

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**TRABAJO FIN DE MÁSTER EN TERAPIA OCUPACIONAL**  
**EN NEUROLOGÍA**



**Rehabilitación cognitiva y funcional en pacientes con ictus mediante el empleo de nuevas tecnologías: proyecto de intervención.**

**AUTOR:** SAIZ MARTINEZ, JUAN LUIS.

**Nº expediente.** 202

**TUTOR.** Nicolas Manuel García Aracil

**COTUTOR.** Santiago Ezquerro García

**Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática.**

**Curso académico** 2019 - 2020

**Convocatoria de** septiembre



---

# ÍNDICE

---

1. Introducción .....	3
2. Hipótesis .....	6
3. Objetivos .....	7
4. Metodología .....	7
a. Participantes.....	7
b. Dispositivo robótico.....	8
c. Unidad de medición inercial (IMU).....	8
d. Actividades.....	9
e. Limitaciones y fortalezas del estudio.....	10
5. Protocolo.....	10
a. Fases del protocolo.....	10
b. Cronograma.....	11
c. Intervención.....	12
d. Recursos.....	13
e. Evaluación.....	13
6. Equipo investigador.....	15
7. Marco estratégico.....	15
8. Conclusión .....	16
9. Bibliografía.....	17
10. Anexos.....	20

## **RESUMEN**

En los últimos años ha habido un crecimiento exponencial de las técnicas de rehabilitación basadas en la neurotecnología, como son la estimulación cerebral, electroestimulación muscular, interfaces cerebro-máquina (BCI/BMI) y robótica. Este proyecto de intervención está basado en la utilización del dispositivo robótico Rubidium y actividades de NeuronUp® con la hipótesis de que se obtendrá una mejoría funcional notable en el miembro superior parético que se mantendrá a largo plazo y se podrá transferir a las Actividades de la Vida Diaria (AVD) en usuarios que han sufrido un Accidente Cerebro Vascular (ACV). Por tanto, los objetivos marcados son aumentar la capacidad funcional e independencia de personas que han sufrido un ictus y comparar el cambio de las capacidades entre dos grupos con características homogéneas excepto el grado de dependencia, uno con dependencia leve y otro con dependencia severa según la escala FIM, tras la realización de una intervención de 3 sesiones semanales durante dos meses con actividades cognitivas y de ocupación a dos grupos de 6 personas. Para evaluar el desarrollo de las actividades y los resultados de la intervención, se utilizará la unidad de medición inercial (IMU), creada por el mismo grupo que el brazo Rubidium, compuesta por un acelerómetro y un dispositivo magnético de velocidad angular y gravedad con el fin de obtener datos objetivos sobre la calidad del movimiento y la escala FIM para evaluar el grado de dependencia en las actividades de ocupación tras la intervención.

**Palabras clave:** Neurorehabilitación, dispositivos robóticos, miembro superior, ictus

## **ABSTRACT**

In recent years, it has been an exponential growth of rehabilitation techniques based on neurotechnology, such as brain stimulation, muscle electrostimulation, brain-machine interfaces (BCI / BMI) or robotic devices. This intervention project is based on the use of the Rubidium robotic device and NeuronUp® activities with the hypothesis that a notable functional improvement will be obtained in the paretic upper limb that will be maintained in the long term and can be transferred to the Activities of Daily Living (ADL) in users who suffered a stroke. Therefore, the objectives set are to increase the functional capacity and independence of people who suffered a stroke and to study the changes in capacities between two groups of 6 people with homogeneous characteristics except from the degree of dependence, one group with mild dependence and the other with severe dependence according to the FIM scale. The intervention will be carried out for two months with three session each week performing cognitive and occupation activities. To evaluate the development of the activities and the results of the intervention, an inertial measurement unit (IMU) will be used, created by the same group as the Rubidium arm, composed of an accelerometer and a magnetic device of angular velocity and gravity, in order to obtain objective data on the quality of movement, and the FIM scale to assess the degree of dependence on occupation activities after the intervention.

**Keywords:** neuro-rehabilitation, robotic device, upper limbs, stroke

## 1. INTRODUCCIÓN

El Daño Cerebral Adquirido (DCA) se define como una lesión sufrida en el cerebro de manera súbita o repentina tras el nacimiento. Puede deberse a múltiples causas, como accidentes cerebrovasculares, traumatismos craneoencefálicos, anoxias cerebrales, tumores, etc. que, según el área del cerebro que se vea afectada y la gravedad de esta afectación, causan un daño a nivel motor, sensorial, cognitivo, conductual, emocional y comunicativo disminuyendo, así, las capacidades funcionales y, por tanto, la independencia en las Actividades de la Vida Diaria (AVD) de quienes la padecen (1,2).

Según la Federación Española de Daño Cerebral (FEDACE), en España viven 420.000 personas con Daño Cerebral Adquirido y cada año se dan 104.701 nuevos casos de Daño Cerebral Adquirido (3). Además, según los datos de la Asociación Española de Neurología, más de 78.000 personas fallecieron en España en 2017 con enfermedades neurológicas. Todos estos datos se prevén que aumenten debido al aumento de la esperanza de vida, ya que enfermedades como la demencia o los ACV tienen una mayor incidencia en la población más mayor.

Por ello, el DCA es una patología con grandes implicaciones sanitarias y sociales, hacia la cual se requiere un abordaje integral, especializado e individualizado a través de diferentes recursos, tanto personales como materiales, y dispositivos con el fin de garantizar la mayor independencia posible. Las etapas de este abordaje son:

- Fase aguda: Es el momento más próximo a la instauración del DCA y crítico para la vida de la persona que lo ha sufrido, ya que pueden aparecer múltiples complicaciones graves. Generalmente la persona está hospitalizada con el objetivo de conseguir una estabilidad clínica.

- Fase subaguda: Tras la estabilización clínica, en esta fase se suele iniciar el periodo de rehabilitación interdisciplinar. Este equipo interdisciplinar consta de personal médico, enfermería, fisioterapeutas, psicología, logopedia, terapeutas ocupacionales, etc.

- Fase crónica: Momento en el que la persona sufre una mayor estabilidad neurológica y funcional y, por tanto, el nivel de mejoría disminuye notablemente pero no desaparece, es decir, la persona que ha

sufrido el DCA seguirá obteniendo pequeñas mejorías cognitivas y funcionales gracias a un mayor esfuerzo respecto a las fases previas (4–6).

A pesar de que la mayoría de tratamientos de neurorrehabilitación comiencen en la fase subaguda, se ha demostrado que cuanto antes comience este proceso, siempre y cuando la clínica de la persona lo permita, se obtendrán mejores resultados funcionales. Además, se ha comprobado que muchas de las complicaciones que pueden aparecer tras un DCA están directamente relacionadas con la inmovilidad (7–9).

Para el tratamiento y recuperación funcional de los déficits motores causados por el DCA se emplean varias técnicas, algunas de las más utilizadas en la rehabilitación son, Concepto Bobath, basado en la inhibición de movimientos reactivos y el reaprendizaje de movimientos normales haciendo gran hincapié en el control postural y la calidad de estos movimientos (10,11). El método Perfetti, se basa en que la calidad de recuperación del movimiento depende directamente de los procesos cognitivos que se activen durante su recuperación (12,13). La terapia espejo, basado en la retroalimentación visual que produce el movimiento del brazo menos afecto (14,15). La terapia de movimiento inducido por restricción del lado sano, se emplea en usuarios con una afectación motora leve o moderada para mejorar la funcionalidad de la extremidad parética basada en el concepto del “no uso” o “desuso aprendido” (16,17). Y una de las técnicas más empleadas en los últimos tiempos es la realidad virtual, que permite a los usuarios interactuar con una realidad virtual creada con el fin de presentar diversos retos y estímulos visuales, auditivos y somatosensoriales mientras el profesional monitorea y evalúa el progreso (18,19).

Además de estas técnicas, durante los últimos años ha habido un crecimiento exponencial de las metodologías de rehabilitación basadas en neurotecnología como, por ejemplo, la estimulación cerebral y electroestimulación muscular, Interfaces cerebro-máquina (BCI/BMI) y robótica (20). Los robots de rehabilitación son dispositivos motorizados interactivos que permiten la movilización fina de las extremidades y su medición precisa (20). En la actualidad, existe una amplia variedad de robots de rehabilitación con diferentes características (21). Las principales características a la hora de emplear un robot y emplearlo con los pacientes son, los grados de libertad que tiene el robot, es decir, todos los

movimientos posibles que es capaz de realizar; el tipo de apoyo que permite el brazo robótico; las articulaciones que podemos rehabilitar; la resistencia o asistencia que puede ejercer el robot durante los movimientos y por último los sensores que puede tener el robot para ofrecer una mayor información del movimiento que está ejecutando el paciente (22).

Por todo ello, estas técnicas suponen un gran campo emergente, sobre todo durante la última década, ya que pueden liberar a los profesionales facilitando la tarea de entrenamiento de forma intensiva y específica, el análisis de los datos y la evaluación del usuario objetiva (22,23).

Para nuestro trabajo vamos a emplear un robot de rehabilitación creado para la rehabilitación del miembro superior y sensores IMU (Unidad de Medición Inercial), que son sensores que permiten conocer la calidad del movimiento a través de giroscopios y acelerómetros, para proporcionar una mayor cantidad de información al profesional y feedback al usuario (24).

En cuanto al empleo de la robótica en la rehabilitación de personas con cualquier afectación neurológica, en los últimos años se ha estudiado:

- Robots portátiles para manos: En este artículo nos muestra la interacción entre un dedo robótico y una interfaz de sensores musculares que, de forma activa, controla el movimiento del dedo concluyendo que esta interfaz es intuitiva y se puede utilizar con éxito para controlar el movimiento de diferentes dispositivos portátiles que tienen como objetivo asistir activamente el movimiento de las extremidades humanas (25).
- Robots de marcha: Sobre estos, encontramos varios artículos del entrenamiento de la marcha en dispositivos robóticos con importantes diferencias, como es la utilización del soporte de peso corporal. A pesar de ello, estos estudios concluían, de forma general, en los beneficios encontrados para la recuperación de la marcha, aunque, en algunos casos, esta marcha era diferente a la marcha normal en personas sanas (26–28).
- En órtesis blandas con función de asistencia: Este tipo de dispositivos también son de asistencia, por lo que precisan la implementación de sensores musculares para predecir el movimiento a realizar y que, de esta forma, sean movimientos más armónicos. Además, también nos muestran



la importancia de seguir investigando su utilización para el entrenamiento neuromuscular (29,30).

Como podemos observar, la investigación sobre la utilización de robots se centra, sobre todo, en dispositivos para la rehabilitación de la marcha y dispositivos de asistencia pasiva. Es por ello que creemos de gran relevancia para la neurorrehabilitación realizar más estudios acerca de los brazos robóticos destinados a la rehabilitación ya que, a pesar de que no existen grandes beneficios de estos sistemas en comparación con las intervenciones convencionales, se ha demostrado que se obtiene una leve mejoría en las capacidades funcionales del miembro superior en usuarios con un deterioro leve-moderado y una mayor mejoría en usuarios con afectaciones graves. Además, también se ha podido observar que, en estudios realizados con grupos más pequeños e intervenciones más específicas, los resultados han sido más favorables (20).

En resumen, las nuevas tecnologías conceden una rehabilitación efectiva a usuarios con daño cerebral adquirido incrementando su autonomía en todas las áreas de su vida. Es esencial otorgar al usuario de diferentes técnicas de rehabilitación individualizadas para aumentar los beneficios de la recuperación. Además, también se deben realizar una mayor cantidad de estudios con parámetros homogéneos para que, de esta forma, se pueda llegar a la conclusión de cuál es la mejor forma de intervenir con estos dispositivos.

## **2. HIPÓTESIS**

Tras una intervención con las características que han demostrado ser las más beneficiosas utilizando un brazo robot, con el dispositivo Rubidium se obtendrá una mejoría funcional notable en el miembro superior parético que se mantendrá a largo plazo y se podrá transferir a las Actividades de la Vida Diaria (AVD) en usuarios que han sufrido un Accidente Cerebro Vascular (ACV).

### **3. OBJETIVOS**

- Objetivo 1: Aumentar la capacidad funcional del miembro superior e independencia de una persona que ha sufrido un ACV.
  - Aumentar el rango articular del miembro superior parético.
  - Eliminar la asistencia aportada por el robot realizando correctamente la actividad.
  - Aplicar la resistencia aportada por el robot realizando correctamente la actividad.
  - Disminuir la compensación de tronco en la realización de las actividades.
  - Disminuir el tiempo medio de realización de cada actividad en dificultad media.
  
- Objetivo 2: Comparar el aumento/descenso de las capacidades funcionales y de autonomía entre usuarios con afectaciones leves y usuarios con afectaciones graves.
  - Comparar el cambio sufrido en rango articular entre los dos grupos.
  - Comparar el cambio sufrido en fuerza entre los dos grupos.
  - Comparar el cambio sufrido en grado de autonomía entre los dos grupos.
  - Comparar el cambio sufrido en compensaciones de tronco entre los dos grupos.

### **4. METODOLOGÍA**

#### **a. Participantes**

Este proyecto de intervención va dirigido a personas que han sufrido un accidente cerebro vascular con afectaciones leves y severas según la escala FIM (Medida de la Independencia Funcional), ya que es una escala desarrollada para la valoración en daño cerebral del aspecto motor y cognitivo validada en la población española. Se escogerá a 12 participantes dividiéndolos en dos grupos, según el nivel de discapacidad, y que muestren características homogéneas como que su edad se encuentre entre los 50 y los 65 años, el tratamiento principal que estén realizando sea el convencional de T.O, muestren problemas compatibles con los objetivos planteados, sean diestros con afectación motora en este mismo hemisferio, se encuentren en la fase subaguda de la rehabilitación, con el fin de garantizar el número

de participantes con características homogéneas, muestren motivación y compromiso de asistencia al tratamiento y a una valoración pasados dos años desde el final del tratamiento.

#### **b. Dispositivo robótico**

Se realizará con el brazo robótico llamado Rubidium (anexo 1), desarrollado por el grupo nBIO de la Universidad Miguel Hernández de Elche. Este brazo está basado en su anterior versión, el brazo robótico Homerehab (31). Estos brazos son un sistema robótico de tele-rehabilitación destinados a realizar la terapia en el hogar a pacientes que han sufrido un ACV de forma sencilla y eficaz gracias a una mecánica más ligera, pequeña y barata sin descuidar el rendimiento en comparación con otros sistemas hospitalarios. Estos sistemas incluyen sensores para monitorizar la actividad física y fisiológica del usuario con el fin de monitorizar y modificar la actividad dependiendo de esa información recibida añadiendo cierta asistencia o resistencia a los movimientos del usuario.

#### **c. Unidad de medición inercial (IMU)**

Estas unidades están constituidas por un acelerómetro colocado en la zona supracondílea del codo y un dispositivo magnético de velocidad angular y gravedad (MARG) colocado en el hombro. A través de estos dispositivos se logra reconstruir una representación cinemática muy precisa del brazo durante la realización de las actividades con el brazo robot consiguiendo que se puedan medir de forma objetiva la calidad del movimiento y adaptar los ejercicios a las necesidades del participante. Además, gracias a que este dispositivo tiene en cuenta los movimientos del hombro, nos ofrecerá información sobre las compensaciones que se realizan con el tronco durante las actividades y, así, poder corregirlas y obtener una mayor mejoría en la movilidad del brazo parético (32).

#### **d. Actividades**

Las actividades que se realizarán a través del brazo robot están basadas en actividades de la plataforma NeuronUp® (33). Esta plataforma consta de material y recursos virtuales para realizar sesiones de rehabilitación y estimulación cognitiva y un gestor de usuarios para guardar los resultados cuantitativos obtenidos en cada actividad (actividad superada/fracasada, errores, intentos y tiempo de ejecución). Cada actividad de la plataforma presenta varios niveles de dificultad y, dependiendo de la correcta o errónea realización de estas actividades, nos sube o disminuye la dificultad de forma automática y progresiva. Durante la intervención se realizarán tres actividades de ocupación y tres actividades cognitivas (Anexo 2):

- Empareja las cartas: Actividad cognitiva. Esta actividad consiste en descubrir las parejas entre un conjunto de cartas situadas boca abajo. Con ella trabajaremos la memoria episódica, la atención selectiva y la memoria de trabajo.
- Pagos exactos: Actividad de ocupación. Seleccionar la cantidad de dinero pedida de manera exacta. Se trabaja la memoria de trabajo, planificación y compras.
- Chapas: Actividad cognitiva. Ordenar la secuencia de números en movimiento (en nuestro caso sin movimiento). Con esta actividad trabajaremos la memoria de trabajo, atención sostenida, heminegligencia, inhibición.
- Vístete: Actividad de ocupación. Vestir una silueta adecuadamente en base tanto al lugar y el orden de colocación de las prendas como a la situación meteorológica. Con esta actividad trabajaremos la toma de decisiones, esquema corporal, planificación y el vestido.
- Formar palabras combinando letras: Actividad cognitiva. Formar palabras combinando diferentes letras y sílabas. Trabajamos la memoria de trabajo, flexibilidad y vocabulario.
- Recicla tu basura: Actividad de ocupación. Colocar distintos tipos de desperdicios en su cubo correspondiente. Trabajamos la memoria semántica, razonamiento y limpieza.

Las tres primeras actividades se realizarán en 14 sesiones y las tres últimas en 13 sesiones durante 15 minutos cada sesión.

### **e. Limitaciones y fortalezas del estudio**

Durante el desarrollo de la intervención podemos encontrar diversas limitaciones y fortalezas. Algunas de estas limitaciones son sobre la población de estudio ya que, además de la dificultad de encontrar un perfil tan específico, es posible que nuestros participantes tengan cierta dificultad para desplazarse al centro donde realizaremos la intervención y, debido a la intensidad que muestra esta intervención, no puedan asistir a todas las sesiones programadas o pierdan el interés y la motivación para seguir en él. Además, debido a la situación actual con el Covid-19, ante un rebrote el centro puede mantenerse cerrado durante un tiempo en la fecha elegida para la realización de la intervención y, por ello, obtener unos datos menos fiables. Por el contrario, si la hipótesis marcada se cumple, esta intervención puede aportar una gran cantidad de información hacia las intervenciones realizadas con la ayuda de un brazo robot y el perfil con el que se obtendría un mayor beneficio y, de esta forma, promocionar la utilización de estos dispositivos robóticos facilitando el trabajo realizado por el terapeuta y la recogida de datos objetivos. También abriría las puertas a la realización de intervenciones a distancia, ya que el dispositivo que se utilizaría para esta intervención puede instalarse fácilmente en el hogar del usuario para complementar a la perfección la rehabilitación del miembro superior parético.

## **5. PROTOCOLO**

### **a. Fases de desarrollo**

Para la realización del proyecto de forma correcta, deberá superar las siguientes fases:

- Fase 1: Revisión de la intervención y aprobación. A principios de octubre de 2020 se realizará una videoconferencia con todos los profesionales que participan en el proyecto en la cual se revisarán las características de la intervención y se pasará al comité ético para que aprueben el proyecto de intervención.
- Fase 2: Participantes. Los meses de diciembre de 2020 y enero de 2021 nos pondremos en contacto con los hospitales de Albacete, Villarrobledo y Almansa y diversos centros de rehabilitación de la zona de Albacete para comentarles el proyecto que se llevará a cabo a los

diversos profesionales relacionados con los procesos de rehabilitación además de información impresa que puedan dar a posibles participantes para la adquisición de participantes en este proyecto de intervención.

- Fase 3: Elección de participantes. En febrero de 2021 se realizará la valoración inicial con los posibles participantes y se resolverán todas las dudas que puedan tener. De esta forma, podremos elegir a las personas que cumplan con las características marcadas y ponernos en contacto con ellos para que acudan al centro.
- Fase 4: Intervención. En marzo de 2021 se realizará el primer día de intervención, donde se les dará el consentimiento informado (Anexo 3) y se desarrollará la intervención durante los meses de marzo y abril de 2021.
- Fase 5. Valoración y análisis. En mayo de 2021, tras la finalización de la intervención se realizarán las valoraciones finales a los participantes y, desde junio a septiembre se realizará el análisis de todos los datos obtenidos observando si se han cumplido los objetivos planteados y extrayendo una conclusión de todo ello.

### b. Cronograma

Debido a la situación en la que nos encontramos debido al Covid-19, esta intervención se prevé que se realice en los meses de marzo y abril del año 2021.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1 Sesión 1	2	3 Sesión 2	4 Sesión 1	5	6	7
8 Sesión 2	9	10 Sesión 1	11 Sesión 2	12	13	14
15 Sesión 1	16	17 Sesión 2	18 Sesión 1	19	20	21
22 Sesión 2	23	24 Sesión 1	25 Sesión 2	26	27	28
29 Sesión 1	30	31 Sesión 2				

Tabla 1. Cronograma marzo 2021

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
			1 Sesión 1	2	3	4
5 Sesión 2	6	7 Sesión 1	8 Sesión 2	9	10	11
12 Sesión 1	13	14 Sesión 2	15 Sesión 1	16	17	18
19 Sesión 2	20	21 Sesión 1	22 Sesión 2	23	24	25
26 Sesión 1	27	28 Sesión 2	29 Sesión 1	30		

Tabla 2. Cronograma abril 2021

### c. Intervención

La intervención se llevará a cabo en la sala de terapia ocupacional de la Residencia para mayores Paseo de la Cuba de Albacete, ya que es una sala amplia en la cual se podrían reservar una zona para la colocación de todos los dispositivos necesarios para la realización de la terapia. Además, es una sala libre de ruidos que permitiría una completa concentración en la actividad. Esta intervención está constituida por tres sesiones semanales en horario de mañana de 8h a 14h y de tarde de 15h a 21h los lunes, miércoles y jueves de cada semana durante 2 meses con una duración de 55 minutos y 5 minutos de margen ante cualquier imprevisto para cada sesión. En total, se realizarán 27 sesiones estructuradas de la siguiente forma:

- Saludo y preparación: Durante los primeros 5 minutos se saludará al participante y se colocarán los elementos necesarios para la realización de la sesión, es decir, se colocará el brazo parético en el soporte del brazo robot y se dispondrán de los diferentes sensores EMG e IMU para obtener los parámetros objetivos de la sesión.
- Actividades: Durante los siguientes 45 minutos, el usuario deberá realizar las actividades propuestas para esa sesión. Aproximadamente tendrán 15 minutos para cada actividad de la sesión constituyendo, así, cada sesión por 3 actividades cognitivas y de ocupación.
- Finalización: En los últimos 5 minutos se desconectarán los dispositivos y se le ofrecerá un feedback sobre la realización de la sesión y se le pedirá una opinión propia de ésta.

Se realizarán dos tipos de sesiones en días alternos con diferentes actividades. La sesión 1 comenzará por la actividad cognitiva “Empareja las cartas”, que requiere una gran capacidad de atención y memoria. Tras esta, se realizará la actividad de ocupación “Pagos exactos”, mediante la cual trabajaremos algunas actividades instrumentales a través de la planificación y uso del dinero. Finalizaremos con una actividad cognitiva, la actividad “Chapas”, con la intención de realizar una actividad más sencilla y evocar al pasado de los participantes para que finalicen la sesión con motivación. La sesión 2 se iniciará con la actividad de ocupación “Vístete”, trabajando enormemente la planificación de una actividad básica de la vida diaria como es el vestido y la toma de decisiones. Seguidamente, realizaremos la actividad cognitiva “Formar palabras combinando letras”, centrándonos en el lenguaje y la flexibilidad cognitiva. Para concluir la sesión, se realizará la actividad de ocupación “Recicla tu basura”, ya que es una actividad sencilla de razonamiento centrada en el cuidado del hogar.

#### **d. Recursos**

Los recursos que son necesarios para desarrollar correctamente este programa de intervención son:

- Recursos humanos: Grupo nBio y terapeuta ocupacional.
- Recursos materiales:
  - Fungibles: Bolígrafos, valoraciones en papel, folios, productos de limpieza desinfectantes, papel, gel hidroalcohólico.
  - No fungibles: Brazo robótico Rubidium, casco EMG, sensores IMU, monitor, sala de terapia ocupacional, mesa apta para silla de ruedas, sillas, equipo de sonido, internet, Tablet,

#### **e. Evaluación**

Para saber si el perfil del posible participante encaja en nuestras características y la intervención propuesta ha cumplido los objetivos marcados o no, es de vital importancia realizar una evaluación ocupacional a los usuarios. Para ello, se realizarán las siguientes evaluaciones:



- Entrevista estructurada sobre sus datos personales y clínicos (Anexo 3): Es una herramienta de investigación basada en preguntas con el fin de recopilar información relevante del posible participante. Se realizaría en la elección de los participantes a la intervención para poder elegir o descartar el perfil del usuario.
- OSA: La Autoevaluación Ocupacional es una herramienta utilizada para mostrar las percepciones que tiene el usuario de su propia función ocupacional y la influencia del medio en su desempeño. Esta valoración se pasaría antes y después de la intervención, con el fin de comprobar si la percepción del usuario cambia tras los dos meses de intervención con el brazo Rubidium.
- Escala de independencia funcional (FIM): La escala FIM es una herramienta utilizada a nivel mundial y validada en España para valorar el estado funcional de pacientes con trastornos neurológicos. Esta escala valora 18 ítems (13 motores y 5 cognitivos) con puntuaciones del 1 al 7 siendo el 1 la completa dependencia y 7 la mayor independencia. Estos ítems se pueden agrupar en 6 áreas: cuidado personal, control de esfínteres, movilidad, deambulación, comunicación y conocimiento social. Esta escala se realizará al inicio y al final de la intervención para observar los cambios de dependencia que sufren tras la intervención.
- Escala Fugl-Meyer: Es una herramienta específica para personas que han sufrido un ACV validada en la población española que valora tanto la capacidad funcional como la sensibilidad del miembro superior. La puntuación máxima posible en la escala de Fugl-Meyer es 226, que corresponde a la recuperación sensoriomotora completa. Se realizaría esta evaluación al inicio y al final de la intervención para observar los cambios sensoriomotores del miembro superior parético.
- Datos recogidos por los sensores IMU: Los sensores IMU, como hemos dicho anteriormente, son sensores que captan la calidad del movimiento realizado durante la actividad. Estos datos se recogerán en el momento en el que el participante este realizando la actividad, ofreciendo feedbacks sensoriales directos sobre la ejecución física de la actividad. Además, tras haber realizado la actividad, estos datos quedarán en la base de datos ofreciendo una gran cantidad de información que puede ser estudiada por el profesional tras la sesión/intervención.

## **6. EQUIPO INVESTIGADOR**

El equipo investigador estará formado por el grupo nBio de la UMH, dirigido por el catedrático Eduardo Fernández Jover. Éste es un grupo multidisciplinar compuesto por especialistas en diversos campos como la ingeniería, informática, robótica, medicina, etc. con el objetivo de diseñar y desarrollar dispositivos y sistemas robóticos que puedan ayudar a mejorar la capacidad cognitiva, física y la salud de las personas que padecen discapacidades motoras y sensoriales. Para este proyecto destacamos al Dr. Nicolás Manuel García Aracil, profesor asociado de Ingeniería de Sistemas y Control en la Universidad Miguel Hernández (España), que consta con un gran sobrenombre en el área de la robótica gracias a sus estudios en ingeniería electrónica en la Universidad de Valencia, ingeniería de control y máster en Diseño, Robótica y Automatización industrial en la Universidad de Murcia y doctorado en robótica por la UMH, además de diversos artículos muy citados sobre robótica médica y de rehabilitación, y a Santiago Ezquerro García, terapeuta ocupacional licenciado por la UMH con un máster en Neurorehabilitación por la Universidad Católica de Murcia, otro en Bioingeniería por la UMH y realizando el doctorado en esta misma categoría que consta de gran experiencia en la investigación clínica desde la terapia ocupacional.

A parte del grupo nBio, también participará en este proyecto Juan Luis Saiz Martínez, terapeuta ocupacional graduado por la UMH y cursando el máster de Terapia Ocupacional en Neurología por la UMH con experiencia en el ámbito geriátrico.

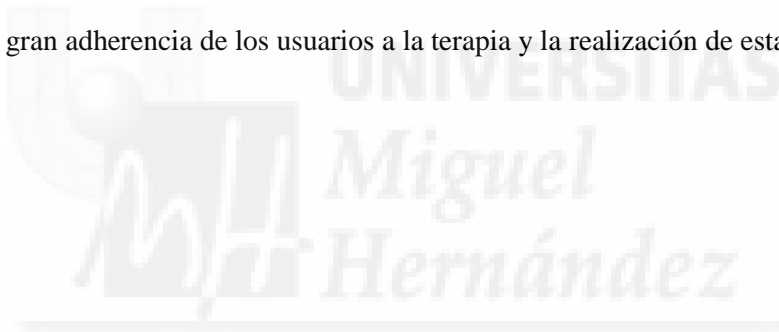
## **7. MARCO ESTRATÉGICO**

Este proyecto de intervención se encuentra en el marco de referencia del neurodesarrollo, basado en los principios de control motor, facilitación neuromuscular e integración sensorial, ya que el objetivo de la intervención se centra en reestablecer las capacidades del miembro superior parético tras sufrir un ACV.

## 8. CONCLUSION

Debido a los artículos realizados durante estos últimos años sobre las intervenciones de rehabilitación con dispositivos robóticos, tras esta intervención esperamos que la capacidad funcional de miembro superior parético sufra una leve mejoría en comparación a la realización única de la terapia convencional, aunque habrá que estudiar detenidamente si esta mejoría se extrapola a la realización de las actividades de la vida diaria consiguiendo, de esta forma, una mayor autonomía respecto al inicio del tratamiento. Además, esperamos que el grupo que presenta un mayor deterioro muestre una mejoría funcional mucho mayor que el grupo con un deterioro menor.

Por todo ello, creemos que la rehabilitación asistida con dispositivos robóticos puede ser una gran terapia complementaria a la terapia convencional ya que, además de mostrar una mayor mejoría de las habilidades funcionales del miembro superior, nos permite obtener información sobre la calidad del movimiento, una gran adherencia de los usuarios a la terapia y la realización de estas terapias de forma remota.



## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Causas y tratamiento del Daño Cerebral Adquirido [Internet]. Centros de Daño Cerebral de Hospitales vithas. [citado 5 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://neurorhb.com/dano-cerebral-adquirido/>
2. Lozano DJV. Daño cerebral adquirido, qué es y cuales son sus causas | Causas y Secuelas [Internet]. Rithmi. 2019 [citado 5 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://rithmi.com/dano-cerebral-adquirido-que-es-y-cuales-son-sus-causas/>
3. El DCA en cifras [Internet]. [citado 5 de agosto de 2020]. Disponible en: [https://fedace.org/epidemiologia\\_dano\\_cerebral.html](https://fedace.org/epidemiologia_dano_cerebral.html)
4. Fases da atención ao DCA [Internet]. [citado 6 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.fegadace.org/fases-atencion-danho-cerebral-es.html>
5. Cuadrado ÁA. Rehabilitación del ACV: evaluación, pronóstico y tratamiento. Galicia Clínica. :16. [rehabilitacion.pdf](#) [Internet]. [citado 7 de agosto de 2020]. Disponible en: <http://www.revistatog.com/suple/num8/rehabilitacion.pdf>
7. Murie-Fernández M, Ortega-Cubero S, Carmona-Abellán M, Meyer M, Teasell R. «Tiempo es cerebro», ¿solo en la fase aguda del ictus? Neurología. 1 de mayo de 2012;27(4):197-201.
8. Maulden SA, Gassaway J, Horn SD, Smout RJ, DeJong G. Timing of Initiation of Rehabilitation After Stroke. Arch Phys Med Rehabil. 1 de diciembre de 2005;86(12):34-40.
9. Reuter-Rice K, Eads JK, Berndt S, Doser K. The Initiation of Rehabilitation Therapies and Observed Outcomes in Pediatric Traumatic Brain Injury. Rehabil Nurs Off J Assoc Rehabil Nurses. 2018;43(6):327-34.
10. Asociación Bobath - Concepto Bobath [Internet]. [citado 7 de agosto de 2020]. Disponible en: <http://www.asociacionbobath.es/el-concepto-bobath.html>
11. ▷ Concepto Bobath **【** Objetivos y Método Bobath Madrid **】** [Internet]. Crene. 2011 [citado 7 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://crene.es/fisioterapia-neurologica/concepto-bobath/>
12. Perfetti Método [Internet]. [citado 7 de agosto de 2020]. Disponible en: [http://www.asociacionperfetti.com/que-es-etc-metodo-pefetti\\_8.html](http://www.asociacionperfetti.com/que-es-etc-metodo-pefetti_8.html)
13. MÉTODO PERFETTI O EJERCICIO TERAPÉUTICO COGNOSCITIVO (ETC) – Blog crear [Internet]. [citado 7 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://blogcrear.imserso.es/metodo-perfetti-o-ejercicio-terapeutico-cognoscitivo-etc-departamento-de-terapia-ocupacional-del-crear/>
14. Kim JH, Lee B-H. Mirror Therapy Combined With Biofeedback Functional Electrical Stimulation for Motor Recovery of Upper Extremities After Stroke: A Pilot Randomized Controlled Trial. Occup Ther Int. 2015;22(2):51-60.
15. Shih T, Wu C, Lin K, Cheng C, Hsieh Y, Chen C, et al. Effects of action observation therapy and mirror therapy after stroke on rehabilitation outcomes and neural mechanisms by MEG: study protocol for a randomized controlled trial. Trials [Internet]. 4 de octubre de 2017 [citado 7 de agosto de 2020];18. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5628464/>

16. Gutiérrez-Martínez J, Núñez-Gaona MA, Carrillo-Mora P. Avances tecnológicos en neurorrehabilitación. :16.
17. García MTF. Intervenciones para mejorar la función motora en el paciente con ictus. M T. :15.
18. Feng H, Li C, Liu J, Wang L, Ma J, Li G, et al. Virtual Reality Rehabilitation Versus Conventional Physical Therapy for Improving Balance and Gait in Parkinson's Disease Patients: A Randomized Controlled Trial. *Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res*. 5 de junio de 2019;25:4186-92.
19. Laver KE, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 20 de noviembre de 2017 [citado 9 de agosto de 2020];2017(11). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6485957/>
20. Coscia M, Wessel MJ, Chaudary U, Millán J del R, Micera S, Guggisberg A, et al. Neurotechnology-aided interventions for upper limb motor rehabilitation in severe chronic stroke. *Brain*. agosto de 2019;142(8):2182-97.
21. 53357626H\_TFG\_14675684216276498675101676293971.pdf [Internet]. [citado 17 de agosto de 2020]. Disponible en: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/67638/53357626H\\_TFG\\_14675684216276498675101676293971.pdf?sequence=3](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/67638/53357626H_TFG_14675684216276498675101676293971.pdf?sequence=3)
22. Zhang X, Yue Z, Wang J. Robotics in Lower-Limb Rehabilitation after Stroke [Internet]. Vol. 2017, *Behavioural Neurology*. Hindawi; 2017 [citado 12 de agosto de 2020]. p. e3731802. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/bn/2017/3731802/>
23. Germanotta M, Cruciani A, Pecchioli C, Loreti S, Spedicato A, Meotti M, et al. Reliability, validity and discriminant ability of the instrumental indices provided by a novel planar robotic device for upper limb rehabilitation. *J NeuroEngineering Rehabil*. 16 de mayo de 2018;15(1):39.
24. Pico OG, Benítez BIB, Quishpe MWV, Daquilema ÁPR, Villegas GTT. Robot humanoide controlado por sensores imu y ópticos en el contexto de las nuevas tecnologías en la educación. *Rev Bol Redipe*. 1 de marzo de 2019;8(3):185-92.
25. Hussain I, Spagnoletti G, Salvietti G, Prattichizzo D. An EMG Interface for the Control of Motion and Compliance of a Supernumerary Robotic Finger. *Front Neurobotics* [Internet]. 11 de noviembre de 2016 [citado 18 de agosto de 2020];10. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5104737/>
26. Cheung EYY, Yu KKK, Kwan RLC, Ng CKM, Chau RMW, Cheing GLY. Effect of EMG-biofeedback robotic-assisted body weight supported treadmill training on walking ability and cardiopulmonary function on people with subacute spinal cord injuries – a randomized controlled trial. *BMC Neurol* [Internet]. 24 de junio de 2019 [citado 18 de agosto de 2020];19. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6591819/>
27. Lee S-H, Lee H-J, Chang WH, Choi B-O, Lee J, Kim J, et al. Gait performance and foot pressure distribution during wearable robot-assisted gait in elderly adults. *J NeuroEngineering Rehabil* [Internet]. 28 de noviembre de 2017 [citado 18 de agosto de 2020];14. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5706419/>
28. Swank C, Wang-Price S, Gao F, Almutairi S. Walking With a Robotic Exoskeleton Does Not Mimic Natural Gait: A Within-Subjects Study. *JMIR Rehabil Assist Technol* [Internet]. 14 de

enero de 2019 [citado 18 de agosto de 2020];6(1). Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6682279/>

29. Xiloyannis M, Chiaradia D, Frisoli A, Masia L. Physiological and kinematic effects of a soft exosuit on arm movements. *J NeuroEngineering Rehabil* [Internet]. 22 de febrero de 2019 [citado 18 de agosto de 2020];16. Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6385456/>
30. Koh TH, Cheng N, Yap HK, Yeow C-H. Design of a Soft Robotic Elbow Sleeve with Passive and Intent-Controlled Actuation. *Front Neurosci* [Internet]. 25 de octubre de 2017 [citado 18 de agosto de 2020];11. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5660967/>
31. Diaz I, Diez J, Catalan JM, Justo X, Lledo L, Ugartemendia A, et al. Development of a robotic device for post-stroke home tele-rehabilitation. *SAGE*. 5 de diciembre de 2017;
32. (PDF) Estimation of Human Arm Joints Using Two Wireless Sensors in Robotic Rehabilitation Tasks [Internet]. *ResearchGate*. [citado 27 de agosto de 2020]. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/286491368\\_Estimation\\_of\\_Human\\_Arm\\_Joints\\_Using\\_Two\\_Wireless\\_Sensors\\_in\\_Robotic\\_Rehabilitation\\_Tasks](https://www.researchgate.net/publication/286491368_Estimation_of_Human_Arm_Joints_Using_Two_Wireless_Sensors_in_Robotic_Rehabilitation_Tasks)
33. ¿Qué es NeuronUP? [Internet]. [citado 21 de agosto de 2020]. Disponible en:  
<https://www.neuronup.com/es/plataforma-rehabilitacion-cognitiva>



## 10. ANEXOS

### Anexo 1.



Imagen 2. Modelo 3D del dispositivo robótico Rubidium para la rehabilitación de miembro superior.

## Anexo 2.

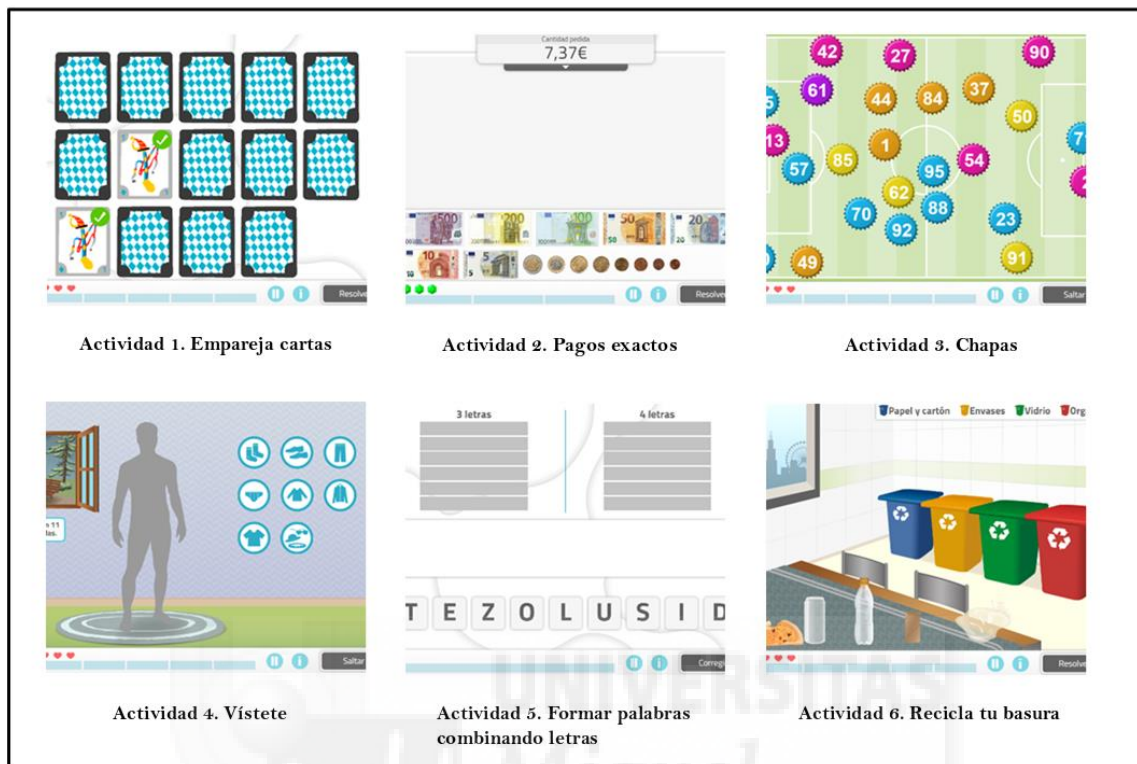


Imagen 3. Actividades seleccionadas en la aplicación NeuronUp para realizarlas con el dispositivo robótico Rubidium en el tratamiento de miembro superior en pacientes con accidente cerebrovascular.



### Anexo 3. Consentimiento informado



Grupo de Neuroingeniería Biomédica  
Universidad Miguel Hernández de Elche  
<http://nbio.umh.es>



## CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL PROYECTO DE INTERVENCIÓN REHABILITACIÓN COGNITIVA Y FUNCIONAL EN PACIENTES CON ICTUS MEDIANTE EL EMPLEO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS

D. .... de .....  
años de edad, con domicilio en .....  
..... DNI nº .....

### DECLARO:

Que el/la Dr./Dra....., o en su defecto D./Dña.  
....., persona encargada de la  
investigación me ha explicado que:

#### 1.- Identificación, descripción y objetivos del procedimiento.

El grupo nBio realiza investigaciones para estudiar aspectos relacionados con la presencia de XXX a través de la colaboración con el departamento de Salud Pública de la Universidad Miguel Hernández. Los responsables de este estudio son el Dr. Nicolás Manuel Garcia Aracil, Santiago Ezquerro García y Juan Luis Saiz Martínez.

En este estudio se realizará una intervención a través del brazo robótico Rubidium, Unidades de Medición Inercial (IMU) para valorar y modificar las actividades, y actividades de NeuronUp® con el objetivo de aumentar las capacidades funcionales del miembro superior parético y la independencia del participante.

#### 2.- Beneficios que se espera alcanzar

Los riesgos asociados con este estudio son mínimos y se tomarán medidas de forma no invasiva prevaleciendo así el bienestar de la persona que participa, tal y como se hace constar en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial en su art. 6. Del mismo modo, no recibiré ninguna compensación económica.

#### 3.- Alternativas razonables

La decisión de permitir el análisis de mis datos es totalmente voluntaria, pudiendo negarme e incluso pudiendo revocar mi consentimiento en cualquier momento, sin tener que dar ninguna explicación.

#### 4.- Consecuencias previsibles de su realización y de la no realización

Si decido libre y voluntariamente permitir la evaluación de mis datos, tendré derecho a decidir ser o no informado de los resultados de la investigación, si es que ésta se lleva a cabo.

#### 5.- Riesgos frecuentes y poco frecuentes

La evaluación de mis datos clínicos, demográficos y de antecedentes nunca supondrá un riesgo adicional para mi salud.

**6.- Riesgos y consecuencias en función de la situación clínica personal del paciente y con sus circunstancias personales o profesionales.**

No existen riesgos adicionales en comparación con una sesión de terapia ocupacional tradicional.

**7.- Protección de datos personales y confidencialidad.**

La información sobre mis datos personales y de salud será incorporada y tratada en una base de datos informatizada cumpliendo con las garantías que establece la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, así como, en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, en sus art. 11 y 23, y la legislación sanitaria.

La cesión a otros centros de investigación de la información contenida en las bases de datos y relativa a mi estado de salud, se realizará mediante un procedimiento de disociación por el que se generará un código de identificación que impida que se me pueda identificar directa o indirectamente.

El participante autoriza a los investigadores, así como a todas aquellas terceras personas físicas o jurídicas relacionadas con la investigación a que indistintamente puedan utilizar todas las fotografías y vídeos de las sesiones, o partes de las mismas en las que intervengo como participante sólo con fines de divulgación científica. Su autorización no tiene ámbito geográfico determinado por lo que los investigadores podrán utilizar fotografías y vídeos, o partes de las mismas, en todos los países del mundo sin limitación geográfica de ninguna clase.

Todo ello con la única salvedad y limitación de aquellas utilizaciones o aplicaciones que pudieran atentar al derecho al honor en los términos previstos en la Ley Orgánica 1/85, de 5 de mayo, de Protección Civil al Derecho al Honor, la Intimidad Personal y familiar y a la Propia Imagen. Su autorización no fija ningún límite de tiempo, por lo que mi autorización se considera concedida por un plazo de tiempo ilimitado.

Asimismo, se me ha informado que tengo la posibilidad de ejercitar los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición al tratamiento de datos de carácter personal, en los términos previstos en la normativa aplicable.

Si decidiera revocar el consentimiento que ahora presto, mis datos no serán utilizados en ninguna investigación después de la fecha en que haya retirado mi consentimiento, si bien, los datos obtenidos hasta ese momento seguirán formando parte de la investigación.

**Yo entiendo que:**

Mi elección es voluntaria, y que puedo revocar mi consentimiento en cualquier momento, sin tener que dar explicaciones y sin que esto repercuta en mis cuidados médicos.

Otorgo mi consentimiento para que el Hospital XXX y el departamento de XXX de la Universidad Miguel Hernández utilicen mis datos para investigaciones médicas, manteniendo siempre mi anonimato y la confidencialidad de mis datos.

La información y el presente documento se me han facilitado con suficiente antelación para reflexionar con calma y tomar mi decisión libre y responsablemente.

He comprendido las explicaciones que se me han facilitado en un lenguaje claro y sencillo y el facultativo que me ha atendido me ha permitido realizar todas las observaciones y me ha aclarado todas las dudas que le he planteado.

**Observaciones:**

.....  
.....

Por ello, manifiesto que estoy satisfecho con la información recibida y en tales condiciones estoy de acuerdo y **CONSIENTO PERMITIR EL USO DE MIS DATOS CLÍNICOS Y DEMOGRÁFICOS PARA INVESTIGACIÓN.**

En ..... de ..... de 200...

Firma del paciente

Firma de un testigo

Firma del responsable

DNI:

de la investigación

Fdo.: .....

Fdo.:.....

Fdo.:.....

(Nombre y dos apellidos)

(Nombre y dos apellidos)

(Nombre y dos apellidos)



## REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO PARA XXX PARA INVESTIGACIÓN

D./D<sup>a</sup> ..... como paciente  
(o representante del paciente  
D.....), de ..... años de edad,  
con domicilio en .....  
..... DNI. n<sup>o</sup>  
..... Revoco el consentimiento prestado en fecha..... ,  
que doy con esta fecha por finalizado, sin tener que dar explicaciones y sin que esto repercuta  
en mis cuidados médicos.

En ..... de ..... de 200...

Firma del paciente

Firma de un testigo

Firma del responsable

DNI:

de la investigación

Fdo.: .....

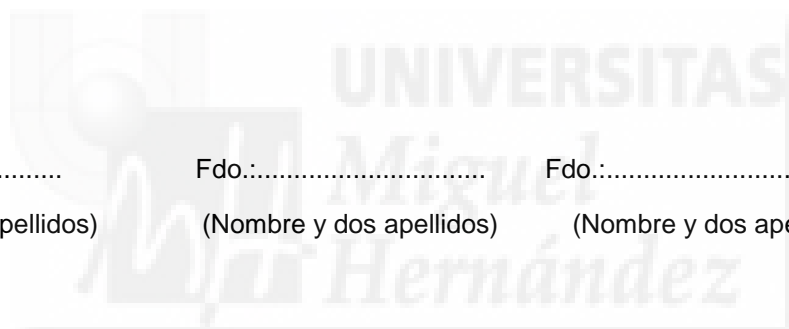
Fdo.:.....

Fdo.:.....

(Nombre y dos apellidos)

(Nombre y dos apellidos)

(Nombre y dos apellidos)



**Anexo 4.** Entrevista estructurada.

**1. DATOS GENERALES**

Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

Tel. fijo: \_\_\_\_\_ Tel. móvil: \_\_\_\_\_

Ocupación: \_\_\_\_\_ Dominancia: Diestro  Zurdo

Estado civil: \_\_\_\_\_ Género: \_\_\_\_\_

**2. DATOS CLÍNICOS:**

¿Ha sufrido un accidente cerebro vascular o ictus?  Sí  No En caso de respuesta afirmativa:

¿Cuándo? \_\_\_\_\_ ¿En qué zona cerebral lo sufrió? \_\_\_\_\_

Describe que problemas muestra desde entonces: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Qué tratamientos de rehabilitación está realizando y cuánto tiempo (a la semana)? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**3. OTROS:**

¿Permitiría usted una reevaluación tras dos años desde la finalización del tratamiento?  Sí  No

¿Qué opinión tiene usted de la rehabilitación realizada con dispositivos robóticos?