la Prueba	Resultados Esperados	Evaluación	Puntuación
<b>IMC</b>	Índice de Masa Corporal	Si el IMC calculado <ul style="list-style-type: none"> <li>• 18-26</li> <li>• Menor de 18</li> <li>• Mayor de 26</li> <li>• Mayor de 30</li> </ul>	NORMO PESO MALNUTRIDO SOBREPESO OBESO	2 <u>ptos</u> 0 <u>ptos</u> 3 <u>ptos</u> 1 <u>ptos</u>

Figura 2: Tabla de evaluación del IMC

- Marcha

Se llenará un solo valor: cantidad de pasos de la persona que se evalúa en el momento, y contará con un cronómetro el cual medirá el tiempo en que se demora el paciente en realizar la prueba, esencial para el resultado de la misma. Al apretar el botón de cálculo, se mostrara no solo el resultado de la prueba sino además los valores de velocidad, amplitud y cadencia.

Sigla	Nombre de la Prueba	Resultados Esperados	Evaluación	Puntuación
<b>VM</b>	Velocidad Marcha	Si la velocidad calculada <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor de 0.83 m/s</li> <li>• 0.47 – 0.82 m/s</li> <li>• Menor de 0.46 m/s</li> </ul>	BIEN REGULAR MAL:	5 <u>ptos</u> 3 <u>ptos</u> 1 <u>ptos</u>

Figura 3: Tabla de evaluación de la Marcha

- Equilibrio estático

Constará de 3 opciones a seleccionar: pies paralelos, posición Semi- Tándem y posición Tándem. Contará además de un cronómetro que al llegar a los 10 segundos emitirá un sonido de alerta al evaluador. Una vez introducidos se pasa a calcular mediante el botón de cálculo el cual muestra el resultado de la prueba.

Sigla	Nombre de la Prueba	Resultados Esperados	Evaluación	Puntuación
<b>B</b>	Balance	Logró Tandem Logró Semitanden Sólo Normal	BIEN REGULAR MAL:	2 <u>ptos</u> 1 <u>ptos</u> 0 <u>ptos</u>

Figura 4: Tabla de evaluación del Equilibrio Estático

- Levantarse de la silla

Contará con un cronómetro el cual medirá el tiempo en que se demora el paciente en realizar la prueba, además de tener una casilla que el usuario podrá seleccionar una vez que el paciente se haya levantado de la silla las veces requeridas. En caso de que el usuario no logre el ejercicio, se llenara una casilla de texto con el número de veces que el paciente logro levantarse de la silla. Mediante el botón de cálculo se muestra el resultado de la prueba.

Sigla	Nombre de la Prueba	Resultados Esperados	Evaluación	Puntuación
LS	Levantarse Silla	• 5 intentos y <17seg	BIEN	2 ptos
		• 5 intentos y ≥17seg	REGULAR	1 ptos
		• no pudo 5 intentos	MAL	0 ptos

Figura 5: Tabla de evaluación de Levantarse de la Silla

- Fuerza de agarre

Constará de 4 casillas a llenar: derecho1, derecho 2, izquierdo1 e izquierdo2, con los valores medidos de la fuerza de agarre del paciente. Una vez introducidos se pasa a calcular mediante el botón de cálculo el cual muestra el resultado de la prueba.

Sigla	Nombre de la Prueba	Resultados Esperados	Evaluación	Puntuación
FA	Fuerza de Agarre	H: > 30 Kgf 20-30 Kgf < 20 Kgf	BIEN	3 ptos
			REGULAR	2 ptos
			MAL	1 ptos
		M: > 20 Kgf 20-10 Kgf < 20 Kgf	BIEN	3 ptos
			REGULAR	2 ptos
			MAL	1 ptos

Figura 6: Tabla de evaluación de la Fuerza de Agarre

### Exportar Datos

Se mostrara en el menú desplegable de pantalla principal de la aplicación una opción para exportar los datos. Esto creara un archivo de formato Json en la carpeta con el nombre de la aplicación dentro del dispositivo móvil.

### Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo es un artefacto que permite la descripción gráfica de flujos de trabajo (*workflow*) y está compuesto por un flujo básico y subflujos alternativos. Es la representación gráfica de un algoritmo o proceso. En las siguientes figuras se muestra el diagrama de flujo de la aplicación en general y el de Evaluación del Desempeño Físico.

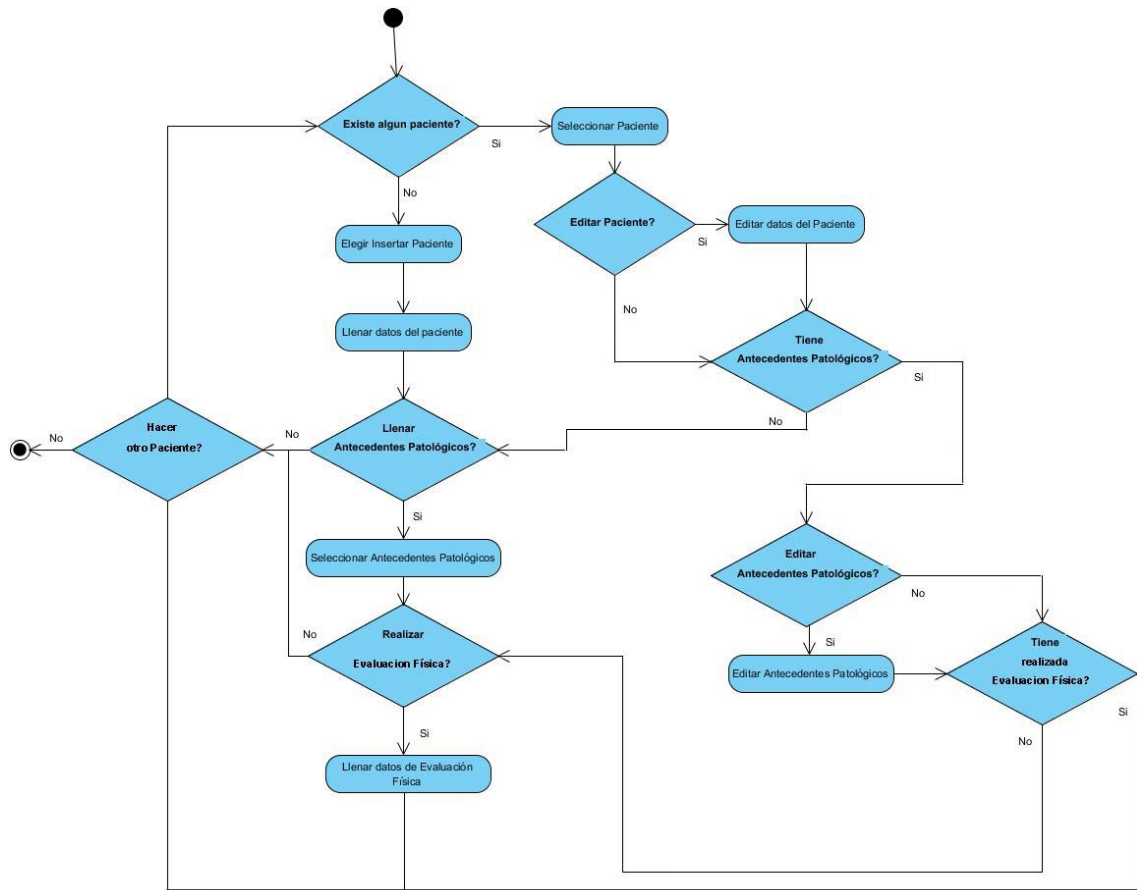


Figura 7: Diagrama de Flujo de la aplicación

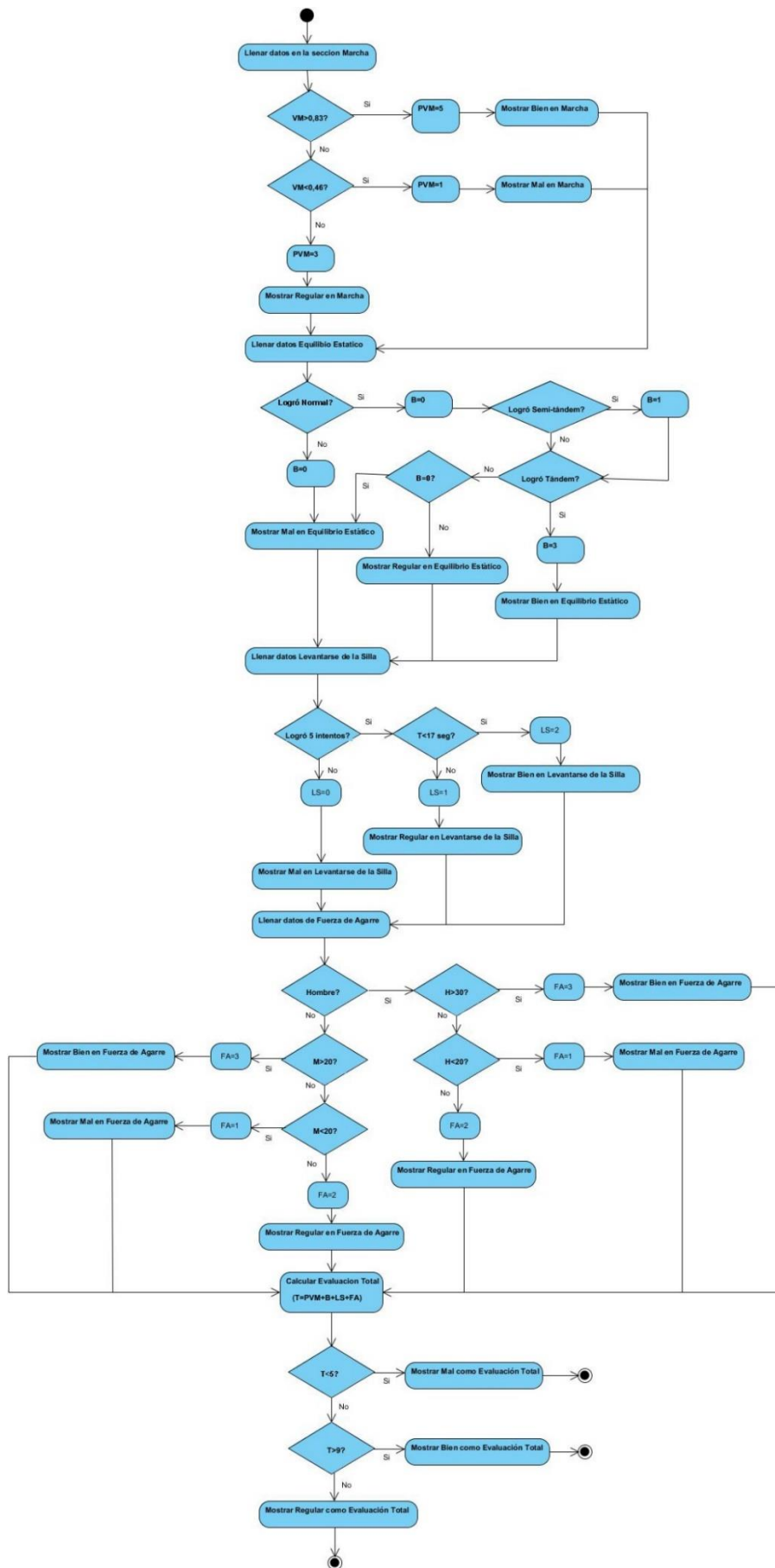


Figura 8: Diagrama de Flujo de Evaluación Física

## Diseño de la base de datos que permita guardar los datos del paciente y los resultados de la prueba física realizada al adulto mayor.

El esquema de una base de datos describe la estructura de una base de datos, en un lenguaje formal soportado por un sistema de gestión de base de datos (DBMS). En una base de datos relacional, el esquema define sus tablas, sus campos en cada tabla y las relaciones entre cada campo y cada tabla. A continuación podemos visualizar el diseño de la base de datos, el cual consta de 3 tablas: *Paciente*, *Antecedentes Patológicos* y *Prueba\_RF* con sus respectivos campos. La tabla *Paciente* presenta una relación de 1 a 1 con respecto a la tabla *Prueba\_RF* mientras que con respecto a la tabla *Antecedentes Patológicos* tiene una relación de 1 a muchos. También a su vez se puede percibir que entre las tablas de *Antecedentes Patológicos* y *Prueba\_RF* existe una relación de 1 a muchos.

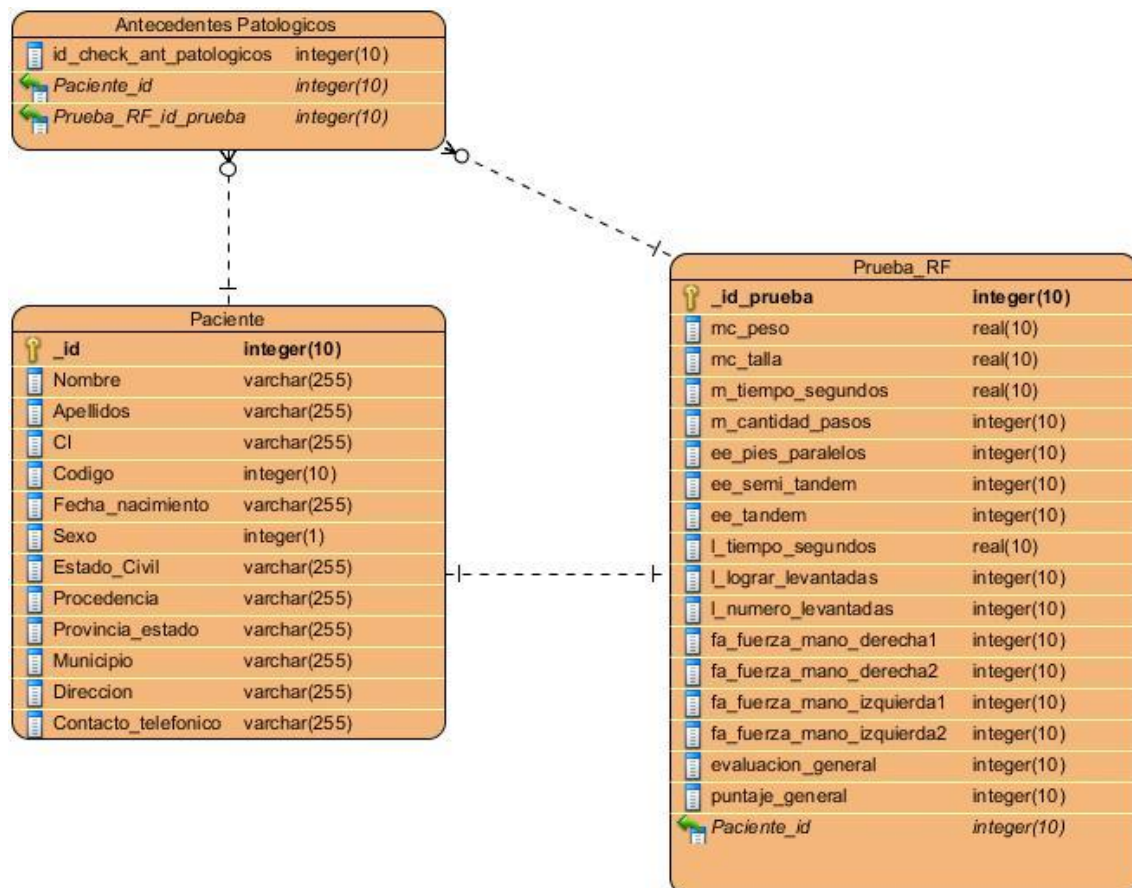


Figura 9: Modelo Físico de la Base de Datos

La planificación de la estructura de la base de datos, en particular de las tablas, es vital para la gestión efectiva de la misma, por lo que el principal aspecto que se tuvo en cuenta durante el diseño de la base de datos fue determinar claramente los campos necesarios, definirlos en forma adecuada con un nombre especificando su tipo y su longitud. Se diseñó una base de datos relacional lo cual evita la duplicidad de registros, garantiza la integridad referencial, lo

cual significa que al eliminar un registro elimina todos los registros relacionados dependientes y favorece la normalización por ser más comprensible y aplicable.



## Conclusiones

En este trabajo se utilizó para el diseño del sistema la metodología RUP, lo cual permitió detallar desde los requisitos funcionales, hasta la presentación del diseño de una base de datos relacional utilizando como herramienta CASE la aplicación *Visual Paradigm*. Se definió los criterios de fragilidad a incluir en la aplicación y se realizó una breve introducción de las pruebas seleccionadas para la evaluación del rendimiento físico en la aplicación. Se incluyeron los cálculos a utilizar para la evaluación de los datos recopilados en la prueba de rendimiento físico, lo que a su vez contribuyó a que el diseño del flujo de la evaluación y la aplicación en general pudieran ser lo más detallado posible. Además se diseñó una estructura de base de datos relacional lo cual garantiza la integridad y fácil recuperación de los datos.

## Referencias

- [1] Van Lummel, R. C., Walgaard, S., Pijnappels, M., Elders, P. J. M., Garcia-Aymerich, J., van Dieën, J. H., & Beek, P. J. (2015). Physical Performance and Physical Activity in Older Adults: Associated but Separate Domains of Physical Function in Old Age. *PLoS ONE*, *10*(12), e0144048. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0144048>
- [2] Lenardt, Maria Helena, Binotto, Maria Angélica, Carneiro, Nathalia Hammerschmidt Kolb, Cechinel, Clovis, Betioli, Susanne Elero, & Lourenço, Tânia Maria. (2016). Handgrip strength and physical activity in frail elderly. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, *50*(1), 86-92. <https://dx.doi.org/10.1590/S0080-623420160000100012>
- [3] Agustín, D. G., García, J. F. P., de la Torre, J. A. P., Orihuela, M. G., Osores, R. M., & González, A. G. (2013). Comorbilidad y Desempeño en personas adultos mayores de La Habana, Cuba. *Horizonte Médico*, *13*(2), 19-27.
- [4] Babiarczyk, B., Turbiarz, A. (2012). Body Mass Index in elderly people - do the reference ranges matter? *Progress in Health Sciences*, *1*(2), 58-67.
- [5] Rydwick E, Bergland A, Forsén L, Frändin K. Investigation into the reliability and validity of the measurement of elderly people's clinical walking speed: a systematic review. *Physiother Theory Pract*. 2012;28: 238–256. doi: [10.3109/09593985.2011.601804](https://doi.org/10.3109/09593985.2011.601804) [PubMed]
- [6] Patil R, Uusi-Rasi K, Tokola K, Karinkanta S, Kannus P, Sievänen H. Effects of a Multimodal Exercise Program on Physical Function, Falls, and Injuries in Older Women: A 2-Year Community-Based, Randomized Controlled Trial. *J Am Geriatr Soc*. 2015;63: 1306–1313. doi: [10.1111/jgs.13489](https://doi.org/10.1111/jgs.13489) [PubMed]
- [7] Montero-Odasso M, Schapira M, Soriano ER, Varela M, Kaplan R, Camera RA, et al. Gait velocity as a single predictor of adverse events in healthy seniors aged 75 years and older. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005;60: 1304–1309. [PubMed]
- [8] Cesari M, Kritchevsky SB, Penninx BW, Nicklas BJ, Simonsick EM, Newman AB, et al. Prognostic value of usual gait speed in well-functioning older people—results from the Health, Aging and Body Composition Study. *J Am Geriatr Soc*. 2005;53: 1675–1680. [PubMed]
- [9] Studenski S, Perera S, Patel K, Rosano C, Faulkner K, Inzitari M, et al. Gait speed and survival in older adults. *JAMA*. 2011;305: 50–58. doi: [10.1001/jama.2010.1923](https://doi.org/10.1001/jama.2010.1923) [PMC free article] [PubMed]
- [10] Studenski S, Perera S, Wallace D, Chandler JM, Duncan PW, Rooney E, et al. Physical performance measures in the clinical setting. *J Am Geriatr Soc*. 2003;51: 314–322. [PubMed]
- [11] Rahal, M. A., Alonso, A. C., Andrusaitis, F. R., Rodrigues, T. S., Speciali, D. S., Greve, J. M. D., & Leme, L. E. G. (2015). Analysis of static and dynamic balance in healthy elderly practitioners of Tai Chi Chuan versus ballroom dancing. *Clinics*, *70*(3), 157–161. [http://doi.org/10.6061/clinics/2015\(03\)01](http://doi.org/10.6061/clinics/2015(03)01)
- [12] Granacher U, Muehlbauer T, Gruber M. A qualitative review of balance and strength performance in healthy older adults: impact for testing and training. *J Aging Res*. 2012;2012:708905. [PMC free article] [PubMed]

- [13] Riley PO, Schenkman ML, Mann RW, Hodge WA. Mechanics of a constrained chair-rise. *J Biomech* [Internet]. 1991;24(1):77–85. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/002192909190328K> [PubMed]
- [14] Narici M V., Maffulli N. Sarcopenia: characteristics, mechanisms and functional significance. *Br Med Bull* [Internet]. 2010;95(1):139–59. Available from: <http://bmb.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1093/bmb/ldq008> [PubMed]
- [15] Hughes M, Myers BS, Schenkman ML. The role of strength in rising from a chair in the functionally impaired elderly. *J Biomech*. 1996;29(12):1509–13. [PubMed]
- [16] Hortobágyi T, Mizelle C, Beam S, DeVita P. Old adults perform activities of daily living near their maximal capabilities. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2003;58(5):M453–60. [PubMed]
- [17] Timothy J, Doherty L. Aging and Sarcopenia. *J appl Physiol* 2003; 95: 1717-1727.
- [18] Rose D R. Equilibrio y movilidad con personas mayores. Editorial Paidotribo, California State University, Fullerton, 2005.
- [19] García, D., Piñera, J. A., García, A., & Bueno Capote, C. (2013). Estudio de la fuerza de agarre en adultos mayores del municipio Plaza de la Revolución. *Rev Cub Med Dep Cul Fís*, 8(1).
- [20] Giampaoli S, Furruci L, Cecchi F et al. Hand-grip strength predicts incident disability in non-disabled older men, *Age and Ageing*, May 1999, Volume 28: 3 28-288.
- [21] Ivar Jacobson, Grady Booch y James Rumbaugh, “El Proceso Unificado de Desarrollo de Software”, Addison Wesley Ed. Madrid, España, 2000.
- [22] Sierra, M., *Trabajando con Visual Paradigm para UML*. Univ. Cantabria – Facultad de Ciencias, 2008.
- [23] Mosa ASM, Yoo I, Sheets L. A systematic review of healthcare applications for smartphones. *BMC Med Inform Dec Mak*. 2012; 12:67.
- [24] Thomairy NA, Mummaneni M, Alsalamah S, et al. Use of smartphones in hospitals. *Health Care Manag(Frederick)*. 2015; 34:297–307.
- [25] Ventola MS. Mobil devices and apps for health care professionals: uses and benefits. *Pharm Ther*.2014; 39:356–64.
- [26] Ozdalga E, Ozdalga A, Ahuja N. The smartphone in medicine: a review of current and potential use among physicians and students. *J Med Internet Res*. 2012; 14(5):e128.
- [27] Kiser K. 25 ways to use your smartphone. Physicians share their favorite uses and apps. *Minn Med*.2011; 94(4):22–9.
- [28] Mickan S, Tilson JK, Atherton H, et al. Evidence of effectiveness of health care professionals using handheld computers; a scoping review of systematic reviews. *J Med Internet Res*. 2013; 15(10):e212.
- [29] Nogueira RG, Silva GS, Lima FO, et al. The FAST-ED app: a smartphone platform for the field triage of patients with stroke. *Stroke*. 2017; 48:1278–84.
- [30] Divali P, Camosso-Stefinovic J, Baker R. Use of personal digital assistants in clinical decision making by health care professionals: a systematic review. *Health Informatics J*. 2013; 19:16–28.

[31] Payne KB, Wharrad H, Watts K. Smartphone and medical related app use among medical students and junior doctors in the United Kingdom (UK): a regional survey. *BMC Med Inform Dec Mak.* 2012; 12:121.

[32] West DM. Improving health care through mobile medical devices and sensors. Center for Technology Innovation at Brookings October. 2013.

[33] ONU, "World population, ageing," Suggest. Cit. United Nations, Dep. Econ. Soc. Aff. Popul. Div. (2015). *World Popul. Ageing*, vol. United Nat, no. (ST/ESA/SER.A/390, p. 164, 2015.