



PROYECTO DE REHABILITACION FISICA Y COGNITIVA BASADO EN REALIDAD VIRTUAL DE TIPO INVERSIVA NO OCLUSICA

1. Justificación

El fenómeno del envejecimiento está teniendo serias implicaciones sociales, económicas y de salud. Esto requiere importantes inversiones por parte de los gobiernos para hacer frente a este reto con la máxima eficiencia. Para ello, es necesario llevar a cabo acciones e intervenciones que nos permitan desarrollar nuevos modelos de atención sociosanitaria mas eficientes y sostenibles que den respuesta a esta revolución silenciosa que supone el proceso del envejecimiento. Si tenemos en cuenta el marco sociodemográfico que presenta nuestra comunidad y su previsible evolución futura este reto se convierte en una prioridad para el conjunto de nuestro entorno social.

El desarrollo e implementación de las nuevas tecnologías en el entorno sociosanitario ,debe orientarse tanto a la gestión eficiente de la atención de las personas ,como a incentivar un envejecimiento activo y saludable, con la finalidad de mantener las capacidades físicas y cognitivas de los usuarios y rehabilitar, para su recuperación ,aquellas que se vean afectada por la concurrencia de procesos agudos que las puedan deteriorar , sin olvidar que siempre deben de estar siempre al servicio de los profesionales y de las personas usuarias.

El presente proyecto busca aprovechar la realidad virtual para trabajar de forma terapéutica aspectos de la función motora (capacidad funcional, la coordinación y el equilibrio) , así como aspectos cognitivos relacionados con la memoria, el lenguaje y la atención . Su planteamiento como juego permite mantener la motivación de los pacientes, y hace que la rehabilitación será más divertida y entretenida. Por otra parte el programa facilita a los profesionales encargados de los cuidados un seguimiento objetivo de la evolución de sus pacientes.,basado en el analista de parámetros cuantificables y medibles en el tiempo El personal clínico, en función de estos podrá



establecerá un plan y personalizará las sesiones de trabajo que deberán completar los pacientes.

Este proyecto, se incluye en un proyecto mas amplio de modernizarán los centros públicos de servicios sociales para crear una red eficiente y a la vanguardia de la atención sociosanitaria de nuestro país

2. Planificación del proyecto

Para el desarrollo e implantación del proyecto se realizo una búsqueda activa de empresas que tuvieran desarrollando soluciones de rehabilitación basadas en realidad virtual . Se mantuvieron reuniones con aquellas que se ajustaran mas al perfil predefinido.

- . que incluyeran ejercicios de rehabilitación física y cognitiva
- .que no fuera oclusiva (es decir que se realizara en espacio abierto sin uso de gafas de realidad virtual)
- que tuviera un sistema de análisis de resultados

Con estos criterios se selecciono un empresa para realizar el pilotaje en tres centros de la comunidad autónoma

2.1 Selección del centro

Se procedió a la selección de los centros residenciales que cumplieran una serie de criterios:

- Centro con fisioterapeuta en su cuadro de personal para rehabilitación física
- Centro con psicólogo y/o terapeuta ocupacional para la rehabilitación cognitiva
- Centro con capacidad para acondicionar una sala para la realización de la instalación delos dispositivos
- Predisposición de su personal para formar parte del pilotaje

Una vez seleccionados se procedió acondicionamiento de las salas destinadas a la rehabilitación física que precisaban disponer al menos de un espacio de entre 1,5-2 metros para el buen funcionamiento del sensor que realiza la lectura de ella posición del usuario ,a



si como una amplitud mínima para permitir ellos movimientos y ayudas técnicas cuando fueran precisas

Los centros seleccionados fueron Complejo Residencial de Atención a Personas Dependientes de Vigo (CRAPD), Residencia de Mayores Caranza-Ferrol y Residencia de Mayores Torrente Ballester.

2.2 Cronograma

| Mayo 2022 | Junio 2022 - Octubre 2022 |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">➤ Valoración del centro para la implantación de las soluciones tecnológicas.➤ Acondicionamiento de las características técnicas del centro.➤ Instalación del software en los equipos.➤ Formación del personal para el uso de la herramienta | <ul style="list-style-type: none">➤ Inicio de la actividad de rehabilitación física y cognitiva en los tres centros➤ Monitorización mensual de los resultado➤ analisis de resultados del Proyecto |

| Noviembre 2022 |
|--|
| Fase de evaluación y propuestas de mejora de los módulos |
| Diciembre 2022 |
| Se cierra el pilotaje, conclusiones y puesta en marcha del proceso de licitación publica de dicha solución |



3. Enfoque

Este programa tiene como objetivos :

- **Recuperar y restaurar la capacidad funcional y cognitiva de los usuarios ,tras un episodio agudo, mediante ejercicios adaptados a distintos aspectos (marcha, equilibrio , coordinación motora , memoria, lenguaje etc..) , con capacidad de medir con datos objetivables la evolución de las mismas**
- **Potenciar el mantenimiento de la capacidad funcional y cognitiva de los residentes, así como su envejecimiento activo y saludable.**
- **Optimizar el tiempo de trabajo de los profesionales mejorando su satisfacción y la calidad asistencial prestada.**

4. Desarrollo y ejecución

Para el desarrollo del proyecto se contemplo dos modulos predefinidos

4.1. Modulo de rehabilitacion fisica

Cuenta con múltiples ejercicios (mas de 85) (Fig 1) diseñados para recuperar la funcionalidad del paciente a través de la realidad virtual y la cuantificación de la evolución durante el proceso de recuperación.



Ejercicios miembro superior

- Flexo-extensión del hombro
- Adducción-abducción del hombro
- Circunducción hombro
- Rotación int y ext hombro
- Flexo-extensión del codo

Ejercicios miembro inferior

- Flexo-extensión de cadera
- Adducción-abducción de cadera
- Circunducción cadera
- Flexo-extensión de rodilla
- Sentadillas

Ejercicios tronco

- Flexo – extensión tronco
- Lateralizaciones tronco
- Control tronco en sedestación y bipedestación

Coordinación

- Coordinación alternante
- Coordinación simultánea
- Coordinación miembros inferiores
- Coordinación óculo – manual
- Coordinación bimanual

Equilibrio

- Equilibrio estático
- Equilibrio dinámico
- Equilibrio monopodal
- Equilibrio monopodal c/ step

Marcha

- Marcha lateral
- Marcha estática
- Marcha con/sin braceo
- Marcha con obstáculos

Ejercicios cervicales

- Flexión – extensión cuello
- Lateralizaciones

Fig1



Para llevar a cabo la terapia es necesario contar con una pantalla/proyector/televisión o similar de tamaño grande junto con el dispositivo de detección de movimiento.

El tipo de sesión se adapta a las capacidades del sujeto (fig2)

múltiples tipos de sesiones son posibles



ayudas técnicas



asistencia física



independiente



silla de ruedas

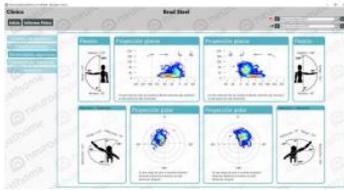


arnés

Fig 2

El profesional encargado de la terapia puede planificar con anterioridad cada una de las sesiones a través de una aplicación, la cual permite llevar a cabo un plan terapéutico personalizado, ajustando el tipo de ejercicio, su grado de intensidad y duración

Por su parte la herramienta, es capaz de guardar la actividad del usuario para reiniciar nueva sesión partiendo del punto donde finalizo la anterior y a través de mediciones aumentar o disminuir la intensidad del a misma en función de la respuesta detectada en el usuario. Esta capacidad de almacenaje, medición y cuantificación de los datos sobre la evolución del usuario, , permite al profesional que lo realiza llevar un seguimiento detallado sobre el proceso de recuperación a través de la generación de informes clínicos avanzados. (fig 3)



4 informes físicos



2 informes cognitivos



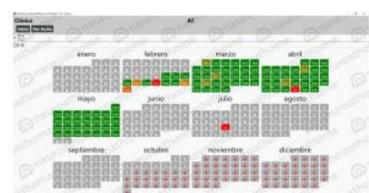
rendimiento por ejercicio



grabación automática de las sesiones



análisis evolutivo

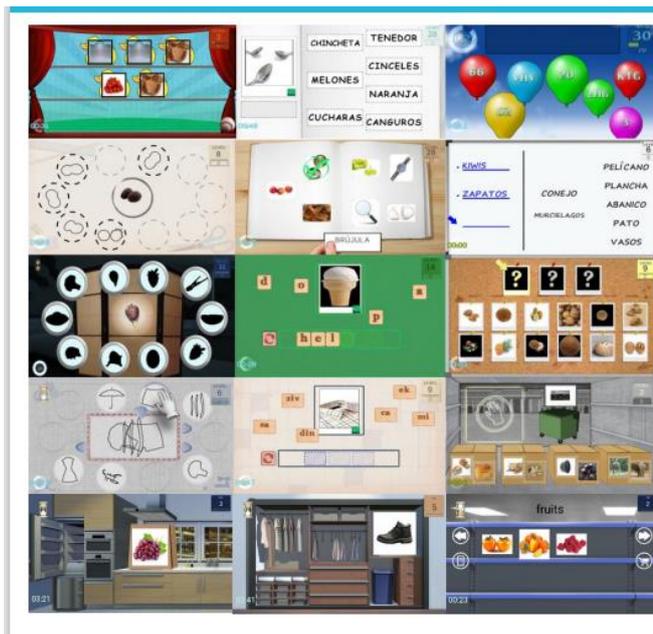


vista calendario

Fig3

4.1. Modulo de rehabilitación cognitiva

El sistema de rehabilitación cognitiva incorpora ejercicios usando la gamificación para mejorar la experiencia del usuario. El sistema dispone de ejercicios especializados para recuperar la atención, la memoria, el lenguaje, las funciones ejecutivas y las actividades de la vida diaria (fig 4). La terapia se lleva a cabo a través de una tablet o pantalla táctil.



Atención

- Atención selectiva
- Atención sostenida
- Atención dividida
- Inhibición

Memoria de Trabajo

- Memoria de trabajo visual
- Memoria de trabajo verbal
- Memoria de trabajo auditiva

Percepción

- Percepción simple
- Percepción compleja
- Simultagnosia

Lenguaje

- Comprensión
- Expresión
- Consciencia fonológica
- Velocidad lectora
- Comprensión lectora

Funciones Ejecutivas

- Categorización
- Flexibilidad cognitiva
- Integración perceptiva
- Orientación espacial 2D
- Secuenciación progresiva
- Secuenciación inversa
- Cálculo
- Velocidad de Procesamiento

Memoria

- Memoria prospectiva
- Memoria diferida
- Memoria espacial
- Memoria corto plazo

Actividades de la Vida Diaria

- Guarda la compra
- Ordena el armario
- Encuentra los ingredientes que faltan
- Paga la compra
- Confirma el cambio
- Orientación Temporal

Fig 4



Al igual que en el modulo anterior el profesional encargado puede planificar con anterioridad cada una de las sesiones para iniciar las sesiones en el punto en que había finalizado la anterior y el sistema es capaz de adaptar la dificultad de los ejercicios a la facilidad o dificultad con que el usuario va resolviéndolos

5. Resultados

5.1 OBJETIVOS

- ☐ Recoger y tratar de manera pormenorizada datos de carácter cuantitativo, referentes a la actividad del proyecto a escala general en los tres centros participantes.
- ☐ Recabar de modo particularizado, la opinión de los profesionales implicados en el desarrollo del proyecto, en base a su experiencia de usuario.
- ☐ Constituir un instrumento de significativa relevancia de cara a contribuir a la extracción de conclusiones evaluativas a cerca de los resultados del proyecto piloto

El análisis de dichos datos se articulará entorno a cuatro cuestiones de interés, agrupadas en base a la variable tiempo (meses de duración del piloto) y al número de centros participantes en el mismo. Las cuatro cuestiones de interés se concretaran del siguiente modo:

- ☐ Número de sesiones físicas realizadas.
- ☐ Número de sesiones cognitivas realizadas.
- ☐ Número de residentes activos recuperación física.
- ☐ Número de residentes activos estimulación cognitiva.

5.2 Sesiones recuperación física realizadas

| Centros | DATOS AGREGADOS SESIONES FÍSICAS | | | | | Totales |
|-------------|----------------------------------|-------|--------|------------|---------|---------|
| CRAPD Vigo | 62 | 38 | 73 | 78 | 67 | 318 |
| RM Ferrol | 0 | 4 | 16 | 13 | 0 | 33 |
| RM Torrente | 21 | 49 | 18 | 18 | 32 | 138 |
| Mes | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | 489 |



El número total de sesiones de recuperación física realizadas en el conjunto de los tres centros participantes, fue de 489, erigiéndose el CRAPD Vigo como el más destacado de ellos con 318,. Las causas que justifican esta diferencia se concretan en:

- El mayor volumen de residentes existente en el CRAPD Vigo, lo cual facilita el acceso a un número más elevado de residentes susceptibles de encajar en el perfil de destinatario de la herramienta de estimulación.
- El mayor número de profesionales implicados en el desarrollo del piloto (4 en CRAPD Vigo, por 2 en RM Torrente), lo cual supone duplicar la capacidad de horas de dedicación destinadas al desarrollo del piloto por parte del CRAPD Vigo.

El tercer centro RM Ferrol, no muestra cifras de actividad en el mes de junio, debido a que el piloto tuvo que retrasar su inicio en este centro, a causa de dificultades técnicas relacionadas con la ausencia de cobertura wifi en el área física donde desarrollan sus funciones las profesionales implicadas en el desarrollo del mismo. Esta circunstancia obligó a retrasar la puesta en marcha del piloto

La irregularidad en el número de sesiones físicas ejecutadas por cada uno e los centros (con picos muy destacados y descensos acusados en meses consecutivos), vino marcada por la época del año en la cual fue desarrollado el piloto, coincidiendo la misma con los meses en los cuales suelen concentrarse los periodos vacacionales de los profesionales. Es decir, esta variabilidad en el número de sesiones llevadas a cabo está, en buena medida, relacionada con la mayor o menor disponibilidad de recursos humanos en los centros, en función de los periodos vacacionales disfrutados por cada profesional participante en el piloto. A mayores, cabe señalar que en la RM Ferrol durante el mes de octubre, no se llevaron a cabo sesiones de recuperación física, debido a que la principal profesional implicada en la realización de las mismas (fisioterapeuta), estuvo ausente debido a una baja laboral que no fue objeto de sustitución

5.3 Sesiones estimulación cognitiva realizadas

El número total de sesiones de estimulación cognitiva realizadas en el conjunto de los tres centros participantes, fue de 1061, lo cual supone un 216,97% más que el número de sesiones de recuperación física, realizadas durante el mismo periodo.



| Centros | DATOS AGREGADOS SESIONES COGNITIVAS | | | | | Totales |
|-------------|-------------------------------------|-------|--------|------------|---------|---------|
| CRAPD Vigo | 53 | 162 | 117 | 118 | 151 | 601 |
| RM Ferrol | 0 | 8 | 44 | 48 | 38 | 138 |
| RM Torrente | 34 | 77 | 72 | 73 | 66 | 322 |
| Mes | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | 1061 |

Leyenda: Valor máximo centro / Valor mínimo c

Este hecho se fundamenta en la mayor facilidad de acceso a residentes con características que encajen en el perfil de usuarios potenciales de la herramienta en su vertiente cognitiva. Por su parte, el número de residentes con las características adecuadas para participar en el programa de recuperación física, se revela como más reducido, debido a que las tipologías de actividades de la herramienta en esta vertiente, determinan la necesidad de cumplir con ciertos requisitos físicos que no todos los residentes de los centros pueden alcanzar.

El comportamiento de los centros en cuanto a la organización de actividades de estimulación cognitiva resulta bastante similar, destacando un crecimiento exponencial en la realización de este tipo de sesiones a partir del segundo mes de inicio del piloto, manteniéndose en cifras relativamente estables en los meses posteriores. En ese sentido se observa una finalización del proyecto de tendencia alcista en el CRPAD Vigo,

5.4 Residentes activos ámbito recuperación física

| Centros | DATOS RESIDENTES ACTIVOS RECUPERACIÓN FÍSICA | | | | | Totales |
|-------------|--|-------|--------|------------|---------|---------|
| CRAPD Vigo | 15 | 8 | 9 | 10 | 12 | 54 |
| RM Ferrol | 0 | 4 | 8 | 5 | 0 | 17 |
| RM Torrente | 10 | 12 | 9 | 9 | 7 | 47 |
| Mes | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | 118 |

Leyenda: Valor máximo centro / Valor mínimo centro

El número de residentes que participaron activamente en la realización de sesiones de recuperación física fue de 118 en total, para el conjunto de los tres centros. El centro con mayor número de residentes activos es, como en los apartados anteriores, el CRPAD Vigo. Sin embargo, en este caso, se advierte una escasa diferencia en relación a la RM Torrente



(54 y 47, respectivamente), la cual resulta especialmente significativa si tenemos en consideración que el número de sesiones de recuperación física realizadas, fue muy superior en el CRAPD Vigo, donde se culminaron 318 sesiones por las 138 llevadas a término en RM Torrente. Este dato nos habla de un mayor aprovechamiento en el número de sesiones realizadas por el centro coruñés, ya que logran alcanzar un número muy parejo de residentes tratados a nivel físico, con un 43,40% menos de sesiones realizada que en el CRAPD Vigo. En este dato influye la diferencia en el planteamiento de las sesiones llevadas a cabo en uno u otro centro, siendo más individualizado en el caso del CRPD Vigo y más colectivo en el caso de RM Torrente.

5.5 Residentes activos ámbito estimulación cognitiva

| Centros | DATOS RESIDENTES ACTIVOS ESTIMULACIÓN COGNITIVA | | | | | Totales |
|-------------|---|-------|--------|------------|---------|------------|
| CRAPD Vigo | 17 | 14 | 14 | 13 | 16 | 74 |
| RM Ferrol | 0 | 7 | 18 | 16 | 16 | 57 |
| RM Torrente | 15 | 13 | 11 | 10 | 11 | 60 |
| Mes | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | 191 |

El número de residentes que participaron activamente en la realización de sesiones de estimulación cognitiva resultó muy parejo en los tres centros participantes, a pesar de las importantes diferencias registradas en el número de sesiones llevadas a cabo en los mismos (601, 138 y 322). En ese sentido destaca sobre manera la labor realizada en la RM Ferrol, donde a pesar de realizar un número muy inferior de sesiones (debido, en parte, al ya mencionado inicio tardío del piloto), consiguieron equiparar el número de residentes activos a nivel de estimulación cognitiva en relación a los otros dos centros, gracias a una mayor índice de aprovechamiento en la participación de residentes en cada una de las sesiones ejecutadas:

- RM Ferrol: 0,41
- RM Torrente: 0,19
- CRAPD Vigo: 0.12

5.6 Promedio sesiones recuperación física por residente activo

| Centros | Nº. Sesiones | Residentes Activos | Promedio |
|----------------|--------------|--------------------|-------------|
| CRAPD Vigo | 318 | 54 | 5,89 |
| RM Ferrol | 33 | 17 | 1,94 |
| RM Torrente | 138 | 47 | 2,94 |
| Totales | 489 | 118 | 4,14 |

Leyenda: Promedio Max. / Promedio Min

5.7 Promedio sesiones recuperación cognitiva por residente activo

| Centros | Nº. Sesiones | Residentes Activos | Promedio |
|----------------|--------------|--------------------|-------------|
| CRAPD Vigo | 601 | 74 | 8,12 |
| RM Ferrol | 138 | 57 | 2,42 |
| RM Torrente | 322 | 60 | 5,37 |
| Totales | 1061 | 191 | 5,55 |

Leyenda: Promedio Max. / Promedio Min.

5.8. ANÁLISIS CUALITATIVO

5-8.1. BLOQUE RECUPERACIÓN FÍSICA

1. Adecuación de los ejercicios propuestos en el ámbito físico, a la tipología de residentes de los centros.



En cuanto a las razones aducidas para justificar esa falta de adecuación, estos profesionales no apuntan a una única razón de gran calado, si no que señalan más bien a un compendio de causas de baja intensidad .

2. Evolución positiva de los residentes en el plano físico, tras la utilización



3. Pertinencia de continuidad en el uso como herramienta de recuperación física.



. Esta reseñable aceptación del planteamiento de continuar utilizando la herramienta de recuperación física, parece apuntar a que los profesionales de los centros valoran en gran medida el disponer de herramientas de esta naturaleza, las cuales pueden resultar de gran utilidad para la consecución de los objetivos terapéuticos planteados con los residentes, con independencia de la opinión particular que puedan tener sobre alguna herramienta en concreto.

5-8.1.BLOQUE RECUPERACIÓN COGNITIVA

1. Adecuación de los ejercicios propuestos en el ámbito cognitivo, a la tipología de residentes de los centros.



2. Evolución positiva de los residentes en el plano cognitivo, tras la utilización



3. Pertinencia de continuidad en el uso como herramienta de recuperación cognitiva.





6.-Evaluación y revisión

A. Principales aspectos positivos de la solución pilotada.

A continuación se indicarán las características más reseñables, a juicio de los profesionales que han colaborado en el proyecto piloto:

- ☒ Promueve y mejora la actividad cognitiva.
- ☒ Favorece el entrenamiento social.
- ☒ Suscita el interés del usuario al resultar amena y divertida.
- ☒ Presenta gran diversidad de ejercicios y actividades.
- ☒ Ofrece versatilidad a la hora de configurar parámetros.
- ☒ Posibilita la realización de mediciones objetivas de la evolución.
- ☒ Facilita el acercamiento de las TIC a los mayores.

B. Aspectos susceptibles de ser mejorados.

A continuación se indicarán las características que, a juicio de los profesionales que han colaborado en el proyecto piloto, presentan un más amplio margen de mejora:

- ☒ Imágenes excesivamente pequeñas.
- ☒ Lenguaje poco adaptado a la realidad de sus potenciales usuarios.
- ☒ Progresión irregular de la curva de dificultad.
- ☒ Lentitud en las transiciones entre ejercicios.
- ☒ Desajuste frecuente en la calibración de la cámara Kinect.
- ☒ No resulta posible combinar ejercicios cognitivos y físicos.

El pilotaje se dio por finalizado el diciembre del 2023, aunque por la vigencia de las licencias se mantendrá hasta mayo del 2023 en funcionamiento en los centros seleccionados para dicho pilotaje

Como resultado de las evaluaciones llevadas a cabo se está en este momento redactando los pliegos para la licitación pública de un sistema REHABILITACION FISICA Y COGNITIVA BASADO EN REALIDAD VIRTUAL DE TIPO INVERSIVA NO OCLUSIVA para un total de 34 residencias públicas por un valor : **582.480 euros**



6. Divulgación

No se ha realizado divulgación externa de los resultados del piloto

7. Nivel de aplicabilidad

La Xunta de Galicia tiene previsto implantar estas soluciones tecnológicas en todas las residencias públicas de nuestra comunidad tras los buenos resultados obtenidos , de las 34 residencias 23 tendran tanto la aplicación para rehabilitacion física como cognitiva, y 11 solo la cognitiva ya que carecen de profesionales de fisioterapia para la monitorización de la aplicación física, siendo requisito indispensable para su puesta

Santiago a 30 de enero del 2023