

# Hacia la m-rehabilitación de pacientes a través de dispositivos inteligentes

Vladimir Villarreal

Grupo de Investigación en Tecnologías Computacionales Emergentes - GITCE,  
Universidad Tecnológica de Panamá, República de Panamá  
vladimir.villarreal@utp.ac.pa

**Resumen**-No cabe la menor duda de que desarrollar soluciones que faciliten el desarrollo de actividades de terapia desde casa, son un factor apremiante en nuestro entorno social. En un mundo donde la tecnología móvil adquiere cada vez más importancia, nuestro país no puede quedar lejos de estos avances, avances que incluyan el uso del dispositivo móvil como una herramienta de apoyo en la rehabilitación de personas. En este trabajo se presenta una propuesta que permite el desarrollo de una aplicación que ayuda a desarrollar actividades fisioterapéuticas de un paciente, desde la comodidad de su hogar, previo análisis y recomendación de su médico. La aplicación genera informes de los resultados de esas actividades físicas tanto para el paciente como para su médico. Se integra aquí una clasificación ontológica de dispositivos móviles y un estudio previo del impacto del desarrollo de esta tecnología en nuestro país.

**Palabras Claves:** computación móvil; computación ubicua; ingeniería de software; terapia móvil; ontologías.

## I. INTRODUCCIÓN

A medida que transcurre el tiempo, los dispositivos móviles evolucionan y son capaces de ejecutar procesos más exigentes, lo que ha desatado un sin fin de aplicaciones para las diferentes presentaciones de dichos dispositivos, saltando a solucionar problemas en diferentes campos, como el académico, empresarial y hasta personal.

Dado esto, surgen preguntas como lo son: *¿Qué ventajas nos trae todo este tipo de avance tecnológico en Panamá y la disponibilidad creciente de conexión a internet?, ¿Son aprovechadas todas estas herramientas en Panamá, como lo es por ejemplo en el sector salud?*

Es posible que el avance casi exponencial de la tecnología celular, no permita ver fácilmente las ventajas que esta tecnología móvil pueda ofrecer en un momento dado.

Es por este motivo que surge la necesidad de determinar el avance tecnológico móvil en Panamá, y así tener una idea más clara de cómo sacar el máximo provecho de todas estas tecnologías actuales, en el mejoramiento de componentes móviles, que ayuden en la cobertura o asistencia de servicios médicos soportados a un área no muy común como lo es la fisioterapia.

### 1. Estudio de porcentaje de personas con celular y necesidad de rehabilitación en Panamá

Dado esto, notaremos la cuantificación de la población panameña que poseen un celular, o en otro caso tienen un dispositivo inteligente, que le facilitar la vida, de acuerdo a su necesidad [1].

Tabla 1. Proporción de hogares con telefonía celular, según provincias y comarcas indígenas: Censo de 2010.

| Provincias y comarcas indígenas | Proporción de hogares con telefonía celular (%) |
|---------------------------------|---|
| Total.....                      | <u>83.9</u>                                     |
| <b>Provincias</b>               |   |
| Bocas del Toro.....             | 72.7  |
| Coclé.....                      | 77.1  |
| Colón.....                      | 85.6  |
| Chiriquí.....                   | 85.6  |
| Darién.....                     | 71.7  |
| Herrera.....                    | 81.8  |
| Los Santos.....                 | 80.5  |
| Panamá.....                     | 90.8  |
| Veraguas.....                   | 70.9  |
| <b>Comarcas indígenas</b>       |   |
| Kuna Yala.....                  | 46.5  |
| Emberá.....                     | 37.3  |
| Ngöbe Buglé.....                | 26.9  |

Como se puede notar la gran parte de nuestra población cuenta con un dispositivo móvil dentro de la gama baja y media, lo que se traduce en una posibilidad de desarrollar soluciones móviles que faciliten el seguimiento y control de las actividades de rehabilitación de un paciente.

Este cuadro nos permite ver como se encuentra la tendencia tecnológica móvil, a nivel local. Los cambios tecnológicos han fomentado el acceso y uso de la telefonía celular, permitiendo ampliar la oferta y disminuir los precios.

Por otra parte, la posibilidad de pre-pagar el servicio, no solo de voz sino de data, ha permitido a los usuarios tener acceso a tarifas más bajas y aprovechar la funcionalidad de los nuevos equipos, sin mayores diferencias con los que formalizan un contrato. Estas facilidades a los usuarios son el

resultado de la competencia que se presenta en el mercado entre los cuatro operadores [2].

Luego de ver este cuadro podemos notar, que la realización de una aplicación móvil de este tipo relacionado a la salud, podría ser una buena manera a las respuestas de las personas, que necesitan o requieren atención médica, ya que se observa que a nivel nacional existe un buen porcentaje de las personas que poseen celulares.

Es notable que un dispositivo inteligente no reemplazara las funciones que hace un especialista médico, pero nuestro principal objetivo no es que lo reemplace, sino que el dispositivo ayude al paciente o usuario, a que pueda hacer los ejercicios de la manera correcta, y que dichos ejercicios sean registrados de manera que el paciente pueda guardar los resultados, para luego poder tener una constancia de la repeticiones que realiza y de cuales ejercicios.

Todo esto se dará, como asistencia al paciente, dado que el servicio de Fisioterapia en Panamá está compuesto de un gimnasio que permite al paciente el desarrollo de técnicas de tratamiento para la estimulación del movimiento de ambulación.

A continuación se muestra un detalle de los servicios técnicos que se realizó en el 2012, con el fin de poder determinar cuánto población es la beneficiada de estos procesos médicos, y de cuantos profesionales son de origen nacional, que están capacitados para hacer esto.

Tabla 2. Detalle de servicios médicos en nuestro país, prestando principal atención a los aspectos de rehabilitación: Censo de 2012.

**Detalle de Servicios Técnicos y Médicos  
Al 30 de septiembre de 2012**

| Disciplina                   | Población Beneficiada | Profesionales |
|------------------------------|-----------------------|---------------|
| <b>Total</b>                 | <b>92,729</b>         | <b>270</b>    |
| <b>Técnico</b>               | <b>87,930</b>         | <b>257</b>    |
| Fisioterapia                 | 6,902                 | 38            |
| Psicología                   | 10,877                | 40            |
| Fonoaudiología               | 10,492                | 35            |
| Laboratorio de Moldes        | 249                   | 1             |
| Prueba Audiológica           | 449                   | 1             |
| Trabajo Social               | 10,474                | 36            |
| Terapia Ocupacional          | 4,983                 | 24            |
| Estimulación Temprana        | 43,039                | 80            |
| Consejería en Rehabilitación | 485                   | 2             |
| <b>Médico</b>                | <b>4,799</b>          | <b>13</b>     |
| Foniatría                    | 230                   | 1             |
| Medicina en Rehabilitación   | 643                   | 1             |
| Neurologo                    | 225                   | 1             |
| Oftalmólogo                  | 353                   | 1             |
| Ortopeda                     | 355                   | 1             |
| Otorinolaringología          | 90                    | 1             |
| Pediatría                    | 96                    | 1             |
| Psicopedagogo                | 124                   | 1             |
| Salud Bucal                  | 1,677                 | 3             |
| Optometrista                 | 374                   | 1             |
| Enfermería                   | 632                   | 1             |

Fuente: Informe Estadístico de Servicios Especiales de Habilitación

## 2. Objetivos funcionales de la propuesta

Los objetivos funcionales de la propuesta se enmarcan en los siguientes puntos:

- Poder lograr desarrollar una aplicación para teléfonos inteligentes, que permitan ayudar a las personas que necesitan rehabilitación física.
- Contactar a profesionales en el área de la fisioterapia que nos brinden la información necesaria sobre los distintos tipos de rehabilitación.
- Analizar formalmente todos los procesos involucrados en distintas terapias de rehabilitación y poder llevar un control de todo el historial del paciente, para poder en un momento dado, al momento de asistir a una cita, brindarle todos esos datos al profesional supervisor, mediante el dispositivo móvil.

Para cumplir estos objetivos funcionales es necesario:

- Determinar cuáles son los tipos de rehabilitación que se implementan actualmente.
- Analizar y modelar formalmente todas las actividades que se deben realizar de acuerdo al tipo de rehabilitación que se necesiten y de acuerdo a la necesidad del paciente.
- Diseñar una Base de Datos que pueda registrar todos los resultados al realizar los distintos procesos en cada actividad involucrada en la rehabilitación de manera remota.
- Diseñar un sistema móvil que implemente los procesos necesarios de rehabilitación los cuales utilizara el paciente, y le recuerde el control de dichas actividades.
- Desarrollar un sistema móvil que implemente los procesos necesarios de rehabilitación los cuales utilizará el paciente, y le recuerde el control de dichas actividades.
- Implementar un sistema móvil que implemente los procesos necesarios de rehabilitación los cuales utilizará el paciente, y le recuerde el control de dichas actividades.
- Capacitar al profesional fisioterapeuta a la utilización del sistema móvil, para que a su vez, lo pueda utilizar en los pacientes que la necesiten.

## II. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN SIGUIENDO EL MARCO DE DESARROLLO MÓVIL MoMo

Esta aplicación se desarrollará siguiendo el marco de trabajo para el desarrollo de aplicaciones móviles MoMo [3] [4]. El ciclo de desarrollo propuesto nos permite obtener diferentes prototipos funcionales que definen cada elemento o módulo que componen la aplicación final (Figura 1). Los pasos del marco de desarrollo son las siguientes:

3. *Selección del módulo a aplicar*: se diseña la estructura funcional de cada módulo que formará parte de la aplicación final. Cada módulo tiene una funcionalidad específica, basada en un diseño global asociado.
4. *Definición de patrones de diseño*: definición de las estructuras físicas de cada patrón asociado a cada módulo

- que se ejecutará. Especifica la representación visual de cada uno de los diseño de módulos.
5. *Definición de patrones funcionales*: define los roles y las relaciones de cada uno de los módulos de la aplicación.
  6. *Relación ontológica de cada módulo*: especifica las ontologías que participan o son utilizadas por cada módulo, así como la relación entre otros elementos de la arquitectura.
  7. *Determinación de las capas de donde viene el módulo*: define la capa funcional de cada módulo, relacionándolo con la capa del modelo, definida por el marco.
  8. *Determinación de la relación entre capas*: define la relación entre cada uno de los módulos desarrollados, lo que permite la interoperabilidad entre cada uno de ellos.
  9. *Integración de todos los elementos*: para la obtención del prototipo para evaluar. Se obtiene en este paso, un primer prototipo.
  10. *Evaluación del prototipo*: esto permite la evaluación de diseño funcional y visual de la aplicación generada, proporcionando retroalimentación para la mejora de la arquitectura.
  11. *Rediseño de los elementos para la generación de un nuevo prototipo*: aquí es donde la funcionalidad del prototipo obtenido, discute su rediseño según los pasos iniciales. Comienza todo el proceso, cada vez que se corrigen problemas de diseño y funcionalidad.

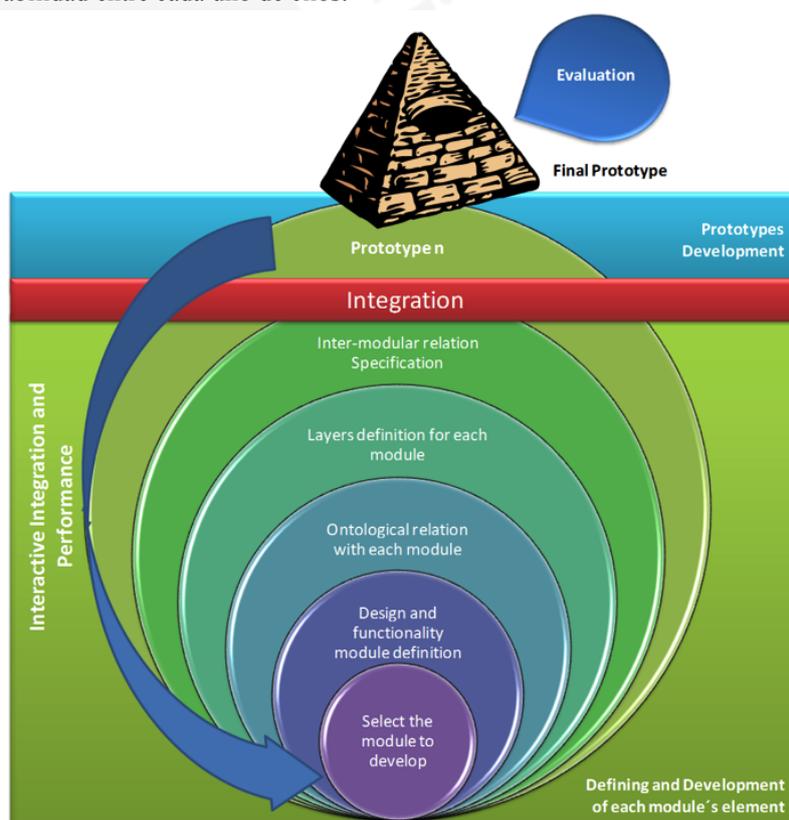


Figura 1. Desarrollo de la aplicación FiTeMo basado en el marco de desarrollo MoMo con cada uno de los pasos para el desarrollo de sus elementos.

### 1. Distribución y clasificación ontológica de los dispositivos móviles

Para facilitar el desarrollo de la aplicación propuesta, nos basaremos en el modelo ontológico MoMontology [5] [6] que presenta una clasificación de todos los posibles elementos que se deben tomar en cuenta al momento de desarrollar soluciones móviles adaptables a cualquier dispositivo móvil.

Para modelar los diferentes servicios y elementos que componen el marco, vamos a definir cada uno de los

elementos que intervienen en el desarrollo de lenguajes de la arquitectura de *software* basado en web semántica (OWL).

Basado en los pasos que componen el desarrollo de las ontologías definidas por METHONTOLOGY [7] [8] y para un mejor entendimiento de cada uno de los elementos de la aplicación, hemos basado el desarrollo en la clasificación de dispositivos móviles que presenta MoMontology. En la figura 2 se muestra la clasificación ontológica antes mencionada.

Esta ontología clasifica los dispositivos móviles según sus capacidades de *hardware*, *software*, comunicación o red. Estos tres elementos son los aspectos que definen la funcionalidad de la aplicación desarrollada.





Figura 3. a. Captura de datos del paciente, b. Captura del tipo de ejercicio, c. Selección del grado o dificultad de la terapia, d. Captura de los datos resultantes del ejercicio: serie y rutina, e. Muestra de resultados.

Previamente el paciente debió indicar al momento de llenar sus datos, cuanto fue el periodo que el especialista le recomendó a hacer la terapia. Esto se hará, porque la aplicación también servirá como asistente y le recordará al paciente, periódicamente, el momento que debe empezar a realizar la sesión.

Esta aplicación le será recomendada al paciente por el profesional fisioterapeuta, que lo atienda en su primera sesión, ya que dependiendo el grado de rehabilitación, podrá el profesional indicarle la frecuencia con la que tendrá que asistir al centro para el ver el avance de la persona, mediante los resultados que extraiga del dispositivo.

Esto servirá como herramienta al profesional, y a su vez como asistente al paciente, ya que las sesiones tienen un valor económico considerable, y si en un determinado momento requeriría de 20 sesiones, lo ideal sería que con esta aplicación pueda reducirse esa cantidad de sesiones, a la mitad, y así

poder generarle un ahorro al paciente, que podría ser utilizado en otros tratamientos.

#### IV. CONCLUSIONES

Facilitarle a los pacientes herramientas necesarias para dar un soporte a una necesidad de rehabilitación, se traduce en la reducción de costos y tiempo, que pueden ser invertido en el desarrollo de nuevas actividades.

El desarrollo de la aplicación propuesta está basado en el Marco de trabajo para el desarrollo de Aplicaciones Móviles MoMo, que define como se implementan interfaces gráficas para desarrollar aplicaciones para seguimiento de pacientes, una clasificación ontológica de los posibles elementos utilizados y una distribución en capa de todos los elementos programables en una aplicación.

Estamos seguros que una vez en ejecución, nuestra aplicación, beneficiará a un gran número de personas que en muchas

ocasiones no pueden asistir a una sesión de rehabilitación, ofreciéndole una herramienta alterna ante esta problemática.

Existen las capacidades técnicas, de comunicación y operativa, nos toca integrarlas en una sola aplicación funcional y que irá creciendo con el tiempo.

#### AGRADECIMIENTO

Estos proyectos e investigaciones están siendo apoyados y soportados por la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT), la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) y el autor es miembro del Sistema Nacional de Investigación (SNI) como Investigador Nacional I.

#### REFERENCIAS

- [1] David Alejandro Burgos y Hector Jaime Echeverry. Estado del Arte del Uso de Aplicaciones en Dispositivos Móviles en el Área de Medicina. Colombia 2012. <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/textoyanexos/0053B957.pdf>
- [21] Contraloría General de la República de Panamá. Instituto Nacional de estadística y Censo. República de Panamá. Acceso y uso de las tecnologías de Información y Comunicación en Panamá. Última Consulta Abril de 2014. <http://estadisticas.contraloria.gob.pa/redpan/sid/docs/documentos%20tematicos/Atlas%20social%20de%20Panama/11%20-%20Acceso%20y%20uso%20de%20las%20tecnolog%C3%ADas%20de%20informaci%C3%B3n%20y%20comuni.pdf>
- [22] Villarreal, V., et al. A proposal for Mobile Diabetes Self-Control: Towards a Patient Monitoring Framework. In International Workshop of Ambient Assisted Living, IWAAL'09. 2009. Salamanca, Spain: LNCS Springer-Velarg.
- [23] Villarreal, V., et al. Diabetes Patients' Care based on Mobile Monitoring. In IADIS International Conference, APPLIED COMPUTING 2009. 2009. Rome, Italy.
- [24] Villarreal, V., et al. Applying ontologies in the development of patient mobile monitoring framework. in 2nd International Conference on e-Health and Bioengineering - EHB 2009. 2009. Constata, Romania: IEEE.
- [25] Bravo, J., et al. Enabling NFC Technology for Supporting Chronic Diseases: A Proposal for Alzheimer Caregives. In European Conference, AmI ,08. 2008. Nuremberg, Germany: Springer, LNCS.
- [26] Arpírez, J.C., et al. (ONTO)2Agent: an ontology-based WWW broker to select ontologies. in Workshop on applications of ontologies and problem-solving methods (ECAI98). 1998. Brighton, UK.
- [27] Fernandez-Lopez, M. Overview of Methodology for Building Ontologies. in Workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods: Lessons Learned and Future Trends (IJCAI99). 1999.