

DO PAPEL-E-LÁPIS À REALIDADE VIRTUAL: UMA NOVA ABORDAGEM PARA REABILITAÇÃO COGNITIVA PERSONALIZADA

Ana Lúcia Faria^{1,2}

Maria Salomé Pinho¹

Sergi Bermúdez i Badia^{2,3}

¹Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra

²Madeira Interactive Technologies Institute

³Universidade da Madeira

Segundo a Organização Mundial de Saúde, anualmente, em todo o mundo, ocorrem cerca de 15 milhões de acidentes vasculares cerebrais (AVC's) que deixam 1/3 de sobreviventes com alterações cognitivas e/ou motoras (WHO, 2014). Para além dos défices motores, em 70% dos casos, o AVC é responsável por défices cognitivos que afectam a capacidade para realizar, de forma independente e segura, as atividades da vida diária (ADL's) (Bowen & Patchick, 2014).

Atualmente, a reabilitação no pós-AVC segue uma abordagem ascendente, com o foco principal na reabilitação da marcha, seguindo-se a reabilitação dos membros superiores e, por fim, a terapia da fala (Connor & Shaw, 2014). Neste contexto, os défices cognitivos não são sistematicamente avaliados e reabilitados. A reabilitação cognitiva inapropriada, ou inexistente, prejudica o potencial de recuperação de alguns pacientes, limitando a sua capacidade de viverem independentemente (Duncan et al., 2005) e aumentando o número e a frequência de encaminhamentos para lares e centros de reabilitação (Cumming, Marshall, & Lazar, 2013). Num estudo da James Lind Alliance, 799 pacientes vítimas de AVC's foram entrevistados acerca das suas dificuldades persistentes no pós-AVC, tendo reportado problemas de concentração (45%), memória (43%) e leitura (23%) (McKevitt et al., 2010). Um número elevado de pacientes considerou que, domínios como a memória e a concentração, não foram tratados de forma adequada, especialmente quando comparados com outros domínios, como a marcha por exemplo. Da mesma forma, quando consultaram os cuidadores e profissionais de saúde, a conclusão principal do estudo foi a de que, desenvolver novas metodologias para melhorar o funcionamento cognitivo no pós-AVC, deveria ser uma prioridade de investigação (Pollock, St George, Fenton, & Firkins, 2014).

As metodologias de reabilitação cognitiva (Wilson, 2002), em especial, necessitam de uma abordagem teórica que integre teorias e modelos de áreas distintas. No entanto, até ao momento, não existe um modelo único ou uma abordagem integradora para a reabilitação

cognitiva, que atenda aos múltiplos aspectos das funções cognitivas envolvidas nas tarefas de vida diária (Gracey & Wilson, 2013). Apesar das tarefas de papel e lápis serem largamente utilizadas, devido à sua validade clínica e custo reduzido (Parsons, 2015), a sua seleção e adequação às necessidades dos pacientes carece de um conjunto de diretrizes sobre como parametrizar estas tarefas (Wilson, 2002).

Os enquadramentos teóricos da reabilitação cognitiva têm funcionado relativamente bem para os défices corticais focais (hemi-negligência e afasia), mas nem tanto para os défices cognitivos mais generalizados (diminuição do processamento da informação e disfunção executiva) (Cumming et al., 2013). Deste modo, a reabilitação cognitiva do AVC continua a ser, maioritariamente, aplicada de acordo com a experiência do profissional de saúde, baseando-se numa seleção subjetiva de tarefas papel e lápis, que podem não estar ajustadas às necessidades cognitivas específicas dos pacientes (Parsons, 2015), para além de que são de difícil execução quando existe hemiplegia do membro superior dominante.

A Realidade Virtual (RV) tem um enorme potencial para maximizar a intensidade e a personalização da reabilitação cognitiva do AVC, capacitando a execução de tarefas personalizadas e controladas (Larson, Feigon, Gagliardo, & Dvorkin, 2014). Uma das principais vantagens da RV é a possibilidade de adaptar os parâmetros de uma tarefa e os níveis de dificuldade ao desempenho do paciente, o que aumenta a especificidade do treino e a motivação, evitando o aborrecimento ou a frustração (Laver, George, Thomas, Deutsch, & Crotty, 2015). Esta tecnologia permite também a utilização de interfaces de interação com o computador, maximizando a capacidade dos pacientes para desempenharem tarefas executivas complexas, tais como planeamento (Serino et al., 2014), resolução de problemas (Jansari et al., 2014), atenção (Díaz-Orueta et al., 2014) e controlo inibitório (Henry, Joyal, & Nolin, 2012), utilizando e, conseqüentemente estimulando, o membro superior afectado (Faria, Vourvopoulos, Cameirão, Fernandes, & Bermúdez i Badia, 2014).

Nos últimos anos, foram desenvolvidos vários ambientes em RV com o objectivo de avaliar ou reabilitar competências necessárias ao desempenho de Atividades de Vida Diária (AVD's) (Klinger et al., 2013). Estes, no entanto, têm se dirigido separadamente ao domínio cognitivo [e.g. Virtual Action Planning – Supermarket (Josman et al., 2014), Virtual Street Crossing System (Navarro, Lloréns, Noé, Ferri, & Alcañiz, 2013), Systemic Lisbon Battery (Gamito & Oliveira, 2013)] ou motor [e.g. Rehabilitation Gaming System (Cameirão, Badia, Duarte, Frisoli, & Verschure, 2012), SeeMe System (Sugarman, Weisel-Eichler, Burstin, & Brown, 2011), IREX System (Kim, Chun, Yun, Song, & Young, 2011)]. À semelhança do

que acontece com as tarefas papel e lápis, não existem diretrizes para a concepção de conteúdos de reabilitação cognitiva baseada em RV. As tarefas em RV são geralmente definidas sem uma compreensão do seu impacto na memória, funções executivas, atenção e linguagem, para além de que apenas algumas consideram a parametrização da dificuldade (Laver et al., 2015).

Neste trabalho, de forma a desenvolver um programa de reabilitação cognitiva personalizada, para além de integrar teorias existentes, envolvemos os profissionais de reabilitação numa metodologia de design participativo. Através das diretrizes obtidas através desta metodologia, desenvolvemos uma aplicação *web* para gerar tarefas papel e lápis (*Task Generator*) e uma simulação virtual de diversas AVD's (*Reh@City*).

MÉTODO

Com base na taxinomia de Bloom (1956) foram selecionadas 11 tarefas papel e lápis comumente utilizadas na prática clínica: sopa de letras, resolução de problemas, sequências numéricas, sequências de ação, associação, cancelamento, categorização, interpretação de contextos, pares de imagens, labirintos e memória de histórias. Estas tarefas foram operacionalizadas com diferentes configurações (tamanho, tipo de estímulos, cor, etc.), dando origem a um total de 56 tarefas ordenadas de forma aleatória. Através do design participativo (Freitas & Jarvis, 2006), 20 profissionais de reabilitação, classificaram cada uma das 56 tarefas papel e lápis de acordo com as suas exigências cognitivas (atenção, memória, linguagem e funções executivas) e dificuldade geral, utilizando uma escala de Likert. As classificações destes profissionais de saúde foram analisadas através de análises multinível, no programa estatístico R (Bliese, 2013), de modo a obter modelos computacionais para identificar e quantificar o impacto das variáveis relevantes de cada uma das 11 tarefas.

RESULTADOS

A identificação das variáveis significativas de cada uma das tarefas e a quantificação do seu impacto em cada domínio cognitivo, permitiu obter diretrizes para a concepção e parametrização de duas ferramentas para a reabilitação cognitiva do AVC:

O Task Generator (TG)

Para além de atender aos diversos domínios cognitivos, de forma sistemática a quantitativa, o TG pode, facilmente, fornecer um treino elevadamente adaptado aos défices de cada paciente. Para aceder a este software, basta entrar em <http://neurorehabilitation.m->

iti.org/TaskGenerator/ e escolher o idioma pretendido. É possível gerar cada uma das 11 tarefas individualmente, especificando os valores dos parâmetros diretamente (ver Figura 1).

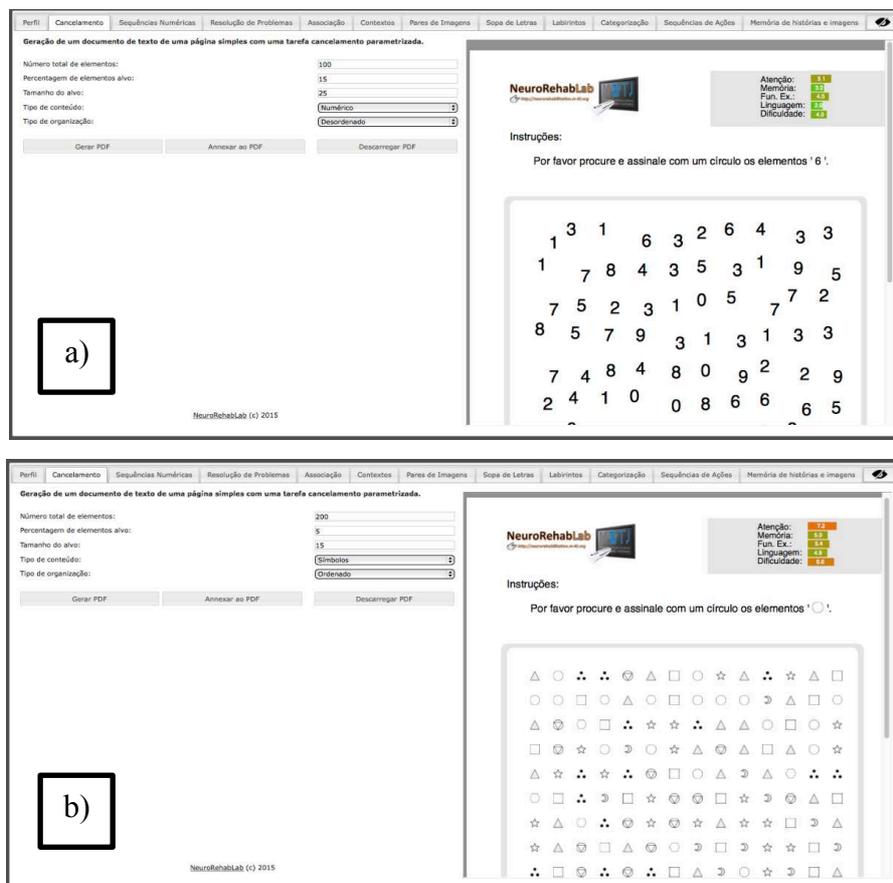


Figura 1: a) Cancelamento com 100 números desordenados em que 15% são números-alvo. b) Cancelamento com 200 símbolos ordenados em que 5% são símbolos-alvo.

No caso de um paciente já ter sido avaliado e o perfil geral, assim como os défices específicos, serem conhecidos, é possível gerar um PDF com as 11 tarefas. Para tal, basta definir os parâmetros para a memória, atenção, funções executivas, linguagem e dificuldade geral, através de uma relação com os resultados de uma avaliação cognitiva de triagem.

O TG foi testado num estudo piloto com 10 AVC's que, depois de avaliados com Addenbrooke Cognitive Examination – revised (ACE-R; Mioshi, Dawson, Mitchell, Arnold, & Hodges, 2006; versão portuguesa de Firmino, Simões, Pinho, Cerejeira, & Martins, 2008), realizaram um treino cognitivo personalizado. O desempenho nas tarefas geradas esteve fortemente correlacionado ($r_s=0,83$) com a pontuação no ACE-R, revelando que a personalização estava adaptada aos défices dos pacientes (Faria & Bermúdez i Badia, 2015).

A Reh@City

A Reh@City (neurorehabilitation.m-iti.org/tools/node/11) consiste na simulação virtual de uma cidade para execução de AVD's (ver Figura 3), desenvolvidas com base nos modelos computacionais das tarefas papel e lápis.



Figura 3: Exemplos de cenários Reh@City. a) A tarefa de navegação na cidade assemelha-se à resolução de labirintos. b) Na cozinha temos a sequenciação de ações para realização de cozinhados.

A Reh@City foi testada com 10 AVC's (Vourvopoulos, Faria, Ponnam, & Bermúdez i Badia, 2014) e apresentou uma forte correlação ($r_s=0,81$) com o Mini-Mental State Examination (Folstein, Folstein, & McHugh, 1975; normas portuguesas de Morgado, Rocha, Maruta, Guerreiro, & Martins, 2009).

Futuramente, será realizado um estudo longitudinal randomizado e controlado com 60 AVC's. A intervenção vai compreender 12 sessões de treino, em que: o grupo experimental 1 utilizará a Reh@City, uma ferramenta de treino personalizado em RV; o grupo experimental 2 utilizará o TG, uma ferramenta de treino personalizado em papel e lápis; e o grupo de controlo fará o treino convencional oferecido pelo Serviço Regional de Saúde .

DISCUSSÃO

As novas tecnologias, tais como a RV, têm permitido o desenvolvimento de ferramentas promissoras para a reabilitação cognitiva. No entanto, não existem princípios orientadores para o desenvolvimento e parametrização de tarefas cognitivas, quer em papel e lápis, quer em RV. O principal objetivo deste trabalho foi propor uma nova abordagem para o desenvolvimento objectivo de ferramentas de reabilitação cognitiva. Através da identificação

de um conjunto de tarefas papel e lápis e quantificação do seu impacto cognitivo, com base num design participativo com 20 profissionais de reabilitação, foram obtidos modelos computacionais para o desenvolvimento de duas ferramentas de reabilitação cognitiva personalizada, o TG e a Reh@City, ambas testadas clinicamente com resultados promissores.

REFERÊNCIAS

- Bliese, P. (2013). *Multilevel Functions (Version 2.5)*. Retrieved from <http://cran.r-project.org/web/packages/multilevel/index.html>
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives* (Vol. 1). David McKay New York.
- Bowen, A., & Patchick, E. (2014). Cognitive Rehabilitation and Recovery After Stroke. In T. A. Schweizer & R. L. Macdonald (Eds.), *The Behavioral Consequences of Stroke* (pp. 315–339). Springer New York.
- Cameirão, M. S., Badia, S. B. i, Duarte, E., Frisoli, A., & Verschure, P. F. M. J. (2012). The Combined Impact of Virtual Reality Neurorehabilitation and Its Interfaces on Upper Extremity Functional Recovery in Patients With Chronic. *Stroke*, *43*(10), 2720–2728.
- Connor, B. B., & Shaw, C. (2014, 2-4 September). *Case study series using brain-training games to treat attention and memory following brain injury*. In 10th ICDVRAT, Sweden.
- Cumming, T. B., Marshall, R. S., & Lazar, R. M. (2013). Stroke, cognitive deficits, and rehabilitation: still an incomplete picture. *International Journal of Stroke*, *8*(1), 38–45.
- Díaz-Orueta, U., Garcia-López, C., Crespo-Eguílaz, N., Sánchez-Carpintero, R., Climent, G., & Narbona, J. (2014). AULA virtual reality test as an attention measure: Convergent validity with Conners' Continuous Performance Test. *Child Neuropsychology*, *20*(3), 328–342.
- Duncan, P. W., Zorowitz, R., Bates, B., Choi, J. Y., Glasberg, J. J., Graham, G. D., ... Reker, D. (2005). Management of Adult Stroke Rehabilitation Care. A Clinical Practice Guideline. *Stroke*, *36*(9), e100–e143.
- Faria, A. L., & Bermúdez i Badia, S. (2015). *Development and evaluation of a web-based cognitive task generator for personalized cognitive training: a proof of concept study with stroke patients*. In REHAB 2015. ACM.
- Faria, A. L., Vourvopoulos, A., Cameirão, M. S., Fernandes, J. C., & Bermúdez i Badia, S. (2014, 2-4 September). *An integrative virtual reality cognitive-motor intervention*

- approach in stroke rehabilitation: a pilot study*. In 10th ICDVRAT, Gothenburg, Sweden.
- Firmino, H., Simões, M., Pinho, M. S., Cerejeira, J., & Martins, C. (2008). *Avaliação Cognitiva de Addenbrooke - Versão Revista*. Coimbra: Hospitais da Universidade de Coimbra.
- Folstein, M., Folstein, S., & McHugh, P. (1975). Mini Mental State: A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12, 189-198. doi: 10.1016/0022-3956(75)90026-6
- Freitas, S., & Jarvis, S. (2006). *A framework for developing serious games to meet learner needs*. In The Interservice/Industry Training, Simulation & Education Conference (I/ITSEC) (Vol. 2006). NTSA.
- Gamito, P., & Oliveira, J. (2013). SLB: Systemic Lisbon Battery. *Methods of Information in Medicine*, 54(2), 122–126.
- Gracey, F., & Wilson, B. A. (2013). Theoretical approaches to cognitive rehabilitation. In L. H. Goldstein & J. E. McNeil (Eds.), *Clinical Neuropsychology: A Practical Guide to Assessment and Management for Clinicians* (pp. 463–466). John Wiley & Sons, Ltd.
- Henry, M., Joyal, C. C., & Nolin, P. (2012). Development and initial assessment of a new paradigm for assessing cognitive and motor inhibition: The bimodal virtual-reality Stroop. *Journal of Neuroscience Methods*, 210(2), 125–131.
- Jansari, A. S., Devlin, A., Agnew, R., Akesson, K., Murphy, L., & Leadbetter, T. (2014). Ecological Assessment of Executive Functions: A New Virtual Reality Paradigm. *Brain Impairment*, 15(02), 71–87.
- Josman, N., Kizony, R., Hof, E., Goldenberg, K., Weiss, P. L., & Klinger, E. (2014). Using the Virtual Action Planning-Supermarket for Evaluating Executive Functions in People with Stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 23(5), 879–887.
- Kim, Y. M., Chun, M. H., Yun, G. J., Song, Y. J., & Young, H. E. (2011). The Effect of Virtual Reality Training on Unilateral Spatial Neglect in Stroke Patients. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 35(3), 309.
- Klinger, E., Kadri, A., Sorita, E., Le Guiet, J.-L., Coignard, P., Fuchs, P., ... Joseph, P.-A. (2013). AGATHE: A tool for personalized rehabilitation of cognitive functions based on simulated activities of daily living. *IRBM*, 34(2), 113–118.
- Larson, E. B., Feigon, M., Gagliardo, P., & Dvorkin, A. Y. (2014). Virtual reality and cognitive rehabilitation: A review of current outcome research. *NeuroRehabilitation*, 34(4), 759–772.

- Laver, K. E., George, S., Thomas, S., Deutsch, J. E., & Crotty, M. (2015). *Virtual reality for stroke rehabilitation*. In Cochrane Database of Systematic Reviews. John Wiley & Sons, Ltd.
- McKevitt, C., Fudge, N., Redfern, J., Sheldenkar, A., Crichton, S., & Wolfe, C. (2010). *UK stroke survivor needs survey*. The Stroke Association, London.
- Mioshi, E., Dawson, K., Mitchell, J., Arnold, R., & Hodges, J. R. (2006). The Addenbrooke's Cognitive Examination Revised (ACE-R): a brief cognitive test battery for dementia screening. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *21*(11), 1078–1085.
- Morgado, J., Rocha, C. S., Maruta, C., Guerreiro, M., & Martins, I. P. (2009). Novos valores normativos do Mini-Mental State Examination. *Sinapse*, *2*(9), 10-16.
- Navarro, M. D., Lloréns, R., Noé, E., Ferri, J., & Alcañiz, M. (2013). Validation of a low-cost virtual reality system for training street-crossing. A comparative study in healthy, neglected and non-neglected stroke individuals. *Neuropsychological Rehabilitation*, *23*(4), 597–618.
- Parsons, T. D. (2015). Ecological Validity in Virtual Reality-Based Neuropsychological Assessment. In *Encyclopedia of Information Science and Technology* (pp. 1006–1015). Hershey, PA: Information Science Reference.
- Pollock, A., St George, B., Fenton, M., & Firkins, L. (2014). Top 10 research priorities relating to life after stroke – consensus from stroke survivors, caregivers, and health professionals. *International Journal of Stroke*, *9*(3), 313–320.
- Serino, S., Pedroli, E., Cipresso, P., Pallavicini, F., Albani, G., Mauro, A., & Riva, G. (2014). The Role of Virtual Reality in Neuropsychology: The Virtual Multiple Errands Test for the Assessment of Executive Functions in Parkinson's Disease. In M. Ma, L. C. Jain, & P. Anderson (Eds.), *Virtual, Augmented Reality and Serious Games for Healthcare 1* (pp. 257–274). Springer Berlin Heidelberg.
- Sugarman, H., Weisel-Eichler, A., Burstin, A., & Brown, R. (2011). Use of novel virtual reality system for the assessment and treatment of unilateral spatial neglect: A feasibility study. In *International Conference on Virtual Rehabilitation* (pp. 1–2). Zurich, Switzerland: IEEE.
- Vourvopoulos, A., Faria, A. L., Ponnamp, K., & Bermúdez i Badia, S. (2014). *RehabCity: Design and Validation of a Cognitive Assessment and Rehabilitation Tool through Gamified Simulations of Activities of Daily Living*. In 11th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology. Funchal, Portugal.

- WHO | The top 10 causes of death. (2014). Retrieved January 4, 2016, from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/>
- Wilson, B. A. (2002). Towards a comprehensive model of cognitive rehabilitation. *Neuropsychological Rehabilitation, 12*(2), 97–110.