

Desenvolvimento de um Protótipo de Jogo com Design Participativo para Treino Cognitivo de Pessoas Idosas

Guilherme B. Domingos, Brenda Miura, Áquila Pas, Maria Teresa Carthery-Goulart, and André Luiz Brandão

Center of Mathematics, Computing and Cognition

Federal University of ABC (UFABC)

Santo André, Brazil

Email: guilherme.begotti@aluno.ufabc.edu.br, brenda.miura@aluno.ufabc.edu.br, aquila.porfirio@ufabc.edu.br, teresa.carthery@ufabc.edu.br, andre.brandao@ufabc.edu.br

Resumo—O número de pessoas idosas e sua expectativa de vida aumentam a cada ano, trazendo a necessidade de novas abordagens para garantir seu bem-estar e qualidade de vida. O processo natural de envelhecimento leva a mudanças cognitivas e é preciso atuar sobre esses aspectos, evitando que o idoso deixe de participar de atividades e diminua sua funcionalidade nas atividades cotidianas. Ferramentas tem sido criadas para lidar com essa situação, entre elas: plataformas e jogos digitais. No entanto, muitos idosos podem não se sentir compelidos a usar estes instrumentos por falta de empatia. Nossa proposta neste estudo é o desenvolvimento de um protótipo de jogo digital através do design participativo com idosos com alto grau de escolaridade. O trabalho foi realizado de forma interdisciplinar, com a inclusão de estudantes e docentes dos Bacharelados em Ciência e Tecnologia, Neurociência e Ciência da Computação da Universidade Federal do ABC (UFABC). O objetivo do design é, a fim de desenvolver um produto que, ao mesmo tempo, fosse eficiente para o treino cognitivo, também fosse divertido e atrativo às pessoas idosas. Mostra-se que ferramentas que refletem melhor as expectativas dos usuários podem ser criadas levando em consideração os diversos agentes envolvidos na vida de um idoso. Estas ferramentas se tornarão mais úteis e eficazes porque partirão das ideias e necessidades dos próprios usuários.

Keywords—jogo, neurociências, idosos, treino cognitivo, design participativo.

I. INTRODUÇÃO

A maior parte dos jogos, quando desenvolvidos, levam em consideração somente o lazer e a diversão, além de serem feitos visando somente públicos muito comuns: as crianças e os adultos. Verifica-se escassez de jogos destinados à população idosa [1], [2], quando, na realidade, estes possuem potencial de serem utilizados como ferramenta de treino [3], para melhorar capacidades cognitivas e motoras, através de interações intuitivas e atraentes [4], [5], [6].

Existem mudanças cognitivas e físicas associadas ao envelhecimento. Já foi observado que, por meio de diferentes tipos de intervenções, idosos conseguem melhorar suas capacidades cognitivas como velocidade de processamento, planejamento, memória verbal e raciocínio lógico, obtendo efeitos positivos em sua saúde [7].

A utilização de jogos digitais, além de aumentar a capacidade cognitiva, previne o declínio cognitivo no envelheci-

mento e é um recurso de tratamento de distúrbios cognitivos nessa população [8]. Contudo, o uso e aceitação de jogos por esta população são reduzidos pela dificuldade conforme o tipo de jogabilidade [9], [10].

Desta forma, para conseguir produzir um jogo destinado a esta população é necessário considerar ainda mais os impactos físicos e cognitivos que o jogo exercerá, a fim de que não exista prejuízo ou que cause desconfortos desnecessários. Para garantir estes requisitos, acredita-se que a elaboração do projeto de um jogo mais eficiente em treinamento e em adesão, deva ser feita conjuntamente com os idosos [9], [11].

Este trabalho tem o objetivo de contribuir demonstrando que estrutura, conteúdo, estímulos cognitivos e diversão podem ser relacionados e moldados em um único jogo, desde a etapa de design até a implementação final. O jogo pode ser feito unindo ideias e habilidades dos idosos, neurocientistas e cientistas da computação, integrando todos como desenvolvedores em um processo de Design Participativo [12]. A criação do jogo pode ser algo que atenda aos requisitos dos usuários [13] e que realmente possa ser usado como ferramenta de estimulação cognitiva e lazer.

O Design Participativo consiste em incorporar os usuários e especialistas à equipe de desenvolvimento [12], fazendo com que eles participem das etapas de construção e testes da aplicação [14]. A fim de alcançar tal objetivo, realizou-se uma pesquisa por trabalhos relacionados ao tema, além de aplicações do modelo de Design Participativo e de conceitos relacionados aos aspectos neurocientíficos. Experimentou-se, neste estudo, a metodologia e os conhecimentos obtidos com um grupo de idosos para criação de um protótipo de um jogo para treino cognitivo.

Assim, o artigo encontra-se dividido em seções, nas quais: na Seção II serão mencionados e discutidos os principais trabalhos relacionados. Nas Seções III e IV, são apresentadas as construções teóricas neurocientífica, as etapas do desenvolvimento de requisitos e design. O resultado, na forma de um protótipo funcional do jogo, é apresentado na Seção V. Por fim, as considerações finais e desdobramentos desta pesquisa estão presentes na Seção VI.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

As pesquisas demonstram que os jogos digitais se tornam cada vez mais presentes por meio de aplicações móveis e outras plataformas de multimídia, assim as aplicações de saúde baseadas em jogos são ferramentas promissoras para tratamentos, ou mesmo no dia-a-dia. Dada a importância do grande aumento de usuários de pessoas idosas como um público em potencial para aplicações de saúde cognitiva é crucial fundamentar os fatores para o desenvolvimento do jogo, os efeitos de jogos digitais, as abordagens e variáveis de desenvolvimento do mesmo [15].

Ao projetar um jogo para idosos é importante considerar vários fatores, como dispositivo, design, incentivo, conteúdo e impacto do tema do jogo ao usuário [16]. Principalmente deve considerar-se o conteúdo o qual será desenvolvido durante o jogo [17] e os benefícios que serão gerados com sua aplicação nas funções cognitivas como planejamento, velocidade de processamento, memória e raciocínio lógico [7], [18]. Pesquisas constataam mudanças benéficas na cognição de idosos a partir do uso destas ferramentas [19]. Foram verificados benefícios em processos cognitivos como aprendizagem e memória, percepção visual, orientação espacial e coordenação [20] [21].

Referente ao Design Participativo, há estudos que apresentam a igual importância dos papéis entre todos os participantes durante o desenvolvimento do jogo. Onde estes participantes em sessões discutem sobre pontos a serem desenvolvidos no jogo orientadas por regras pré definidas por parte dos participantes [22] [23]. Há estudos que apresentam apenas duas regras pré estabelecidas aos participantes, tempo e tema [24]. De acordo com Szykman et al. [25], além de demonstrar que consideram os valores pessoais e contexto social dos usuários melhoram a aceitação do jogo. O Design Participativo proporciona extrair e analisar estas informações conforme as sessões e aplicação no desenvolvimento do jogo.

Dentre os estudos relacionados foi possível observar que há uma subdivisão nos jogos que tem como objetivo o treino cognitivo. Há jogos orientados por metas ou resolução de problemas [26] e jogos de treinamento de habilidades cognitivas [27], [28]. Entretanto, não se encontrou nenhum jogo que contemple todos esses objetivos e que seu desenvolvimento tenha sido realizado com design participativo como este apresentado. O presente estudo apresenta a aplicação adaptada do procedimento de Szykman et al. [25], em que sessões de Design Participativo são aplicados com pessoas idosas, intercaladas com sessões entre, somente, pesquisadores de Neurociência e Ciência da Computação.

III. COGNIÇÃO E TREINO COGNITIVO

O cérebro passa por mudanças anatômicas que afetam a integridade estrutural de tecidos e células neurais associadas ao envelhecimento [29]. Estudos com neuroimagem mostram que regiões cerebrais associadas às funções executivas

e à memória são significativamente afetadas com o aumento da idade, sendo que o córtex pré frontal (PFC) emerge como a região mais vulnerável [30]. As falhas observadas no domínio das funções executivas são causas das principais dificuldades relatadas com o avanço da idade por interferirem em outros processos cognitivos. Relatos como maior dificuldade de lembrar fatos, encontrar palavras que nomeiam determinados objetos ou associar nomes a rostos estão relacionados ao declínio da inteligência fluida, assim como a menor velocidade de processamento [31], condizente com a teoria de Desaceleração Geral (do inglês, *General Slowing Theory*) que diz que a população idosa passaria por um processo de desaceleração cognitiva generalizada, resultando em tempos de reação mais elevados que outras faixas etárias da população, em tarefas cognitivas [32].

Por outro lado, outros estudos sugerem que não há declínio das funções executivas [33]. Martins et al. [29] propuseram, baseados em estudos com neuroimagem, a existência de mecanismos compensatórios que permitem a manutenção do desempenho cognitivo às custas da velocidade de processamento (*Temporal Hypothesis for Compensation*). Assim, a teoria propõe dois mecanismos relacionados ao aumento da idade: um na forma de compensação neural e outro como reserva neural. O primeiro, utiliza redes neurais com padrões de ativação diferentes do que tipicamente utilizado para realizar uma tarefa, enquanto o segundo utiliza recursos cognitivos obtidos ao longo da vida que são menos suscetíveis às perturbações.

A partir destas teorias, como forma de favorecer esses mecanismos compensatórios, vem crescendo formas de desenvolver programas de treinamento cognitivo. O que se tem verificado é que diversos programas têm efeito positivo na cognição em adultos saudáveis. Um dos domínios mais sensíveis a estes treinos é a memória episódica, que se refere à capacidade cognitiva de formar memórias sobre eventos e recordar eventos passados [34]. Outro tipo de memória beneficiado pelos treinos é a memória de trabalho (memória operacional) que se refere à capacidade de reter temporariamente um estímulo para processamento e/ou alocar recursos atencionais para lidar com diversas informações simultaneamente. Assim, alguns estudos com treinos desenvolvidos computacionalmente constataam melhora no domínio de memória de trabalho [35], em tarefas de reconhecimento com recrutamento da memória de curto prazo [34], nas funções executivas [36], [37], na atenção [37] e velocidade de processamento [38], [37]. Em um levantamento realizado por Kueider, et al. (2012), a maioria das intervenções realizadas em grupo obtiveram melhora em algum aspecto cognitivo [39]. A Tabela I apresenta a relação de domínios cognitivos e suas definições.

IV. DESIGN E DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento do jogo foi definido que a concepção de sua estrutura, tema, fluxo e jogos seriam organizados

Tabela I
DOMÍNIOS COGNITIVOS

Função Cognitiva	Definições
Memória	Capacidade de adquirir, armazenar e recuperar uma informação
Memória Operacional	Conhecida como memória de trabalho, é um sistema de capacidade limitada, de armazenamento temporário que necessita da manipulação online da informação
Função Executiva	Capacidade de alocar de forma eficiente os recursos cognitivos
Atenção Seletiva	Capacidade de selecionar uma informação ignorando demais estímulos não desejados
Atenção alternada	Capacidade de alternar o foco de atenção em duas ou mais tarefas
Atenção sustentada	Capacidade de manter o foco de atenção numa mesma tarefa durante um período de tempo também conhecida como concentração ou vigilância
Controle Inibitório	Capacidade de inibir respostas comportamentais não relacionadas à tarefa de interesse
Inteligência Fluida	Capacidade de resolver problemas e reter novos conhecimentos

por Design Participativo. Neste método, desenvolvedores e co-desenvolvedores realizam reuniões em que todos os envolvidos tiveram papéis igualmente importantes com o objetivo de obter informações para o desenvolvimento do jogo. Nas sessões estes desenvolvedores e co-desenvolvedores encontram-se para a discussão e organização do protótipo. O número de sessões pode variar conforme necessidade do processo. Assim, com o objetivo de considerar os valores do usuário, o co-desenvolvedor e o conteúdo do jogo, o processo de implementação do Design Participativo neste jogo foi dividido em doze sessões, dentre estas, seis ocorreram com todos os participantes (desenvolvedores e co-desenvolvedores) e as outras seis apenas com os desenvolvedores para organizar as informações coletadas e gerar o protótipo do jogo. Cada sessão é controlada por um Game Designer que segue regras definidas previamente ao início da sessão. O método aplicado neste estudo é a adaptação do procedimento apresentado por Szykman et al. [25]. A diferença entre o método aplicado no presente estudo e aquele aplicado por Szykman et al. é que esses últimos autores realizaram somente sessões de Design Participativo com todos os envolvidos e, este presente estudo intercala sessões entre todos os envolvidos e somente pesquisadores da universidade (UFABC). A adaptação foi realizada porque, enquanto Szykman et al. propuseram um método para inserir valores de usuários, este presente estudo tem como objetivo validar o design afim de permitir que estímulos na memória possam ser realizados, durante a execução do jogo, por idosos.

A. Os Participantes

Todos os participantes tiveram uma representação igualmente importante durante as sessões para o desenvolvimento do protótipo do jogo. As sessões do Design Participativo

foram compostas por desenvolvedores e co-desenvolvedores. Os co-desenvolvedores eram idosos com mais de 60 anos, com alto grau de escolaridade e nível socioeconômico e sem declínio cognitivo patológico (envelhecimento típico). Participaram voluntariamente do processo em sessões guiadas, como apresentado na Figura 1, em que tiveram como principal função, a geração de artefatos referentes ao conteúdo, estrutura e tema do Jogo. Os desenvolvedores por sua vez, foram três pesquisadores da área de Ciência da Computação e dois de Neurociências que aplicaram a interdisciplinaridade entre as áreas considerando os valores pessoais e o contexto social desses usuários no conteúdo do jogo para proporcionar maior probabilidade de sua aceitação. Assim, estes também foram os responsáveis por discutir, organizar e apresentar as informações e decisões tomadas nas sessões.

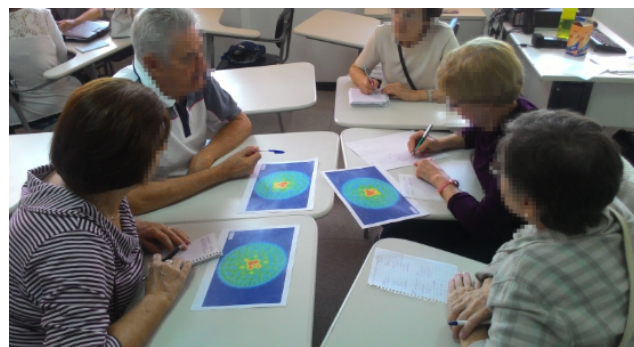


Figura 1. Participantes em momento de diálogo e desenvolvimento de ideias.

B. As Sessões de Design Participativo

Todas as sessões com a participação dos co-desenvolvedores tiveram a seguinte estrutura geral: apresentação do que havia sido desenvolvido até o momento, estabelecimento dos objetivos da sessão e execução das tarefas propostas. Para a execução de cada sessão, as atividades propostas eram realizadas em grupo ou em conjunto, com objetivos definidos que deveriam ser cumpridos em uma duração de tempo específica. Ao término das atividades em grupos, todos discutiam sobre as ideias sugeridas a fim de que houvesse um consenso final sobre os temas abordados na sessão. Conforme os grupos fomentavam suas ideias ao longo do processo, o jogo foi adquirindo características mais concretas e claras.

Intercalada a cada sessão, os desenvolvedores se reuniram com o objetivo de analisar e organizar as informações coletadas. Essa análise, por parte dos co-designers, se deu através do uso de mapas de calor com palavras e expressões com mais ocorrência nos diálogos, criados pelo Game Designer, a partir de áudios gravados das reuniões. Essa técnica foi previamente aplicada por Szykman et al. [25], com um grupo menor de co-designers rendendo resultados satisfatórios de

design; o que justificou a aplicação neste projeto com um grupo maior. O detalhamento das sessões estão descritos a seguir.

1) *Sessão 1*: Os objetivos desta primeira sessão foram: (1) definir o tipo de dispositivo, (2) o tipo de aplicação desenvolvida, (3) o tema do software e (4) a possibilidade de *single* ou *multiplayer*. Para a execução de cada etapa foram administrados quinze minutos. Como resultado, os dispositivos definidos nesta sessão foram: computador, *tablet* ou celular, para serem aplicados como aplicativo comum ou jogo.

A partir dos áudios gravados a cerca dos dispositivos e tema de escolha desta sessão, um mapa de calor foi montado utilizando o software *VOS Viewer* (Figura 2 e 3). As palavras com maior frequência durante as discussões, bem como as palavras a elas mais relacionadas, foram colocadas no centro do mapa de calor, enquanto as que eram mencionadas menos vezes e com baixa relação com outras palavras ficaram mais espaçadas ao longo da periferia.

A Figura 2 ilustra o resultado das discussões referentes ao tipo de dispositivo escolhido para o jogo. A palavra central é “três”, pois foi mencionado que o jogo deveria ser desenvolvido em três plataformas: computador, dispositivo móvel e web. Ainda na área vermelha, acima da palavra “três”, constam “computador” e “celular”, que demonstra uma preferência pelas duas plataformas. As outras duas palavras que aparecem na área central do mapa de calor são: “toque” e “dispositivo”.

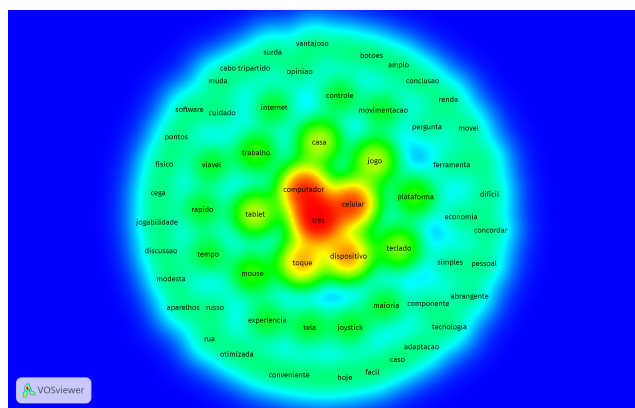


Figura 2. Mapa de Calor resultante da discussão na sessão 1 do Design Participativo: elementos verbais relevantes são destacados e localizados mais perto dos elementos relacionados a eles, referente ao tipo de dispositivo.

A Figura 3 apresenta o mapa de calor resultante sobre o tema do jogo. Na região vermelha, central, a palavra com maior quantidade de vezes mencionada foi “supermercado”. Outras duas palavras aparecem, na área vermelha: “stop” e “foto”. Os participantes demonstraram grande interesse no ambiente de compras do seu cotidiano e mencionaram que fotos poderiam estar presentes, além do jogo conhecido como *Stop*.

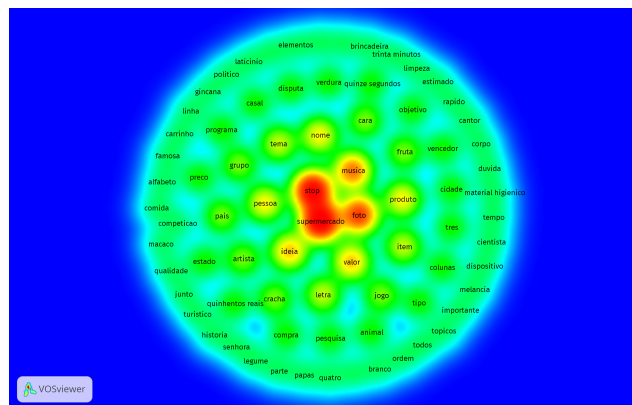


Figura 3. Mapa de Calor resultante da discussão na Sessão 1 do Design Participativo: elementos verbais relevantes são destacados e localizados mais perto dos elementos relacionados a eles, referente a escolha do tema.

2) *Sessão 2*: O objetivo desta sessão foi de modular os mapas de calor gerados da sessão anterior (sobre dispositivo e tema) e discutir sobre os aspectos neurocientíficos. A modulação feita no mapa de calor foi de retirar, adicionar ou ranquear palavras que condizem da melhor forma ao objetivo estabelecido para o jogo. Desta maneira, confirmando os elementos definidos na sessão anterior. Para a atividade de ajuste dos mapas de calor foi estabelecido o tempo de vinte minutos, enquanto para as demais atividades (explicação e discussão) foi estabelecido o tempo de execução de quinze minutos.

A Figura 4 apresenta o mapa de calor que é o resultado final da Sessão 2, sobre o dispositivo. Com o ajuste, as palavras “computador”, “celular” e “toque” permaneceram na região central, sendo que as duas primeiras tiveram maior destaque.

A Figura 5 ilustra o resultado do ajuste do mapa de calor

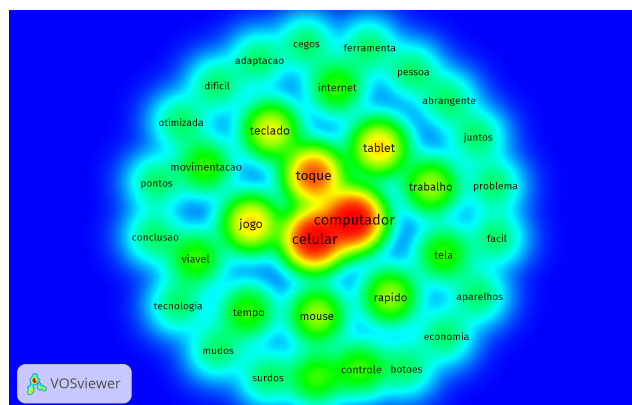


Figura 4. Mapa de Calor resultante da Sessão 2, ajustado referente a discussão anterior do Design Participativo: elementos verbais relevantes são destacados e localizados mais perto dos elementos relacionados a eles, referente ao dispositivo.

sobre o tema do jogo. As palavras “supermercado” e “valor” ficaram na região central do mapa. Como consequência, o contexto do jogo ficou de um supermercado e os custos de cada produto são parte das atividades dos jogadores.

3) *Sessão 3*: Esta sessão teve como objetivo a criação de *user stories* para identificar tarefas e ações inseridas no jogo. *User Stories* são frases que contextualizam uma ou mais tarefas a serem incluídas no jogo. *User Stories* é um conceito utilizado em métodos ágeis de desenvolvimento de software. As frases deveriam ser elaboradas a partir das palavras presentes no mapa de calor resultante da Sessão 2, porém não era necessário que se restringissem somente a elas. Para esta tarefa o grupo foi dividido em sub-grupos de cinco pessoas e buscaram criar trinta e cinco frases em trinta minutos.

4) *Sessão 4*: O objetivo desta sessão foi de priorizar, bem como adicionar novas *user stories*. Para modular as frases os participantes foram separados em grupos e foi definido quinze minutos para o cumprimento da tarefa. Em seguida, cada grupo deveria apresentar as principais frases mais pontuais e como foram hierarquizadas. Para esta atividade também foi especificado quinze minutos para a execução.

5) *Sessão 5*: O objetivo desta sessão foi de apresentar o protótipo de baixa fidelidade criado a partir das *user stories*. A partir desta apresentação, uma discussão a fim de sugerir modificações foi realizada. As atividades desta sessão levaram entre dez e quarenta minutos.

6) *Sessão 6:* A última com a participação dos co-desenvolvedores (pessoas idosas), teve como objetivo a apresentação do protótipo de alta fidelidade a partir das sugestões da Sessão 5.

A Tabela II apresenta um resumo das sessões de Design Participativo que foram realizadas com os idosos. Na tabela, é possível visualizar cada uma das seis sessões de design, os tempos de duração das etapas das sessões, a descrição

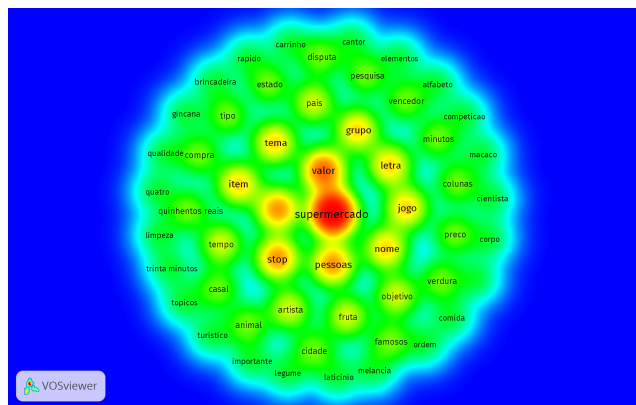


Figura 5. Mapa de Calor ajustado, resultante da Sessão 2, referente a discussão do Design Participativo: elementos verbais relevantes são destacados e localizados mais perto dos elementos relacionados a eles, referente a escolha do tema.

Tabela II

RESUMO DAS SESSÕES COM PARTICIPAÇÃO DE CO-DESENVOLVEDORES

Sessão		Duração	Descrição	Formato
1	1	15 min	Definição de dis-positivo	Grupo único
	2	15 min	Definição de Aplica-ção e Tema	Grupos de até 5 pessoas
	3	15 min	Discussão Geral	Grupo único
2	1	20 min	Modulação de Mapas de Calor	Grupos de até 5 pessoas
	2	15 min	Discussão Geral	Grupo único
3	1	30 min	Criar Histórias de Usuário	Grupo de até 5 pessoas
	2	10 min	Discussão Geral	Grupo único
4	1	15 min	Discussão sobre o jogo	Grupo único
	2	15 min	Modulação das frases de users stories	Grupos de até 5 pessoas
	3	15 min	Discussão Geral	Grupo único
5	1	40 min	Mostra do Protótipo de Baixa Fidelidade	Grupo único
	2	10 min	Discussão Geral	Grupo único
6	1	20 min	Mostra do Protótipo de Alta Fidelidade	Grupo único
	2	20 min	Feedback do Projeto	Grupo único
	3	10 min	Futuro do Projeto	Grupo único

das etapas e o formato de cada uma delas.

7) *Sessões Intermediárias*: Além das sessões com os co-designers, foram feitas, entre estas, sessões com os outros atores do design participativo. Nelas, os cientistas da computação e as neurocientistas revisavam a sessão anterior com os idosos, discutiam aspectos mais técnicos de design de games e projetavam protótipos das atividades do jogo.

Essas reuniões pretendiam portanto entender as ideias e artefatos criados pelos idosos e através desse entendimento traçar objetivos de desenvolvimento mais claros para as próximas sessões. Além disso, as neurocientistas também eram colocadas em situações que envolviam o mesmo processo de design participativo para a criação das atividades.

Através desse formato de seções intermediárias, pode-se concluir que a inserção das neurocientistas como o grupo de usuários especialistas [12], gerou um protótipo melhor embasado cientificamente e deu suporte a criação de mais atividades do que as pretendidas pelo grupo de co-designers e que atendiam diretamente os requisitos de treino cognitivo e de memória. O protótipo, os detalhes de desenvolvimento e cada uma das atividades criadas serão descritos nas próximas seções.

C. Programação e Design de Interface

Por meio dos estudos apresentados por Zhang et al. [40] e Othlinghaus et al. [41], pode-se perceber que idosos preferem jogos que sejam familiares à sua realidade. As pessoas idosas podem ter a tendência de escolherem jogos que se assemelham, tanto às tarefas e ações que fazem constantemente, como cozinhar ou limpar a casa, como aos objetos comuns com que convivem e as situações rotineiras. Tal aspecto foi observada diretamente nas sessões (reuniões), as primeiras sessões onde o grupo estava a decidir onde o

jogo seria ambientado. As pessoas participantes seguiram em direções às situações e lugares aos quais estavam acostumadas. Portanto, a ideia de jogo refletiu um desses lugares (o supermercado). A situação do supermercado, apesar de corriqueira, envolve recursos de planejamento e execução que requerem esforço cognitivo e motor para lembrar-se do que comprar, calcular além da locomoção e manejo de instrumentos, entre outros.

Para o desenvolvimento, além da preocupação com a produção do ambiente familiar, teve-se a preocupação de conseguir modelos tridimensionais e texturas, que se apresentassem tangíveis aos idosos. Então, grande parte do *level design* foi focado em construir um supermercado o mais perto possível do real, mesmo com as limitações da equipe. Buscou-se a combinação de iluminação e de sons ambientes, como o barulho característico feito pelas rodinhas do carrinho, atendentes e clientes, ruídos das máquinas registradoras, para tornar a experiência mais imersiva possível. Os itens modelados e toda a sua disposição dentro do supermercado foram desenvolvidos pensando na melhor experiência familiar de jogo.

Nas sessões de design participativo, os idosos indicaram grande dificuldade e até medo dos computadores. Muito foi discutido sobre controles e movimento, desde as opções de *joystick* e captura de movimentos através de aparelhos sensores, até como e quais botões deveriam ser usados dentro do jogo. Em grupo, chegaram a conclusões e a maioria delas envolvia experimentações, por parte deles, onde gostariam de conhecer cada uma das tecnologias apresentadas. As conclusões foram documentadas, mas a equipe de desenvolvimento decidiu, para o protótipo, o uso de mouse e teclado para os controles do jogo, postergando o uso de interfaces de toque e captura de movimento para o desenvolvimento. Além da escolha por objetos e ambientes familiares, adotou-se uma postura de criar movimentos, dentro do jogo, que fossem mais suaves e que ajudassem o idoso a manejar melhor os periféricos escolhidos.

O motor usado para a programação do jogo, a Unity 3D [42], disponibiliza uma gama de componentes e já faz os cálculos físicos necessários para tratar as colisões e a gravidade dos objetos de forma real. No entanto, o protótipo foi desenvolvido com muitos ajustes finos dos movimentos dos objetos no jogo.

A movimentação do carrinho foi experimentada até se chegar em um ponto onde era possível perceber que o mesmo carrinho seguia as leis da física e, ao mesmo tempo, tinha limitações suaves para que não prejudicasse ou dificultasse os movimentos físicos dos idosos, seguindo padrões descritos pelo participantes da equipe e pelos estudos Gerling et al. [2], [10].

Enfim, detalhes foram considerados na criação do jogo, no *level design* e jogabilidade, para disponibilizar a melhor experiência possível aos usuários em foco. Pôde-se concluir que criar o projeto, com design participativo, envolvendo



Figura 6. Supermercado, com o carrinho de compras e itens nas prateleiras.

representantes de usuários no desenvolvimento, salientou aspectos de design importantes. Tais aspectos, a literatura já tem discutido e que deveriam ser respeitados por desenvolvedores, independente da idade do público alvo e principalmente no desenvolvimento de ferramentas, jogos e aplicações para idosos.

V. O PROTÓTIPO DESENVOLVIDO

O tema escolhido pelos participantes foi realizar uma competição inserida no ambiente de um supermercado (Figura 6: Menu Inicial). No início, o jogador possui uma quantidade limitada de dinheiro e tempo para encontrar no supermercado os itens de uma lista de compra. Administrar tempo, produtos e valores dos objetos são capacidades necessárias para estabelecer o vencedor.

Complementando o jogo central feito pelos co-desenvolvedores e procurando focar no treinamento cognitivo de funções executivas, memória e atenção proposto dentro do tema estabelecido, foram desenvolvidos seis subjogos listados a seguir:

- 1) Em *Cadê o Leite?*, o jogador deve buscar um objeto específico em meio a outros dispostos em prateleiras. O nível de dificuldade é proporcional ao número de elementos que distraem o jogador, no ambiente, isto é, quanto mais objetos apresentados e, quanto maior for a semelhanças entre os mesmos, mais difícil torna-se a tarefa. O foco do jogo é realizar o treino de atenção seletiva, em que o jogador treina ignorar os demais objetivos em prol de cumprir o objetivo da tarefa no menor tempo possível. A Figura 7 ilustra a atividade “Cadê o leite”, com prateleiras que têm produtos e o usuário deve selecionar o objeto correto.
- 2) Em *Compra Rápida*, o jogador deve executar duas tarefas “ao mesmo tempo”: comandar um carrinho de supermercado, evitando que o mesmo bata nos obstáculos, enquanto pega objetos específicos indicados nas prateleiras ao longo do caminho. O nível de dificuldade aumenta com a velocidade de apresentação dos estímulos e proximidade entre eventos das duas



Figura 7. Cadeira de Leite?: Prateleira com itens disponíveis no supermercado.



Figura 9. Fechando o Caixa: Esteira do caixa com itens selecionados pelo jogador.

tarefas. O treino cognitivo principal está em alternar as duas tarefas cada vez mais rápido e de maneira eficiente. Conforme a velocidade do jogo aumenta, maior é a velocidade de processamento requisitada. A Figura 8 apresenta a cena em que o jogador controla o carrinho de compras e deve desviar de obstáculos presentes nos corredores do supermercado.

- 3) Em **Fechando o Caixa**, o jogador observa os objetos passando por uma esteira. Em um dado momento, uma categoria de objeto aparecerá e o jogador deve encontrar objetos que façam parte desta categoria. Por exemplo: categoria-laticínios, objeto-Queijo. Ao alocar a atenção a espera do objeto em questão, espera-se que o jogador treine aspectos relacionados a atenção sustentada, estando em prontidão ao achar o objeto desejado. A atividade “Fechando o Caixa” é ilustrada na Figura 9.
- 4) O **Jogo do STOP** foi sugerido pelos participantes no primeiro encontro. Uma forma de incrementá-lo de forma a atender os requisitos procurados para o desenvolvimento do jogo foi adaptá-lo. Desta forma, a proposta foi apresentar ao jogador diversos objetos que devem ser memorizados durante certo período de

tempo (ordem de segundos). Em seguida o jogo de STOP inicia e o jogador deve escrever, durante um limitado período de tempo, os itens referentes a cada categoria conforme uma letra sorteada (Figura 10). Se o item recordado estiver entre os apresentados anteriormente para memorização, o jogador recebe um valor extra de bônus. Se o produto recordado pertencer a categoria exigida, ele recebe uma pontuação normal e, caso ele não se recorde de um determinado item, nenhuma pontuação será adicionada. Neste jogo, o treino está destinado principalmente a aspectos da memória operacional.

- 5) Em **Stroop Market**, o teste Stroop é um teste de inibição de uma resposta natural a um estímulo incongruente. Geralmente são utilizadas palavras coloridas e solicita-se que, em vez de ler a palavra, o indivíduo diga a cor em que está escrita. A incongruência se dá quando temos uma palavra como “azul” escrita na cor vermelha (participante deve dizer vermelho em vez de azul). Assim, formas sem significado associado a cor são estímulos neutros, enquanto palavras que nomeiam cores preenchidas por cores podem ser congruentes, quando da mesma cor ou incongruentes,



Figura 8. Compra rápida: Carrinho de compras com possibilidade de desviar de obstáculos.

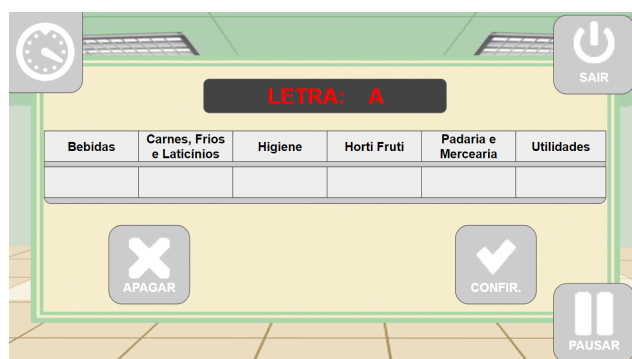


Figura 10. Jogo do Stop do supermercado.



Figura 11. Stroop Market ilustrado no contexto do protótipo desenvolvido.

quando de cores diferentes. Neste jogo, foram adicionados ainda elementos tradicionalmente representados por uma determinada cor para montar estímulos congruentes como “Queijo - Amarelo” e incongruentes como “Leite - Vermelho” (Figura 11). O jogador treina sua capacidade de controle inibitório, deixando de responder a um estímulo bastante habituado para responder a outro como objetivado no jogo.

- 6) Em **Vale Quanto?**, o jogador irá treinar formas de inferir valores possíveis de um produto conforme informações prévias como quantidades e valores de diferentes produtos. Por exemplo, na Figura 12, são dados o “preço do Café A para uma quantidade y” e o “preço do Café A para uma quantidade x” como dicas para inferir o “preço para do Café A para uma quantidade w”. O nível de dificuldade aumenta conforme aumenta a quantidade de informações a serem manipuladas durante o jogo. Esta atividade é complexa e exige a alocação de forma eficiente das capacidades cognitivas para realizar esta tarefa. De forma geral, todos os jogos possuem a necessidade de trabalhar a função executiva, mas dentre os jogos criados, este é o que tem como foco principal o treino deste domínio.



Figura 12. Atividade “Vale Quanto?”, com exemplo do Café.

Os sub-jogos tem como objetivo o treino mais específico de cada domínio cognitivo, embora se saiba que as diferentes funções são requisitadas em todos os processos. Todos os jogos possuem um *feedback* positivo quanto ao desempenho do jogador, transformando a pontuação obtida em bônus para ser utilizado no jogo principal.

VI. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Observou-se, neste estudo, um processo longo de desenvolvimento de um protótipo funcional. Tal protótipo funcional corresponde a um jogo com estímulos feitos com o foco no treino cognitivo, lazer e diversão dos idosos e que teve o propósito de mostrar algumas nuances e questões envolvidas no design participativo.

Um assunto ainda em discussão é a capacidade de jogos cognitivos em generalizar as melhorias observadas em estratégias de treino para aplicações diárias. Zelinks [43] reuniu uma série de estudos com envelhecimento que mostram efeitos de transferência tanto no domínio temporal imediato [44], [45], [46], [47] como com avaliação do efeito após anos [48], [49], [50], no domínio funcional para atenção, memória visual, raciocínio e habilidades espaciais [44]) e também multimodal [50]).

No entanto, paradoxalmente, outros estudos mostram que não há transferência para outras habilidades cognitivas [48], [38], [49]. Estes resultados mostram melhoria na realização destas tarefas, mas ainda não se estabeleceu quanto o treino no jogo é transferido para outras tarefas não treinadas, mas que exigem processos cognitivos relacionados.

Espera-se, ainda, implementar corretamente todas as demais *user stories* geradas através do design participativo e testar o jogo. O teste do jogo em usuários diferentes daqueles participantes do design servirá para observar e obter informações sobre a existência ou não de ganhos cognitivos, ou mesmo se o jogo é realmente efetivo em trazer entretenimento aos usuários.

Todavia, muito ainda pode ser feito, na academia e na indústria para os idosos e públicos mais específicos como este. Conclui-se, neste estudo, que deve-se enfatizar o desenvolvimento participativo, pois apenas o contato do desenvolvedor e pesquisador com o público já é de grande valia para criação de melhores projetos. Além disso, mais projetos que considerem o envelhecimento da população e as diversas derivações disso devem ser produzidos, pois podem ajudar na prevenção do declínio cognitivo patológico e melhorar a qualidade de vida dessa população como um todo.

REFERÊNCIAS

- [1] H. Nap, Y. De Kort, and W. IJsselstein, “Senior gamers: preferences, motivations and needs,” *Gerontechnology*, vol. 8, no. 4, pp. 247–262, 2009.

- [2] K. M. Gerling, F. P. Schulte, and M. Masuch, “Designing and evaluating digital games for frail elderly persons,” in *Proceedings of the 8th international conference on advances in computer entertainment technology*. ACM, 2011, p. 62.
- [3] M. Zyda, “From visual simulation to virtual reality to games,” *Computer*, vol. 38, no. 9, pp. 25–32, Sep. 2005. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1109/MC.2005.297>
- [4] A. Nagle, R. Riener, and P. Wolf, “High user control in game design elements increases compliance and in-game performance in a memory training game,” *Frontiers in psychology*, vol. 6, p. 1774, 2015.
- [5] K. M. Gerling, J. Schild, and M. Masuch, “Exergame design for elderly users: the case study of silverbalance,” in *Proceedings of the 7th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*. ACM, 2010, pp. 66–69.
- [6] —, “Exergaming for elderly: analyzing player experience and performance,” in *Mensch & computer*, vol. 11. Oldenbourg Verlag, 2011, p. 401.
- [7] F. Garcia-Sanjuan, J. Jaen, and V. Nacher, “Tangibot: a tangible-mediated robot to support cognitive games for ageing people—a usability study,” *Pervasive and Mobile Computing*, vol. 34, pp. 91–105, 2017.
- [8] H. M. Lau, J. H. Smit, T. M. Fleming, and H. Riper, “Serious games for mental health: are they accessible, feasible, and effective? a systematic review and meta-analysis,” *Frontiers in psychiatry*, vol. 7, p. 209, 2017.
- [9] S. Uzor, L. Baillie, and D. Skelton, “Senior designers: empowering seniors to design enjoyable falls rehabilitation tools,” in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, 2012, pp. 1179–1188.
- [10] K. Gerling and M. Masuch, “When gaming is not suitable for everyone: Playtesting wii games with frail elderly,” in *1st Workshop on Game Accessibility*, 2011.
- [11] T. T. Cota, L. Ishitani, and N. Vieira Jr, “Mobile game design for the elderly: A study with focus on the motivation to play,” *Computers in Human Behavior*, vol. 51, pp. 96–105, 2015.
- [12] H. C. d. Oliveira *et al.*, “Uma metodologia participativa para o desenvolvimento de jogos sérios,” 2015.
- [13] G. Chin, “A case study in the participatory design of a collaborative science-based learning environment,” Ph.D. dissertation, Virginia Tech, 2004.
- [14] M. J. Muller, J. H. Haslwanter, and T. Dayton, “Participatory practices in the software lifecycle,” in *Handbook of Human-Computer Interaction (Second Edition)*. Elsevier, 1997, pp. 255–297.
- [15] A. H. Ivory and J. D. Ivory, “On the need for developmental perspectives in research on the potential positive and negative health effects of digital games,” in *Mobile e-Health*. Springer, 2017, pp. 201–214.
- [16] K. M. Gerling, F. P. Schulte, J. Smeddinck, and M. Masuch, “Game design for older adults: effects of age-related changes on structural elements of digital games,” in *International Conference on Entertainment Computing*. Springer, 2012, pp. 235–242.
- [17] T. Tong and M. Chignell, “Designing game-based cognitive assessments for elderly adults,” in *Proceedings of the First International Conference on Gameful design, research, and applications*. ACM, 2013, pp. 127–130.
- [18] J. I. Buitenweg, R. M. van de Ven, S. Prinssen, J. M. Murre, and K. R. Ridderinkhof, “Cognitive flexibility training: A large-scale multimodal adaptive active-control intervention study in healthy older adults,” *Frontiers in human neuroscience*, vol. 11, p. 529, 2017.
- [19] T. Tong and M. Chignell, “Developing a serious game for cognitive assessment: choosing settings and measuring performance,” in *Proceedings of the second international symposium of Chinese CHI*. ACM, 2014, pp. 70–79.
- [20] H. C. S. Neto, D. P. C. Neto, J. B. Leite, J. Cerejeira, and L. Roque, “Cow milking game: Evaluating a serious game for cognitive stimulation with an elderly population,” in *Proceedings of the International Symposium on Interactive Technology and Ageing Populations*. ACM, 2016, pp. 44–53.
- [21] P. Fissler, I.-T. Kolassa, and C. Schrader, “Educational games for brain health: revealing their unexplored potential through a neurocognitive approach,” *Frontiers in psychology*, vol. 6, p. 1056, 2015.
- [22] E. Brandt, “Designing exploratory design games: a framework for participation in participatory design?” in *Proceedings of the ninth conference on Participatory design: Expanding boundaries in design-Volume 1*. ACM, 2006, pp. 57–66.
- [23] N. Hendriks, K. Slegers, and P. Duysburgh, “Codesign with people living with cognitive or sensory impairments: a case for method stories and uniqueness,” *CoDesign*, vol. 11, no. 1, pp. 70–82, 2015.
- [24] J. Musil, A. Schweda, D. Winkler, and S. Biffl, “Synthesized essence: what game jams teach about prototyping of new software products,” in *Proceedings of the 32nd ACM/IEEE International Conference on Software Engineering-Volume 2*. ACM, 2010, pp. 183–186.
- [25] A. G. Szykman, A. L. B. ao, and J. ao Paulo Gois, “Development of a Gesture-Based Game Applying Participatory Design to Reflect Values of Manual Wheelchair Users,” *International Journal of Computer Games Technology*, p. 19 pages, 2018.
- [26] M. L. Verduin, S. D. LaRowe, H. Myrick, J. Cannon-Bowers, and C. Bowers, “Computer simulation games as an adjunct for treatment in male veterans with alcohol use disorder,” *Journal of substance abuse treatment*, vol. 44, no. 3, pp. 316–322, 2013.
- [27] S. Ballesteros, A. Prieto, J. Mayas, P. Toril, C. Pita, L. Ponce de León, J. M. Reales, and J. Waterworth, “Brain training with non-action video games enhances aspects of cognition in older adults: a randomized controlled trial,” *Frontiers in aging neuroscience*, vol. 6, p. 277, 2014.

- [28] S. DAVIS, S. Van der Oord, R. W. Wiers, and P. J. Prins, “Improving executive functioning in children with adhd: Training multiple executive functions within the context of a computer game. a randomized double-blind placebo controlled trial,” *PloS one*, vol. 10, no. 4, p. e0121651, 2015.
- [29] R. Martins, Y. Joannette, and O. Monchi, “The implications of age-related neurofunctional compensatory mechanisms in executive function and language processing including the new temporal hypothesis for compensation,” 2015.
- [30] N. Raz, “The ageing brain: structural changes and their implications for cognitive ageing,” 2004.
- [31] D. N. Brooks, “Memory and head injury,” *Journal of Nervous and Mental Disease*, 1972.
- [32] T. A. Salthouse, “The processing-speed theory of adult age differences in cognition,” *Psychological review*, vol. 103, no. 3, p. 403, 1996.
- [33] K. B. Boone, B. L. Miller, I. M. Lesser, E. Hill, and L. D’Elia, “Performance on frontal lobe tests in healthy, older individuals,” 1990.
- [34] C. Chambon, C. Herrera, P. Romaiguere, V. Paban, and B. Alescio-Lautier, “Benefits of computer-based memory and attention training in healthy older adults,” 2014.
- [35] N. Zimmermann, T. M. Netto, M. T. Amodeo, B. Ska, and R. P. Fonseca, “Working memory training and poetry-based stimulation programs: Are there differences in cognitive outcome in healthy older adults?” *NeuroRehabilitation*, vol. 35, no. 1, pp. 159–170, 2014.
- [36] S. C. Li, F. Schmiedek, O. Huxhold, C. Röcke, J. Smith, and U. Lindenberger, “Working memory plasticity in old age: practice gain, transfer, and maintenance,” 2008.
- [37] N. D. Cassavaugh and A. F. Kramer, “Transfer of computer-based training to simulated driving in older adults,” 2009.
- [38] J. D. Edwards, V. G. Wadley, D. E. Vance, K. Wood, D. L. Roenker, and K. K. Ball, “The impact of speed of processing training on cognitive and everyday performance,” 2005.
- [39] A. M. Kueider, J. M. Parisi, A. L. Gross, and G. W. Rebok, “Computerized cognitive training with older adults: a systematic review,” 2012.
- [40] H. Zhang, Z. Shen, J. Lin, Y. Chen, and Y. Miao, “Familiarity design in exercise games for elderly,” *Int J Inf Technol*, vol. 22, pp. 1–19, 2016.
- [41] J. Othlinghaus, K. M. Gerling, and M. Masuch, “Intergenerational play: Exploring the needs of children and elderly,” in *Mensch & Computer Workshopband*, 2011, pp. 317–322.
- [42] U. Technologies, “Unity - manual: Unity manual,” <http://docs.unity3d.com/Manual/index.html>, 2015.
- [43] E. M. Zelinski, “Far transfer in cognitive training of older adults,” *Restorative neurology and neuroscience*, vol. 27, no. 5, pp. 455–471, 2009.
- [44] C. Basak, W. R. Boot, M. W. Voss, and A. F. Kramer, “Can training in a real-time strategy video game attenuate cognitive decline in older adults?” *Psychology and aging*, vol. 23, no. 4, p. 765, 2008.
- [45] J. M. Jennings, L. M. Webster, B. A. Kleykamp, and D. Dagenbach, “Recollection training and transfer effects in older adults: Successful use of a repetition-lag procedure,” *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, vol. 12, no. 3, pp. 278–298, 2005.
- [46] G. E. Smith, P. Housen, K. Yaffe, R. Ruff, R. F. Kennison, H. W. Mahncke, and E. M. Zelinski, “A cognitive training program based on principles of brain plasticity: results from the improvement in memory with plasticity-based adaptive cognitive training (impact) study,” *Journal of the American Geriatrics Society*, vol. 57, no. 4, pp. 594–603, 2009.
- [47] D. L. Roenker, G. M. Cissell, K. K. Ball, V. G. Wadley, and J. D. Edwards, “Speed-of-processing and driving simulator training result in improved driving performance,” *Human factors*, vol. 45, no. 2, pp. 218–233, 2003.
- [48] K. Ball, D. B. Berch, K. F. Helmers, J. B. Jobe, M. D. Leveck, M. Marsiske, J. N. Morris, G. W. Rebok, D. M. Smith, S. L. Tennstedt *et al.*, “Effects of cognitive training interventions with older adults: a randomized controlled trial,” *Jama*, vol. 288, no. 18, pp. 2271–2281, 2002.
- [49] S. L. Willis, S. L. Tennstedt, M. Marsiske, K. Ball, J. Elias, K. M. Koepke, J. N. Morris, G. W. Rebok, F. W. Unverzagt, A. M. Stoddard *et al.*, “Long-term effects of cognitive training on everyday functional outcomes in older adults,” *Jama*, vol. 296, no. 23, pp. 2805–2814, 2006.
- [50] F. I. Craik, G. Winocur, H. Palmer, M. A. Binns, M. Edwards, K. Bridges, P. Glazer, R. Chavannes, and D. T. Stuss, “Cognitive rehabilitation in the elderly: effects on memory,” *Journal of the International Neuropsychological Society*, vol. 13, no. 1, pp. 132–142, 2007.