

# Modelado de Procesos de Neurorehabilitación

R. Caballero Hernández<sup>1,2</sup>, C. Gómez Pérez<sup>3</sup>, C. Cáceres Taladriz<sup>1,2</sup>, A. García Rudolph<sup>3</sup>,  
J. Vidal Samsó<sup>3</sup>, M. Bernabeu Guitart<sup>3</sup>, J.M. Tormos Muñoz<sup>3</sup>, E.J. Gómez Aguilera<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Bioingeniería y Telemedicina, ETSI Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, {rcaballero, ccaceres, egomez}@gbt.tfo.upm.es

<sup>2</sup> Centro de Investigación Biomédica en Red en Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina, Madrid, España

<sup>3</sup> Instituto Universitario de Neurorehabilitación Guttmann-UAB, Barcelona, España {cgomez, agarciar, jvidal, mbernabeu, jmtormos}@guttmann.com

## Resumen

*La Neurorehabilitación es un proceso clínico que se centra en el abordaje de la alteración del sistema nervioso. Existe una enorme variabilidad tanto en la tipología como en el grado de las lesiones neurológicas, lo que la convierte en un proceso extremadamente complejo de analizar y comprender. El presente trabajo se centra en el modelado de las principales actividades que se llevan a cabo en el contexto de la Neurorehabilitación actual con el objetivo de detectar aquellos puntos en que puedan ser mejoradas, tanto a nivel organizativo como a nivel de ejecución. Por otra parte, se trata de comprenderlas en profundidad para tratar de transformarlas posteriormente en nuevas actividades automatizadas y monitorizadas que se ajusten al nuevo paradigma de rehabilitación ubicua, personalizada y basada en la evidencia.*

## 1. Introducción

La Neurorehabilitación [1] [2] es un proceso clínico que tiene como finalidad restituir, minimizar y/o compensar las alteraciones aparecidas en la persona que ha sufrido una lesión que afecta al sistema nervioso. Pretende así reducir la discapacidad (ya sea ésta funcional o cognitiva) y el riesgo de exclusión social que padece una persona como consecuencia de una enfermedad neurológica.

Los procesos se consideran actualmente como la base operativa de gran parte de las organizaciones y gradualmente se van convirtiendo en la base estructural de un número creciente de ellas [3]. Este interés por los procesos ha permitido desarrollar, por una parte, *técnicas de gestión y mejora de los procesos* y, por otra, *modelos de gestión* [4]. Entre las primeras destacan el Método Sistemático o la Reingeniería, ambas de aplicación puntual a procesos concretos o de uso extendido a toda la organización. En los modelos de gestión cobra especial interés la realización de mapas de procesos o cuadros de mando integral, en los que los procesos tienen un papel central como base de la organización y como guía sobre la que articular el sistema de indicadores de gestión.

El proceso de Neurorehabilitación es complejo y por tanto difícil de comprender para aquellas personas poco familiarizadas con el mismo. El modelado de los procesos permite obtener una visión integral de los agentes y acciones involucradas, para su mejor comprensión y entendimiento. Los mapas ayudan a describir los procesos

y pueden ser útiles no sólo como herramienta de gestión sino también como herramienta informativa para los pacientes [5].

La complejidad de la Neurorehabilitación presenta importantes retos a la hora de ser modelada en mapas de procesos. La amplia variabilidad en la tipología y el grado de la lesión neurológica hace que existan múltiples perfiles de paciente, en función de la alteración funcional y/o cognitiva que presenten. Asimismo, pacientes con una misma lesión pueden presentar también distinta evolución ante un mismo tratamiento. Esta variabilidad en cuanto al tipo de pacientes y a su perfil de recuperación da lugar a distintas alternativas en el circuito rehabilitador. La complejidad de los mapas a generar radica en la necesidad de reflejar todas estas diferentes realidades.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo elaborar una metodología de mapeado de procesos de Neurorehabilitación para modelar cómo se llevan a cabo las actividades de rehabilitación hoy en día, con el objetivo último de transformarlas en actividades automatizadas y monitorizadas que cumplan con los requisitos planteados por el nuevo paradigma de rehabilitación ubicua, personalizada y basada en la evidencia presentado en el proyecto CENIT REHABILITA (CEN-20091043) [6].

## 2. Metodología

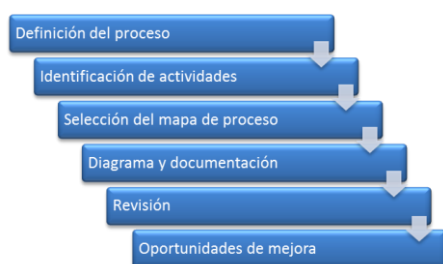
El modelado de los procesos de Neurorehabilitación se ha llevado a cabo siguiendo una estrategia específica de gestión de procesos: BPM (*Business Process Management*).

BPM [7] es un conjunto de herramientas, tecnologías, técnicas, métodos y disciplinas de gestión empresarial que tiene por objetivo articular todos los elementos de la organización alrededor de los procesos. Este modelo de gestión ofrece las metodologías y herramientas necesarias para crear un entorno de mejora continua totalmente automatizado, con el fin de mantener la eficiencia operacional y la competitividad de la organización.

La metodología propuesta por el Club-BPM [7] contempla un ciclo iterativo que consta de las siguientes etapas:

1. Modelado.- Identificación y comprensión en profundidad de los procesos de la organización.
2. Automatización.- Implantación de los modelos resultantes de la etapa anterior sobre un motor de ejecución o motor de *workflow*.
3. Monitorización.- Supervisión de la ejecución de los procesos y del consumo de recursos asociados a los mismos.
4. Mejora continua.- Aplicación de cambios en el diseño de los procesos en base a los problemas observados en la etapa de monitorización que persiguen una optimización de los mismos.

El presente trabajo de investigación aborda la primera de estas etapas: la fase de modelado de los procesos de Neurorehabilitación. Para ello se ha seguido la metodología recogida en la Figura 1, definida de forma específica para la elaboración de mapas de procesos en servicios de salud [8]:



**Figura 1.** Metodología de modelado

### Definición del proceso

Se plantea el modelado de los procesos de Neurorehabilitación funcional y cognitiva en población adulta, considerando aquellas actividades que se llevan a cabo de manera habitual en los centros clínicos.

### Identificación de actividades

En la tarea de identificación y definición de actividades participan distintos profesionales (médicos, terapeutas ocupacionales, neuropsicólogos, etc.) procedentes de uno de los centros clínicos más pioneros en el ámbito de la Neurorehabilitación: el Institut Guttmann.

La recogida de información se realiza en dos fases mediante una aplicación en entorno web, con el fin de optimizar el tiempo de dedicación de los profesionales.

En la primera fase se crean distintos grupos de trabajo formados por cinco profesionales sanitarios. En primera instancia, cada miembro del grupo (de forma individual) propone 5 actividades relevantes dentro de los procesos de rehabilitación que se desarrollan en su centro. A continuación, cada grupo pone en común las actividades definidas para conocer el trabajo desarrollado por cada uno de sus miembros, con el objetivo de asegurar un mínimo de 20 actividades diferentes por grupo. En el caso de que existan actividades repetidas, éstas no se fusionan ni eliminan, ya que el objetivo de esta fase es el de capturar la mayor información posible.

En una segunda fase cada clínico completa, de forma individual, la información necesaria para el modelado de una o dos de las actividades identificadas previamente.

En ambas fases, la información se recoge de forma estructurada mediante formularios, obteniendo una ficha de datos de cada una de las actividades. De esta forma se han definido un total de 122 actividades: 95 de rehabilitación funcional y 27 de rehabilitación cognitiva.

### Selección del mapa

Los diagramas que propone la estrategia de gestión BPM para llevar a cabo la etapa de modelado se basan en una estructura y notación propia: BPMN (*Business Process Management Notation*) [9].

A la hora de elegir el software concreto con el que llevar a cabo el mapeado, se ha de tener en cuenta que en la metodología BPM las fases de modelado y de automatización se encuentran claramente diferenciadas y que, si bien es posible hacerlo, no resulta aconsejable modelar los procesos con una herramienta asociada a un motor de ejecución (como es el caso de Intalio [10] o jBPM [11]) por diversos motivos. Uno de los más importantes es que estas aplicaciones pueden imponer ciertas restricciones al modelado (las asociadas al motor), impidiendo representar los procesos de la manera deseada.

De entre los modeladores analizados, se ha seleccionado Microsoft Visio en su versión 2010 [12] por su simplicidad, potencial y amplio uso por la comunidad científica.

### Diagrama y documentación

El análisis de las fichas de datos de cada una de las actividades se realiza de forma manual ya que el formulario diseñado recogía la mayor parte de los campos en forma de texto libre, persiguiendo que los participantes clínicos pudieran expresarse lo más libremente posible y obtener así la mayor cantidad de información acerca de las actividades desarrolladas.

Se detecta la existencia de varios tipos de fichas, en función de si definen: (1) *actividades de rehabilitación*, entendidas como un conjunto de tareas necesarias para la obtención de un resultado, (2) *terapias* mediante las que se pueden llevar a cabo distintas actividades, (3) *herramientas concretas* que ayudan a realizar una determinada actividad y (4) *actividades de valoración*, necesarias para determinar el progreso del paciente y evaluar la eficacia del proceso rehabilitador. El mapeado propuesto se centra únicamente en las primeras: actividades de rehabilitación con un objetivo terapéutico concreto.

Una vez seleccionadas las actividades objeto de modelado, se procede a:

- Elaborar un mapa descriptivo de cada actividad, lo que se ha denominado mapa *intra-actividad*.
- Clasificar las actividades en un árbol jerárquico de procesos y subprocesos, denominado mapa *inter-actividad*, en función de su objetivo terapéutico principal.

## Revisión

Tras la elaboración de los diagramas, se lleva a cabo un proceso de revisión, con el fin de validar la información representada en los mapas. En la revisión, cada participante clínico cumplimenta dos formularios diferentes:

- Formulario de validación del mapa *inter-actividad*, para verificar la adecuada clasificación de las actividades.
- Formulario de validación del mapa *intra-actividad*, para verificar la descripción esquemática de una actividad (definida por el propio clínico en la fase de identificación de actividades).

Con esta información se realiza una nueva iteración en el mapeado.

## Oportunidades de mejora

Una vez completadas las etapas anteriores, se realiza un análisis exhaustivo de los mapas de proceso con el objetivo de detectar aquellos puntos en los que puedan ser mejorados. Esta mejora puede ir desde pequeños cambios en el diseño que permitan la optimización de los recursos hasta una completa transformación de los mismos.

## 3. Resultados

Siguiendo la metodología propuesta en el presente trabajo de investigación, se han obtenido los siguientes mapas de proceso:

- Un mapa *inter-actividad* para cada área de Neurorehabilitación: funcional y cognitiva.
- 39 mapas *intra-actividad*: 28 de actividades pertenecientes a Neurorehabilitación funcional y 11 a cognitiva.

### 3.1. Mapas Inter-Actividad

En el mapa *inter-actividad* se representan todas las actividades definidas, clasificadas de forma jerárquica en procesos y subprocesos en función de su objetivo terapéutico principal. En la Figura 2 se muestra un detalle del mapa *inter-actividad* asociado al área de Neurorehabilitación Cognitiva.

### 3.2. Mapas Intra-Actividad

En los mapas *intra-actividad* se representa de forma secuencial el proceso de ejecución de una determinada actividad. En la Figura 3 se muestra el esquema estándar que siguen estos mapas.



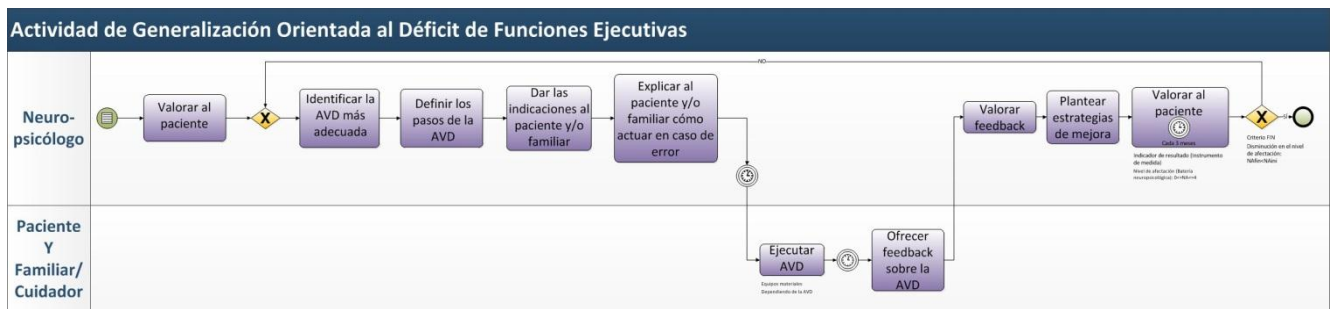
*Detalle del Mapa Inter-actividad RHB Cognitiva* Se han definido diferentes atributos para los distintos elementos del diagrama, en los que se recoge la información mostrada en la Tabla 1.

### Información asociada a los mapas de actividad

Título de la actividad
Descripción
Equipo gestor
Destinatario
Indicaciones
Contraindicaciones
Objetivos terapéuticos, de actividades de la vida diaria (AVDs) y de participación
Tareas
Volumen de trabajo de cada tarea
Equipos materiales asociados a cada tarea
Indicadores de proceso de las tareas realizadas por el destinatario e instrumentos de medida asociados a los mismos
Indicadores de resultado e instrumentos de medida asociados

**Tabla 1.** Información del mapa intra-actividad

Algunos de estos datos, que se consideran de mayor relevancia para la comprensión de la actividad, se muestran visualmente sobre el mapa mientras que otros permanecen ocultos para no entorpecer dicha visualización.



**Figura 2.** Ejemplo de Mapa Intra-Actividad

## 4. Discusión

El modelado de procesos supone un verdadero reto en el campo de la Neurorehabilitación debido a su amplia extensión, complejidad y variabilidad. Su utilidad es clara ya que posibilita la comprensión y análisis en profundidad de las actividades implicadas en el proceso rehabilitador, de cara a alcanzar un entorno de mejora continua en este campo.

La extracción del conocimiento implícito de los clínicos es una tarea crítica para llevar a cabo el modelado de la información. Así, resulta de extrema importancia para poder obtener una visión integral de los procesos de rehabilitación, analizarlos, entender sus componentes, mejorar las acciones, planificar nuevas estrategias y automatizarlos. La adquisición de este conocimiento puede resultar extremadamente compleja y tediosa, de complejidad variable en función del conocimiento que se pretenda extraer. En concreto, la obtención de la información relativa a los indicadores de proceso resulta complicada debido a que, cuando existen, suele consistir en la observación directa y subjetiva por parte de los terapeutas. Resulta necesario efectuar un análisis guiado del proceso observacional desarrollado por los propios clínicos para poder identificar los puntos de control de la actividad y traducirlos en indicadores de proceso objetivos y monitorizables. Futuros trabajos deberán diseñar y desarrollar nuevos sistemas de monitorización de las actividades de Neurorehabilitación que permitan la adquisición de estos indicadores de forma objetiva.

Una vez finalizada la fase de modelado, el siguiente paso en la implantación de BPM consistirá en la automatización de las actividades modeladas a través de la ejecución de los mapas sobre un motor de *workflow*. Previamente, es de vital importancia valorar cuáles de estas actividades son susceptibles de ser automatizadas y, aún más importante, en qué casos la automatización resultaría de verdadera utilidad para el proceso de Neurorehabilitación.

El trabajo de modelado supone, por tanto, un punto de partida hacia un cambio de paradigma en la Neurorehabilitación. Por una parte, la identificación de indicadores de proceso y resultado objetivos hace posible monitorizar de forma exhaustiva las sesiones de rehabilitación. Esta monitorización permite un control continuo del estado del paciente y del modo de ejecución del ejercicio, lo que posibilita la adaptación en tiempo real de la actividad a las necesidades del paciente (rehabilitación *personalizada*). Además, la monitorización y automatización de las actividades introducen la posibilidad de desarrollar programas terapéuticos que permitan al paciente realizar las actividades de rehabilitación fuera del centro clínico, de forma integrada en su vida diaria (rehabilitación *ubicua*). Finalmente, disponer de datos objetivos sobre el proceso rehabilitador hace que sea posible llevar a cabo estudios clínicos acerca del mismo. Esto abre las puertas a la generación de conocimiento científico que sirva como elemento de soporte en la toma de decisiones clínicas (rehabilitación *basada en la evidencia*).

## 5. Conclusiones

En este trabajo de investigación se ha propuesto una nueva metodología de modelado de procesos y se ha llevado a cabo el modelado de las principales actividades del campo de la Neurorehabilitación actual, tanto funcional como cognitiva, a partir del conocimiento y experiencia clínica de distintos profesionales procedentes de uno de los centros más punteros de nuestro país en este campo.

Como resultado, se han obtenido dos tipos de mapas: un mapa *inter-actividad* para cada área de Neurorehabilitación (funcional y cognitiva), en el que se encuentran clasificadas de forma jerárquica las actividades definidas por los participantes clínicos en función de su objetivo terapéutico; y mapas *intra-actividad*, que describen en detalle en qué consisten estas actividades.

Con este modelado se persigue la identificación, análisis y comprensión en profundidad de las actividades llevadas a cabo en el proceso rehabilitador de los pacientes con afecciones neurológicas. El objetivo último es el de detectar aquellos puntos susceptibles de mejora, monitorización y automatización, que permitan enmarcar estas actividades en el nuevo paradigma de rehabilitación ubicua, personalizada y basada en la evidencia.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CENIT-E "REHABILITA" (CEN-20091043). Los autores expresan su agradecimiento a todos los socios del consorcio REHABILITA, en especial al Dr. Josep Medina Casanovas, a la Dra. Teresa Roig Rovira, a Marta García García y a todos los integrantes del Área Médica del Institut Guttmann.

## Referencias

- [1] Página web del Institut Guttmann. <http://www.guttmann.com> (Consultada: Septiembre 2011).
- [2] Marcotte TD, Grant I. *Neuropsychology of Everyday Functioning*. Guilford Press, 2010.
- [3] Zaratiegui JR. *La Gestión por Procesos: Su papel e importancia en la empresa*. Economía Industrial, Num 330, 1999.
- [4] Layton A, Moss F, Morgan G. *Mapping out the patient's journey: experiences of developing pathways of care*. Quality in Health Care Vol 7, 1998, pp 30-36.
- [5] Wade D. *Evidence relating to goal planning in rehabilitation*. Clinical Rehabilitation, Vol 12, 1998, pp 273-5.
- [6] Tormos JM., Royo C, Gómez EJ. REHABILITA: Tecnologías Disruptivas para la Rehabilitación del Futuro. *Actas del XXVIII Congreso Anual de la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica (CASEIB 2010)*.
- [7] Club BPM. *El libro del BPM*. 2010. ISBN: 978-84-613-9828.
- [8] Hernández A, Medina A, Nogueira D. *La representación gráfica de procesos y su importancia para la gestión y la mejora. Particularidades para el sector de la salud*. Revista Ciencias, 2007.
- [9] Página web de OMG. Business Process Model and Notation (BPMN). <http://www.omg.org/spec/BPMN/> (Consultada: Septiembre 2011).
- [10] Página web de Intalio BPM. <http://www.intalio.com/bpm/> (Consultada: Septiembre 2011).
- [11] Página web de jBPM. <http://www.jboss.org/jbpm/> (Consultada: Septiembre 2011).
- [12] Página web de Microsoft. Visio 2010. <http://office.microsoft.com/en-us/visio/> (Consultada: Septiembre 2011).