

Cristian David Chamorro R. • John Alexander Camacho S.
José Rafael Tovar C. • José Isidro García M.

SISTEMA DE TELEMEDICINA

basado en una arquitectura orientada a servicios
y aplicado a la rehabilitación física



SISTEMA DE TELEMEDICINA

basado en una arquitectura orientada a servicios
y aplicado a la rehabilitación física



Colección Artes y Humanidades
Diseño

Chamorro R., Cristian David
Sistema de telemedicina basado en una arquitectura orientada a servicios y aplicadas a la rehabilitación física / Cristian David Chamorro R., John Alexander Camacho S., José Rafael Tovar C., José Isidro García M. -- Cali : Programa Editorial Universidad del Valle, 2020.
292 páginas ; 24 cm. -- (Colección Artes y Humanidades - Diseño)
1. Telemedicina - 2. Teleoperación - 3. Rehabilitación física 4. Ayudas tecnológicas - 5. Sistemas de información - 6. Servicios de salud
610 cd 22 ed.
C448
Universidad del Valle - Biblioteca Mario Carvajal

Universidad del Valle

Programa Editorial

Título: Sistema de telemedicina basado en una arquitectura orientada a servicios y aplicado a la rehabilitación física

Autores: Cristian David Chamorro Rodríguez, John Alexander Camacho Sánchez, José Isidro García Melo, José Rafael Tovar Cuevas

ISBN: 978-958-5156-16-6

ISBN-PDF: 978-958-5156-17-3

ISBN-EPUB: 978-958-5156-18-0

DOI: 10.25100/peu.567

Colección: Artes y Humanidades-Diseño

Primera edición

Rector de la Universidad del Valle: Édgar Varela Barrios

Vicerrector de Investigaciones: Héctor Cadavid Ramírez

Director del Programa Editorial: Omar J. Díaz Saldaña

© Universidad del Valle

© Autores

Diseño de carátula y diagramación: Dany Stivenz Pacheco Bravo

Corrección de estilo: Luz Adriana Ossa Valencia

Gráficas e ilustraciones: Cristian David Chamorro R., John Alexander Camacho S.

Este libro, o parte de él, no puede ser reproducido por ningún medio sin autorización escrita de la Universidad del Valle.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión del autor y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad del Valle, ni genera responsabilidad frente a terceros. El autor es el responsable del respeto a los derechos de autor y del material contenido en la publicación, razón por la cual la Universidad no puede asumir ninguna responsabilidad en caso de omisiones o errores.

Cali, Colombia, noviembre de 2020

Cristian David Chamorro R. • John Alexander Camacho S.
José Rafael Tovar C. • José Isidro García M.

SISTEMA DE TELEMEDICINA

basado en una arquitectura orientada a servicios
y aplicado a la rehabilitación física



Colección Artes y Humanidades
Diseño

INTRODUCCIÓN

9

CAPÍTULO 1

LA TELEMEDICINA Y SUS CONTEXTOS

21

| | |
|--|----|
| Población en situación de vulnerabilidad geográfica | 21 |
| Marco legal que reglamenta la tele-salud en Colombia | 25 |
| Telemedicina | 26 |
| Rehabilitación | 29 |
| Herramientas conceptuales. | 30 |
| Revisión de literatura científica y su clasificación | 40 |
| Referencias | 66 |

CAPÍTULO 2

DISEÑO DE AYUDAS TECNOLÓGICAS TELE-OPERADAS

75

| | |
|---|-----|
| Sistema de potencia para las ayudas tecnológicas de rehabilitación tele-operada . | 79 |
| Prototipo tarjetas electrónicas | 88 |
| Desarrollo de la ayuda tecnológica para rehabilitación de rodilla tele-operada . | 95 |
| Desarrollo de la ayuda tecnológica para rehabilitación de hombro tele-operada . | 103 |
| Conclusiones | 114 |
| Referencias | 115 |

CAPÍTULO 3

ARQUITECTURA CON ORIENTACIÓN A SERVICIOS PARA UN SISTEMA DE REHABILITACIÓN FÍSICA TELE-OPERADA VÍA INTERNET

117

| | |
|---|------|
| Metodología | .118 |
| Principios de una arquitectura con orientación a servicios | 126 |
| Diagrama de casos de uso del servicio de gerenciamiento en rehabilitación . | 127 |
| Diagrama de actividades | 128 |
| Simulación en red de Petri del sistema para rehabilitación tele-operada . . | 128 |
| Validación de los movimientos anatómicos del sistema de potencia | 134 |
| Evaluación y análisis de las eventualidades del sistema | 137 |
| Conclusiones | 144 |
| Referencias | 145 |

CAPÍTULO 4

CONCEPCIÓN, DISEÑO Y DESARROLLO DE LOS SERVICIOS WEB PARA LA ARQUITECTURA DE SISTEMAS DE REHABILITACIÓN TELE-OPERADA VÍA INTERNET

147

| | |
|---|-------|
| Base de datos. | .150 |
| Servicio de autenticación | .150 |
| Servicio de búsqueda del paciente | .170 |
| Servicio de actualización de historia clínica | .189 |
| Servicio de comunicaciones | 202 |
| Conclusiones | . 211 |

CAPÍTULO 5

PRUEBAS FUNCIONALES DE LA ARQUITECTURA APLICADAS A SISTEMAS TELE-OPERADOS

215

| | |
|---------------------------------|------|
| Método e instrumentos | .216 |
| Resultados. | 220 |
| Conclusiones | 265 |

CAPÍTULO 6

SISTEMA DE INFORMACIÓN

267

| | |
|--------------------------------|-----|
| Materiales y métodos | 269 |
| Resultados. | 274 |
| Discusión | 285 |
| Conclusiones | 286 |
| Referencias | 289 |

Existen cuatro aspectos que inciden de manera crítica en la falta de atención de salud de las poblaciones con Vulnerabilidad Geográfica (VG) [1], el primero se refiere al ámbito *geográfico* que se relaciona con las distancias, los medios de transporte disponibles y las condiciones de infraestructura vial; el segundo se trata del aspecto *económico* ligado a la capacidad de pago del paciente para acceder al servicio médico; el tercero remite a un asunto *cultural* que se enfoca en el conocimiento para la utilización de los servicios y el cuarto, relacionado con lo *organizacional*, es decir, con las condiciones locativas y administrativas [2].

Para el caso colombiano, cuando se trata de rehabilitación física, las cifras revelan desde el punto de vista *económico*, que el 65% de la población encuestada presenta problemas económicos para el desplazamiento hacia los centros de salud especializados; mientras que, en el aspecto *cultural*, el 6% no aprueba este tipo de prácticas para una recuperación. En cuanto a *percepción de necesidad*, el 6% cataloga que la rehabilitación no es importante y con relación a *localización del centro de atención*, el 5% argumenta que los centros de salud están en las ciudades principales y ante la *falta de acompañante*, el 4% considera que algunos pacientes con lesiones osteo-musculares dependen de su cuidador [3].

Tras el anterior contexto, este libro presenta una arquitectura con orientación a servicios para la rehabilitación física y utiliza la tele-operación de ayudas tecnológicas vía internet para disminuir las barreras de acceso en la atención de rehabilitación dirigida a población en situación de vulnerabilidad geográfica.

La complejidad del diseño de sistemas tele-operados con aplicación en rehabilitación física radica en el tratamiento de varios aspectos, entre ellos, el monitoreo de señales del paciente y del sistema; las condiciones para garantizar la seguridad del sistema y del paciente; los procesos síncronos que permiten realizar operaciones remotas coordinadas entre paciente, auxiliar y especialista y la gestión de la información que depende del tipo de usuarios del sistema, entre otras. Al considerar las características de este tipo de aplicación, se integraron soluciones propias de Sistemas Distribuidos (SD) usando internet, como por ejemplo la Arquitectura con Orientación a Servicios (con su sigla en inglés, SOA).

Para plantear una SOA tele-operada con aplicación en rehabilitación física es fundamental estudiar, comprender y analizar los problemas osteo-musculares que afectan el correcto funcionamiento de las articulaciones, por este motivo, se puede decir que la rehabilitación es fundamental para recuperar la función de la articulación afectada. La rehabilitación física es pensada para personas que han sufrido algún tipo de lesión y alcanzaron la condición de situación de discapacidad transitoria. Esta incapacidad se define si genera en el individuo la imposibilidad de realizar algún tipo de tarea, lo cual afecta de manera directa la independencia del individuo y, por ende, su calidad de vida. Los factores cualitativos que determinan la independencia de un individuo son las Actividades de la Vida Diaria (AVD) [3].

Las lesiones que generan en el individuo algún tipo de discapacidad transitoria se tornan aún más complejas en el momento en que el sistema de salud le impone barreras de acceso al servicio especializado de rehabilitación. Esta situación se conoce como condición de vulnerabilidad geográfica que se presenta con mayor facilidad y frecuencia en personas que habitan zonas rurales en estratos 1 o 2, debido a que el sistema de salud centralizado del país obliga a que el paciente tenga que desplazarse hacia los principales centros urbanos para acceder a los servicios de rehabilitación. Es decir, el sistema de salud colombiano impone barreras de acceso al servicio de salud y propicia que la persona asuma una condición de vulnerabilidad geográfica [1].

En Colombia el porcentaje de población con limitaciones para movimiento del cuerpo, manos, brazos y piernas oscila alrededor del 21% a nivel nacional, mientras que, en el Valle del Cauca, la cifra aumenta en un 35%. Debido a este tipo de deficiencias, las AVD de esta población se ven afectadas de la

siguiente manera: el 21% de las personas abandonan tareas generales, un 3% no pueden realizar tareas de auto-cuidado y un 31% presenta problemas para la movilidad [4]. Por este motivo las personas que sufren algún tipo de lesión ven afectada su calidad de vida ya que no alcanzan su independencia en el desarrollo de dichas tareas. En el censo del 2010, realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), se encuentra que los métodos de mayor aceptación para los tratamientos de rehabilitación son los medicamentos con un 58%, medicina física con un 16% y fisioterapia con un 22%. Un tratamiento de rehabilitación física contempla tres procedimientos: desinflamación y disminución de dolor de la articulación, recuperación de la movilidad y fortalecimiento muscular.

De tal forma, este estudio se centra en la recuperación de la movilidad y el fortalecimiento muscular, facilitando protocolos de rehabilitación de terapia activa y pasiva en pacientes con discapacidad transitoria. Así, se minimizan las barreras impuestas por el servicio médico centralizado en Colombia donde, según [5], la calidad del servicio de rehabilitación a menudo se ve afectada negativamente en un 64% por inconvenientes económicos para el desplazamiento, en un 4% por falta de un acompañante y en un 6% por la lejanía del centro de atención. Estos factores son los responsables del aumento en el riesgo de la vulnerabilidad geográfica de la población, lo cual hace que el diseño de equipos para rehabilitación tele-operados sea una necesidad sentida para disminuir estos efectos.

Debido a que el especialista se encuentra geográficamente distante, un sistema de rehabilitación tele-operado debe brindar las máximas condiciones de seguridad al paciente, estableciendo condiciones o eventos claramente definidos que permitan a los elementos que conforman el sistema actuar de forma sincronizada. La arquitectura diseñada e implementada está concebida para que sea modular, cumple con el paradigma de arquitectura con orientación a servicios bajo las siguientes condiciones: servicios estandarizados, acoplamiento de los servicios, abstracción de los servicios, reutilización de los servicios, autonomía de los servicios, los servicios no conservan el estado, descubrimiento de los servicios, composición de los servicios, granularidad de los servicios, normalización de los servicios, optimización de los servicios, encapsulación de los servicios y transparencia en la ubicación de los servicios [6].

La reglamentación legal colombiana define las condiciones que deben tener las instituciones que prestan servicios de salud bajo la modalidad de telemedicina [7] - [13] y las leyes que crean las disposiciones y establecen las condiciones para las empresas sociales del estado en servicios de telemedicina [8] - [9]. Asimismo, estipula las leyes que definen la política pública de apoyo al desarrollo y sus lineamientos de la tele-salud en Colombia [10] - [14] y la Ley que reforma el sistema de seguridad social en salud y los procedimientos y condiciones que deben cumplir los Prestadores de Servicios de Salud para habilitar los servicios [11] - [12]. Gracias a esta reglamentación que aquí se presenta, se establece un marco legal que permitió identificar la importancia de la telemedicina para permitir que personas en situación de vulnerabilidad geográfica puedan tener acceso a un servicio de salud de una manera más sencilla.

Con respecto a los trabajos similares revisados, se clasificaron de la siguiente manera: *i) Sistemas de tele-salud para diagnóstico y consulta* que cubren aspectos de tele-operación, gestión de la información, monitoreo, uso de internet y consulta [15] - [28]; *ii) Educación y capacitación* centrados en el diseño de interfaz y uso de internet [41] - [42]; *iii) Sistemas para Tele-rehabilitación* donde se abordan rehabilitación, tele-operación, gestión de la información, monitoreo, diseño de interfaz, uso de SOA, uso de internet y consulta [31] - [39]; *iv) Aplicaciones SOA en salud* que plantean tele-operación, procesos síncronos, gestión de información, monitoreo, SOA, servicios web, uso de internet, consulta y diseño de una arquitectura [40] - [48]; y *v) Modelado de sistemas de salud* que revisa la rehabilitación, tele-operación, gestión de la información, monitoreo, diseño de interfaz, uso de SOA, uso de internet y consulta [49] - [52].

Los anteriores trabajos evidenciaron una falta de integración de todas las características requeridas para brindar una atención en rehabilitación física tele-operada. De acuerdo con los requerimientos de esta propuesta, se definió que la SOA era la más indicada para este tipo de sistemas complejos de salud, ya que garantiza la organización y utilización de aplicaciones distribuidas de software que pueden ser utilizadas por diferentes usuarios.

Este libro presenta el desarrollo e implementación de un sistema de telemedicina para la atención de rehabilitación física, por medio de la concepción y el desarrollo de una arquitectura con orientación a servicios para población

en situación de vulnerabilidad geográfica, caso de estudio rehabilitación de la función de las articulaciones de hombro y rodilla con ayudas tecnológicas de rehabilitación pasiva y activa tele-operadas. Lo novedoso de este estudio se refiere a que la arquitectura implementada permite la supervisión del sistema y posibilita la rehabilitación a distancia de manera segura para el paciente, además agrupa los diferentes campos de acción de la telemedicina en función de prestar el servicio rehabilitación física tele operada. La propuesta se plantea como un sistema a eventos discretos, la cual fue modelada utilizando un abordaje *top-down* con la herramienta de red de Petri coloreadas, esto con el fin de obtener información sobre la dinámica del sistema, además el sistema planteado es síncrono en cuanto al flujo de información entre la interfaz del especialista, interfaz asistente, paciente y ayuda tecnológica. Para garantizar la seguridad del paciente durante la terapia de rehabilitación se realizó un monitoreo permanente, el cual se debe actualizar en la historia clínica durante y al finalizar la terapia.

Para lograr el diseño, desarrollo e implementación de la arquitectura con orientación a servicios se planteó como objetivo general desarrollar un sistema tele-operado de rehabilitación de pacientes, caso de estudio las ayudas tecnológicas de rehabilitación de rodilla y de hombro y del cual se desprenden los siguientes objetivos específicos:

- Desarrollar un procedimiento que permita modelar un sistema de rehabilitación tele-operado como un sistema con orientación a servicios.
- Desarrollar una metodología para determinar los componentes modulares que constituyen una SOA para sistemas de rehabilitación tele-operados.
- Desarrollar un procedimiento de modelado que permita especificar la integración y coordinación de los servicios de rehabilitación involucrados en la atención de pacientes.
- Implementar una arquitectura que permita operar un sistema de rehabilitación tele-operado.
- Desarrollar estrategias de simulación con red de Petri coloreadas para validar la arquitectura.
- Definir un protocolo de pruebas en el sistema de rehabilitación tele-operado que permita verificar su funcionamiento como un sistema con orientación a servicios.

El primer capítulo titulado “Diseño de una ayuda tecnológica tele-operada para rehabilitación activa y pasiva”, presenta la manera como se plantearon, diseñaron, desarrollaron e implementaron las ayudas tecnológicas necesarias para acoplar a la arquitectura elaborada; además se muestra las características mecánicas, electrónicas, informáticas y sus alcances terapéuticos aplicables para un usuario en situación de discapacidad transitoria. Así mismo, presenta la modularidad de la ayuda en cuanto puede ser reemplazada por otra ayuda tecnológica que cumpla con características similares, donde su factor diferenciador radica en los grados de libertad y alcances máximos de la articulación. Esta ayuda tecnológica se acopla a la arquitectura sin ningún tipo de restricción.

En “Arquitectura con orientación a servicios para un sistema de rehabilitación física tele-operada vía internet” se presenta la arquitectura que contempla las características de las ayudas tecnológicas en los distintos lugares geográficos, del especialista, el auxiliar y las respectivas interfaces. Además, se definieron los servicios web que son los encargados del gerenciamiento del flujo de información entre los lugares geográficos y de los actores que están contemplados en el sistema. Debido a lo crítico del sistema, desde el punto de vista de seguridad del paciente, la arquitectura fue modelada en red de Petri coloreadas para validar su funcionamiento en cuanto al flujo de información y sus respuestas en el momento de presentarse eventualidades, definidas estas como posibles situaciones que ponen en riesgo al paciente. Al evaluar esta arquitectura se pudo verificar que cumple con los paradigmas de una SOA.

Por su parte, el capítulo “Integración de servicios” expone la arquitectura de software utilizada para el diseño y el desarrollo de los servicios web. Lo anterior, de acuerdo con los requerimientos definidos por la arquitectura con orientación a servicios para sistemas de rehabilitación tele-operada. Estos servicios cumplen con los paradigmas definidos por dicha tecnología, lo cual permitirá que este sistema cumpla con las condiciones de interoperabilidad, escalabilidad, bajo acoplamiento, reúso de los servicios, autonomía de los servicios, granularidad, encapsulación, fácil descubrimiento y servicios sin estado [53].

En “Implementación del sistema de rehabilitación tele-operado”, se muestran los instrumentos y pruebas del sistema interactuando con los servicios web integrados, los cuales arrojan como resultado el correcto funcionamiento

de los servicios diseñados y además, que la propuesta de arquitectura con orientación a servicios propuesta y validada con *red de Petri coloreadas* puede ser implementada para tele-operar ayudas tecnológicas de rehabilitación. Con el desarrollo del capítulo “Integración de los servicios” y el capítulo “Implementación del sistema de rehabilitación tele-operado” se da cumplimiento al último objetivo específico.

En el “Sistema de información” se definieron los indicadores asociados al flujo de información entre los diferentes módulos que conforman el sistema planteado.

REFERENCIAS

- [1] C. De Capua, A. Meduri, y R. Morello, “A remote doctor for homecare and medical diagnoses on cardiac patients by an adaptive ECG analysis”, *2009 IEEE Int. Work. Med. Meas. Appl. MeMeA 2009*, pp. 31–36, 2009, 10.1109/ME-MEA.2009.5167949.
- [2] X. Wang, Q. Gui, B. Liu, Z. Jin, y Y. Chen, “Enabling smart personalized health-care: A hybrid mobile-cloud approach for ECG telemonitoring”, *IEEE J. Biomed. Heal. Informatics*, vol. 18, no. 3, pp. 739–745, 2014, 10.1109/JBHI.2013.2286157.
- [3] J. Melorose, R. Perroy, y S. Careas, “Summary for Policymakers”, in *Climate Change 2013 - The Physical Science Basis*, vol. 1, Intergovernmental Panel on Climate Change, Ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2015, pp. 1–30, 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [4] Busso, G. “Vulnerabilidad social: nociones e implicancias de políticas para Latinoamérica a inicios del siglo XXI”, en *Seminario Internacional Las diferentes expresiones de la vulnerabilidad social en América Latina y el Caribe*, Naciones Unidas - Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), jun., 2001, p. 39. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2x6lXIr> [Acceso: my. 6, 2020].
- [5] T. Murata, “Petri nets: Properties, analysis and applications”, *Proc. IEEE*, vol. 77, no. 4, pp. 541–580, abr., 1989, 10.1109/5.24143.
- [6] Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, “Política Nacional de Prestación de Servicios de Salud”, *MinSalud*. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/35KWPnw> [Acceso: my. 6, 2020].

- [7] Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, “Resolución 1448 de 2006: Por la cual se definen las Condiciones de Habilitación para las instituciones que prestan servicios de salud bajo la modalidad de Telemedicina”. *MinSalud*. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2WDctgn> [Acceso: my. 6, 2020].
- [8] Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, “Ley 1122 de 2007: Por la cual se hacen algunas modificaciones en el sistema general de seguridad social en salud y se dictan otras disposiciones”. *MinSalud*. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2L6WPVn> [Acceso: 05 06, my. 6, 2020].
- [9] Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, “Resolución 3763 de 2007: Por la cual se modifican parcialmente las Resoluciones 1043 y 1448 de 2006 y la Resolución 2680 de 2007 y se dictan otras disposiciones”. *MinSalud*. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3fusga2> [Acceso: my. 6, 2020].
- [10] Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia, “Ley 1341 de 2009: Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las tecnologías de la información y las comunicaciones - TIC, se crea la agencia nacional de espectro y se dictan otras disposiciones”. *MinTic*. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2ytBCST> [Acceso: my. 6, 2020].
- [11] Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, “Ley 1438 de 2011: Por medio de la cual se reforma el sistema general de seguridad social en salud y se dictan otras disposiciones. *MinSalud*. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3cgDtJ5> [Acceso: my. 6, 2020].
- [12] Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, “Resolución 1441 de 2013: Por la cual se definen los procedimientos y condiciones que deben cumplir los Prestadores de Servicios de Salud para habilitar los servicios y se dictan otras disposiciones. *MinSalud*. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3b9sP5z> [Acceso: my. 6, 2020].
- [13] Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, “Acuerdo 29 de 2011, Comisión de Regulación en Salud: Por el cual se sustituye el acuerdo 028 de 2011 que define, aclara y actualiza integralmente el plan obligatorio de salud”. *MinSalud*. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/35E6JHs> [Acceso: my. 6, 2020].
- [14] Congreso de Colombia, “Ley 1419 de 2010: Por el cual se establecen los lineamientos para el desarrollo de la telesalud en Colombia”. *Congr. de Colomb*. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3cflhQ1> [Acceso: my. 6, 2020].

- [15] A. Karime, H. Al-Osman, J. M. Alja'Am, W. Gueaieb, y A. El Saddik, "Tele-wobble: A telerehabilitation wobble board for lower extremity therapy", *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol. 61, no. 7, pp. 1816–1824, 2012, 10.1109/TIM.2012.2192338.
- [16] P. Boissy, S. Brière, H. Corriveau, A. Grant, M. Lauria, y F. Michaud, "Usability testing of a mobile robotic system for in-home telerehabilitation", *Conf. Proc. ... Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. Annu. Conf.*, vol. 2011, pp. 1839–42, 2011, 10.1109/IEMBS.2011.6090523
- [17] W. S. Harwin, T. Rahman, y R. A. Foulds, "Review of design issues in rehabilitation robotics with reference to North American research", *IEEE Trans. Rehabil. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 3–13, 1995, 10.1109/86.372887.
- [18] J. Bae y M. Tomizuka, "A tele-monitoring system for gait rehabilitation with an inertial measurement unit and a shoe-type ground reaction force sensor", *Mechatronics*, vol. 23, no. 6, pp. 646–651, 2013, 10.1016/j.mechatronics.2013.06.007.
- [19] B. Brüggemann, T. Röhling, y J. Welle, "Coupled Human-machine Tele-manipulation", *Procedia Manuf.*, vol. 3, pp. 998–1005, 2015, 10.1016/j.promfg.2015.07.157.
- [20] M. Burkert, F. J. Stewing, H. Krumm, C. Fiehe, y I. Lück, "Networked devices meeting dependability while supporting the medical supervision of cardiac patients under rehabilitation", *IFAC Proc.* vol. 48, no. 4, pp. 424–429, 2015, 10.1016/j.ifacol.2015.07.072.
- [21] P. Muller-Barna, S. Boy, G. J. Hubert, y R. L. Haberl, "Convincing quality of acute stroke care in TeleStroke Units", *Eur. Res. Telemed.*, vol. 4, no. 2, pp. 53–61, 2015, <http://dx.doi.org/10.1016/j.eurtele.2015.04.001>.
- [22] J. Bae, W. Zhang, y M. Tomizuka, "Network-based rehabilitation system for improved mobility and tele-rehabilitation", *IEEE Trans. Control Syst. Technol.*, vol. 21, no. 5, pp. 1980–1987, 2013, 10.1109/TCST.2012.2217965.
- [23] W. K. Durfee, L. Savard, y S. Weinstein, "Technical feasibility of teleassessments for rehabilitation", *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.*, vol. 15, no. 1, pp. 23–29, 2007, 10.1109/TNSRE.2007.891400.
- [24] J. Guo, S. Guo, y N. Xiao, "A method of decreasing transmission time of visual feedback for the Internet-based surgical training system", *2013 IEEE Int. Conf. Mechatronics Autom. IEEE ICMA 2013*, pp. 914–919, 2013, 10.1109/ICMA.2013.6618037.
- [25] M. Huber, B. Rabin, C. Docan, G. Burdea, M. Abdelbaky, y M. Golomb, "Feasibility of modified remotely-monitored in-home gaming technology for improving

- hand function in adolescents with cerebral palsy”, *IEEE Trans Inf Technol Biomed*, vol. 14, no. 2, pp. 526–534, 2010.
- [26] D. Zeng, G. Xu, y H. Wang, “Study on teleoperated home care mobile robot”, *2007 IEEE Int. Conf. Robot. Biomimetics, ROBIO*, pp. 43–46, 2008, 10.1109/ROBIO.2007.4522132.
- [27] I. Farkhatdinov y Jee-Hwan Ryu, “Teleoperation of multi-robot and multi-property systems”, en 2008 6th IEEE International Conference on Industrial Informatics, 2008, pp. 1453–1458, 10.1109/INDIN.2008.4618333.
- [28] L. Guo, L. Yu, y Q. Fang, “Upper limb motion recognition for unsupervised stroke rehabilitation based on Support Vector Machine”, en International Symposium on Bioelectronics and Bioinformatics 2011, 2011, pp. 37–40, 10.1109/ISBB.2011.6107639.
- [29] P. R. Liu, M. Q.-H. Meng, y P. X. Liu, “An Internet-based Tele-homecare System with Trinomial Protocol”, en 2005 IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference, 2005, vol. 4, pp. 3727–3730, 10.1109/IEMBS.2005.1617293.
- [30] H. Park, Y. A. Lim, A. Pervez, B. C. Lee, S. G. Lee, y J. Ryu, “Teleoperation of a multi-purpose robot over the internet using augmented reality”, *ICCAS 2007 - Int. Conf. Control. Autom. Syst.*, pp. 2456–2461, 2007, 10.1109/IC-CAS.2007.4406776.
- [31] J. Rousselot y J. D. Decotignie, “Wireless communication systems for continuous multiparameter health monitoring. ”, *IEEE Int. Conf. Ultra-Wideband*, vol. 2009, pp. 480–484, 2009, 10.1109/ICUWB.2009.5288747.
- [32] Y. Rybarczyk, E. Colle, y P. Hoppenot, “Contribution of neuroscience to the teleoperation of rehabilitation robot”, en IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 2002, vol. vol.4, p. 6, 10.1109/ICSMC.2002.1173273
- [33] A. Talasaz, R. V. Patel, y M. D. Naish, “Haptics-enabled teleoperation for robot-assisted tumor localization”, *Proc. - IEEE Int. Conf. Robot. Autom.*, pp. 5340–5345, 2010, 10.1109/ROBOT.2010.5509667.
- [34] J. Guo, S. Guo, X. Wei, y Q. Gao, “A Novel tele-operation controller for wireless microrobots in-pipe with hybrid motion”, *Rob. Auton. Syst.*, vol. 76, pp. 68–79, 2016, 10.1016/j.robot.2015.07.009.
- [35] S.-J. Lee, S.-C. Lee, y H.-S. Ahn, “Design and control of tele-matched surgery robot”, *Mechatronics*, vol. 24, no. 5, pp. 395–406, Aug. 2014, 10.1016/j.mechatronics.2014.02.008.

- [36] W. Omar y A. Taleb-Bendiab, “Service Oriented Architecture for E-health Support Services Based on Grid Computing Over”, *2006 IEEE Int. Conf. Serv. Comput.*, pp. 135–142, 2006, 10.1109/SCC.2006.90.
- [37] G. Nain, F. Fouquet, B. Morin, O. Barais, y J. M. Jézéquel, “Integrating IoT and IoS with a component-based approach”, *Proc. - 36th EUROMICRO Conf. Softw. Eng. Adv. Appl. SEAA 2010*, pp. 191–198, 2010, 10.1109/SEAA.2010.50.
- [38] I. Toujilov, y P. Taylor, “Executable behavior delegation in web services and ontology exchange systems”, *Proc. 2011 Int. Conf. Collab. Technol. Syst. CTS 2011*, pp. 415–422, 2011, 10.1109/CTS.2011.5928719.
- [39] M. Abousharkh, y H. Mouftah, “A SOA-based middleware for WBAN”, en 2011 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications, 2011, pp. 257–260, 10.1109/MeMeA.2011.5966780.
- [40] K. Ganapathy, y V. Vaidehi, “Medical intelligence for quality improvement in Service Oriented Architecture”, *Int. Conf. Recent Trends Inf. Technol. ICRTIT 2011*, pp. 161–166, 2011, 10.1109/ICRTIT.2011.5972440.
- [41] M. Nazih, y G. Alaa, “Generic service patterns for web enabled public healthcare systems”, *Proc. 2011 7th Int. Conf. Next Gener. Web Serv. Pract. NWeSP 2011*, pp. 274–279, 2011, 10.1109/NWeSP.2011.6088190.
- [42] M. Abousharkh, y H. Mouftah, “XMPP-enabled SOA-driven middleware for remote patient monitoring system”, en 2012 International Conference on Information Technology and e-Services, 2012, pp. 1–5, 10.1109/ICITeS.2012.6216689.
- [43] U. Batra, S. Sachdeva, y S. Mukherjee, “Implementing healthcare interoperability utilizing SOA and data interchange agent”, *Heal. Policy Technol.*, vol. 4, no. 3, pp. 241–255, Sep. 2015, 10.1016/j.hlpt.2015.04.005.
- [44] A. Benharref, y M. A. Serhani, “Novel Cloud and SOA-Based Framework for E-Health Monitoring Using Wireless Biosensors”, *IEEE J. Biomed. Heal. Informatics*, vol. 18, no. 1, pp. 46–55, Jan. 2014, 10.1109/JBHI.2013.2262659.
- [45] K. Ganapathy, B. Priya, B. Priya, Dhivya, V. Prashanth, y V. Vaidehi, “SOA Framework for Geriatric Remote Health Care Using Wireless Sensor Network”, *Procedia Comput. Sci.*, vol. 19, no. Fams, pp. 1012–1019, 2013, 10.1016/j.procs.2013.06.141.
- [46] R. Gazzarata, F. Vergari, T. S. Cinotti, y M. Giacomini, “A Standardized SOA for Clinical Data Interchange in a Cardiac Telemonitoring Environment”, *IEEE J. Biomed. Heal. Informatics*, vol. 18, no. 6, pp. 1764–1774, Nov. 2014, 10.1109/JBHI.2014.2334372.

- [47] S. H. Lee, J. H. Song, J. Ye, H. J. Lee, B.-K. Yi, y I. K. Kim, “SOA-based integrated pervasive personal health management system using PHDs”, en Proceedings of the 4th International ICST Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare, 2010, pp. 1–4, 10.4108/ICST.PERVASIVEHEALTH2010.8949.
- [48] J. U. Meyer, “Open SOA health web platform for mobile medical apps: Connecting securely mobile devices with distributed electronic health records and medical systems”, en Proceedings of the 2014 IEEE Emerging Technology and Factory Automation (ETFA), 2014, pp. 1–6, 10.1109/ETFA.2014.7005347.
- [49] M. Mohammadi, y M. Mukhtar, “A Review of SOA Modeling Approaches for Enterprise Information Systems”, *Procedia Technol.*, vol. 11, no. 11, pp. 794–800, 2013, 10.1016/j.protcy.2013.12.260.
- [50] Y. B. Dafferianto Trinugroto, F. Reichert, y R. W. Fensli, “A SOA-based health service platform in smart home environment”, en 2011 IEEE 13th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services, 2011, pp. 201–204, 10.1109/HEALTH.2011.6026745.
- [51] W. C. Chiang, H. H. Lin, T.S. Wu, y C. F. Chen, “Bulding a cloud service for medical image processing based on service-orient architecture”, en 2011 4th International Conference on Biomedical Engineering and Informatics (BMEI), 2011, vol. 3, pp. 1459–1465, 10.1109/BMEI.2011.6098638.
- [52] S. H. Hsieh et al., “Web Services Based Bio-signal System Leveraging Support Vector Machines”, en 2009 Ninth IEEE International Conference on Bioinformatics and BioEngineering, 2009, pp. 254–259, 10.1109/BIBE.2009.71.
- [53] N. M. Josuttis, *SOA in Practice The Art of Distributed System Design*. Newton, Massachusetts: O’Reilly, 2007. [Libro digital]. Disponible en: <https://bit.ly/3fwT21v>

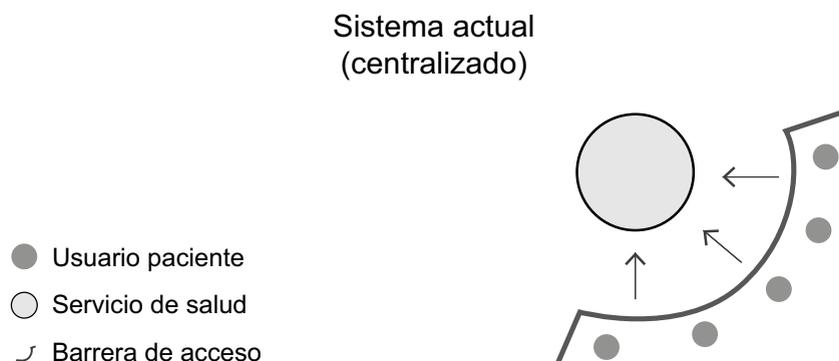
LA TELEMEDICINA Y SUS CONTEXTOS

Este capítulo aborda un análisis social de la población en situación de vulnerabilidad geográfica generada por la barrera de acceso al servicio de salud especializado en rehabilitación. Por otro lado, revisa el marco legal de la legislación colombiana relacionada tanto con la prestación de servicios de salud en telemedicina, como con el uso de nuevas tecnologías aplicadas a la salud. En cuanto a la telemedicina, aborda los campos de aplicación y sus principales desarrollos y con respecto a la rehabilitación, se apropia de la conceptualización de las tres etapas de recuperación de una articulación: disminución de dolor y desinflamación, recuperación del movimiento y fortalecimiento muscular que son necesarias después de sufrir una lesión, cirugía o cualquier otro acontecimiento que afecta el normal movimiento de las articulaciones. Adicionalmente, se identifican las herramientas conceptuales y tecnológicas que facilitan el desarrollo de la tele-operación en rehabilitación humana, relacionadas con los sistemas distribuidos, la arquitectura con orientación a servicios, los servicios web, los sistemas a eventos discretos y la red de Petri coloreadas.

POBLACIÓN EN SITUACIÓN DE VULNERABILIDAD GEOGRÁFICA

La noción de vulnerabilidad es entendida como un proceso multi-dimensional que considera el riesgo del individuo, hogar o comunidad de ser herido, lesionado o dañado ante cambios o permanencia de situaciones externas y/o internas. La vulnerabilidad social de sujetos y colectivos de población presenta

Figura 1. Sistema de salud centralizado.



diferentes manifestaciones tales como fragilidad e indefensión ante cambios originados en el entorno, desamparo institucional desde el Estado que no contribuye a fortalecer ni a cuidar sistemáticamente a sus ciudadanos [1].

De esta forma, representa una interacción de factores internos y externos que recaen en el individuo, el hogar o la comunidad particular en tiempo y en un espacio determinado. Por ejemplo, las condiciones de indefensión, fragilidad y desamparo al combinarse con la falta de respuestas y las debilidades internas pueden conducir a que el individuo, hogar o comunidad sufran un deterioro en el bienestar. La vulnerabilidad es una noción multidimensional que afecta tanto a individuos, grupos y comunidades en distintos planos de su bienestar. En este sentido, el concepto se centra en la existencia y en la posibilidad de acceso a un derecho básico como lo es de la salud. Por lo tanto, la vulnerabilidad geográfica está determinada por la falta de acceso al servicio médico especializado debido a las barreras impuestas por el sistema de salud, estas barreras se generan por el tipo de servicio que es centralizado (ver Figura 1), y de esta manera afecta directamente a la población impidiendo alcanzar los indicadores de calidad de vida.

Población vulnerable

Durante la última década del siglo XXI, la atención a grupos vulnerables también conocidos como grupos sociales en condiciones de desventaja, ocupa un espacio creciente en las agendas legislativas de la política pública, con especial atención a los procesos de vulnerabilidad social de las familias, grupos y personas [1].

La población vulnerable se define como aquella que posee dificultad para el acceso al servicio médico especializado y por lo regular se encuentra en zonas rurales alejadas de las cabeceras municipales. De esta forma, las necesidades de salud de esta población son atendidas en puestos de salud localizados en los corregimientos más cercanos que atienden consultas prioritarias. Sin embargo, de acuerdo con la complejidad o urgencia de la consulta, debe ser remitida a otros centros de más alto nivel.

En este contexto descrito, se identifican tres tipos de problemas: el primero relacionado con la accesibilidad geográfica, definida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como las distancias que se ven obligados a recorrer los pacientes para acceder a los servicios médicos, el segundo apunta al de accesibilidad financiera dados los costos de desplazamiento así como a los gastos de manutención en los que incurren mientras finalizan las diligencias, y el tercero se refiere a la accesibilidad de tipo organizacional dada la localización de los centros médicos, la calidad de la atención, la capacidad resolutive, los tiempos de espera y la asignación de citas sin tener en cuenta los protocolos médicos definidos en los tratamientos.

Los anteriores tratamientos requieren una inversión económica que excede las capacidades de dicha población. De tal forma, dichos problemas se presentan debido a la barrera de acceso que tiene la población para acceder al servicio especializado, aspecto que es impuesto por el modelo de sistema de salud el cual es centralizado e inflexible y donde la única posibilidad que le deja al paciente es trasladarse finalmente hacia el centro especializado de rehabilitación. Por otra parte, se debe considerar que el Ministerio de la Salud y la Protección Social contempla el diseño e implementación de otros modelos alternativos de prestación de servicios al actual, de manera que su gestión brinde respuestas a las necesidades y a las condiciones particulares de la población, en especial a la que se encuentra en situación de vulnerabilidad [2].

Ampliación de cobertura

Las reglamentaciones y políticas actuales dadas por las distintas instituciones gubernamentales van encaminadas hacia la misma dirección de la Política Nacional de Prestación de Servicios de Salud, que garantiza el acceso, optimiza el uso de los recursos y mejora la calidad de los servicios que se prestan a la

población [2]. Ministerio de la Salud y la Protección Social admite que la prestación de servicios de salud se desarrolle en un escenario descentralizado, con definición de competencias, recursos y acciones de control de la prestación de servicios en las entidades territoriales, pero continuando con la centralización de tipo departamental [2].

En la actualidad la ampliación de cobertura en salud está planteada como un aumento en la infraestructura física (insumos, camillas, sillas de ruedas, especialistas, equipos de rehabilitación), medicamentos y el aumento de cupos para la atención de la población en régimen subsidiado. La ampliación de cobertura se ha tratado de solucionar desde el enfoque locativo y de cobertura a la población. Sin embargo, una efectiva aplicación de este abordaje demanda la evolución de modelo actual, centralizado, a uno distribuido que ofrezca un mayor dinamismo en la prestación de un determinado servicio de salud, por ejemplo, en rehabilitación física. Esto es evidente en las estrategias planteadas por el Ministerio “Desarrollo y fortalecimiento de las redes de prestación de servicios de salud, para garantizar disponibilidad, continuidad e integralidad en la atención” y en “Ampliación de las coberturas de aseguramiento, reconociendo la necesidad de mantener subsidios de oferta en los lugares que por condiciones territoriales y de mercado lo requieran” [2].

De acuerdo con dicho Ministerio se tiene: “Dado que la cobertura de seguridad social se ha entendido como un listado de prestaciones o servicios independientes contenidos en un paquete de beneficios es necesario consolidar la integralidad requerida por la Ley Estatutaria” [2]. Lo anterior revela cómo el gobierno empieza a evidenciar la importancia de tener un modelo que cambie de acuerdo con las necesidades de la población, donde se establezcan nuevas estrategias en los procesos clínicos, con el fin de mejorar la capacidad integral de respuesta del Sistema. Esto implica que la prestación médica deja de ser la unidad básica de la atención; así mismo, las nuevas unidades deben comprender la totalidad del proceso clínico y deben explicitarse en resultados intermedios, finales, ganancias en salud o reducción de la discapacidad [3].

La prestación del servicio de salud de acuerdo con el Ministerio debe cumplir con tres objetivos: *i*) mejorar el acceso al servicio de salud; *ii*) mejorar la calidad de la atención en salud y generar eficiencia en la prestación de servicios de salud y *iii*) lograr la sostenibilidad financiera de las IPS públicas. En este contexto, la accesibilidad se define como la condición que relaciona

la población que necesita los servicios de salud con el sistema de prestación de servicios, Por tanto, se identifican los tipos de accesibilidad geográficos, económicos, cultural y organizacional [2].

MARCO LEGAL QUE REGLAMENTA LA TELE-SALUD EN COLOMBIA

El Artículo 1 de la Ley 1419 de 2010 tiene por objeto establecer los lineamientos para el desarrollo de la Tele-salud en Colombia, como apoyo al Sistema General de Seguridad Social en Salud, bajo los principios de eficiencia, universalidad, solidaridad, integralidad, unidad, calidad y los principios básicos contemplados en la presente Ley. Así mismo, constituye uno de sus principios: la calidad de la atención de salud, entendida como la provisión de servicios de salud a los usuarios individuales y colectivos de manera accesible y equitativa, a través de un nivel profesional óptimo, teniendo en cuenta el balance entre beneficios, riesgos y costos [4].

Además, se debe tener en cuenta otro tipo de legislación que se ha desarrollado en el país encabezada por el Ministerio de la Salud y la Protección Social y el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), dentro de este marco de referencia legal se tienen: la Resolución 1448 de 2006, que define las condiciones que deben tener las instituciones que prestan servicios de salud bajo la modalidad de telemedicina [5]; la Ley 1122 de 2007, en la cual se crea y se presentan las disposiciones de la empresas sociales del estado priorizando los servicios de telemedicina [6]; la Resolución 3763 de 2007, que establece las condiciones de habilitación para las instituciones que prestan servicios de salud bajo la modalidad de telemedicina referida a la Resolución 1448 de 2006 [7]; la Ley 1341 de 2009 que define una política pública de apoyo al desarrollo de la Tele-salud en Colombia [8]; la Ley 1419 por la cual se establecen los lineamientos para el desarrollo de la Tele-salud en Colombia [4]; la Ley 1438 de 2011 por medio de la cual se reforma el Sistema General de Seguridad Social en salud [9]; la Resolución 1441 de 2013 por la cual se definen los procedimientos y condiciones que deben cumplir los Prestadores de Servicios de Salud para habilitar los servicios [10]; el Acuerdo 29 de 2011 por el cual se sustituye el acuerdo 028 de 2011 que define, aclara y actualiza integralmente

En este sentido, la aplicación de la telemedicina representa otra manera de organizar los sistemas de salud procurando beneficiar a los pacientes, a los profesionales de la salud y al sistema sanitario en general. Desde un principio el concepto de telemedicina ha sido definido como medicina ejercida a la distancia. En la actualidad, la Asociación Norteamericana de Telemedicina (ATA) define la telemedicina como “el intercambio de información médica, desde un punto/sitio hacia otro, por medio de las comunicaciones electrónicas con el objeto de mejorar el estado de salud de un individuo” [12]. A su vez, este término se relaciona con el de tele-salud, donde se incorporan los conceptos de servicios y atención sanitaria, gestión y educación, entre otros. El concepto de informática médica se tiene en cuenta, ya que de aquí surgen las soluciones tecnológicas que sirven de base y apoyo estructural para implementar las aplicaciones en salud (sistemas integrados de información en salud a nivel hospitalario u organizacional, historia clínica electrónica y otros).

En el marco de un sistema de salud robusto, se debe garantizar el acceso al servicio de salud, que en algunos casos se presta por medio de dispositivos médicos los cuales deben ser efectivos y de buena calidad, esto con el fin de prevenir, diagnosticar, tratar enfermedades y lesiones.

La Asamblea Mundial de la Salud, en su resolución WHA60.29, reconoció la necesidad de disponer de estrategias y planes nacionales adecuados para proporcionar asesoramiento técnico que permita la aplicación de políticas sobre tecnologías sanitarias. Las siguientes consideraciones ilustran el modo en que las políticas sobre dispositivos médicos (tecnologías sanitarias) pueden integrarse en una política nacional de salud general:

- La reglamentación de los dispositivos médicos minimiza el riesgo para la población.
- El uso seguro y la disponibilidad de los dispositivos médicos mejoran la prestación de los servicios de salud.
- La asequibilidad de los dispositivos médicos aumenta la cobertura de los servicios de salud.
- La telemedicina refuerza la atención centrada en el paciente.
- La evaluación de tecnologías sanitarias proporciona una base para el establecimiento de prioridades y la toma de decisiones fundamentadas.
- La evaluación de las necesidades contribuye a la asignación racional de los recursos.

- La investigación y las innovaciones responden a las necesidades de un sistema de salud y una población determinados [13].

Uno de los beneficios de la implementación de programas de telemedicina es el que posibilita el acceso a los servicios de salud de las personas ubicadas en lugares remotos [1] y que adicionalmente ofrece:

- Acceso más equitativo a los servicios sanitarios.
- Acceso a mejores prestaciones de salud.
- Reducción de traslados innecesarios de los pacientes al permitir que el especialista evalúe la condición del paciente antes de su traslado y recomiende el manejo adecuado, el cual, en un alto porcentaje, podrá ser realizado localmente.
- Optimización de los sistemas de atención primaria.
- Facilita el manejo precoz de pacientes críticos desde la atención pre-hospitalaria hasta la mejora de las condiciones de recepción al permitir contar con información oportuna.
- Mejora la eficiencia del sistema de salud porque se eliminan costos directos e indirectos de las atenciones y especialmente de los traslados [1].

En el contexto de la telemedicina se han desarrollado varios campos de acción, tales como: monitoreo, consulta, diagnóstico, gestión de la información en la historia clínica, tele-operación de equipos médicos y capacitación, ver Figura 3.

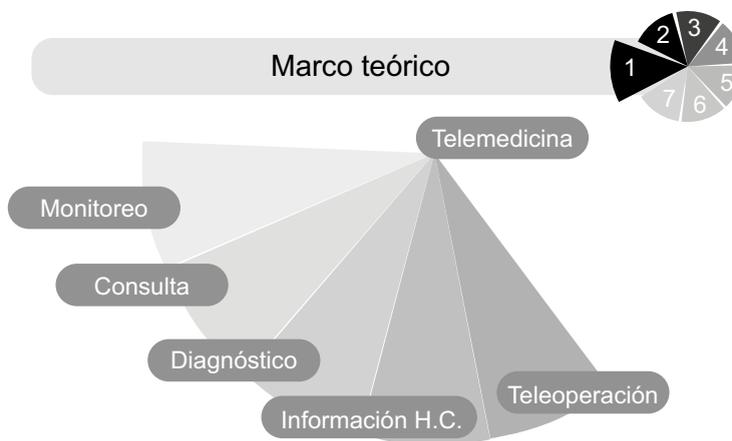


Figura 3.
La telemedicina y sus campos de acción.

REHABILITACIÓN

Los protocolos de rehabilitación para lesiones en pacientes que han sufrido molestias osteo-musculares, una cirugía o que presentan problemas articulares se manejan mediante terapias para mantener el arco de movilidad articular, prevenir la adhesión, rigidez articular y atrofia muscular. Esto permite la disminución del período de hospitalización y rehabilitación, además de brinda bienestar al paciente [14].

Para iniciar un programa de rehabilitación, los terapeutas hacen un primer diagnóstico de la lesión a través de una evaluación semiológica, la cual es de naturaleza perceptiva y cualitativa. Una vez evaluado el paciente se da inicio al programa de terapias, definido por el número de sesiones y tipo de rehabilitación.

Estos protocolos de rehabilitación son aplicados en los pacientes según la evolución del proceso de desinflamación de la lesión (agudo, sub-agudo y crónico). La rehabilitación se realiza en tres etapas —buscando la recuperación de la función del conjunto articular— en una primera etapa, se realizan los procedimientos para alcanzar la desinflamación y disminución del dolor en la articulación. En la segunda etapa, se busca la recuperación del movimiento en la articulación por medio de terapia pasiva, la cual consiste en mover el miembro afectado por medio de una máquina o de asistencia humana. En la tercera etapa, se busca el fortalecimiento de los grupos musculares que intervienen en el movimiento de la articulación, esta etapa se conoce como rehabilitación activa, la cual consiste en generar resistencia controlada al movimiento del miembro afectado, este movimiento es realizado por parte del paciente.

Otro concepto importante en el contexto de rehabilitación es definir amplitud de movimiento o su sigla en inglés ROM (*Range of motion*) el cual define el movimiento de un segmento en toda su extensión. De esta forma, toda la estructura de la región se ve afectada: músculos, superficies articulares, capsulas, ligamentos, fascias, vasos y nervios. Además, las actividades que implican movimiento de los miembros próximos a las articulaciones se referencian con la movilidad articular y la extensibilidad muscular. Para describir esta movilidad articular se emplean términos como: flexión, extensión abducción, aducción y rotación [15], para complementar el

concepto de rehabilitación, se deben definir los rangos de movilidad de la articulación los cuales se nombran por la biomecánica como ROM. Además es importante aclarar los alcances del concepto de Actividades de la Vida Diaria, que es definido por la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud [16] como resultado de una propuesta de rehabilitación direccionada en la recuperación de la función de la articulación. Para la recuperación articular se deben intervenir dos factores, el primero está relacionado con la movilidad articular mientras y el segundo está contenido en el fortalecimiento muscular. En el contexto de rehabilitación, el primer componente se rehabilita por medio de la terapia pasiva, mientras que el segundo componente se rehabilita por medio de la terapia activa [15]. Cuando un paciente alcanza una rehabilitación en estos dos componentes se configura una recuperación de la función articular perdida en el contexto de una discapacidad transitoria.

HERRAMIENTAS CONCEPTUALES

AVD como factor facilitador de la calidad de vida

Según la OMS, las Actividades de la Vida Diaria (en adelante, AVD) definen las conductas rutinarias y las responsabilidades personales y se caracterizan por ser universales y estar ligadas a la supervivencia, el bienestar y la condición humana. Las necesidades básicas, están dirigidas a uno mismo y suponen un mínimo esfuerzo cognitivo, automatizándose su ejecución tempranamente (alrededor de los 6 años), con el fin de lograr la independencia personal. Habitualmente dentro de las AVD se incluyen la alimentación, el aseo, baño, vestido, movilidad personal, sueño y descanso. Este tipo de actividades están relacionadas con el logro de la independencia personal y la autonomía. En este sentido, se entiende que la independencia personal es la capacidad del individuo para satisfacer sus necesidades básicas, o realizar las AVD. De este modo, la situación de dependencia puede ser definida como el estado en que se encuentran las personas que, por razones de la edad, enfermedad, discapacidad y disminución o pérdida de autonomía física, mental, intelectual o sensorial, precisan de la atención de otra u otras personas para realizar las AVD [16].