

VIRTRAEL: Programa de estimulación cognitiva para mayores

María José Rodríguez-Fórtiz¹, María Luisa Rodríguez-Almendros¹, María Visitación Hurtado-Torres¹, Miguel J. Hornos¹, Carlos Rodríguez-Domínguez¹, Sandra Rute-Pérez², Alfonso Caracuel²

¹ Dpto de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Granada

² Centro de Investigación Mente, Cerebro y Comportamiento, Universidad de Granada

Resumen

Este artículo presenta una aplicación denominada VIRTRAEL, que está especialmente diseñada para evaluar, estimular y entrenar varias habilidades cognitivas que experimentan un declive a medida que las personas envejecen, por lo que su público objetivo primordial son las personas mayores, aunque también incluyen funcionalidades para los terapeutas que los tratan. VIRTRAEL se compone de diferentes tipos de ejercicios, implementados como juegos serios, cada uno de ellos específicamente diseñado para evaluar y estimular funciones cognitivas diferentes, relativas a memoria, atención, razonamiento y planificación. Con el fin de evaluar el sistema desarrollado, se han llevado a cabo una serie de estudios piloto con personas mayores, cuyos principales resultados también se presentan.

Introducción

En la sociedad actual se potencia y facilita que los adultos mayores no solo mantengan sus habilidades y capacidades, sino que también aprendan nuevas habilidades y conceptos, y adquieran nuevas capacidades. De hecho, se ha incrementado la demanda y las oportunidades de seguir aprendiendo a lo largo de toda la vida, y la tecnología ayuda a conseguirlo, ofreciendo posibilidades de aprender desde cualquier lugar, mediante contenidos e interacciones más adaptados al usuario mayor. Uno de los principales campos de aprendizaje es el de la adquisición y mantenimiento de habilidades cognitivas que ayuden a mejorar su calidad de vida en diversos ámbitos y aspectos de la vida diaria. Esto contribuirá no solo a ayudar a las personas mayores a llevar una vida más independiente y satisfactoria, sino también a ahorrar una gran cantidad de costes económicos (en salud, movilidad, inclusión social, etc.) a los gobiernos y a las instituciones.

Como es sabido, muchas personas mayores generalmente sufren cierto deterioro en sus habilidades cognitivas, lo que implica diferentes síntomas, como una disminución en la habilidad para resolver problemas, menos capacidad para razonar y mantener el foco de atención y un mayor número de olvidos, por mencionar solo unos pocos ejemplos. Varios estudios (Selzer et al. 2006, Talassi et al. 2007, Jean et al. 2010) han demostrado que una estimulación cognitiva adecuada ayuda a disminuir la tasa de decaimiento intelectual y deterioro cognitivo relacionados con la edad. Por otra parte, las intervenciones cognitivas producen cambios en la activación cerebral de personas mayores sanas y con demencia, lo que provoca una plasticidad neuronal que facilita el aprendizaje (van Os et al. 2015).

Además, las tecnologías emergentes pueden ayudar a proporcionar nuevas oportunidades de aprendizaje, entrenamiento y capacitación mediante ejercicios y pruebas desarrolladas como *juegos serios* (Rego et al. 2010, Ijsselsteijn et al. 2007, Melenhorst 2002, Cowan et al. 2011, Wiemeyer and Klien 2012), con el fin de retrasar el declive de ciertas funciones cognitivas, sensorio-motoras, sociales, e incluso emocionales que las personas sufren a medida que envejecen.

En este artículo presentamos una visión general de un sistema basado en web que hemos desarrollado, denominado VIRTRAEEL (*VIRtuel Training for the ELderly*). Ha sido especialmente diseñado para evaluar y estimular las habilidades cognitivas de las personas mayores, a través de una serie de ejercicios de aprendizaje y pruebas, implementados como juegos serios. Algunos de estos ejercicios se implementan como juegos serios en 2D (López-Martínez et al. 2011, Rute-Pérez et al. 2014, Rute-Pérez et al. 2016, Hornos et al. 2017) y otros como juegos serios en 3D (Rodríguez-Fórtiz et al. 2016). Todos ellos fomentan una mayor participación y motivación del usuario y cada uno de ellos se dedica a entrenar al menos una de estas funciones cognitivas: memoria, atención, planificación y razonamiento. Los usuarios, no solo los mayores, sino también sus terapeutas y cuidadores, pueden acceder a la plataforma VIRTRAEEL utilizando un ordenador personal, un portátil o una tableta, con el único requisito de tener un navegador web instalado en dicho equipo.

Las personas mayores suelen tener dificultades para usar las tecnologías, y especialmente los mayores con deficiencias cognitivas. Por este motivo, VIRTRAEEL se ha diseñado teniendo en cuenta varias guías de usabilidad orientadas a personas mayores, incluida la correspondiente al W3C¹. Como VIRTRAEEL se puede ejecutar en un ordenador o en un dispositivo móvil (como una tableta), los usuarios interactúan con ella usando un ratón (en el primer caso) o sus dedos en la pantalla táctil (en el segundo caso). Las personas mayores usualmente prefieren esta última forma de interacción, porque es más directa e intuitiva, facilitándoles el uso de la aplicación.

VIRTRAEEL guía a los usuarios a través del proceso de entrenamiento cognitivo, evalúa las respuestas de los usuarios, proporciona *feedback* al usuario y toma decisiones para adaptar los niveles de dificultad de los ejercicios, con el fin de personalizarlos para cada usuario. Para llevar a cabo esto último, los terapeutas definen las reglas de adaptación para que un sistema inteligente las use en tiempo de ejecución para adaptar los ejercicios a cada usuario, dependiendo de su interacción previa.

Resaltar finalmente que en el diseño e implementación de los ejercicios incluidos en VIRTRAEEL se han tenido en cuenta todos los aspectos teóricos indicados por los neuropsicólogos que forman parte de nuestro equipo de desarrollo.

El resto del artículo se estructura como sigue: la Sección 2 presenta los objetivos de VIRTRAEEL y las herramientas que integra. La Sección 3 describe la metodología empleada en nuestro sistema. La Sección 4 resume los principales resultados obtenidos tras la realización de varios estudios pilotos con personas mayores. Finalmente, la Sección 5 expone las conclusiones y posibles líneas de acción a acometer en el futuro.

¹ <https://www.w3.org/WAI/older-users/developing.html>

Propósitos de VIRTRAEL y herramientas que incluye

VIRTRAEL² (*VIRtual TRAIning for the ELderly*) es un sistema basado en web especialmente diseñado para la evaluación y estimulación cognitiva de personas mayores. Su principal propósito es que los usuarios finales (es decir, las personas mayores, consideradas como pacientes) puedan realizar una serie de ejercicios desde cualquier lugar con conexión a Internet para entrenar ciertas habilidades cognitivas, con el objetivo de mejorarlas o al menos mantenerlas.

Al mismo tiempo, VIRTRAEL permite que un terapeuta configure y supervise las actividades realizadas por sus pacientes dentro de la plataforma.

Además, permite la comunicación entre las personas que utilizan la aplicación, y está preparada para proporcionar mecanismos de adaptación y colaboración (Rodríguez-Domínguez et al. 2016).

Para llevar a cabo todo esto, VIRTRAEL incluye tres herramientas clave:

Herramienta de comunicación. Su objetivo es evitar o al menos disminuir la sensación de aislamiento que suelen tener las personas mayores, fomentando la comunicación e incluso la colaboración con otros usuarios. Para ello, proporciona un foro para intercambiar mensajes entre las personas involucradas en el proceso de evaluación y estimulación cognitiva, así como un chat para permitir la colaboración en tiempo real entre los usuarios finales y sus terapeutas. Como resultado, obtendremos el compromiso del usuario con la aplicación.

Herramienta de configuración. Está destinada a ser utilizada por el administrador o los terapeutas para asignar a los usuarios finales (personas mayores o pacientes) al terapeuta y/o al cuidador/es correspondientes. También permite a los terapeutas supervisar qué ejercicios están llevando a cabo sus pacientes y consultar qué resultados están obteniendo en tiempo real. Teniendo en cuenta esta información, los terapeutas pueden elegir qué ejercicios son más adecuados para ser realizados por cada uno de sus pacientes en un momento dado y su mejor orden de ejecución, además de configurarlos también de manera más precisa. Así, por ejemplo, un terapeuta que esté monitorizando a uno de sus pacientes puede decidir, dependiendo del grado de éxito del usuario en el ejercicio que esté realizando, si el siguiente ejercicio planificado para dicho usuario debe realizarse u omitirse.

Herramienta de evaluación y estimulación cognitiva. Incluye 18 ejercicios diferentes distribuidos en 15 sesiones de trabajo predefinidas. Las dos primeras sesiones y las dos últimas se dedican respectivamente a evaluar las habilidades cognitivas del usuario antes y después de las sesiones de estimulación, que corresponden a las 11 restantes, donde dichos ejercicios se llevan a cabo para entrenar ciertas habilidades cognitivas. Cada ejercicio ha sido diseñado para evaluar o estimular (dependiendo de la sesión donde se ejecute) una o más de las siguientes funciones cognitivas: memoria, atención, razonamiento y planificación. Dado que ésta puede considerarse como la principal herramienta de VIRTRAEL, al incluir los ejercicios de evaluación y estimulación cognitiva, que es el objetivo primordial de nuestro sistema, la siguiente sección se dedicará a presentar algunos de los ejercicios que contiene, así como a dar las pautas generales que se siguen a la hora de usar y aplicar esta herramienta.

² <http://www.everyware.es/webs/virtrael/>

Metodología de trabajo con VIRTRAE

Como se ha indicado, en esta sección nos vamos a centrar en la tercera de las herramientas de VIRTRAE descritas en la sección anterior, la herramienta de evaluación e intervención cognitiva. Al comienzo de cada uno de los ejercicios que incluye, un personaje presenta las instrucciones apropiadas al usuario, explicándole qué debe hacer en él. Este personaje se comporta como un *asistente virtual inteligente* (Ostinelli 2007), que actúa como mediador entre el usuario y la aplicación, y que interactúa con el usuario a través de una interfaz textual. El sonido no se ha agregado debido a la incompatibilidad y la falta de soporte para algunos de los navegadores web más comunes. En nuestro caso, la “inteligencia” de este personaje se muestra de dos maneras: (1) orientando al usuario a repetir un ejercicio o probar nuevamente, si sus resultados no son buenos, animándole a continuar; y (2) adaptando su respuesta a la hora de mostrar los resultados al usuario (cuando éste finaliza cada ejercicio), para comunicarle tanto buenos como malos resultados, pero siempre de forma positiva, felicitándolo (en el primer caso) y animándolo a hacerlo mejor la próxima vez (en el segundo caso).

Después de leer las indicaciones dadas por el personaje, el usuario debe actuar en consecuencia para completar el ejercicio. Así, por ejemplo, en algunos casos el usuario debe seleccionar uno o más elementos de un conjunto de elementos (textuales o gráficos), mientras que en otros debe escribir una palabra, por mencionar solo un par de las posibles acciones a realizar en los diferentes ejercicios.

Las siguientes figuras muestran capturas de pantalla de algunos de los ejercicios incluidos en esta herramienta: la presentada en la Figura 1 es de un ejercicio destinado a estimular la atención, la de la Figura 2 corresponde a un ejercicio para entrenar el razonamiento, las mostradas en la Figura 3 pertenecen a un ejercicio dedicado a planificación de trabajo, mientras que las de la Figura 4 corresponden a un ejercicio diseñado principalmente para estimular la atención visuoespacial, y más específicamente, sus modalidades de atención dividida, alternativa y selectiva, pero también para entrenar secundariamente el razonamiento categórico.



Figura 1. Ejercicio con globos en movimiento, especialmente diseñado para entrenar la atención



Figura 2. Ejercicio sobre series semánticas, diseñado para entrenar el razonamiento

Mientras el usuario está realizando un ejercicio, los valores de varias variables (como el tiempo que invierte en hacerlo, el número de fallos, éxitos y omisiones, etc.) se registran para evaluar su grado de éxito. Además, estos valores se tienen en cuenta para adaptar no solo el nivel de dificultad del ejercicio, sino también su interfaz de usuario en tiempo de ejecución. En la arquitectura de VIRTRAEEL hay una clara separación entre el modelo y la vista. De hecho, hay varias vistas y componentes de interfaz por cada ejercicio, que se utilizan dependiendo del dispositivo y del navegador web en el que se está ejecutando el ejercicio correspondiente, de modo que la interfaz de usuario se adapta en tiempo de ejecución. Además, hemos considerado un diseño web *responsivo*, para que los ejercicios se vean bien en dispositivos con pantallas de diferentes tamaños (esto permite cambiar el tamaño, ocultar, reducir, ampliar o mover el contenido cuando sea necesario).





Figura 3. Ejercicio en el que se ha de comprar varios regalos con un cierto presupuesto, diseñado para entrenar la planificación: la captura de pantalla superior muestra las diferentes tiendas que se le ofrecen al usuario, mientras que la inferior muestra los artículos disponibles en la tienda seleccionada por éste.

Cada ejercicio tiene un tiempo estimado en el que debe ser resuelto o llevado a cabo. En algunos ejercicios, si el usuario no responde o no actúa como se esperaba, se le pide que lo intente nuevamente. La sesión se cierra automáticamente cuando el usuario no interactúa con la aplicación durante un intervalo de tiempo específico, que depende del ejercicio en cuestión.

Muchos de los ejercicios incluidos en VIRTRAEAL se basan en los que desarrollamos previamente para PESCO (*Programa de Estimulación COgnitiva*) (López-Martínez et al. 2011, Rute-Pérez et al. 2014), siendo esta última una herramienta destinada a ser ejecutada localmente en ordenadores con sistema operativo Linux, ya que se desarrolló para las aulas Guadalinfo de Andalucía.



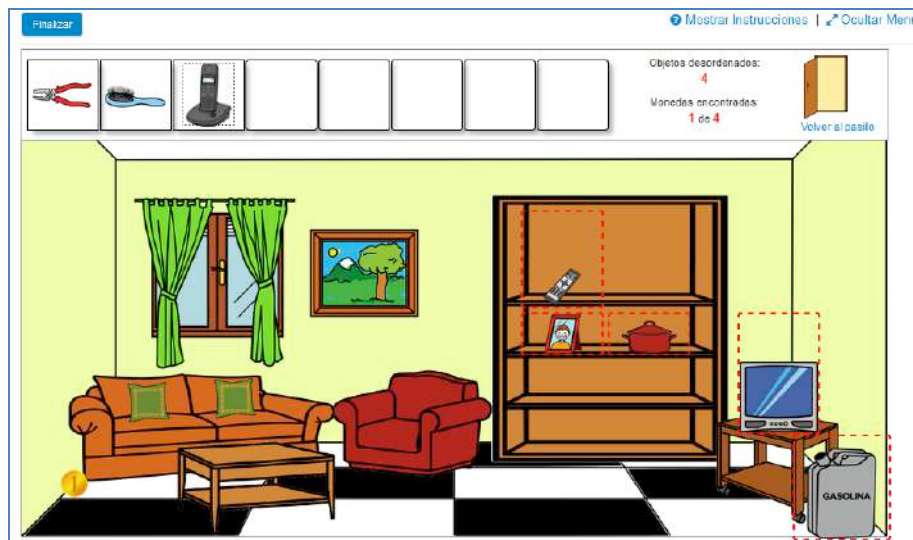


Figura 4. Ejercicio para poner objetos desordenados en el lugar correcto y recoger las monedas que hay en el suelo, diseñado para entrenar la atención visuoespacial y el razonamiento categórico. La captura de pantalla superior muestra el pasillo que da acceso a las diferentes habitaciones de la casa, mientras que la inferior presenta una de estas habitaciones (la sala de estar, en este caso), una vez que el usuario ha ingresado en ella, mostrando los elementos que se pueden mover rodeados por un rectángulo con línea discontinua.

Además, VIRTRAEEL incluye varios ejercicios que se han implementado como juegos serios en 3D (Rodríguez-Fórtiz et al. 2016) usando técnicas de realidad virtual. La Figura 5 presenta un par de capturas de pantalla que muestran dos escenarios diferentes incluidos en uno de dichos ejercicios. El objetivo de estos ejercicios es estimular y entrenar una amplia gama de habilidades dentro de las funciones cognitivas mencionadas (es decir, memoria, atención, razonamiento y planificación), usando escenarios virtuales realistas basados en actividades de la vida diaria (AVD). Así, el escenario superior de la Figura 5 sirve para entrenar la memoria (el usuario debe recordar dónde quiere ir) y la planificación (cómo llegar al lugar deseado usando un mapa y la orientación en espacios abiertos, además de respetando las reglas de tráfico), mientras que el escenario inferior está diseñado para entrenar la atención y planificación (al buscar y ubicar los objetos que se comprarán de la lista de compras previamente realizada), así como el razonamiento (a la hora de hacer el pago en la caja del supermercado). Este tipo de ejercicios, que hace que los usuarios mayores comprendan mejor qué hacer y se sientan más motivados, facilita la transferencia de la experiencia de juego a situaciones similares de la vida real, como se indica en ciertos estudios (Chevignard et al. 2000, Krasny-Pacini et al. 2014), donde se demuestra que la validez ecológica del adiestramiento asistido por computadora facilita la transferencia de mejoras cognitivas a la realización de AVD en contextos de la vida real.



Figura 5. Dos escenarios de un juego 3D incluido en VIRTRAE: el superior corresponde a una calle mostrando un mapa en la esquina superior derecha, mientras que el inferior presenta estantes con productos dentro de un supermercado.

Por otra parte, como otro de nuestros objetivos es proporcionar un programa de ejercicios que puedan ser realizados por personas mayores sin el apoyo constante de un terapeuta, se han incorporado a la plataforma una serie de *adaptaciones proactivas*. Por lo tanto, estas adaptaciones deben llevarse a cabo en tiempo de ejecución, y deben realizarse en un doble sentido, ya que es necesario adaptar: (1) la interfaz de usuario, debido a la diversidad de características que pueden tener los diferentes dispositivos que los usuarios utilizan para acceder a la plataforma; y (2) los contenidos y la estructura de los ejercicios, con arreglo al nivel de dificultad seleccionado y a las habilidades mostradas por el usuario mientras realiza el ejercicio.

Para llevar a cabo ambos tipos de adaptación, hemos diseñado un mecanismo de *toma de decisiones sobre la marcha* que ha sido implementado internamente por medio de un sistema basado en reglas (Hayes-Roth 1985), que consiste en una serie de reglas del tipo “si <predicado> entonces <acción/es>”. Cada una de ellas se activa cuando se cumple su predicado. Un predicado puede hacer referencia a las habilidades cognitivas, la información personal, los hábitos diarios y aficiones (o cualquier otra información que se considere de interés en el futuro) almacenadas en el perfil del usuario, así como a los resultados de realizar parcialmente un determinado ejercicio, el tipo de ejercicio, el número de intentos realizados, el tipo de dispositivo utilizado por el usuario, etc. Algunos ejemplos de acciones a ejecutar cuando se cumpla el predicado de una regla podrían ser: modificar el valor asignado a una o más varia-

bles del ejercicio (por ejemplo: el número de opciones posibles como respuesta a una pregunta, la cantidad de elementos en pantalla o el total de repeticiones o pasos permitidos) para aumentar o disminuir su nivel de dificultad y/o cambiar su flujo de trabajo, así como para ajustar algunas de sus características de presentación (por ejemplo: modo de interacción, fuentes, colores y/o *widgets* a ser utilizados en la interfaz de usuario). La ejecución de la/s acción/es asociada/s a una regla implica la actualización de la instancia del ejercicio que el usuario está realizando para incluir las nuevas propiedades en ella. Así, por ejemplo, si un usuario no puede completar un ejercicio después de varios intentos, entonces se le podría mostrar un ejercicio simplificado (con menos elementos, por ejemplo) y/o un tutorial sobre cómo realizar el ejercicio inmediatamente después de la ejecución de la regla correspondiente.

Resultados obtenidos

Con el fin de evaluar diferentes aspectos de VIRTRAEL, se han llevado a cabo una serie de estudios pilotos en los que han participado una muestra representativa de usuarios mayores. A continuación se resaltarán algunos de los principales resultados y conclusiones obtenidas tras el análisis de los datos recogidos en ellos, aunque puede encontrarse más información en el trabajo publicado por Rute-Pérez et al. (2014).

En el primer estudio piloto participaron cuarenta y tres personas mayores (65% mujeres) con una edad media de 74 años (y una desviación típica de 10,9). Solo el 35% de ellos había usado un ordenador o tableta anteriormente. Como algunos resultados mostraron que había espacio para aplicar ciertas mejoras de usabilidad en el sistema, se procedió a realizar varios cambios en la aplicación, con el fin de mejorar los aspectos apuntados por dichos resultados.

Por otra parte, resaltar que en ese estudio se demostró que los ejercicios incluidos en la herramienta de evaluación y estimulación cognitiva de VIRTRAEL tienen validez concurrente con las pruebas de evaluación cognitiva tradicionales.

En otro estudio piloto, en espera de publicación, se distribuyeron setenta personas mayores en un grupo experimental y otro de control, para determinar la eficacia del entrenamiento cognitivo con VIRTRAEL. Los resultados mostraron que los ejercicios de estimulación fueron efectivos para mejorar la atención, la memoria de trabajo verbal, y las habilidades de planificación en las personas mayores.

Finalmente, destacar también que los 150 usuarios que participaron en el último de los estudios piloto de VIRTRAEL nos han confirmado que se sintieron acompañados y alentados por el personaje (asistente virtual) que les explica cada ejercicio y les presenta los resultados obtenidos tras su realización, porque tenían a alguien a quien prestarle atención y rendirle cuentas, como indican Borini et al. (2009). Además, hemos comprobado que la existencia de este personaje con el que interactuar es una forma eficaz de facilitar que las personas mayores centren su atención en diferentes momentos clave, como darse cuenta del comienzo de un nuevo ejercicio o comprender las instrucciones.

Conclusiones y trabajo futuro

Se ha presentado VIRTRAEL, que es un sistema desarrollado para ayudar a las personas mayores a mejorar o mantener ciertas habilidades cognitivas relacionadas con las funciones de memoria, atención, planificación y razonamiento. Cuenta con varias herramientas, unas especialmente diseñadas para sus usuarios finales (los mayores), aunque también hay una destinada a ser usada por los terapeutas y cuidadores de éstos. En VIRTRAEL también se permite la adaptación y personalización de los ejercicios teniendo en cuenta el rendimiento, las preferencias y las necesidades de cada usuario.

VIRTRAEL se ha desarrollado como una plataforma web porque los estándares web brindan portabilidad. Así, cualquier persona con un dispositivo que pueda ejecutar un navegador web y desde cualquier lugar con conexión a Internet puede acceder a y usar nuestra plataforma. Esta tecnología también permite simultáneamente crear y ejecutar diferentes instancias de uno o más ejercicios. Y esto hace posible que una serie de usuarios puedan utilizar los servicios proporcionados por VIRTRAEL al mismo tiempo, desde diferentes ubicaciones geográficas y con un coste (temporal y económico) mucho más bajo que si los mismos ejercicios se tuvieran que realizar en la consulta del terapeuta. Todo ello gracias a que los pacientes pueden realizarlos en su propia casa o desde cualquier otro lugar con acceso a Internet donde se encuentren. Esto claramente evita los costos temporales y/o económicos de tener que ir a la consulta, el tiempo en la sala de espera de la consulta, etc. Además, VIRTRAEL permite a los terapeutas ser más eficientes en el desempeño de su trabajo y, por lo tanto, poder atender a un mayor número de pacientes, independientemente de donde éstos residan.

Otro par de características a destacar de VIRTRAEL son: (1) es de código abierto, y (2) ha sido desarrollado por un equipo multidisciplinar compuesto por neuropsicólogos, médicos e ingenieros de software.

Como trabajo futuro, tenemos pendiente traducir VIRTRAEL a otros idiomas, ya que ahora mismo solo está disponible en español. También nos gustaría completar la herramienta de configuración, para permitir incrementar y mejorar la personalización de todos los ejercicios incluidos en la plataforma presentada.

Referencias

- Borini, E., Damiano, R., Lombardo, V., and Pizzo, A. (2009). Dramasearch. Character-mediated search in cultural heritage. In: *2nd Conference on Human System Interactions (HSI'09)*. pp. 554-561. IEEE, http://www.di.unito.it/~rossana/concorso_ROMA/pagina_publicazioni/f49-2009-IEEE_HSI.pdf.
- Chevignard, M., Pillon, B., Pradat-Diehl, P., Taillefer, C., Rousseau, S., Le Bras, C., and Dubois, B. (2000). An ecological approach to planning dysfunction: script execution. *Cortex*, 36(5), pp. 649-669.
- Cowan, B., Sabri, H., Kapralos, B., Cristancho, S., Moussa, F., and Dubrowski, A. (2011). SCETF: Serious game surgical cognitive education and training framework. In: *2011 IEEE International Games Innovation Conference*. IEEE, pp. 130-133.
- Hayes-Roth, F. (1985). Rule-based systems. *Communications of the ACM*, 28(9), pp. 921-932.
- Hornos, M.J., Rute-Pérez, S., Rodríguez-Domínguez, C., Rodríguez-Almendros, M.L., Rodríguez-Fórtiz, M.J., & Caracul, A. (2017). Visual working memory training of the elderly in VIRTRAEL personalized assistant. In: *Personal Assistants: Emerging Computational Technologies*. Springer, pp. 57-76.

- Ijsselsteijn, W., Nap, H.H., de Kort, Y., and Poels, K. (2007). Digital game design for elderly users. In: *Proceedings of the 2007 Conference on Future Play*. ACM, pp. 17-22.
- Jean, L., Bergeron, M.È., Thivierge, S., and Simard, M. (2010). Cognitive intervention programs for individuals with mild cognitive impairment: systematic review of the literature. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 18(4), pp. 281-296.
- Krasny-Pacini, A., Limond, J., Evans, J., Hiebel, J., Bendjelida, K., and Chevignard, M. (2014). Context-sensitive goal management training for everyday executive dysfunction in children after severe traumatic brain injury. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 29(5), pp. E49-E64.
- López-Martínez, A., Santiago-Ramajo, S., Caracuel, A., Valls-Serrano, C., Hornos, M.J., and Rodríguez-Fórtiz, M.J. (2011). Game of gifts purchase: Computer-based training of executive functions for the elderly. In: *IEEE 1st International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*. IEEE, pp. 1-8.
- Melenhorst, A.S. (2002). *Adopting communication technology in later life: The decisive role of benefits*. Eindhoven University of Technology.
- Ostinelli, R. (2007). The Composite Intelligence of Virtual Assistants, <http://www.uxmatters.com/mt/archives/2007/10/the-composite-intelligence-of-virtual-assistants.php>.
- Rego, P., Moreira, P.M., and Reis, L.P. (2010). Serious games for rehabilitation: A survey and a classification towards a taxonomy. In: *5th Iberian Conference on Information Systems and Technologies*. IEEE, pp. 1-6.
- Rodríguez-Domínguez, C., Carranza-García, F., Rodríguez-Almendros, M.L., Hurtado-Torres, M.V., and Rodríguez-Fórtiz, M.J. (2016). Real Time User Adaptation and Collaboration in Web Based Cognitive Stimulation for Elderly People. In: *13th International Conference Distributed Computing and Artificial Intelligence (DCAI)*. Springer, pp. 367-375.
- Rodríguez-Fórtiz, M.J., Rodríguez-Domínguez, C., Cano, P., Revelles, J., Rodríguez-Almendros, M.L., Hurtado-Torres, M.V., and Rute-Pérez, S. (2016). Serious games for the cognitive stimulation of elderly people. In: *IEEE 4th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*. IEEE, pp. 1-7.
- Rute-Pérez, S., Rodríguez-Domínguez, C., Rodríguez-Fórtiz, M.J., Hurtado-Torres, M.V., and Caracuel, A. (2016). Training Working Memory in Elderly People with a Computer-Based Tool. In: *International Conference on Computers Helping People with Special Needs*. Springer, pp. 530-536.
- Rute-Pérez, S., Santiago-Ramajo, S., Hurtado, M.V., Rodríguez-Fórtiz, M.J., and Caracuel, A. (2014). Challenges in software applications for the cognitive evaluation and stimulation of the elderly. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11(88), pp. 1-10.
- Selzer, M., Clarke, S., Cohen, L., Duncan, P., and Gage, F. (2006). *Textbook of neural repair and rehabilitation, vol. 2, Medical Neurorehabilitation*. Cambridge University Press.
- Talassi, E., Guerreschi, M., Feriani, M., Fedi, V., Bianchetti, A., and Trabucchi, M. (2007). Effectiveness of a cognitive rehabilitation program in mild dementia (MD) and mild cognitive impairment (MCI): a case control study, *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 44(Suppl.), pp. 391-399.
- van Os, Y., de Vugt, M. E., and van Boxtel, M. (2015). Cognitive Interventions in Older Persons: Do They Change the Functioning of the Brain?. *BioMed Research International*, 2015, article ID 438908, 14 pages. doi:10.1155/2015/438908.
- Wiemeyer, J., and Kliem, A. (2011). Serious games in prevention and rehabilitation—a new panacea for elderly people?. *European Review of Aging and Physical Activity*, 9(1), pp. 41-50.

Cómo citar este trabajo: Rodríguez, M.J., Rodríguez, M.L., Hurtado, M.V., Hornos, M.J., Rodríguez, C., Rute, S. y Caracuel, A. (2017). Virtrael: Programa de estimulación cognitiva para mayores. En Arnaiz, P.; Gracia, Mª D. y Soto F.J. (Coords.) *Tecnología accesible e inclusiva: logros, resistencias y desafíos*. Murcia: Consejería de Educación, Juventud y Deportes.



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).