Parâmetros para a concepção e avaliação de jogos para reabilitação de pacientes vítimas de AVE

Pedro Cesar Pedreira Cataldi, **pedrocataldi@gmail.com** – Programa de Pós-Graduação em Design, Departamento de Design, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil

Tiago Barros Pontes e Silva, **tiagobarros@unb.br** – Programa de Pós-Graduação em Design, Departamento de Design, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil

Resumo

O processo de tratamento de pacientes vítimas de Acidente Vascular Encefálico (AVE) pode ser cansativo e duradouro, apresentando diversos casos de desistência e também de depressão associados a quantidade de exercícios demandados e a taxa decrescente de progressão da recuperação dos pacientes. Com isso, tem sido cada vez mais frequente a aplicação de jogos nesse contexto, em sua grande maioria jogos comerciais. Os jogos comerciais garantem a diversão e motivação dos pacientes, entretanto, não apresentam todos os atributos necessários para serem aplicados como tratamento em sessões de fisioterapia, demandando adaptações. Percebe-se, portanto, a necessidade do desenvolvimento de jogos específicos para esse fim, permitindo a execução de movimentos adequados e o monitoramento de profissionais da área de fisioterapia. Nesse sentido, a presente pesquisa tem por objetivo investigar parâmetros relevantes ao game designer para auxiliar a concepção e avaliação de jogos voltados para a reabilitação de pacientes vítimas de AVE. Para tanto, são abordados conceitos referentes às áreas de reabilitação e game design, destacando-se alguns dos principais padrões utilizados por game designers. A partir desse levantamento, são realizados uma série de grupos focais com uma equipe de profissionais de áreas relacionadas, obtendo-se como resultado a identificação de parâmetros para o desenvolvimento de um jogo para ser usado como instrumento de reabilitação. A partir desses parâmetros, visando testar a sua aplicabilidade, é desenvolvido um jogo instrumento, avaliado intrinsecamente por profissionais e pesquisadores da equipe. Em seguida, os parâmetros revisados são avaliados novamente por profissionais e pesquisadores das áreas de reabilitação e também de game design, permitindo seu refinamento. Como resultado da pesquisa, são propostos 9 atributos de reabilitação e 13 atributos voltados para a experiência do jogador. As avaliações sugerem que a lista de atributos proposta pode ser empregada como um auxílio aos game designers em uma atividade de concepção de jogos voltados para a reabilitação, mantendo-se a liberdade necessária à atividade criativa enquanto permitindo as restrições que garantam a sua qualidade de aplicação no ambiente de reabilitação.

Palavras-chave**: **jogos sérios, game design, reabilitação, acidente vascular encefálico (AVE).

Parameters for the design and evaluation of rehabilitation games for patients victims of stroke

Abstract

The treatment of patients suffering from stroke can be tiring and lasting, presenting several cases of withdrawal and also depression associated with the amount of exercise demanded and the decreasing rate of progression of recovery of patients. Herewith, it has been increasingly frequent the application of games in this context, mostly commercial games. The commercial games guarantee the fun and motivation of the patients; however, they do not present all the necessary attributes to be applied as treatment in sessions of physiotherapy, demanding adaptations. Therefore, it is necessary to develop specific games for this purpose, allowing the execution of appropriate movements and the monitoring of physiotherapy professionals. In this sense, the present research aims to investigate relevant parameters to the game designer to assist in the conception and evaluation of games aimed at the rehabilitation of patients victims of stroke. To do so, concepts related to the areas of rehabilitation and game design are discussed, highlighting some of the main patterns used by game designers. From this survey, a series of focal groups with a team of professionals from related areas is carried out, obtaining as a result the identification of parameters for the development of a game to be used as a rehabilitation instrument. From these parameters, aiming to test its applicability, a game instrument is developed, evaluated intrinsically by professionals and researchers of the team. Then, the revised parameters are evaluated again by professionals and researchers of rehabilitation and also game design areas, allowing their refinement. As a result of the research, 9 rehabilitation attributes and 13 attributes are proposed for the player's experience. The evaluations suggest that the proposed list of attributes can be used as an assistance to game designers in a game designing activity geared towards rehabilitation while maintaining the necessary freedom for creative activity while allowing the constraints that ensure its quality of application in the rehabilitation environment.

Keywords: serious games, game design, rehabilitation, stroke.

1. INTRODUÇÃO

Jogos são interativos por natureza, possibilitam o estímulo de ideias e sensações, evocação de significados, desenvolvimento de habilidades motoras, assim como de resolução de problemas. Essas características proporcionam aos jogadores a imersão no universo do jogo e a sua conexão com a experiência proposta pela narrativa, tornando o jogo uma mídia de consumo cada vez mais presente. Com isso, atualmente, os jogos são propostos como mecanismos estruturadores de diversas atividades, conhecidos como os jogos sérios, empregados em processos de aprendizagem, treinamento e reabilitação (MITCHEL & CHEN, 2006).

Assim, médicos e fisioterapeutas empregam jogos eletrônicos para o tratamento e reabilitação de seus pacientes. Estudos apontados por Granic, Lobel e Rutger (2014) demonstram uma série de benefícios provindos da aplicação de jogos para desenvolvimento cognitivo, motivacional, emocional e social, que vêm sendo foco de estudos na área médica para motivação e tratamento dos pacientes. Especificamente, a área de reabilitação se beneficia do fator motivacional dos jogos para o alcance dos resultados esperados em seus tratamentos. Os processos longos e exaustivos aos quais os pacientes se submetem para sua recuperação muitas vezes os levam à perda de seu engajamento e ao abandono da atividade de recuperação. Buscam-se, portanto, alternativas que proporcionem maior engajamento aos pacientes na execução dos exercícios necessários para sua recuperação, visando o aumento de sua motivação, assim como o seu retorno em sessões futuras. Ainda, Kemp (1988) ressalta a importância dos jogos eletrônicos no contexto de reabilitação de pacientes, justamente pela disciplina e engajamento necessários para sua recuperação.

Mais especificamente, a área da reabilitação de pacientes vítimas de Acidente Vascular Encefálico (AVE), caracterizado por bloqueios ou rompimentos de um ou mais vasos sanguíneos no cérebro, causando paralisia parcial ou total dos seus movimentos, apresenta alto grau de recuperação pela realização de exercícios fisioterápicos. Essa recuperação, entretanto, não é sempre alcançada. Sua recuperação, mesmo sendo possível pela plasticidade do sistema nervoso, exige tempo e dedicação, tornando-se cada vez mais difícil com o passar do tempo, demandando um número maior de exercícios para uma recuperação cada vez menor. Essa curva de recuperação tende a desmotivar os pacientes, frequentemente levando ao abandono do tratamento, mesmo que o paciente ainda apresente limitações em seus movimentos.

A crescente gama de estudos que apontam o uso de jogos como fonte de motivação intrínseca, assim como a frequente utilização de jogos em situações médicas e de reabilitação, sugere não só um aumento na preocupação com o tema, mas também uma oportunidade desenvolvedores de jogos. Em uma revisão sistemática de estudos de aplicação de jogos na recuperação de habilidades de movimento e equilíbrio de idosos que sofreram quedas, Neri *et al.* (2017) ressaltam a importância do engajamento dos pacientes para casos de melhora de longo prazo. Os autores também afirmam que durante uma sessão de jogo, os pacientes dirigem sua atenção para a experiência de jogo, o que proporciona um ambiente desafiador e motivador, tornando mais provável a sua participação em um número maior de sessões e, consequentemente, ampliando sua plasticidade neural e sua capacidade de aprendizado motor. Além dos benefícios trazidos pela experiência desafiadora do jogo, Neri *et al.* (2017) ressaltam a importância do duplo treinamento proporcionado pela sessão, em que o paciente é treinado tanto em suas habilidades motoras quanto cognitivas, em uma experiência que possibilita o desenvolvimento em um ritmo particular para cada indivíduo.

Atualmente, são realizados tratamentos de fisioterapia com uso de jogos eletrônicos comerciais, como os jogos da plataforma Wii, por exemplo, que possui um controle com sensor infravermelho para captar a movimentação de seus jogadores. Entretanto, são pertinentes ressalvas quanto ao uso de jogos de entretenimento em contextos de reabilitação, pois, apesar de atuarem na motivação do paciente, não foram projetados para essa finalidade. Esses jogos foram criados para um público mais amplo, com objetivo de diversão e entretenimento, desconsiderando as especificidades de cada sujeito, os tipos de exercícios e movimentos que precisam ser realizados, o monitoramento e registro de sua recuperação, entre outras questões. Ainda, entende-se que essas variáveis devem ser articuladas em conjunto com o jogo, de forma que não interfiram na diversão do jogador, possibilitando aos pacientes a mesma experiência de um jogo comercial enquanto permitem o tratamento do paciente.

Assim, é necessário que todos os fatores relevantes para a sessão de fisioterapia sejam considerados durante o momento de confecção do jogo. Esse processo demanda do *game designer* a articulação de todos os elementos do jogo, como os seus estímulos visuais e sonoros, as tecnologias empregadas como suporte e a coerência de sua narrativa, orquestrados para proporcionar ao jogador uma experiência integral e consistente. Para estruturar esse processo, é comum a utilização de *frameworks*, parâmetros que guiam o processo decisório dos projetistas, proporcionando uma visualização abrangente do jogo e a aderência aos objetivos de experiência pretendidos para o jogador, facilitando inclusive as etapas de avaliação do jogo ao longo do projeto.

Percebe-se então a necessidade de investigação do processo de criação de jogos propostos para o contexto de reabilitação sobre a ótica do *game design,* visando a identificação de atributos que facilitem o desenvolvimento de jogos específicos para essa finalidade, auxiliando o processo de concepção do jogo, assim como guiando os ciclos iterativos do seu desenvolvimento. Nesse contexto é proposto o presente estudo, que se relaciona com outras investigações realizadas pela equipe do Laboratório LARA (Laboratório de Automação e Robótica) do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Brasília (UnB). Em conjunto, espera-se investigar o potencial de recuperação motora de pacientes com sequelas crônicas decorrentes do AVE utilizando da terapia de Estimulação Elétrica Funcional (FES) com a aplicação de jogos como elemento de auxílio à fisioterapia convencional, consistindo em um projeto de caráter interdisciplinar.

Nesse sentido, o objetivo da presente pesquisa é investigar parâmetros para a concepção e avaliação de jogos voltados para a reabilitação de pacientes vítimas de Acidente Vascular Encefálico (AVE) relevantes ao *game designer*. Para tanto, pretende-se (a) investigar os campos de reabilitação e *game design*; (b) identificar os principais parâmetros relacionados a jogos voltados para reabilitação; (c) testar a aplicabilidade dos parâmetros levantados por meio do desenvolvimento de um jogo; (d) verificar a adequação do jogo e a relevância dos parâmetros para o contexto da reabilitação de pacientes vítimas de AVE sob a perspectiva dos profissionais da área de saúde; e (e) validar a compreensibilidade dos parâmetros propostos para a atividade de *game design*.

Espera-se contribuir, portanto, para o crescimento do mercado de jogos na área da saúde, assim como proporcionar qualidade aos produtos oferecidos para o tratamento de reabilitação de pacientes de AVE.

2. JOGOS E REABILITAÇÃO

A reabilitação é a área das ciências da saúde que se preocupa com a restauração das habilidades de pessoas com algum tipo de deficiência ou que sofreram algum trauma que limite as suas capacidades, seja em aspecto físico, psicomotor, psicológico, afetivo ou profissional.

No contexto de reabilitação pós-traumática, um dos maiores desafios a ser enfrentado para a recuperação adequada é a falta de aderência à terapia por parte do próprio paciente. Frequentemente, a terapia demanda a execução de atividades prolongadas e extensas para obtenção de resultados progressivamente mais limitados, uma tarefa que se torna cara, difícil e demanda uma grande quantidade de tempo, tendo como consequência a perda de engajamento por parte dos pacientes na realização dos exercícios (LOHSE *et al.*, 2013). Por isso, a motivação do paciente é considerada fator fundamental para a eficácia e velocidade de sua recuperação (KEMP, 1988). Entretanto, torna-se comum a prática inadequada das atividades, realizadas sem que sejam cumpridos os exercícios de maneira correta, ou até mesmo caracterizadas pelo abandono da terapia antes da recuperação planejada.

A dose de movimentos estimada para uma recuperação significativa de um paciente se encontra na casa de milhares de repetições, que normalmente são divididas em pequenas séries diárias. As atividades são normalmente acompanhadas por um profissional da área de reabilitação, mas é frequente a recomendação para que os pacientes executem os treinos também de maneira independente em seus horários livres, fora do ambiente clínico. Dessa maneira, mesmo com a dedicação paralela do paciente em realizar exercícios em casa, o número de sessões necessárias para que seja atingido o objetivo da recuperação é extenso, se traduzindo em meses de trabalho repetitivo, exaustivo, caro e de lenta progressão.

Lesões no Sistema Nervoso Central (SNC), mais especificamente Acidentes Vasculares Encefálicos (AVE), caracterizados por bloqueios ou rompimentos de vasos sanguíneos no cérebro, podem resultar em paralisia dos movimentos do corpo (FEIGIN *et al.*, 2013). A recuperação parcial ou total dos movimentos é possível por meio de tratamento, graças à plasticidade do SNC, possibilitando que regiões intactas do cérebro assumam as funções das áreas debilitadas (OLIVEIRA, SALINA & ANNUNCIATO, 2001).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), 15 milhões de pessoas sofrem um AVE a cada ano e, destas, 5 milhões ficam permanentemente debilitadas. É estimado que entre 5 e 20% dos pacientes vítimas de AVE consigam recuperar completamente os seus movimentos, sendo em torno de 50% a taxa de recuperação espontânea, de forma que a outra metade demanda a terapia prolongada (VAN PEPPEN *et al.*, 2004).

Para recuperação de seus movimentos, os pacientes recorrem à fisioterapia, na qual realizam exercícios repetitivos e, muitas vezes, dolorosos de alongamento e fortalecimento muscular com objetivo de ativar a plasticidade do sistema nervoso. É comum, entretanto, o fracasso desse tratamento pela falta de engajamento dos pacientes na execução de suas atividades, em conjunto com a lenta recuperação de suas habilidades motoras. Outro complicador frequente é a possibilidade de o paciente iniciar um processo depressivo durante a recuperação, diminuindo ainda mais seu desempenho e motivação para progredir na terapia (LOHSE *et al.*, 2013). A depressão pode ocorrer por motivos diversos, tendo destaque o relato de diversos pacientes a respeito de como suas atividades do dia-a-dia são afetadas pelo trauma, e de como os exercícios tradicionais são desinteressantes e cansativos (BURKE *et al*., 2009).

A perda de motivação gradual ao longo do tratamento repetitivo de reabilitação e taxa de desistência dos pacientes antes de concluído seu tratamento levou à busca por meios que tornassem essa atividade mais interessante e divertida, tendo por fim o maior engajamento do paciente com seu tratamento. Com essa finalidade, a aplicação de jogos em reabilitação vem sendo estudada em diversos casos devido ao seu potencial em proporcionar efeitos positivos em âmbitos comportamentais e atitudinais nos usuários envolvidos. Lohse e colegas (2013) sugerem que jogos eletrônicos são benéficos para o aprendizado e desenvolvimento de atividades cognitivas e motoras, tanto em casos de reabilitação pós-traumática, quanto em estudos realizados com pacientes saudáveis. Também é relatada pelos autores a indução à reorganização plástica do cérebro por meio do jogo, o que leva à retenção motora de longo prazo das habilidades adquiridas durante a atividade. Essa retenção de longo prazo demonstra que a ação de jogar pode gerar aprendizados e melhorias que transpassam para as atividades diárias dos pacientes, não sendo perdidas ao fim do treino.

Ainda, a aplicação de mecânicas específicas de jogos possibilitam o aumento da motivação dos pacientes e do tempo que eles se dispõem a realizar as atividades necessárias para sua recuperação. Com a experiência proporcionada pelo jogo, o paciente tem maior probabilidade de: (a) iniciar uma sessão (ponto de engajamento); (b) aumentar seu engajamento ao longo da sessão; (c) retardar seu estado de desmotivação; e (d) aumentar a probabilidade de retorno ao seu estado de engajamento inicial (Figura 1). Além disso, a utilização de jogos na reabilitação tem potencial de aumentar consideravelmente a quantidade de movimentos executados pelo paciente em uma sessão por integrá-los à uma atividade de um ambiente interativo (LOHSE *et al.*, 2013).

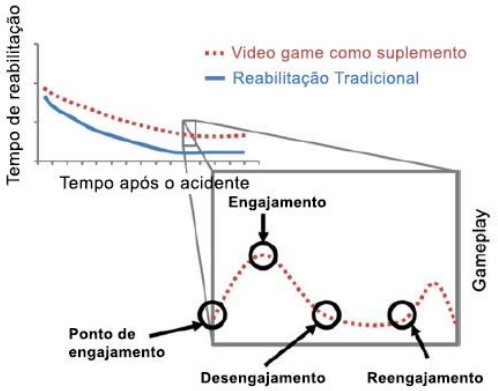


Figura 1: Gráfico retratando o aumento de engajamento nas diferentes etapas da atividade de reabilitação, adaptado de Lohse *et al.* (2013).

Para maximizar o resultado do treinamento, é esperado que a terapia apresente uma elevada quantidade de repetições, duração adequada, supervisão de um especialista e recompensas facilmente perceptíveis. A aplicação de um jogo que utilize, por exemplo, elementos de Realidade Virtual (do inglês *Virtual Reality* - *VR*), por meio de sensores de detecção de movimento e controles interativos, permite que os exercícios sejam adaptados ao contexto diferenciado do jogo, trazendo todos os seus benefícios para a atividade de reabilitação. É constatado, ainda, que o paciente se beneficia da prática da atividade em um ambiente de interação virtual, devido ao melhor monitoramento de seus movimentos e *feedbacks* precisos durante a ação de jogar, que leva o paciente a buscar a perfeição da execução de uma atividade para obter por consequência um melhor resultado no jogo. O

treino auxiliado por VR permite também que habilidades aprendidas durante as atividades executadas sejam retidas mais facilmente e transferidas de forma mais eficiente para habilidades cotidianas, quando comparadas a pacientes que receberam treino semelhante de maneira tradicional (TODOROV *et al.*, 1997).

Também foram realizados estudos com a aplicação de jogos comerciais em atividades de reabilitação que obtiveram resultados promissores. Em um dos casos, a utilização de jogos no console da marca Nintendo, o Wii, proporcionou um aumento considerável de função motora em um grupo de pacientes vítimas de AVE dentro dos seis meses iniciais após o acidente, quando comparados com um grupo de terapia utilizando métodos recreativos tradicionais (SAPOSNIK *et al.*, 2010). Os jogos denominados "Wii Fit", dessa mesma plataforma, são considerados uma alternativa para exercícios aeróbicos de baixa intensidade, envolvendo movimentos com todo o corpo, mas principalmente os membros superiores, podendo ser utilizados como forma de treino para pessoas de meia idade e idosos (GUDERIAN *et al.*, 2010).

Joo e colegas (2010) também apresentam resultados positivos na aplicação de exercícios para membros superiores em pacientes que sofreram AVE por meio da utilização de jogos do console Wii e de seu controle de captação de movimento. Após seis sessões de trinta minutos foi verificado o aumento significativo da capacidade motora dos pacientes e aumento na motivação em continuar realizando as atividades. Os pacientes ficaram mais propensos a continuar com sua terapia e até a recomendar a outras pessoas, relatando que sentiram progresso ao menos tão positivo quanto o de um exercício tradicional. Os pacientes, ainda, mostraram-se interessados em adquirir o console e o jogo devido à diversão proporcionada durante a atividade.

Intervenções positivas também foram relatadas em situações de aplicação de jogos em reabilitação de pacientes com traumas diferentes dos causados pelo AVE. Pacientes com estágios iniciais de Parkinson apresentaram melhora ao utilizar o aparelho *balance board* do console Wii (GIL-GOMÉZ *et al.*, 2011), e pacientes idosos obtiveram melhoras em suas capacidades motoras e em seu equilíbrio ao executar exercícios amparados por jogos em comparação com a fisioterapia tradicional (LAVER *et al.*, 2012). Esses estudos demonstram como a aplicação de jogos na área da reabilitação pode ser uma forma de complementação para a fisioterapia tradicional, permitindo um aumento considerável do engajamento do paciente com a atividade realizada.

Na maior parte dos casos estudados são utilizados jogos comerciais para realização da terapia. Esses são jogos que foram criados com o objetivo principal de serem divertidos para um público mais amplo. Esse pode ser considerado um ponto positivo para sua utilização em casos de reabilitação por serem projetados e balanceados para engajar seus jogadores em uma experiência imersiva, testados por profissionais e até mesmo corroborados por sua aceitação no mercado. Esses jogos, entretanto, mostram-se muitas vezes limitados nessa aplicação tão específica que é a reabilitação, por não serem adequados completamente às necessidades dos pacientes.

Os pacientes necessitam da realização de exercícios específicos para o seu caso, tendo dificuldades e restrições particulares que devem ser abordadas pelos fisioterapeutas, mas que configuram situações muito singulares para serem consideradas pelas mecânicas limitadas de um jogo comercial. Sua dificuldade também não é planejada para se adequar ao desafio que cada paciente necessita para progredir em seu tratamento. O desafio de um paciente com limitações motoras ao interagir com um jogo cujo foco está na movimentação será provavelmente maior do que o desafio vivenciado pelo público para o qual o jogo foi planejado. Apesar do potencial da tecnologia atual, também não é possível um envolvimento mais técnico do fisioterapeuta em relação ao acompanhamento de seu paciente e do progresso da recuperação em um jogo comercial devido à falta de mecanismos de monitoramento e coleta de dados.

A efetividade de jogos comerciais pode ser vista, portanto, como limitada quando diz respeito a aspectos mais técnicos da reabilitação, demonstrando a necessidade do projeto de jogos específicos para essa finalidade. Ainda, é necessário que esses jogos possibilitem atender às necessidades específicas dos pacientes e fisioterapeutas em suas sessões de exercícios enquanto, ao mesmo tempo, mantenham elementos chave da experiência proporcionada por jogos de sucesso comercial no que tange a diversão e engajamento dos jogadores.

Assim, entende-se que se faz necessário o estudo sobre design de jogos e fatores que possibilitam a motivação de seus pacientes para a criação de uma experiência imersiva que possibilite que uma diversão equivalente à de um produto comercial, mantendo-se a coerência com o universo da reabilitação de pacientes vítimas de AVE.

3. GAME DESIGN

Designers de jogos comerciais trabalham em busca da maximização da probabilidade de sucesso comercial de seus produtos, que ocorre por meio da criação da melhor experiência para os jogadores, refletida pelo tempo e dinheiro que uma pessoa está disposta a investir em um determinado produto. Mas, para atingir essa experiência que motiva as pessoas a permanecerem engajadas, é necessário compreender os princípios que guiam o desenvolvimento do jogo, assim como a sua interação com o jogador.

Schell (2008) define jogo como sendo um sistema fechado e formal, por ser composto de diferentes elementos que funcionam em conjunto como um todo; ser bem definido por suas regras; e conter limites planejados. Ainda, o autor define um jogo pelo conjunto de suas qualidades: são atividades voluntárias; possuem objetivos; possuem conflitos; possuem regras; podem resultar em uma vitória ou derrota; são interativos; apresentam desafios; podem criar valores internos próprios; e envolvem os jogadores.

Antes mesmo de ser visto como um sistema organizado, Huizinga (1955) propõe a definição de jogo para um ponto de vista mais amplo, ressaltando seu aspecto lúdico que o faz tão semelhante a uma brincadeira, em que as pessoas se dispõem a adotar as regras e estruturas que simulam uma diferente realidade. O fato do jogo ser visto como uma atividade voluntária ressalta seu valor endógeno, o que define que a motivação proporcionada deve ser provinda intrinsecamente para o jogador, como a diversão e o prazer que o leva a executar uma tarefa, por exemplo, sem necessidade de adição de alguma valoração externa.

Koster (2005) descreve diversão (*fun*) simplesmente como a sensação de quando o cérebro humano obtém prazer pela liberação de endorfina em seu sistema, o que acontece quando se obtém um triunfo ou algum novo aprendizado. Para o autor, jogos são uma ferramenta de aprendizado, e o prazer de jogá-los vem de se aprender coisas novas e, portanto, recompensar o cérebro com momentos de prazer. Assim, quando um jogador para de aprender com o jogo, o resultado é a sensação de tédio.

3.1 Imersão e Estado de Fluxo

A relação entre a imersão e o tédio em determinada atividade, bem como as demais sensações decorrentes da relação entre a dificuldade e a habilidade de um indivíduo, é também

discutida por Csikszentmihalyi (1990) em sua teoria do fluxo (*flow*). A motivação que das pessoas em executar certas atividades, e também o estado de conexão durante a sua execução, foram descritos pelo autor ao abordar o estado de fluxo. Para ele, esse é um estado de engajamento e satisfação em que a pessoa dedica toda sua atenção ao que está fazendo, se colocando em uma imersão completa na atividade que está realizando. Para atingir esse estado, é necessário um equilíbrio entre a habilidade de cada pessoa e a dificuldade do desafio apresentado pela atividade. Csikszentmihalyi (1990) categoriza as possíveis sensações da relação entre habilidade e desafio, sendo as mais marcantes: o estado de fluxo; o tédio; a frustração (ou ansiedade); e a apatia (Figura 2).



Figura 2: Relação entre o nível de desafio e de habilidade, com as diversas sensações proporcionadas por suas combinações, adaptado de Csikszentmihalyi (1990).

O tédio e o relaxamento localizam-se na base direita do gráfico, onde a habilidade apresenta-se maior do que o desafio oferecido. No canto oposto, encontra- se a ansiedade ou frustração, na qual o desafio supera a habilidade, levando a repetidos fracassos. A apatia por sua vez, localiza-se no canto inferior esquerdo, oposto ao estado de fluxo, onde tanto a habilidade quanto o desafio são insignificantes para a pessoa, levando à perda de interesse na execução da tarefa. O estado de fluxo, como descrito por Csikszentmihalyi (1990), é marcado pela sensação de desconexão com a realidade e pela perda da noção temporal. Este estado é marcado por sete componentes característicos, sendo que nem todos os componentes precisam estar presentes simultaneamente para que o estado de fluxo seja atingido. São eles: a integração entre pessoa e atividade; a desconexão com a realidade (êxtase); a presença de clareza de objetivos e *feedback*; a presença de atividades desafiadoras, mas possíveis de serem superadas; a despreocupação com controle e erro; a perda de sensação temporal; a presença de motivação intrínseca, na qual a atividade é sua própria recompensa.

A semelhança da descrição proposta por Csikszentmihalyi (1990) com a ação de jogar levou pesquisadores a utilizá-la como base para o desenvolvimento de experiências mais imersivas em jogos. Chen (2006) relata uma faixa de fluxo ideal a qual o designer de jogos deve almejar durante o desenvolvimento do jogo, visando manter a experiência dos jogadores mais imersiva (Figura 3).

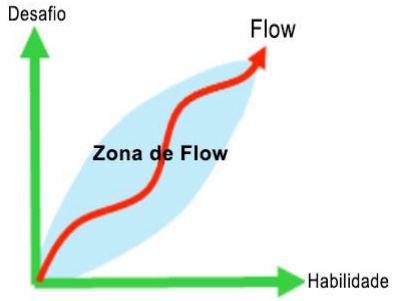


Figura 3: Variação entre o desafio e habilidade no contexto do jogo, que permite ao usuário entrar na zona de fluxo, adaptado de Chen (2006).

Essa faixa deve considerar a variação de desafio ideal para suprir a necessidade de novos aprendizados e a crescente habilidade do jogador. A curva central representa o desenvolvimento ideal do jogador de modo que desafios mais complexos vão surgindo à medida que sua habilidade aumenta e o jogador passa a ter domínio sobre sua situação atual, mantendo ativo seu aprendizado e permitindo que se mantenha por mais tempo em um estado de imersão (*flow*). Nos diferentes casos, semelhante ao gráfico de Csikszentmihalyi (1990), Chen (2006) aponta como a fuga do estado de fluxo pode levar a sensações adversas às pretendidas para o jogo (Figura 4), levando o jogador ao tédio por ter habilidades muito acima dos desafios oferecidos, ou à frustração no caso contrário, em que os desafios superam muito a evolução de suas habilidades.

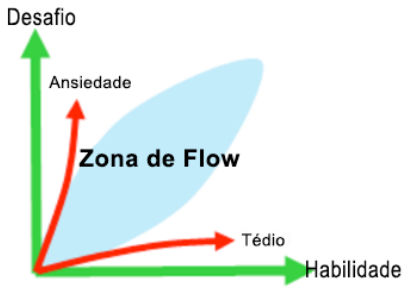


Figura 4: Sensações adversas atingidas ao sair da zona de fluxo, adaptado de Chen (2006).

Da mesma maneira, diferentes jogadores devem possuir distintas faixas de *flow*. Não se pode esperar que um jogador experiente tenha a o mesmo desenvolvimento de um jogador casual, permitindo que a experiência se adapte ao usuário (Figura 5). Chen (2006) defende, ainda, o uso de sistemas de ajuste dinâmico de dificuldade (DDA - *Dynamic Difficulty Adjustment*) para auxiliar o planejamento de progressão de dificuldade dos jogos, de forma que o sistema do jogo molde sua dificuldade ativamente, de acordo com as ações e decisões de seus jogadores, permitindo aos jogadores a sensação de controle sobre suas ações e seus resultados de acordo com suas próprias escolhas (Figura 6).

O design de jogos com foco na experiência do jogador permite a criação de um artefato dinâmico e que crie um fluxo de imersão para os jogadores. Como dito anteriormente, esse conhecimento também pode ser utilizado para o desenvolvimento de produtos com foco específico para reabilitação, criando jogos que possibilitem a adaptação à experiência de cada usuário e também às suas necessidades específicas, motivando-os a seguir com seu tratamento. Com essa finalidade considera-se relevante o estudo dos fatores que possibilitam o alcance da motivação dos usuários.

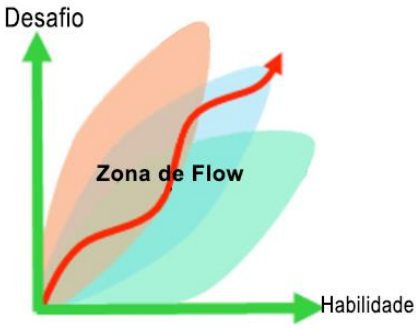


Figura 5: Diferentes zonas de fluxo, dependendo do nível de expertise de cada jogador, adaptado de Chen (2006).

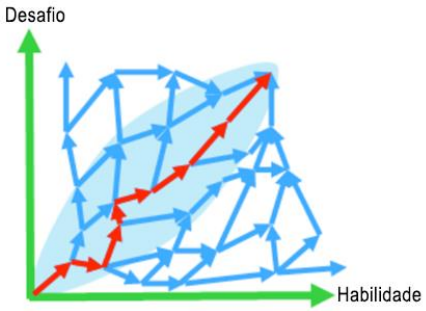


Figura 6: Exemplo de atuação do Ajuste de Dificuldade Dinâmico (DDA), permitindo trajetórias adaptativas pela relação entre desafio e habilidade do jogador, adaptado de Chen (2006).

3.2 Motivação Intrínseca e Extrínseca

A palavra motivação tem como principal significado o despertar de interesse e o gatilho para uma ação. A maneira pela qual é mais associada ao contexto da reabilitação é conhecida como motivação extrínseca, foco de estudo da psicologia comportamentalista sobre a perspectiva de que a motivação ocorre baseada em um estímulo externo (LEWIS, 2014). A motivação extrínseca é baseada em recompensas externas e nos estímulos do ambiente em nossa volta. Em contrapartida, a motivação intrínseca consiste na situação em que as pessoas atuam pela própria satisfação em agir, por diversão, ou pelo sentimento positivo proporcionado, mesmo que não haja razões externas para fazê-lo (LEWIS, 2014). Essa a motivação é experimentada com mais frequência no contexto dos jogos, em que o jogador interage voluntariamente com o sistema pela simples diversão, desafio ou prazer. A motivação extrínseca, como relatado por Lewis (2014), com base na Teoria da Avaliação Cognitiva (CET - *Cognitive Evaluation Theory*), muitas vezes é empregada como suporte para a motivação intrínseca, recompensando o desenvolvimento e a dedicação de uma pessoa em alguma atividade, mesmo que de maneira simples, com um *feedback* adequado, com um rótulo ou pontuação. Em alguns casos, porém, as recompensas podem superar o sentimento de autonomia da pessoa, reduzindo sua motivação intrínseca, tornando-o dependente da motivação extrínseca para realizar a atividade. Lewis (2014) relata que, a partir do momento em que a motivação intrínseca é superada pela motivação extrínseca, a ação pelo prazer se perde e a pessoa estará sempre à procura de novas recompensas. Assim, ao se propor um jogo com foco na motivação, entende-se que a motivação intrínseca é fator determinante do sucesso do jogo.

Fatores que levam as pessoas a apresentar motivação intrínseca foram descritos por Edward Deci e Richard Ryan (1985), na chamada Teoria da Autodeterminação (SDT - *Self Determination Theory*), em que são definidos três aspectos principais para uma atividade ser considerada intrinsecamente motivadora. São eles: (a) autonomia: habilidade de fazer escolhas e se perceber como a origem de seu próprio comportamento; (b) competência: ter desafios com os quais a pessoa tem ciência de sua capacidade de superar; (c) relacionamento: sentimento de conexão com outros.

Reiss (2004) aprofunda ainda mais a discussão, abordando a motivação intrínseca de uma maneira multifacetada, considerando que cada pessoa possui suas próprias necessidades que as levam a ter um prazer intrínseco. Com isso, define uma teoria abrangendo 16 desejos básicos, sintetizada no Quadro 1.

Quadro 1: Exemplo de motivadores intrínsecos básicos, retirados de Reiss (2004), traduzido pelos autores.

Nome	Motivo	Sentimento
Poder	Desejo de influenciar, ser um líder	Eficiência
Curiosidade	Desejo de conhecimento	Surpresa
Independência	Desejo de ser autônomo	Liberdade
Status	Desejo de posição social	Auto Importância
Contato Social	Desejo de companheiros semelhantes (brincar/jogar)	Diversão
Vingança	Desejo de se igualar (competir, vencer)	Reinvindicação
Honra	Desejo de obedecer a códigos de moral tradicionais	Lealdade
Idealismo	Desejo de melhorar a sociedade (altruísmo, justiça)	Compaixão
Exercício Físico	Desejo de exercício muscular	Vitalidade
Romance	Desejo de sexo (cortejo)	Luxúria
Família	Desejo de criar seus filhos	Amor
Ordem	Desejo de organizar	Estabilidade
Comer	Desejo de comida	Satisfação da fome
Aceitação	Desejo de aprovação	Autoconfiança
Tranquilidade	Desejo de evitar ansiedade e medo	Segurança, Relaxamento
Preservação	Desejo de colecionar, guardar	Propriedade

Apesar de todos possuírem os 16 desejos básicos citados por Reiss (2004), as pessoas os priorizam de maneiras diferenciadas, definindo seus comportamentos, suas preferências e como se sentem mais motivadas. Ao examinar os desejos que propiciam a motivação intrínseca para diferentes pessoas, é possível estabelecer uma relação com os componentes descritos por Csikszentmihalyi (1990), que permitem a experiência do estado de fluxo, importante para a imersão no design de um jogo.

Em uma abordagem diferente, Maslow (1943), propõe em seu trabalho uma hierarquia de necessidades intitulada “A Teoria da Motivação Humana”. Ela consiste de uma pirâmide em que sua base é formada por necessidades mais básicas, em contraste com seu topo constituído por vontades menos

necessária à sobrevivência. Com isso, Maslow (1943) propõe que uma pessoa só se sentirá motivada a buscar suas necessidades de níveis mais elevados a partir do ponto que tenham saciado suas necessidades mais básicas. Jogos normalmente atuam nos níveis superiores da pirâmide de Maslow, agindo como forma de interação social ou por mera satisfação e prazer, mas em casos mais específicos, como o da reabilitação de pacientes que sofreram AVE, eles podem atuar como um grande diferencial de motivação, agindo como forma de auxílio à recuperação de suas totais funcionalidades fisiológicas, em conjunto com os outros níveis de motivação.

A partir da análise de fatores motivacionais e seus efeitos no comportamento humano, em conjunto com os elementos pertencentes ao universo dos jogos, é possível investigar a participação do *game designer* na criação de experiências imersivas que promovam a motivação de pacientes vítimas de AVE no processo de reabilitação. A atividade de design de jogos, entretanto, é considerada como dependente da situação a qual ela será aplicada, assim como da subjetividade do profissional que atua no projeto. Com isso, é sugerida uma investigação mais profunda acerca do processo de desenvolvimento de jogos.

3.3 O Processo de *Game Design*

A atividade de projeto de um jogo é moldada pela experiência da pessoa ou equipe que o está projetando. Schell (2008) aponta uma série de habilidades que poderiam se esperar de um designer de jogos para o planejamento da experiência que o jogador deve viver. Essa experiência e suas habilidades específicas tornam-se ferramentas que permitem que o designer encontre possíveis caminhos com maior probabilidade de sucesso para a concepção do jogo. Esse sucesso, entretanto, só poderá ser confirmado pelo jogador ao experimentar o jogo, assim como sua diversão e imersão consequentes. Nesse sentido, visando estruturar essa atividade, são propostos *frameworks* para a atividade de *game design* que auxiliam a criação dessa experiência a partir de guias que concretizam as suas ideias, buscando as metas de projeto. Seguindo a proposta de Silva *et al.* (2016), foram adotadas as recomendações mais presentes no cotidiano de desenvolvedores e pesquisadores da área de jogos: a tétrade elementar proposta por Schell (2008); e o método de Mecânicas, Dinâmicas e Estéticas (MDA - *Mechanics, Dynamics and Aesthetics*) proposto por Hunicke, LeBlanc e Zubek (2004).

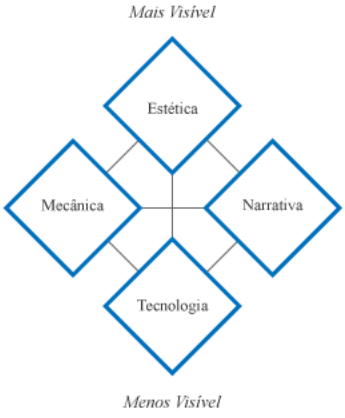


Figura 7: Tétrade Elementar de Schell, com os quatro elementos que constituem o jogo, adaptado de Schell (2008).

Schell (2008) propõe que jogos são constituídos por quatro elementos básicos que apresentam igual importância no seu desenvolvimento e devem funcionar harmonicamente para que a experiência do jogador seja plena e integral (Figura 7). O autor define esses elementos como: (a) mecânica: são os procedimentos e regras do jogo, os seus objetivos e como os jogadores poderão alcançá-los por meio de suas ações; (b) narrativa: eventos que se desdobram durante a experiência de jogo, resultados das ações dos jogadores no universo do jogo, podem ser lineares e fechadas ou ramificadas e abertas; (c) estética: compostos pelas imagens, sons, cheiros do jogo; consistem em todas as sensações perceptíveis provindas do jogo; possuindo uma relação mais direta com o jogador; (d) tecnologia: meio em que ocorre a interação com o jogo, sendo qualquer material ou utensílio que permita o desenvolvimento dos outros elementos do jogo, atuando como o seu suporte.

A organização da Tétrade proposta por Schell (2008) distribui os elementos de forma que, quanto mais perto do topo, mais perceptível ele se torna para o usuário, de modo que um jogador terá interação direta com o aspecto visual e sonoro de um jogo, mas não terá tão fácil acesso às suas regras programadas em seus códigos ou ao funcionamento do engenho que processa o jogo. A Tétrade Elementar auxilia o processo de desenvolvimento de jogos possibilitando uma visualização mais organizada da produção, sintetizando os variados componentes do jogo em um sistema único e integral. Assim, essa segmentação do jogo em elementos equivalentes permite que designers avaliem cada aspecto do jogo em desenvolvimento para que todos tenham harmonia em conjunto. Ainda, permite também que requisitos específicos de cada área sejam pensados para auxiliar seu desenvolvimento e congruência com o restante do jogo, assim como a detecção de falhas em seus aspectos específicos, que podem prejudicar a experiência do jogador.

Já o modelo proposto por Hunicke, LeBlanc e Zubek (2004) apresenta uma estrutura que compreende o jogo como uma mídia de consumo. É sugerido pelos autores que os desenvolvedores possuem uma visão diferenciada da percebida pelos jogadores, na qual o sentido de compreensão das suas regras varia. No MDA, então, o artefato jogo é dividido em três seções que representam o fluxo de entendimento dos seus elementos a partir da perspectiva de desenvolvimento e consumo (Figura 8). Para os autores, esses três elementos consistem em: (a) mecânicas: algoritmos, regras e funcionalidades básicas que definem o jogo; (b) dinâmicas: comportamento das mecânicas durante a interação do jogador com o jogo; (c) estéticas: resposta afetiva dos jogadores ao interagir com o jogo.

Apesar da nomenclatura semelhante, destaca-se que o elemento "estética" tem significado distinto nas duas abordagens, sendo que na tétrade está relacionada a aspectos sensoriais do jogo, como imagens, sons e cheiros, enquanto no MDA se refere à experiência estética completa do jogador, abrangendo sensações como competição, fantasia ou exploração. Assim como na tétrade elementar, Hunicke, LeBlanc e Zubek (2004) propõem que os elementos descritos pelo MDA podem ser percebidos separadamente, ainda que compreendam um processo contínuo. Alterações mínimas na mecânica influenciam as dinâmicas do jogo, impactando nas percepções estéticas dos jogadores.

A Figura 8 ilustra também as diferentes perspectivas sobre o jogo. Enquanto os designers enxergam o MDA a partir do lado esquerdo, das mecânicas planejadas para o jogo que possibilitam dinâmicas e por fim resultam nas estéticas, os jogadores o enxergam a partir do outro extremo, tendo primeiro acesso às estéticas proporcionadas pelo o jogo. Tendo conhecimento dessa diferença de perspectiva entre projetistas e jogadores proposta pelo MDA, os autores

propõem que designers adotem a perspectiva do jogador no momento de concepção do jogo. Assim, o designer deve definir inicialmente a experiência que deseja transmitir, e, a partir dela, desenvolver as respectivas dinâmicas e mecânicas do jogo. Nessa abordagem, a integralidade e harmonia das soluções são favorecidas, assim como são propiciadas mecânicas inovadoras, elaboradas posteriormente com foco nas experiências estéticas.

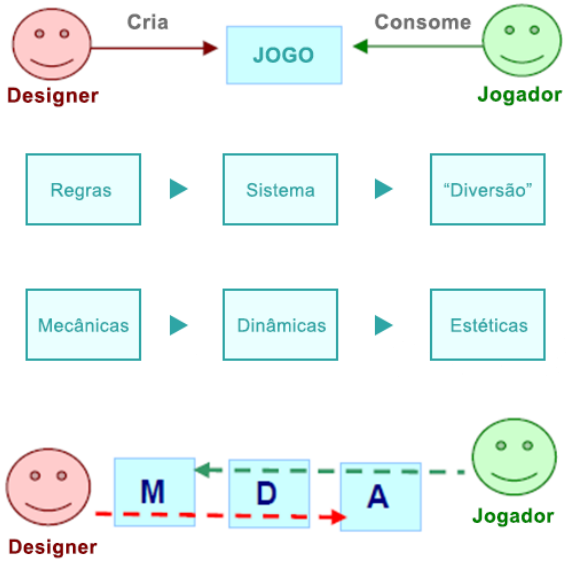


Figura 8: Percepção do jogo pelo designer e pelo jogador, de acordo com o MDA, adaptado de Hunicke, LeBlanc e Zubek (2004).

Hunicke, LeBlanc e Zubek (2004) descrevem ainda 8 possíveis categorias de experiência estética que podem guiar o desenvolvimento de um jogo. Combinações de 3 ou 4 estéticas são frequentes, sendo que eventualmente existe um destaque de uma determinada categoria. São propostas as seguintes categorias estéticas: (a) sensação: o jogo proporciona prazer para os sentidos. Estímulos visuais, sonoros e demais sensações são o foco dessa estética; (b) fantasia: o jogo como uma forma de fugir à realidade. Assumir diferentes papéis e vivenciar diferentes mundos e períodos; (c) narrativa: o jogo como drama. Foco na história e experiência narrativa; (d) desafio: o jogo como um percurso de obstáculos. Experiências desafiadoras e de competição; (e) companheirismo: o jogo como estrutura social. Experiências de cooperação e Interação com outras pessoas; (f) descoberta: o jogo como um território a ser explorado. Exploração e descoberta, experiências de surpresa e descoberta; (g) expressão: o jogo como autodescoberta. Experiências de criação e personalização. (h) submissão: o jogo como passatempo. Experiências sem compromisso, executada por pura diversão.

A adoção desses parâmetros nas etapas de concepção e avaliação da experiência de jogo permitem que sejam delimitados requisitos para um trabalho mais focado e preciso por parte dos designers, com menor possibilidade de erros e maior oportunidade para inovação e adequação da proposta à experiência.

É possível, ainda, notar similaridades nas categorias estéticas propostas pelo MDA e os aspectos necessários para a imersão, sugeridos pela teoria do *flow* de Csikszentmihalyi (1990) e nos desejos básicos para a motivação intrínseca de Reiss (2004). Essas convergências entre a motivação e as experiências vivenciadas foram sintetizadas para o levantamento de atributos que permitam a concepção de uma experiência imersiva no desenvolvimento de jogos com foco na reabilitação de pacientes vítimas de AVE, conforme proposto pelo presente estudo. Com isso, foi possível estabelecer um referencial para auxiliar a investigação dos atributos almejados. Portanto, percebeu-se que seria imprescindível à pesquisa ultrapassar o campo teórico e buscar uma experiência prática de desenvolvimento de um jogo para a reabilitação de pacientes vítimas de AVE. Com o intuito de evitar a redundância na apresentação de cada versão dos parâmetros levantados e suas revisões, optou-se por descrever a lista de parâmetros na sessão de resultados. A seguir, é apresentado o método empregado na realização das etapas empíricas da pesquisa.

4. MÉTODO

Conforme apresentado anteriormente, o estudo apresentado se insere no contexto de uma pesquisa mais ampla que visa verificar o potencial de recuperação motora de pacientes com sequelas crônicas decorrentes do AVE utilizando da terapia de Estimulação Elétrica Funcional (FES) em conjunto com a aplicação de jogos para auxílio da fisioterapia convencional. O presente estudo, portanto, incorporou profissionais de áreas relacionadas à pesquisa e também de desenvolvimento de jogos, formando uma equipe constituída por um mestre em Engenharia; um mestre em Ciência da Computação e profissional de programação de jogos; um bacharel em Engenharia da Computação e profissional de programação de jogos; um mestre em Psicologia, atualmente mestrando em Design; assim como os autores, um doutor e um mestre, pesquisadores e profissionais da área de design de interação e *game design*.

Após a compreensão dos conceitos relacionados ao processo de criação de jogos, assim como do contexto de reabilitação, motivação e da análise do processo de *game design*, teve início a etapa de investigação empírica da pesquisa, com o objetivo de delimitar os parâmetros que auxiliem designers a projetar e avaliar jogos com a finalidade de reabilitação de pacientes vítimas de AVE.

Os encontros foram realizados com objetivos específicos em que cada profissional expôs os pontos que julgou relevantes para o desenvolvimento do jogo, de acordo com seu papel e seus conhecimentos prévios. Foram relatados pontos relacionados à estética, às mecânicas, à tecnologia utilizada e à narrativa de interação do jogador, conforme a tétrade elementar de Schell (2006), de modo que todos os elementos presentes no jogo fossem abordados separadamente, mas pudessem funcionar em conjunto como um sistema unificado. Esses pontos foram posteriormente discutidos e avaliados tomando como base as limitações estabelecidas pela ótica da reabilitação e a experiência do paciente. Ao longo de cada encontro foram registradas anotações das decisões tomadas e das suas diferentes possibilidades para o projeto. A partir desse processo, a elaboração dos atributos se deu de forma dinâmica e não-ordenada, à medida que surgiam novas questões, limitações e recomendações. Uma lista de requisitos foi então criada e, posteriormente, foram analisados e divididos de acordo com sua natureza para a definição inicial dos parâmetros.

Em conjunto com o referencial levantado para a definição inicial dos parâmetros, viu-se necessária a prática de desenvolvimento de um jogo, em que seriam expostos os principais requisitos e limitações da atividade de projeto de um jogo específico para o fim de reabilitação. O processo de projeto do jogo foi composto por uma série de reuniões de grupo focal e sessões de *brainstorming* realizadas com a equipe do projeto previamente descrita. Como resultado desses encontros, foi possível estabelecer um repertório inicial

de atributos que pudessem limitar e guiar a atividade de projeto de um jogo para reabilitação.

A produção do jogo permitiu um teste inicial da aplicabilidade e relevância dos parâmetros definidos. Cada parâmetro foi adaptado e adequado para ser utilizado como elemento no jogo, permitindo que o sistema tenha maior adequação à proposta e se aproxime dos objetivos definidos. Dessa maneira, os parâmetros foram incluídos no jogo de diferentes modos, sendo adaptados às suas mecânicas, elementos estéticos ou mesmo às tecnologias utilizadas. O jogo, enquanto artefato, foi desenvolvido também para ser utilizado nas diferentes pesquisas realizadas pela equipe acerca do tema.

A avaliação da experiência proporcionada pelo jogo e a viabilidade de uso do artefato com diferentes formas de *input* foram analisadas por um estudo paralelo, disponível em (NUNES, 2016). A partir da aplicação do protótipo do jogo com usuários e da observação da atividade proposta, foi possível avaliar a relevância de alguns dos atributos. A partir desses resultados, foi possível transformar os parâmetros sugeridos para melhor se adequar à experiência pretendida para a reabilitação.

Após a o levantamento inicial dos parâmetros e sua utilização prática no contexto de desenvolvimento de um jogo, foi realizada uma etapa de validação por especialistas da área da saúde e reabilitação. Foram avaliados tanto os parâmetros propostos nas etapas anteriores quanto as soluções concebidas a partir deles para o jogo. Essa validação consistiu em um grupo focal e uma entrevista coletiva semiestruturada organizada em três etapas. Participaram dessa etapa um total de quatro especialistas, dos quais: dois pesquisadores da área de reabilitação, que trabalham com engenharia e automação voltada para saúde e reabilitação na Universidade de Brasília, sendo um professor do Departamento de Engenharia Elétrica e um doutorando que realiza pesquisa sobre tecnologias assistivas e reabilitação; um profissional da área de jogos voltados para educação e treinamento; uma fisioterapeuta especializada em terapias de reabilitação de pacientes com AVE, também professora da Universidade de Brasília.

Inicialmente, os participantes foram reunidos em uma sala e apresentados ao jogo desenvolvido sem maior esclarecimento sobre os parâmetros ou como foram aplicados em seu desenvolvimento. O objetivo dessa etapa foi buscar as representações iniciais dos participantes sobre os aspectos mais relevantes do jogo apresentado sem a sugestão dos parâmetros previamente identificados na pesquisa, buscando-se evitar influenciar os entrevistados, a título de validação. O jogo apresentado era ainda um protótipo, portanto não se encontrava em seu estado final de desenvolvimento, mas já apresentava grande parte de suas principais características e mecânicas, e se mostrava funcional para demonstrar o ciclo principal de interação do jogo, envolvendo a realização de missões e um *minigame* em que o paciente deve realizar sua série de exercícios. A pesquisa foi realizada com todos os participantes em conjunto para permitir maior troca de sugestões e informações entre o grupo, de modo que os pontos levantados por um participante pudessem incentivar novos pensamentos dos outros presentes na sessão. Durante essa etapa buscou-se instigar os participantes a opinar sobre os aspectos do jogo que eram apresentados, bem como discutir entre si sobre o jogo e possíveis alterações e melhorias.

Em uma segunda etapa, os participantes foram apresentados aos parâmetros e lhes foi explicado separadamente como cada um deles havia sido utilizado durante o desenvolvimento ou se encontrava presente no jogo apresentado na etapa anterior. Dessa forma, buscou-se que as decisões tomadas durante o desenvolvimento ficassem claras para os participantes, enquanto os mesmos dispusessem suas opiniões a respeito da relevância e pertinência dos parâmetros propostos e de sua aplicação. Assim, o objetivo dessa etapa foi o de sistematizar uma avaliação orientada a cada um dos parâmetros individualmente e das soluções propostas para o jogo a partir deles. Ainda, a etapa também permitiu confirmar as percepções registradas na fase anterior acerca dos pontos positivos e negativos levantados durante a exploração do jogo.

Por fim, em uma terceira etapa, foi proposto aos participantes uma discussão aberta a respeito dos parâmetros apresentados, visando formalizar o conjunto de parâmetros pré-existentes, assim como organizar as sugestões do grupo em formato de novos parâmetros, antecipando também possíveis adaptações para o futuro da pesquisa.

Nesse momento, foi realizada uma nova avaliação dos parâmetros e de suas respectivas descrições por profissionais da área de *game design*, buscando agora uma validação da sua compreensibilidade e também para um levantamento inicial do seu potencial de auxílio no processo de criação de um jogo. Para tanto, foi realizado um grupo focal no qual foi proposta uma atividade de planejamento de um jogo com foco na reabilitação, empregando-se os atributos propostos como condutores da atividade. Essa avaliação ocorreu em um formato conhecido pelos desenvolvedores de jogos como sessões de *game jam,* uma maratona em que equipes produzem jogos rápidos e simples com um tema e tempo pré-definidos. Para tanto, optou-se por selecionar profissionais do mercado de desenvolvimento de jogos de uma mesma equipe, visando facilitar a sua integração durante a dinâmica pela familiaridade com o processo de trabalho. Ao todo, participaram da atividade seis profissionais da área de jogos, com diferentes formações, sendo: dois participantes da área de programação, um bacharel em Engenharia da Computação e um mestrando da Ciência da Computação; e quatro da área de design que alternam funções de *game design* e animação, sendo dois bacharéis em Design.

Esse processo de avaliação foi dividido em quatro etapas. Em uma etapa inicial foi apresentada uma breve contextualização a respeito da reabilitação de pacientes que sofreram AVE, com objetivo de abordar conceitos fundamentais da área e situar os participantes na atividade proposta. A segunda etapa consistiu na realização de uma atividade de criação de um jogo voltado para a reabilitação em uma sessão de *brainstorming* da equipe de participantes, com objetivo de verificar a possibilidade de dinâmica de um processo criativo de desenvolvimento de um jogo com foco na reabilitação. Nessa etapa, os atributos foram empregados como roteiro indiretamente pelo autor enquanto mediador da atividade, sem uma apresentação formal dos parâmetros. Na terceira etapa foram apresentados os parâmetros aos participantes, de maneira que pudessem avaliar o jogo criado na etapa anterior a partir considerando os parâmetros como referência, possibilitando verificar a compreensão dos participantes acerca de seu conteúdo e descrição, assim como dos resultados obtidos a partir deles. Finalmente, na quarta etapa, foi realizada uma entrevista coletiva com a equipe, com o objetivo de propor aos participantes uma avaliação dos atributos e do seu potencial de utilização, discutindo em conjunto as suas possíveis alterações e ajustes.

A partir dos procedimentos apresentados, espera-se como resultado a síntese de um conjunto de parâmetros com uma validação qualitativa inicial pela equipe de pesquisadores, profissionais das áreas de fisioterapia e também de desenvolvimento de jogos, que possa servir como base para projetos de jogos para o contexto de reabilitação de pessoas que sofreram um AVE, assim como propor um ponto de

partida para as pesquisas sobre o tema, que deve ser complementada por estudos futuros. A seguir são apresentados os resultados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, é apresentada uma lista de atributos iniciais para a concepção de jogos voltados para reabilitação, organizados em parâmetros de reabilitação e de experiência do usuário, levantados por meio do embasamento teórico e da realização de encontros e grupos focais com profissionais envolvidos.

Em seguida é apresentado um jogo desenvolvido pela própria equipe para reabilitação de pacientes vítimas de AVE, estruturado a partir dos parâmetros levantados na etapa anterior. Assim, é apresentado o jogo e seus principais elementos, seguido por uma descrição de como os atributos foram aplicados para definir a experiência proposta para o jogador e, assim, permitir a avaliação e adequação da experiência.

Finalmente, são apresentados os resultados da avaliação dos atributos por profissionais e pesquisadores da área de reabilitação e fisioterapia, assim como a sua validação por uma equipe profissional de desenvolvedores de jogos. Após as etapas de avaliação e revisão, são propostos os parâmetros para avaliação e concepção de jogos para reabilitação de pacientes de AVE.

5.1 Primeira Síntese dos Parâmetros

A primeira síntese dos parâmetros foi realizada a partir de uma série de encontros de grupo focal organizada pela equipe do projeto. Esses encontros tinham por objetivo principal o planejamento dos atributos chave para o desenvolvimento de um jogo voltado para a reabilitação de pacientes vítimas de AVE e foram embasados pelos conceitos expostos previamente, bem como pela experiência dos profissionais e pesquisadores envolvidos no projeto, das áreas de psicologia, design, computação e fisioterapia.

Para melhor organizar o relato, os parâmetros definidos para o projeto foram separados em duas categorias: (a) atributos de reabilitação, condizentes com as limitações impostas para o projeto, especificamente, requisitos relacionados à tecnologia utilizada e às limitações estabelecidas pelos fisioterapeutas; e (b) atributos de experiência, os elementos que podem ser empregados para estruturar a atuação do *game designer* durante o processo de confecção do jogo, definidos a partir da literatura e das discussões com a equipe, estabelecidos para buscar a imersão dos usuários e potencializar a experiência de jogo. A seguir são descritos os parâmetros definidos nas duas categorias.

5.1.1 Atributos de reabilitação

Os atributos de reabilitação são voltados para o funcionamento do produto no contexto em que será aplicado. Limitam o processo mais abrangente de design com foco na tecnologia, no público e na atividade a qual o jogo é destinado. Por isso, consistem no principal diferencial entre o jogo projetado especificamente para a reabilitação e os jogos comerciais, com objetivo exclusivo de entretenimento.

Como um dos principais requisitos identificados incide na necessidade de utilização do movimento do paciente como principal forma de *input* (entrada) para o jogo, considerando-se também a necessidade de que o jogo possa comportar uma ampla gama de movimentos, entende-se que a interação do jogador deve ser a mais abrangente possível, possibilitando a execução e captação de movimentos diversificados por parte do jogador. Em se tratando do contexto de fisioterapia e reabilitação, cada paciente tem uma necessidade distinta, sobre a qual o fisioterapeuta define os melhores exercícios e movimentos para a recuperação. Enquanto um paciente tem maior dificuldade em esticar o braço, outro pode ter necessidade de exercitar um movimento de flexão. Nesse caso, cabe ao fisioterapeuta definir qual o melhor exercício para cada caso. O jogo deve, portanto, possibilitar que diferentes exercícios propostos pelo fisioterapeuta possam ser executados como mecanismo de entrada do jogo, sem que haja prejuízo da experiência do jogador.

Esse fator acaba sendo negligenciado quando são utilizados jogos comerciais na reabilitação de pacientes, visto que, na grande maioria dos casos, esses jogos disponibilizam uma atividade específica que não pode ser adaptada. Essa abrangência de *inputs* demanda do próprio jogo uma flexibilidade para se adaptar às diferentes situações, podendo ser abordada de maneiras mais simples ou mais complexas, em que o jogo proporciona diferentes cenários e situações para cada caso, o que pode ser prejudicial a um projeto devido a questões de tempo e recursos disponíveis para o desenvolvimento.

Outra questão levantada é o fato de que o jogo deve ter seu foco voltado para a atividade de realização do exercício e não adotar uma perspectiva distanciada no universo do jogo. Ao mesmo tempo que o jogo deve servir como motivador e fornecer *feedbacks* e recompensas para o jogador, a atenção do paciente deve estar direcionada prioritariamente à execução correta do movimento proposto pelo fisioterapeuta, de modo que o tempo do exercício tenha prioridade sobre o do jogo, e não o oposto. Caso contrário, o jogo poderia levar o paciente a executar suas rotinas de forma indevida para conseguir melhores benefícios, como, por exemplo, fazer movimentos mais rápidos para ganhar mais pontos, interferindo na correta execução de sua atividade. Com isso, deve ser previamente estabelecida a execução correta do exercício, posteriormente incorporada ao jogo, que deve servir como apoio à recuperação.

É proposto também que o jogo deve considerar em sua interface, estética e mecânica, o público ao qual será aplicado. Apesar da faixa etária de pessoas que sofreram AVE ser bem variada, é relevante a predominância de pessoas com idade superior a 45 anos. Dessa maneira, deve-se levar em consideração ao longo do desenvolvimento que o público alvo do jogo, além da baixa capacidade motora decorrente e suas limitações, tem grande chance de apresentar baixo interesse e pouca experiência com jogos eletrônicos de maneira geral. Deve-se, portanto, visar a criação de interfaces simplificadas em conjunto com elementos estéticos e de narrativa mais simples e de fácil identificação.

Além disso, foi verificada a necessidade de coleta de meta-dados ao longo da sessão para posterior avaliação do desempenho e da evolução dos pacientes. Esses dados são adquiridos por meio dos dispositivos de captação de movimento utilizados como plataforma de *input* das ações dos usuários. Por meio deles, é possível saber a cada exercício qual a completude do movimento e, consequentemente, o desempenho do paciente e seu desenvolvimento ao longo do tempo. Desse modo, torna-se possível a monitoração das atividades e sessões do paciente.

Deve ser possível, também, a adaptabilidade dinâmica do nível de dificuldade do jogo. Se um paciente está tendo dificuldade de execução de um movimento, o jogo pode automaticamente adaptar seus parâmetros para tornar a atividade menos penosa para o paciente, não se tornando fonte de frustração.

Por fim, é importante a monitoração da atividade por um profissional da área de fisioterapia. Ele deve ser responsável por passar a série de exercícios específica para cada paciente, assim como observar e acompanhar sua série. O fisioterapeuta

deve ser capaz de alterar a dificuldade do jogo de forma dinâmica ao perceber dificuldade por parte do paciente para auxiliá-lo da melhor maneira possível. Grande parte da dificuldade e do desafio do jogo é decorrente do próprio exercício de recuperação do paciente e o fisioterapeuta é quem melhor pode medir e adaptar a dificuldade adequada para cada paciente.

Portanto, os atributos de reabilitação definidos nessa etapa são: (a) movimento do paciente como *inputs* do jogo; (b) *inputs* abrangentes para possibilitar diferentes exercícios; (c) foco no exercício e não no jogo; (d) considerar o domínio de tecnologia e capacidade motora dos pacientes; (e) coleta de dados e adaptação dinâmica de dificuldade; (f) possibilidade de controle, monitoração e acompanhamento pelo fisioterapeuta.

5.1.2 Atributos de experiência

Os atributos de experiência, por sua vez, são definidos a partir dos limites estabelecidos pelos atributos de reabilitação para o desenvolvimento da experiência de jogo. Eles devem servir como linhas-guia para a criação da narrativa de interação, o fluxo do jogo, e definir aspectos que propiciem uma experiência mais proveitosa e engajadora para o usuário.

Como definido previamente, o jogo deve ser capaz de abranger uma gama considerável de *inputs* pelas diferentes atividades que os pacientes devem executar ao longo da sessão de fisioterapia, além de garantir o foco predominante do paciente no exercício em execução. Essas limitações traduzem-se aos requisitos de experiência, permitindo definir que o resultado final obtido pelo paciente no jogo tenha relação direta com a execução correta de suas atividades. Torna-se necessário, portanto, uma representação que indique como resposta (*feedback*) em tempo real a completude de seus objetivos, descrevendo seus movimentos e o quão próximos se encontram do que foi estipulado pelo fisioterapeuta. Além disso, é necessário que ele receba um *feedback* final, esclarecendo seu desempenho ao fim da atividade.

A priorização de *feedbacks* positivos em detrimento de *feedbacks* negativos foi definida como um requisito para incentivo do paciente ao longo da série. Ter sua atuação em uma atividade dispendiosa, e até dolorosa, classificada pelo jogo como “ruim” por não ter sido executada corretamente, pode provocar sentimentos negativos no paciente em relação à experiência, assim como promover a frustração de alguns pacientes com a atividade. Por isso, optou-se pela adoção de *feedbacks* positivos para toda a interface. Dessa forma, um exercício que não foi executado de maneira ideal deve ilustrar o que foi conquistado como caminho para progressão, que pode levar a melhores recompensas decorrentes de seu esforço na atividade.

O desempenho do paciente não se limita ao esforço empregado na atividade, como também deve englobar a capacidade de executá-la de acordo com suas limitações motoras. Por isso, é sugerida a possibilidade de balanceamento dinâmico da dificuldade, que pode ser realizada de maneira automática pelo jogo, ou manualmente pelo fisioterapeuta. Ou seja, propõe-se a alteração de propriedades de dificuldade do jogo em tempo real de execução, permitindo que o fisioterapeuta adeque o nível de dificuldade cobrado do paciente ao longo da sessão, de acordo com as respostas obtidas ao longo do exercício, podendo torná-lo mais fácil ou mais difícil. Esse requisito entra em conformidade com a possibilidade de adaptação e flexibilidade do jogo estabelecida como requisito de reabilitação.

O paciente deve poder contar com meios de progressão individual ao longo das sessões de jogo, buscando seu engajamento pelo seu desenvolvimento, além do seu próprio desenvolvimento com relação a sua reabilitação, visto que este muitas vezes acaba se tornando menos perceptível ao longo do tempo, deixando de ser um fator de motivação para a execução dos exercícios. A progressão coletiva também pode ser um fator importante a ser abordado, devido ao caráter de socialização relacionado ao engajamento em jogos (LOHSE *et al*., 2013). O fator de socialização poderá apresentar-se por meio de interações entre os próprios pacientes e eventos de ação conjunta no jogo, exigindo colaboração e interação social. É importante ressaltar que o foco da socialização foi definido como prioritariamente cooperativo, evitando ao máximo a criação de situações competitivas, ou *rankings* comparativos que possam levar à frustração e à perda de engajamento por parte de alguns pacientes.

Também são considerados como atributos de experiência os elementos citados anteriormente como ampliadores da motivação intrínseca, e comuns em muitos jogos comerciais, como: a criação de situações com possibilidade de escolha pelo usuário; o uso de recompensas por seu desempenho e escolhas; a presença de objetivos claros e metas que devem ser alcançadas a curto, médio e longo prazo pelo jogador; presença de *feedback* para suas ações; e a possibilidade de socialização. O fator de surpresa ao longo do jogo também permite ampliar o tempo de engajamento dos jogadores, a antecipação de um possível prêmio ao término de sua ação permite que o jogador se torne mais ávido a continuar executando suas atividades à medida em que deseja explorar as diferentes possibilidades que o jogo pode proporcionar.

A estética também foi considerada um fator importante para a criação da atmosfera de imersão do jogo. Por isso, é necessário desenvolver um produto cujos estímulos sejam embasados em uma temática satisfatória para diversas faixas etárias, agradável principalmente para pessoas com idade maior que 45 anos, em que é mais frequente a ocorrência de acidente vascular encefálico. Os cenários e personagens devem ser, portanto, desenvolvidos de modo a dar consistência ao universo do jogo e atrair o jogador a criar afinidades por sua narrativa e contexto.

Para possibilitar a grande abrangência e generalização dos movimentos, foi definido como atributo de experiência a abstração do movimento real do paciente, de modo a dividi-lo em duas etapas de *feedback*. A criação de uma cena distinta para cada possível exercício elaborado pelo fisioterapeuta em sessões de reabilitação é inviável até para projetos de grande porte, com grandes fontes e recursos. Definiu-se, portanto, a abstração entre a atividade executada pelo paciente e a correspondente no jogo, de modo que as duas seriam intermediadas por um avatar. O avatar deve ser uma representação fiel ao movimento executado pelo paciente, servindo de guia e resposta em tempo real à sua atividade, enquanto o jogo atua de maneira complementar, tendo como função apenas o *feedback* visual do resultado final obtido pelo paciente. Essa atividade deve, portanto, dividir-se em dois planos distintos, permitindo que o jogador tenha seu movimento e tempo de execução abstraídos da ação de seu personagem no jogo, que executará posteriormente a ação de acordo com o resultado obtido pela atividade do paciente. Com isso, é possível desconectar o movimento executado pelo paciente e o projetado pelo personagem do jogo, possibilitando a criação de diferentes séries pelo fisioterapeuta que se adequem a cada paciente, enquanto também se mantém o foco do paciente em sua atividade.

Por fim, é esperado que o jogo apresente objetivos simples que sirvam como motivadores para os pacientes, mas não entrem em conflito com o seu objetivo principal de realizar suas séries de exercícios. O jogo deverá também ser

devidamente balanceado de forma que permita que a experiência seja agradável e benéfica a sua recuperação. Aspectos como o *feedback* e a dificuldade devem ser testados, assim como a clareza dos objetivos e o fluxo de sua narrativa, para a criação de uma experiência imersiva que permita engajar o paciente a executar suas atividades e a voltar a executá-las novamente repetidas vezes.

Portanto, os atributos de experiência levantados são: (a) progressão individual; (b) cooperação e progressão coletiva independente; (c) interação social; (d) *feedbacks* positivos; (e) possibilidade de escolhas; fator de surpresa; (f) estética abrangente e cativante para diferentes faixas etárias; (g) *feedback* em tempo real (indireto pelo avatar); (h) abstração do movimento; (i) objetivos simples; (j) iteração e balanceamento.

5.2 O Desenvolvimento do Jogo

Com base nos parâmetros definidos anteriormente, foi iniciado o desenvolvimento de um jogo específico para reabilitação de pacientes vítimas de AVE com objetivo de testar a relevância dos atributos propostos para a atividade de *game design* e sua aplicabilidade no desenvolvimento de um produto para a área de reabilitação.

O jogo foi projetado de modo a captar os movimentos do paciente como forma de *input* para execução da ação principal do jogo. Esses movimentos correspondem aos exercícios que o paciente deve executar em sua série de recuperação, e uma sessão do jogo deve, portanto, ser equivalente a uma sessão de exercícios de fisioterapia. Os exercícios devem ser definidos pelo profissional fisioterapeuta, como em uma sessão tradicional. O reconhecimento dos movimentos do paciente é possível pela utilização de sensores compostos por acelerômetros, giroscópios e magnetômetros, como os IMUs (*Inertial Measurement Units*), e aparelhos celulares *smartphones*. Os movimentos dos pacientes devem então ser comparados aos gravados pelo fisioterapeuta para avaliação do resultado do jogo.

Foi definida, portanto, a criação de um universo fantasioso e lúdico, porém com um nível de abstração simplificado que pudesse ser facilmente associado a elementos reais. A história deve ser simples o suficiente para envolver o usuário no universo do jogo, sem que sejam necessários longos períodos de diálogo e explicações, e ao mesmo tempo, permitir que o usuário se insira ativamente no seu papel.

5.2.1 O contexto do jogo

No sistema proposto, o jogador é encarregado de gerir uma cidade na qual é recém-chegado, ao encontrar o atual prefeito se retirando de férias. Com a responsabilidade em suas mãos, é dever do jogador obter e gerenciar recursos para que a cidade prospere. Para isso, deverá atender às necessidades de moradores ao realizar uma série de missões em que poderá conseguir recursos para ampliar a cidade, construindo novas casas e construções diversas.

O objetivo do jogo, portanto, é que o jogador complete todas as missões oferecidas. As missões são simples requerimentos dos personagens moradores da cidade, em que o jogador deverá reunir uma quantidade específica de recursos, como madeira e metal, para cumprir o requisito proposto e assim ampliar a cidade com novas construções. Novos personagens, com diferentes missões, são liberados de acordo com a quantidade de missões completadas e à medida que são atingidos requisito específicos no desenvolvimento da cidade. A medida que novos prédios são construídos, novos recursos tornam-se passíveis de serem obtidos pelo jogador, por exemplo: ao construir o cercado de ovelhas, o jogador passa a poder receber o recurso "lã" que pode ser um dos recursos necessários para completar outra missão.

5.2.2 A estrutura de progressão do jogo

A estrutura de progressão do jogo consiste em uma série ordenada de eventos em que o jogador deve navegar durante sua interação com o jogo. Nesse fluxo, é possível identificar a narrativa que será percorrida durante uma sessão de jogo, ilustrada pela Figura 9.

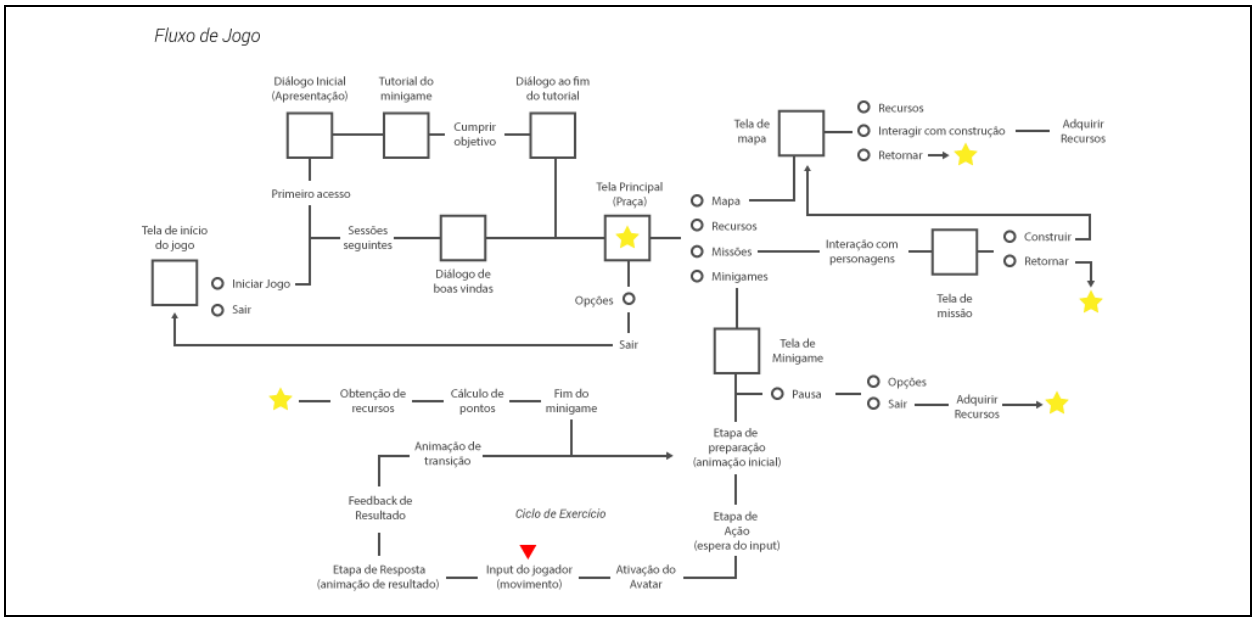


Figura 9: Fluxo de jogo descrevendo as principais ações do jogador durante uma sessão.

O jogo tem início com uma breve apresentação do contexto em que o jogador se encontra. Um diálogo inicial com o prefeito da cidade (Figura 10) permite que o jogador tenha um vislumbre geral da situação e compreenda seu objetivo principal no jogo: o de assumir o papel do próprio prefeito. A primeira sessão de jogo deve contar com esse apoio da história para guiar o jogador para o contexto ao qual será inserido, permitindo maior envolvimento do jogador com a narrativa do jogo. As sessões seguintes devem possibilitar um acesso mais direto ao conteúdo do jogo.



Figura 10: Tela de diálogo inicial do jogo em que o jogador encontra o prefeito.

Após a cena inicial, o jogador é visualiza a praça da cidade, local onde tem acesso a todas as ações disponíveis pelo jogo (Figura 11). Com isso, ela se torna a tela principal do jogo. A partir dessa tela, o jogador poderá ter acesso às missões oferecidas pelos moradores da cidade pelo menu de "missões" (1), bem como aos *minigames* que o permitem coletar os recursos para cumpri-las, pelo menu "coletar" (2). O jogador também tem acesso ao mapa da cidade (3), onde poderá visualizar a cidade e suas construções, ao menu de opções do jogo (4) e a uma lista dos recursos já obtidos (5).



Figura 11: Tela principal do jogo, a praça, onde o jogador tem acesso às principais funções do jogo.

Desse ponto, o jogador entra em um ciclo no fluxo do jogo, em que deverá executar os *minigames* de coleta para completar as missões propostas pelos personagens e, então, avançar no jogo liberando novas construções, personagens e recursos. As missões tornam-se mais complexas à medida que o jogador progride, necessitando recursos mais específicos e a realização prévia de outras missões. Os *minigames*, por sua vez, são onde o jogador realiza os exercícios da fisioterapia e obtém a maior parte dos recursos necessários para o desenvolvimento da cidade, essas duas etapas são descritas com mais detalhe nos tópicos seguintes.

O fisioterapeuta não é identificado no fluxo do jogo, mas deve apresentar a função de definir os exercícios a serem executados pelos pacientes durante o *minigame*, de modo que cada paciente possa executar o exercício mais adequado às suas necessidades.

5.2.3 As missões

As missões são pedidos realizados por personagens do jogo, os habitantes da cidade, que definem o progresso do jogador. Cada missão equivale a um pedido que, quando completado, resulta na adição de uma nova construção à cidade. As construções variam de simples casas para os habitantes a edifícios mais complexos, como fazendas, arados, bancos e feiras, e podem ou não ter influência na jogabilidade.

Para visualizar uma missão, o jogador deve interagir com um dos personagens presentes na praça pelo menu de missões. Uma tela será sobreposta à praça mostrando as especificações da missão selecionada (Figura 12), tais como: (1) o prédio a ser construído; (2) a quantidade de recursos obtida e o quanto ainda falta para atingir a meta proposta; (3) o personagem que oferece a missão; (4) um pequeno diálogo; e (5) um botão para construir o prédio, que se torna disponível quando forem obtidos os recursos requeridos.



Figura 12: Tela de missão mostrando o que deve ser construído e seus requisitos.

Cada missão apresenta seus próprios requisitos para ser cumprida, na forma de uma lista de recursos que devem ser obtidos para a construção. Uma missão pode requerer até três tipos de recursos distintos, dentre os disponíveis no jogo, como madeira, pedra, metal, comida, lã, tecido, papel, carvão, tijolo, mármore ou ouro. Os recursos básicos são obtidos por meio dos *minigames* e são necessários para completar a maior parte das missões. Os demais recursos são obtidos por meio de construções específicas com efeitos de produção ou por sorte durante os *minigames*. Por exemplo, o recurso "comida" pode ser obtido aleatoriamente durante o *minigame* de coleta de madeira, único modo de obtê-lo ao início do jogo, mas, posteriormente, passa a ser possível obtê-lo por meio de produção passiva da construção "Horta".



Figura 13: Tela de mapa mostrando ao jogador os prédios que já foram construídos.

A construção de novos prédios, à medida que são completadas as missões, permite ao jogador a obtenção de novos recursos e de interação com novos personagens e suas próprias missões. Dependendo da construção adicionada à cidade (Figura 13) são ativados efeitos específicos que influenciam o restante do jogo, são quatro tipos de efeitos: (a) produção passiva: uma certa quantidade de um recurso é produzida a cada vez que o jogador participa do *minigame*. Ela é proporcional ao número de exercícios executados; (b) produção ativa: o jogador pode interagir com determinada construção para trocar os recursos que possui com os produzidos por ela; (c) multiplicador simples: a presença do

prédio na cidade aumenta a taxa de produção de determinado recurso; (d) multiplicador global: a presença do prédio na cidade aumenta a taxa de produção de todos os recursos produzidos.

5.2.4 Os *minigames*

Os *minigames* são a principal forma de interação do jogador com o jogo e sobre eles são aplicadas as sessões de fisioterapia. Sob a ótica do jogo, os *minigames* são responsáveis por proporcionar os recursos que os jogadores necessitam para progredir no jogo. Ao total são três *minigames* que garantem recursos distintos e podem ser acessados a partir do menu "coletar" presente na tela principal do jogo. O foco dos *minigames*, entretanto, é a execução dos exercícios de reabilitação para a recuperação dos pacientes.

Os três *minigames* possuem um fluxo semelhante, em que o personagem aparece em cena e, ao encontrar o seu alvo de interação (uma árvore ou uma pedra), se preparam para executar a ação e aguardam pelo *input* do jogador (Figura 14). Esse *input* é o próprio exercício que o jogador deve realizar para sua série de fisioterapia. Seu exercício executado é captado por um aparelho de reconhecimento de movimento e convertido para o jogo, que o compara à execução esperada pelo fisioterapeuta. Quanto mais correto o movimento executado, maior a força aplicada pelo personagem em sua ação dentro do jogo, resultando em maiores quantidades e qualidade dos recursos obtidos.



Figura 14: Tela com o personagem lenhador durante o *minigame*, aguardando o *input* do jogador para a execução de seu movimento.

Cada ação do personagem corresponde a um exercício executado pelo paciente. Ao executar o exercício, o jogo fornece um *feedback* imediato de sua real completude para o jogador. Essa completude é então convertida na força de ataque do personagem e na obtenção de recursos pela ação. A ação do personagem é dividida em três níveis de força: fraco, médio e forte, e, quanto menor a força, mais ações são necessárias para vencer um desafio como, por exemplo, derrubar uma árvore (Figura 15). Quanto mais próximo da execução ideal do exercício proposto pelo fisioterapeuta, mais rápido o desafio é superado e melhores são as recompensas obtidas (Figura 16).

Ao fim de um ciclo de *minigame* o paciente terá executado uma série de exercícios de sua sessão. Entre uma série e outra o paciente deverá, portanto, retornar à praça, onde poderá checar seus recursos obtidos, aplicá-los na construção de novos prédios e avaliar a situação das missões para decidir qual recurso é mais interessante de ser obtido durante sua série seguinte.

Tendo os principais aspectos do jogo descritos, é possível relatar como os parâmetros anteriormente definidos foram aplicados ao jogo durante o seu processo de concepção.



Figura 15: Animação com diferentes *feedbacks* visuais de acordo com a execução do exercício pelo paciente.



Figura 16: Tela apresentada ao fim do *minigame* relatando os recursos obtidos pelo jogador ao fim de uma série.

5.3 O Uso dos Parâmetros na Criação do Jogo

Durante o desenvolvimento do jogo, os atributos serviram como principal guia para tomada de decisões em todos os seus aspectos, de modo que o resultado obtido apresentasse as características pretendidas no início do projeto. Dessa forma, buscou-se evitar que, ao longo do processo, se perdessem as referências e principais características requeridas para a atividade de reabilitação e a experiência imersiva do jogador.

A seguir são descritas as aplicações de cada um dos parâmetros no desenvolvimento do jogo e os resultados obtidos a partir de seu uso como guia para a tomada de decisões na concepção do produto, relacionando atributos de reabilitação com aspectos da experiência do jogador.

5.3.1 Movimento do paciente como *input* do jogo, progressão Individual e *feedback* em tempo real

A necessidade da execução de exercícios físicos pelo jogador a coloca como aspecto fundamental para a atividade. O exercício do paciente deve, portanto, ser a sua principal forma de interação com o jogo, permitindo que o exercício se desenvolva junto com sua atuação enquanto joga.

A utilização do movimento do paciente como forma de *input* principal foi aplicada no jogo por meio da captação dos movimentos dos pacientes por dispositivos de reconhecimento de movimento que permitiriam a captação e medição precisa da execução de seus movimentos. A princípio, foi proposto o uso de sensores IMU (*Inertial Measurement Units*), sensores compostos por acelerômetros, giroscópios e magnetômetros, capazes de medir e representar valores de rotação e orientação em espaços tridimensionais. Também foi verificada a possibilidade de uso de parelhos mais convencionais que já possuem sensores de movimento e orientação integrados, como *smartphones,* por exemplo.

A captação dos movimentos, então, atua como principal forma de interação do paciente com o jogo, sendo aplicada aos *minigames*, a maneira mais direta dos jogadores progredirem e obterem recursos para a execução de missões e o desenvolvimento da cidade. Seus exercícios deveriam, portanto, estar diretamente ligados à essa atividade, assim como seus resultados e *feedbacks*. De tal maneira, o progresso do paciente no jogo também se torna ligado ao seu progresso em seu tratamento de reabilitação.

A importância do progresso do paciente no jogo ocorre pela sua ligação com seu progresso, na sua sessão de exercícios. O *feedback* desse progresso deve ser claro, principalmente no que diz respeito à perfeição de seus movimentos. Para transmitir o *feedback* em tempo real ao paciente foi definido para o jogo a presença de um avatar, uma representação do movimento executado pelo jogador na forma de um modelo tridimensional, possibilitando a comparação do movimento executado com o esperado pelo jogo. Esse avatar deve mostrar o quanto foi possível completar o movimento, assim como quão bem ele foi executado, para que o paciente possa corrigir e melhorar ao longo da sessão.

5.3.2 *Inputs* para diferentes atividades e abstração do movimento

A atividade executada pelo paciente, sua série de exercícios, depende de diversos aspectos, dentre os quais estão as necessidades e limitações próprias de cada paciente em cada caso de reabilitação. Essas especificidades devem ser definidas livremente pelo profissional fisioterapeuta. De modo que não seja a atividade do paciente que deva se moldar ao jogo, como é comum em casos de jogos aplicados à reabilitação (principalmente jogos comerciais), e sim o contrário. Assim, o jogo deve possibilitar essa gama de atividades propostas para a recuperação do paciente.

Para possibilitar a adequação do jogo aos diferentes movimentos que os pacientes possam necessitar, é proposta a abstração do movimento do paciente em relação ao jogo, de modo que o movimento funciona como *input* para a ação no jogo, mas sem uma relação direta com a ação executada pelo personagem. É comum em jogos que utilizam o movimento do jogador que o movimento executado seja semelhante ao que será realizado pelo personagem. Por exemplo: em um jogo de *baseball* o jogador deve realizar um movimento aproximado ao de balanço do taco para rebater a bola, enquanto em um jogo de boliche o movimento deve ser semelhante ao de arremessar a bola. A abstração do movimento se mostra mais atrativa à situação de fisioterapia, em que a gama de movimentos possíveis é vasta e depende das limitações apresentadas por cada paciente.

No jogo, a abstração do movimento foi aplicada de maneira que a ação do jogador independa da do personagem, mas não o seu resultado. A ação do lenhador consiste em cortar a árvore e seu movimento de balanço do machado, ou do pedreiro quebrar uma pedra, não serão necessariamente a mesma ação que deve ser executada pelo jogador, que deve realizar um movimento mais adequado ao seu processo de recuperação como, por exemplo, de levantar e abaixar o braço.

Enquanto o personagem executa a ação prevista pelo contexto do jogo, o paciente executa a ação necessária para a sua recuperação. O resultado obtido pelo paciente em sua execução do movimento é então passado para o personagem em sua ação. Um movimento bem executado pelo paciente resulta, portanto, em um golpe mais forte e preciso pelo personagem do jogo. Um movimento menos correto, não tão próximo ao definido pelo fisioterapeuta, resulta em uma resposta mais fraca do personagem, influenciando em seu resultado, pontuação e recursos obtidos. A ação do personagem deve ser uma resposta direta à execução do exercício pelo jogador e deve permitir a compreensão de sua correta realização logo ao término do movimento, agindo em conjunto com o *feedback* em tempo real proporcionado pelo avatar que atua ao longo da execução do movimento.

5.3.3 Foco no exercício e gestão do tempo

A abstração do movimento permite que o paciente execute o exercício definido pelo fisioterapeuta independente da ação proferida pelo personagem do jogo em resposta. A desconexão desses dois aspectos, entretanto poderia causar certo estranhamento por parte do jogador, que teria sua atenção dividida entre o jogo e o exercício. Um dos parâmetros estabelecidos previamente definia como prioridade durante o jogo a atenção do paciente para o exercício que está realizando, em detrimento do jogo, de modo que é o mais importante na atividade é que seu exercício seja corretamente executado. A proposta para o jogo para atender a essa limitação foi separar por etapas a atividade do exercício e do jogo, buscando evitar o conflito na mudança de foco do paciente.

Para isso, a ação do jogo foi dividida em três etapas: preparação, ação e *feedback*. A etapa de preparação é uma antecipação do movimento do personagem e do paciente, durante essa etapa o personagem chega ao seu objetivo, isto é, o lenhador se aproxima da árvore que deve ser cortada, se prepara para executar a ação, cortar a árvore, e espera. Após a preparação, segue a ação do jogador e do personagem que são separadas nessa ordem. Um efeito visual mostra para o jogador que é a sua vez de agir e muda sua atenção do jogo para o avatar que deve guiar o movimento do paciente. Enquanto o paciente executa seu movimento na etapa de ação, o jogo permanece pausado em espera no plano de

fundo, permitindo total atenção do paciente ao seu exercício. Ao fim do movimento, o jogo retorna para a ação do personagem, que executará a sua ação, na etapa de *feedback*, em resposta ao desempenho do movimento realizado pelo paciente. Ao término da terceira etapa o jogo prossegue ciclicamente até o fim da sessão de exercícios.

Além de guiar a atenção do paciente para o exercício, a divisão da atividade em etapas permite que o tempo da atividade seja definido pelo paciente e não pelo jogo. Enquanto a ação simultânea do jogador e personagem necessitariam maior precisão e ritmo com o tempo de ação definido pelo jogo, a divisão da atividade e da resposta permite que o paciente realize seus exercícios no tempo correto para cada atividade de acordo com a determinação de um profissional da área de reabilitação.

5.3.4 Baixo domínio de tecnologia, capacidade motora, objetivos simples e *feedbacks* positivos

Grande parte dos pacientes de reabilitação vítimas de AVE é composta por pessoas de faixa etária elevada, um público com pouco domínio tecnológico e familiaridade com jogos digitais. Assim, o jogo foi desenvolvido de forma a apresentar objetivos simples e claros, com uma base de história simplificada que permita que o jogador se situe com clareza na atmosfera apresentada pelo jogo e em seus motivadores enquanto personagem para cumprir suas missões.

Outro importante fator de limitação apresentado pelos pacientes é a incapacidade motora decorrente de seu trauma. Dessa maneira, o jogo foi pensado para ter sua dificuldade reduzida, não exigindo, portanto, velocidade, ritmo ou outros desafios complexos que são comuns em jogos comerciais. A dificuldade do jogo estaria no próprio exercício realizado e no paciente superar seus próprios limites para progredir no jogo.

Assim como a dificuldade do jogo toma como base a dificuldade do paciente no seu progresso de reabilitação, as respostas de desempenho fornecidas pelo jogo são, também, diretamente ligadas ao seu desempenho em sua reabilitação. Em um cenário no qual é comum o desengajamento, depressão e desistência dos pacientes devido ao seu progresso e resultados, viu-se necessário o cuidado com os *feedbacks* fornecidos pelo jogo quanto ao seu desempenho em seus exercícios. Foi aplicado ao jogo, portanto, um sistema de *feedbacks* positivos, em que o movimento menos satisfatório recebe como resposta positiva, como “bom”, em vez de rótulos negativos, como “ruim” ou “falho”. O paciente é então estimulado a melhorar seu desempenho e receber *feedbacks* mais agradáveis por essa melhora. Dessa forma não existe um estado de derrota no jogo, o paciente sempre irá progredir, por menor que seja o seu desempenho, assim como em sua atividade de reabilitação.

5.3.5 Coleta de dados e adaptação de dificuldade

A precisão e a completude do movimento realizado pelo paciente, quando comparados ao movimento definido pelo fisioterapeuta, possibilitam o *feedback* adequado ao desempenho do jogador, como dito anteriormente, recompensando-o de acordo. Essas informações, no entanto, refletem o desempenho do paciente não só no jogo como também em sua atividade de reabilitação. Os dados obtidos ao longo do jogo podem, então, ser coletados para uma representação do desempenho e evolução no jogador execução de seus exercícios para acompanhamento do fisioterapeuta. O fisioterapeuta tem acesso a um registro do desempenho do paciente ao término da sessão de jogo, podendo ter uma informação precisa de seu desenvolvimento, auxiliando o fisioterapeuta a adequar a dificuldade de suas atividades para melhor atender às necessidades e limitações do paciente.

Ainda, o fisioterapeuta deve ter controle sobre a dificuldade do jogo, de modo a adaptá-lo a cada caso demandado pelo jogador. A forma mais clara de adaptação da dificuldade do jogo é pela adequação dos exercícios definidos, visto que a dificuldade do jogo é praticamente definida pela dificuldade do paciente em cumprir suas atividades de reabilitação. O jogo, entretanto, também deve apresentar meios próprios de adaptação da dificuldade ao longo da sessão, ou até mesmo da série de exercícios à medida que é percebido desgaste do paciente ou incapacidade de continuar executando um determinado exercício. São propostas no jogo, diferentes maneiras de adequação da dificuldade: (a) a adequação por parte do fisioterapeuta da curva de satisfação do desempenho do jogo, de forma que os *feedbacks* de desempenho mais elevados sejam obtidos com porcentagens menores do que o desempenho estabelecido, permitindo que os jogadores atinjam melhores resultados no jogo mesmo não executando o movimento perfeitamente; (b) a adequação da curva de desempenho realizada automaticamente pelo jogo, na qual o jogo diminui os parâmetros de comparação ao perceber repetidos resultados insatisfatórios, ou uma queda de desempenho contínua do paciente; (c) a aplicação de elementos externos ao jogo pelo fisioterapeuta, como por exemplo aparelhos de estimulação elétrica na musculatura do paciente, permitindo que o fisioterapeuta auxilie diretamente o paciente na execução de sua série de exercícios, estimulando-o a realizar um movimento mais correto.

5.4 Validação com Especialistas da Área de Saúde

Após a o levantamento inicial dos parâmetros e sua utilização prática no contexto de desenvolvimento de um jogo, foi realizada uma etapa de validação por especialistas da área da saúde e reabilitação. Durante a entrevista, os *feedbacks* a respeito dos parâmetros e do jogo surgiram de forma dinâmica e não-linear. Novos conceitos e ideias a respeito dos parâmetros foram apresentados em diferentes etapas com fatos relevantes sendo abordados repetidas vezes ao longo do processo. Por isso, a estruturação dos resultados obtidos é organizada para apresentar de maneira linear as percepções dos especialistas.

Durante a apresentação inicial do jogo surgiram *feedbacks* já esperados por se tratar ainda de um protótipo, de modo que parte dos elementos ainda não haviam sido implementados. Ainda assim, a indicação de sua ausência pelos participantes reafirma a importância desses elementos para o jogo. Desses, destacam-se dois, o *feedback* do jogo para e presença de elementos sonoros. O *feedback* objetivo e imediato do jogo era um dos parâmetros iniciais definidos pela pesquisa, mas não havia sido implementado no jogo até a etapa entrevista. Os participantes levantaram a questão da resposta clara do jogo após a execução de cada ação do jogador como de grande importância para a percepção de desempenho, informando ao jogador que uma ação foi executada de fato como esperado. A precisão e consistência dos *feedbacks* se tornam ainda mais cruciais em casos de pacientes em recuperação cognitiva como é o caso de pessoas que sofreram AVE, conforme foi levantado pelos participantes. A presença de sons no jogo era prevista por fazer parte da dimensão estética do produto, além de auxiliar no *feedback* do jogo e na imersão do jogador. Os participantes, entretanto, levantaram outros pontos a respeito dos sons e intensificaram a sua importância no jogo para a reabilitação de pacientes que sofreram AVE. Foi exposto pelos participantes que os sons e *feedbacks* sonoros têm crucial importância para um paciente em recuperação cognitiva, facilitando a identificação e associação de padrões dentro jogo. Foi ainda levantada a

questão da aplicação de voz para os personagens do jogo, de forma que, em conjunto com símbolos, os diálogos e textos do jogo tornem-se acessíveis a uma maior quantidade de pacientes que não possuem alfabetização. Ao ser questionada a presença da voz no jogo em um ambiente de fisioterapia onde pode haver ruídos externos, os participantes afirmaram não ser um problema, pela sessão de pacientes que necessitam recuperação cognitiva, como no caso de AVE, ser normalmente realizada em local separado e silencioso.

Outros pontos mais abrangentes foram abordados durante a entrevista, alguns ressaltando atributos que já eram previstos pelos parâmetros, outros que permitiram a alteração dos parâmetros para se adequar às informações apresentadas durante a sessão. Foram, também, apresentados novas informações sobre a sessão de fisioterapia, que forneceram uma visão diferenciada sobre alguns dos parâmetros propostos. Um desses pontos foi a importância da compatibilidade do jogo com diferentes pacientes, em diferentes estágios de recuperação, de modo que possam se beneficiar de seu uso tanto pacientes agudos (em estágio inicial de recuperação) quanto pacientes crônicos (em estágio avançado, que já tiveram uma estabilização de sua melhora), com diferentes necessidades de tarefas a serem executadas. O jogo deve, portanto, atender às especificidades dos pacientes, ressaltando a ideia de o jogo ser o mais abrangente possível.

Ao longo da pesquisa e processo de concepção do jogo, o foco do trabalho se voltou para a execução dos movimentos e a recuperação dos pacientes pelo exercício. Contudo, durante a entrevista foi ressaltada a importância equivalente da recuperação neural e cognitiva do paciente. A recuperação do paciente se dá tanto pela completude de suas tarefas quanto pelo desenvolvimento de sua cognição e capacidade de percepção e raciocínio. Essa progressão cognitiva deve ser abordada no jogo, de modo que sua complexidade deve aumentar gradualmente, de acordo com a recuperação da capacidade cognitiva do paciente, se tornando um estímulo importante para a sua recuperação.

A limitação cognitiva apresentada pelos pacientes, ressalta aspectos abordados pelos atributos propostos que dizem respeito à simplicidade de objetivos e de informações (concisão), assim como à coerência e padronização de comandos e *feedbacks* do jogo (consistência). Ambos são aspectos de usabilidade abordados por autores como Nielsen (1993), Schneiderman (1998) ou Bastien e Scapin (1993), que se revelam com uma importância ainda maior pela necessidade dos usuários de interagir com informações claras e sintéticas. O jogo, portanto, deve ter sua interface e fluxo pensados para possibilitarem as ações do usuário de maneira mais objetiva e simplificada possível. Também foi relatado como relevante a utilização de símbolos e elementos que permitam uma maior associação das opções de jogo com as ações que serão executadas, buscando facilitar a compreensão e memorização pelos pacientes. Ainda, como dito anteriormente, os sons também devem estar concordando com esses princípios, permitindo um maior reconhecimento e padronização das ações executadas pelos usuários durante o jogo. Nesse sentido, entende-se que existe uma relação de complementaridade entre os parâmetros propostos e as recomendações de usabilidade presentes na literatura. Assim, sugere-se que o seu uso pode ser combinado quando o aspecto de facilidade de uso da interface do jogo estiver sendo discutida.

A progressão individual do paciente ao longo do jogo também foi discutida com os participantes durante a sessão. Todos concordaram com a definição que a série de exercícios deveria ser diretamente ligada a progressão do paciente no jogo. A partir dessa definição foi levantada uma questão sobre quando seria o término do jogo, ou se haveria um término, e se ele estaria também ligado ao progresso do paciente. Foi relatado por um dos participantes o método utilizado para saber o nível de independência de um paciente em reabilitação, a partir da qual ele recebe alta no tratamento. Na fisioterapia é aplicado um método de Medida de Independência Funcional (MIF) (RIBERTO *et al.*, 2016), em que o paciente é abordado verbalmente respondendo a perguntas relacionadas a atividades de sua vida diária. São analisados 18 itens e o paciente é classificado em uma escala de 1 a 7, em que 1 é a pontuação mínima correspondendo a dependência total e 7 a pontuação máxima, independência total. Os pontos situados no meio descrevem graus de independência que necessitam de auxílio ou supervisão na execução das tarefas. Como a velocidade de recuperação é única para cada paciente, não é possível prever quando será atingido o nível de independência e o fim do tratamento. Foi proposto pelos participantes, portanto, que o jogo não tivesse um fim definido, de modo que o paciente pudesse continuar a realizar os exercícios até seu estado de independência e alta na fisioterapia. Os itens dessa escala podem vir a ser considerados como parte da experiência de jogo, fornecendo informações mais precisas de desenvolvimento dos pacientes ao longo do tratamento.

Até o momento, o jogo estava sendo pensado para utilização exclusiva com acompanhamento de um profissional da fisioterapia, permitindo acompanhamento e ajuste dos exercícios durante a sessão. Durante a entrevista, foi apontado que é importante que o paciente possa utilizar a ferramenta em outros ambientes, pois quanto maior o número de exercícios que ele realizar, melhor para sua recuperação pela repetição e treino das tarefas e da memória. O jogo, então, deve ser pensado para ser intuitivo e autônomo, bem como acessível pelo paciente mesmo com suas limitações motoras, para que possa ser utilizado sem a presença de um acompanhante. Isso ressalta a importância do fornecimento de registros com relatórios de desempenho fornecidos pelo jogo para que o fisioterapeuta possa acompanhar seu progresso obtido em suas sessões de treino diárias, fora da clínica de fisioterapia. Em conjunto com esse ponto, foi exposto pelos participantes que seria interessante que o paciente fosse recompensado no jogo por suas sessões contínuas de treinamento, incentivando sua assiduidade.

Um outro ponto abordado na sessão diz respeito à socialização e cooperação com outros pacientes ao longo do jogo. O progresso coletivo foi muito bem visto por todos presentes, que levantaram a questão da participação dos acompanhantes dos pacientes no jogo. Os pacientes que vão à fisioterapia normalmente trazem um acompanhante, responsável por leva-los ao local do tratamento, que muitas vezes têm que esperar pelo fim da sessão. Os participantes consideram interessante a possibilidade de participação desses acompanhantes no jogo, auxiliando o paciente em seu progresso e desenvolvimento, assim como fomentando uma maior empatia por parte do acompanhante.

A dificuldade do jogo, até então, correspondia ao exercício que o fisioterapeuta propunha ao paciente, de modo que o jogo seria responsável apenas por analisar a completude do movimento realizado e transformá-lo em *feedback* e recursos para o paciente. Durante a entrevista, entretanto, foi levantado que é interessante o paciente ter níveis maiores de dificuldade sobre o movimento realizado. O movimento foi descrito por um dos participantes como um conjunto de elementos, formado por força, velocidade, amplitude e direção, de forma que esses elementos podem ser explorados para a atividade executada no jogo. O jogo considerava apenas um desses elementos, a amplitude do movimento, tomando

por consideração a dificuldade do paciente de executar a tarefa. Foi exposto, entretanto, que à medida que os pacientes vão se recuperando, os movimentos passam a ser automatizados, e a velocidade e o ritmo passam a ser fatores importantes para a automação do movimento. Desse modo, o jogo pode considerar questões como o *timing* (precisão de início do exercício), velocidade e ritmo para trazer uma maior dificuldade para pacientes em níveis mais elevados de recuperação.

Por fim, foi ressaltada a importância de uma interface acessível e intuitiva para o fisioterapeuta. Como um dos usuários do produto, a interação do fisioterapeuta com o jogo também deve ser planejada para que seja uma experiência agradável, de modo que os processos de definir os exercícios a serem realizados pelo paciente, acompanhar seu progresso e obter as informações desejadas não sejam tarefas dispendiosas que possam levar ao abandono do sistema por alternativas mais simples e diretas.

Com as informações obtidas na sessão, viu-se necessária a revisão dos atributos definidos anteriormente, visando adequá-los às informações e ideias expostas pelos participantes. Assim, os atributos foram revisados e adequados conforme o resultado obtido com os profissionais e pesquisadores da área da saúde e reabilitação. Ainda, os parâmetros foram listados de forma a serem apresentados por um nome e uma breve descrição para se tornarem compreensíveis para os *game designers* durante a atividade seguinte. Visando evitar a redundância no processo de revisão dos parâmetros, optou-se por relatar primeiramente os resultados obtidos na última etapa empírica, para, em seguida, apresentar a lista mais atual de parâmetros para criação e avaliação de jogos para reabilitação de pacientes vítimas de AVE sugeridas pelo estudo.

5.5 Validação com G*ame Designers*

Com a proposta de auxiliar projetistas no desenvolvimento de jogos para a reabilitação de pacientes vítimas de AVE, os atributos, previamente avaliados e adequados com auxílio de especialistas da área de reabilitação foram testados quanto à sua aplicação por designers de jogos em uma atividade de desenvolvimento elaborada exclusivamente para essa finalidade. Assim, para testar o potencial de aplicação dos atributos por designers profissionais, bem como a possiblidade de desenvolvimento criativo da conceituação de jogos, considerando-se o contexto de reabilitação, foi realizada uma dinâmica com um grupo de projetistas de uma empresa de jogos independentes de Brasília. É comum que uma equipe de desenvolvimento de jogos tenha um ponto de partida para a criação de um jogo, tomando por base uma ideia de mecânica, estética, narrativa, ou mesmo de tecnologia para guiar os demais aspectos do projeto. Na atividade realizada, o ponto de partida tomou por base a situação do paciente de reabilitação, mencionada na etapa inicial de contextualização, da qual os participantes julgaram mais interessante iniciar a criação com a definição de uma plataforma ou suporte que pudesse ser utilizada para comportar uma sessão de fisioterapia no jogo. Desse ponto, prosseguiram com a proposta de mecânicas cabíveis ao jogo e de possíveis representações estéticas.

A utilização dos atributos enquanto guia de mediação da sessão de *brainstorming* criativo permitiu uma definição inicial de um jogo inédito que se adequasse à proposta de reabilitação sem a presença de um especialista da área de fisioterapia acompanhando o processo, ou mesmo de um estudo mais aprofundado por parte dos *game designers*. Alguns fatores importantes para reabilitação foram sugeridos pelos participantes no *brainstorming* mesmo antes de serem citados pelo mediador devido, principalmente, à experiência da equipe no processo de criação, enquanto outros surgiram ao serem levantados pelo mediador durante a sessão. Foram abordados pelos participantes aspectos elementares para a reabilitação, como possibilidades de tecnologia de reconhecimento de movimento, por exemplo a utilização de sensores, celulares *smartphones* e até tecnologias de VR (Realidade Virtual, do inglês *Virtual Reality*) e quais seriam as alternativas mais acessíveis para sua utilização, tanto em clínicas de reabilitação quanto pelos pacientes em suas residências. Foram discutidas também diferentes alternativas de mecânicas para o jogo, partindo de versões simplificadas dos movimentos que pudessem ser combinadas para movimentos mais complexos em interfaces de customização de uso do fisioterapeuta. O progresso de jogo foi pensado de maneira a depender diretamente do desenvolvimento do paciente, segmentado por níveis de dificuldade que apresentariam diferentes desafios na forma de *minigames*, possibilitando o crescimento de dificuldade à medida que os pacientes atingem um desempenho adequado no nível em que se encontram e disponibilizando um rol maior de desafios para estágios mais longos da reabilitação.

Também foram abordados aspectos referentes à estética do jogo, de maneira que pudessem ser abrangentes para diferentes pacientes com faixas etárias distintas. Assim, foram representadas atividades em contextos específicos, como cuidar de um animal de estimação (um cachorro ou um gato) em que os exercícios realizados são representados como formas de interação com o animal, ou mesmo como atividades relacionadas à culinária, de modo que o progresso do jogador permite que sejam realizados movimentos mais complexos e, consequentemente, receitas mais sofisticadas, levando os jogadores ao seu crescimento enquanto cozinheiros profissionais ao longo do jogo.

Durante a sessão foi discutida pelos participantes a possibilidade de customização dos exercícios pelo fisioterapeuta. Apesar de ter sido considerada na proposta do jogo que estava sendo criado, os participantes encontraram certo desafio em relação à criação de movimentos mais complexos, em que fisioterapeuta poderia criar combinações mais elaboradas a partir de movimentos mais simples. Isso porque, no jogo em questão, os movimentos eram apresentados como pré-definidos pelo jogo, sem a possibilidade de criação de movimentos próprios pelo fisioterapeuta (sua customização tomaria por base esses movimentos) e possuíam um menor grau de abstração de maneira que eram diretamente ligados aos *minigames*.

Ao término da sessão de *brainstorming* teve início a terceira etapa, em que foram apresentados os atributos separadamente ao grupo com objetivo de avaliar o jogo que estava sendo criado com base nos parâmetros e verificar a sua pertinência e a compreensão dos parâmetros pelos participantes. Cada parâmetro foi lido individualmente e questionado aos participantes quanto ao seu significado, como uma validação semântica, e a coerência com o que havia sido retratado no jogo que eles haviam proposto na etapa anterior.

Em sua maioria, os atributos mostraram-se claros aos projetistas, bem como foram considerados presentes no jogo que havia sido concebido durante a etapa anterior. Entretanto, nem todos os parâmetros foram compreendidos completamente a partir de sua descrição. O atributo “exercício como foco” não foi compreendido de imediato pelos participantes, tendo sua definição confundida com o atributo “movimento como *input* principal”. Enquanto o último está relacionado à utilização do movimento como mecanismo de entrada e interação do jogador com o jogo, o primeiro se refere ao foco da atenção do paciente durante a execução do

exercício, de modo que o exercício deve ter um valor maior na atenção do paciente que o jogo em si.

Outro atributo que apresentou problemas semânticos foi o descrito como "*feedback* da atividade em tempo real", confundido pelos participantes com o atributo "*feedbacks* claros e objetivos". Apesar de terem uma base comum, o atributo que define a necessidade de *feedbacks* claros e objetivos está relacionado a respostas visuais e sonoras de informações ao longo do jogo em resposta às ações provindas do jogador, enquanto o referente ao *feedback* da atividade em tempo real se refere ao acompanhamento do exercício realizado pelo paciente em tempo real proporcionado pelo jogo, visando fornecer informações de precisão e adequação do movimento realizado durante a atividade.

A quarta e última etapa da atividade se iniciou logo em seguida, na qual foi realizada uma entrevista com o objetivo de avaliar os parâmetros propostos e possíveis adequações de conteúdo. Nessa etapa, a discussão teve foco em dois atributos principais, considerados pelos participantes como pontos mais importantes e que deveriam ser melhor discutidos durante um projeto de jogo para reabilitação: "autonomia" e "abstração do movimento".

O atributo relacionado à autonomia propõe que o jogo deve ser passível de ser jogado sem o acompanhamento de um fisioterapeuta, de modo que o paciente possa executar seus exercícios em casa, pela repetição e assiduidade favorecerem sua recuperação. A dúvida levantada durante essa etapa se deu no que diz respeito à total autonomia do paciente, no caso de um jogo se mostrar eficiente mesmo sem nenhum acompanhamento do fisioterapeuta. Dessa forma, foi questionado qual seria o nível de autonomia que o jogo deveria dispor ao paciente, se o jogo deveria ter como necessária ou não a interação com o fisioterapeuta. Portanto, destaca-se que o exercício domiciliar proposto pelo jogo, no caso de uma reabilitação, deve assemelhar-se ao proposto pelo fisioterapeuta em etapa anterior da pesquisa, sendo adotado como medida complementar às sessões presenciais, sem que tome o lugar da atividade acompanhada por um profissional especializado na área.

O outro parâmetro discutido diz respeito à proposta de desvinculação entre o movimento que o paciente executa e a ação realizada no contexto do jogo como resposta. Por exemplo, no caso de um jogo e *baseball,* o paciente precisar executar uma ação de rebater com o taco semelhante à proferida pelo personagem no jogo. Essa abstração foi abordada no jogo desenvolvido para a pesquisa, ao desconectar o movimento do lenhador do movimento executado pelo paciente, dividindo a ação em diferentes etapas de espera, execução e resposta. Ao ser levantado esse ponto durante a entrevista, concluiu-se que, quanto menor a abstração do jogo, maior a precisão e dinamicidade do seu *feedback*. Contudo, ao mesmo tempo, essa estratégia promove um menor grau de generalização e possibilidades de customização dos movimentos pelos fisioterapeutas. O modo como essa questão foi abordada no jogo desenvolvido pelos participantes, entretanto, por meio da criação de segmentos do movimento que podem ser combinados, mostrou que existem diferentes possibilidade intermediárias de utilização de variados graus de abstração, possibilitando um equilíbrio entre uma resposta mais direta e uma customização ampla o suficiente para permitir a execução de movimentos adequados à fisioterapia.

Essas discussões forneceram subsídios para a revisão de parte dos atributos propostos, de modo que se tornem mais claros e abrangentes, promovendo menos restrições às ideias que podem ser propostas ao longo da criação de um jogo para reabilitação de pacientes que sofreram Acidente Vascular Encefálico. Ainda, a dinâmica permitiu verificar a potencialidade dos parâmetros enquanto instrumentos para a geração de alternativas no contexto de criação dos jogos, guiando os *game designers* em seu processo criativo de maneira a manter o foco dos jogos na sessão de fisioterapia. A seguir são apresentados os parâmetros revisados.

5.6 Parâmetros para a Concepção e Avaliação de Jogos para Reabilitação de Pacientes Vítimas de AVE

Os seguintes parâmetros, organizados em atributos de reabilitação e de experiência, foram revisados com base nas informações obtidas durante a atividade realizada com profissionais da área de saúde e também de *game design*, visando maior clareza de sua redação e adequação à atividade de projeto de um jogo com foco em reabilitação.

5.6.1 Atributos de reabilitação

Os atributos de reabilitação são parâmetros voltados para as questões técnicas relacionadas aos exercícios de fisioterapia dos pacientes de AVE. Ao todo, são propostos 9 parâmetros.

- *Movimento como input (entrada) principal:* o movimento do jogador como a principal forma de interação com o jogo. A tarefa executada na sessão de fisioterapia deve estar ligada à principal forma de ação de desenvolvimento ao longo do jogo.
- *Potencial de generalização: a*branger especificações e necessidades dos pacientes. O jogo deve permitir uma gama generalizada de movimentos para diferentes exercícios que atendam à diferentes pacientes com necessidades específicas
- *Exercício como foco:* a atenção no exercício deve prevalecer. O jogo não pode sobressair à atenção do paciente durante a execução da tarefa, principalmente no início do tratamento. Pacientes mais avançados no tratamento possuem um grau maior de automatização de seus movimentos.
- *Limitação motora:* o jogo deve considerar a limitação motora dos pacientes. Suas interfaces devem ser projetadas para serem o mais acessível possível aos pacientes.
- *Limitação cognitiva:* o jogo deve considerar a limitação cognitiva dos pacientes. Sua interface deve ser planejada de modo a reduzir a quantidade de informação apresentada para o mais essencial, utilizando-se de formas de associação por símbolos e sons.
- *Dificuldade adaptativa: a* dificuldade do jogo deve considerar a atividade de fisioterapia e levar em conta o nível de desenvolvimento do paciente. A dificuldade do jogo deve se adaptar ao desempenho do paciente durante a sessão. Devendo, portanto, ser passível de alteração de maneira automática pelo jogo ou manualmente pelo fisioterapeuta.
- *Autonomia:* o jogo deve ser passível de ser jogado pelo paciente sem a presença de um profissional de fisioterapia. Quanto maior o número de exercícios que o paciente realizar além da sessão de fisioterapia, melhor será o resultado da sua recuperação.
- *Coleta de dados:* o jogo deve fornecer ao fisioterapeuta informações internas que possam ser úteis. Informações de desempenho e de completude dos exercícios, assim como tempo de jogo e assiduidade podem ser relatadas ao fisioterapeuta para acompanhamento.
- *Acessibilidade para o fisioterapeuta:* o jogo deve considerar a acessibilidade para o fisioterapeuta à

informações e ferramentas. Seu acesso às interfaces do jogo deve ser simples e intuitivo, permitindo que aproveite ao máximos as opções que o jogo dispuser.

5.6.2 Atributos de experiência

Os atributos de experiência são parâmetros voltados para as questões relacionadas ao conhecimento existente sobre *game design* e o processo de desenvolvimento de jogos, adequados às restrições oriundas dos requisitos de reabilitação, visando a possibilidade de torna-las oportunidades de projeto. Ao todo, são propostos 13 parâmetros.

- *Progressão Individual:* o jogo deve permitir ao paciente progredir individualmente, de maneira independente. Seu desenvolvimento no jogo deve estar relacionado ao progresso de sua reabilitação, permitindo seu acesso à novos desafios e maiores dificuldades à medida que o paciente avança em sua reabilitação.
- *Progressão cognitiva:* o jogo deve apresentar informações e desafios gradualmente mais complexos. A limitação cognitiva dos pacientes dificulta a interação com grandes quantidades de elementos e desafios complexos. O jogo deve auxiliar o desenvolvimento cognitivo do paciente apresentando elementos simples que ampliam de complexidade de forma gradual.
- *Socialização e cooperação:* considerar a presença de elementos de interação social direta e indiretamente no jogo. Cooperação com outros pacientes de forma indireta pelo jogo ou a interação direta dos pacientes com acompanhantes na atividade permitem maior motivação e sentimento de comunidade.
- *Feedbacks claros e objetivos:* o jogo deve apresentar *feedbacks* claros das ações executadas pelos jogadores. A resposta do jogo às ações e desempenho do jogador são essenciais para uma experiência imersiva. Especificamente, no caso de pacientes com limitações cognitivas, os *feedbacks* assumem uma importância maior para associação de ação e consequência.
- *Feedback da atividade em tempo real:* a presença de uma forma de *feedback* do movimento realizado em tempo real é essencial para a compreensão do objetivo a ser realizado e para a adequação da tarefa executada pelo paciente com relação à estipulada pelo jogo.
- *Elementos motivacionais:* a presença de elementos que fomentam a motivação intrínseca é comum em jogos eletrônicos. O jogo deve apresentar elementos como surpresas, possibilidades de escolhas significativas, fantasia, exploração, entre outros, permitindo que jogos voltados para reabilitação não perca suas características principais, que permitem ao jogador uma experiência divertida.
- *Respostas positivas: feedbacks* negativos e situações de derrota devem ser evitados ou eliminados do jogo. A relação direta entre o jogo e o desempenho do paciente na reabilitação deve ser explorado de maneira positiva, evitando situações de desmotivação ainda maiores que as já existentes em sessões tradicionais de reabilitação.
- *Concisão:* o jogo deve se apresentar de maneira simples e objetiva aos usuários, em quantidades mínimas de informação, com opções sucintas, de fácil identificação e compreensão pelos pacientes.
- *Consistência:* é importante a consistência dos elementos do jogo, com coerência entre seus elementos e padronização de *feedbacks* e operações, facilitando a associação e memorização em face à limitação cognitiva dos pacientes.
- *Repetição e assiduidade:* o jogo deve incentivar a sua rejogabilidade (*replayability*) e a assiduidade do jogador. Quanto mais repetições da atividade, maior a memorização e desenvolvimento do paciente, sendo interessante que o paciente retorne sempre que possível ao jogo. Desse modo, também é interessante que o jogo não possua um final determinado, permitindo a perpetuação do paciente no jogo enquanto for necessário para seu tratamento.
- *Velocidade:* a velocidade é um elemento fundamental do movimento e deve ser considerado pelo jogo como um fator de dificuldade. À medida que os pacientes se desenvolvem em sua recuperação, seus movimentos ficam mais precisos e automáticos, dando maior importância à velocidade de execução das tarefas.
- *Tempo:* o tempo também é um elemento que pode ser utilizado como ampliador da dificuldade do jogo à medida que o paciente passa a ter maior controle sobre a atividade. Com adição de momentos de precisão dos exercícios (*timing* de execução) e desafios que envolvem repetição rítmica, pacientes com maiores capacidades motoras podem ter desafios maiores.
- *Abstração do movimento:* o jogo deve considerar a abstração da relação entre o exercício realizado e a resposta fornecida pelo jogo. Essa abstração visa abranger a maior quantidade possível de movimentos como entrada, sem a necessidade de criação de uma igual quantidade de elementos internos nos jogos que se adequem a eles.

Destaca-se que a recomendação é que os jogos sejam concebidos de maneira a incluir sempre um fisioterapeuta no contexto de desenvolvimento do jogo, visando-se uma melhor adequação do jogo ao contexto da fisioterapia. O que se espera desses parâmetros é que sejam um guia para orientar os desenvolvedores sobre o contexto da reabilitação, apresentando as peculiaridades desse contexto para que se tornem oportunidades dentro do processo de *game design*.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reabilitação de pacientes que sofreram Acidente Vascular Encefálico (AVE) é prejudicada pela curva de recuperação decrescente, caracterizada pela diminuição da quantidade de movimento recuperada ao longo do tratamento enquanto demanda um volume maior de exercícios que requerem considerável quantidade de esforço e engajamento por parte dos pacientes durante sua reabilitação. A quantidade de exercícios desgastantes e dispendiosos com pequenos resultados em sua melhora, muitas vezes, resulta em situações de desmotivação, desistência ou até estados de depressão pelos pacientes ao longo de seu processo de recuperação. A aplicação de jogos eletrônicos nas sessões de reabilitação surge como um meio de tornar a experiência mais divertida e engajadora aos pacientes, possibilitando mais comprometimento, assiduidade durante o tratamento e, consequentemente, contribuindo para a recuperação dos pacientes.

Ao longo dessa pesquisa, buscou-se investigar e delimitar parâmetros que auxiliem a atividade de *game designers* na concepção e avaliação de jogos voltados para a reabilitação de pacientes vítimas de Acidente Vascular Encefálico (AVE). Para esse fim, foi realizada uma série de etapas que envolvem levantamento bibliográfico, atividades de desenvolvimento de

um jogo específico para reabilitação e testes de validação com profissionais da área de fisioterapia e *game design*.

Entende-se que, ao término da pesquisa, foi possível cumprir seu objetivo, propondo uma lista de parâmetros, divididos em atributos de reabilitação e de experiência, para auxiliar a atividade de criação de *game designers* no contexto de desenvolvimento de jogos voltados para reabilitação de pacientes vítimas de Acidente Vascular Encefálico, bem como a avaliação desses jogos quanto a sua coerência de aplicação ao contexto de reabilitação. Os parâmetros, entretanto, ainda precisam ser investigados mais profundamente. A lista de atributos constitui uma proposta inicial que deve ser testada e avaliada em contextos mais diversificados. Ainda, os jogos produzidos precisam de testes com avaliações reais em sessões de reabilitação. Por limitações de acesso, não foram realizadas coletas com pacientes no presente estudo, em que poderiam ser obtidas informações relevantes para a adequação dos atributos e até a sugestão de novos parâmetros ainda não abordados na pesquisa. Entretanto, essas pesquisas devem ser realizadas brevemente pela equipe do laboratório LARA do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Brasília, que possui autorização para a sua condução, na qual espera-se avaliar a precisão do jogo enquanto instrumento de recuperação e, indiretamente, extrair uma avaliação mais sofisticada dos parâmetros.

Assim, espera-se que os parâmetros propostos no presente estudo sejam empregados em contexto de criação e também de avaliação de jogos de reabilitação de pacientes de AVE, assim como em outras pesquisas relacionadas ao tema. Com o tempo, espera-se propiciar o aumento do número de jogos desenvolvidos para essa finalidade, contribuindo para a recuperação dos pacientes e, também, apresentando um novo espaço a ser ocupado pelos criadores de jogos.

REFERÊNCIAS

[1]. BASTIEN, C.; SCAPIN, D.; Ergonomic criteria for the evaluation of human- computer interfaces. *INRIA Rapport technique: programme3, intelligence artificielle, systèmes cognitifs et interaction homme-machine*, n.156, 1993.

[2]. BURKE J.W.; MCNEILL, M.D.J.; CHARLES, D.K.; MORROW P.J.; CROSBIE, J.H.; MCDONOUGH, S.M. Optimising engagement strategies for stroke rehabilitation using serious games. *Vis Comput*. 2009.

[3]. CHEN, J. *Flow in Games*. Dissertação - University of Southern California. Los Angeles, 2006.

[4]. CSIKSZENTMIHALYI, M. *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. New York, Harper and Row. 1990.

[5]. DECI E.L; RYAN M.R. Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior. *Perspectives in social psychology 2*. New York, NY: Plenum Press. 1985.

[6]. FEIGIN, V.L.; LAWES, C. M.; BENNET, D. A.; ANDERSON, C. S. Stroke epidemiology: a review of population-based studies of incidence, prevalence, and case-fatality in the late 20th century. *The Lancet Neurology*, v. 2, n. 1, p. 43–53, 2003.

[7]. GIL-GÓMEZ J.A. LLORÉNS R.; ALCAÑIZ M.; COLOMER C. Effectiveness of a Wii balance board-based system (eBaViR) for balance rehabilitation: a pilot randomized clinical trial in patients with acquired brain injury. *J NeuroEng Rehabil.* 2011.

[8]. GRANIC I.; LOBEL A.; RUTGER C.M.E. *The Benefits of Playing Video Games*. Radboud University Nijmegen. 2014.

[9]. GUDERIAN, B.; BORRESON, L. A.; SLETTEN, L. E.; CABLE, K.; STECKER, T. P.; PROBST, M. A.; DALLECK, L. C. The cardiovascular and metabolic responses to Wii Fit videogame playing in middle-aged and older adults. *J Sports Med Phys Fit*. 2010.

[10]. HUIZINGA, J. *Homo Ludens: A Study of the Play Element in Culture*. Beacon Press, 1955.

[11]. HUNICKE, R., LEBLANC, M., ZUBEK, R. MDA: A formal approach to game design and game research. *In Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI* (Vol. 4, No. 1), 2004.

[12]. JOO, L. Y.; YIN, T. S.; XU D.; THIA, E.; CHIA, P. F.; KUAH, C. W. K.; HE, K. K. A feasibility study using interactive commercial off-the-shelf computer gaming in upper limb rehabilitation in patients after stroke. *J Rehabil Med.* 2010.

[13]. KEMP, B. J. Motivation, rehabilitation, and aging: a conceptual model. *Topics in Geriatric Rehabilitation*, 3(3):41–51, 1988.

[14]. KOSTER, R. *Theory of fun for game design*. O'Reilly Media, Inc., 2013.

[15]. LAVER, K.; GEORGE, S.; RATCLIFFE, J.; QUINN, S.; WHITEHEAD, C.; DAVIES, O.; CROTTY, M. Use of an interactive video gaming program compared with conventional physiotherapy for hospitalised older adults: a feasibility trial. *Disabil Rehabil*. 2012.

[16]. LEWIS C. *Irresistible Apps: Motivational Design Patterns for Apps, Games, and Web-based Communities*. Apress. 2014.

[17]. LOHSE, K.; SHIRZAD, N.; VERSTER, A.; HODGES, N.; VAN DER LOOS, H. H. M. Video game and rehabilitation: Using design principles to enhance engagement in Physical Therapy. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 2013.

[18]. MASLOW, A. H. A theory of human motivation. *Psychological review,* 50(4), 370. 1943.

[19]. MICHAEL, D.; CHEN, S. *Serious games: games that educate, train, and inform.* Boston: Thomson Course Technology, 2006.

[20]. NERI, S. G. R.; CARDOSO, J. R.; CRUZ, L.; LIMA, R. M.; OLIVEIRA, R. J.; IVERSEN, M. D.; CARREGARO, L. R. Do virtual reality games improve mobility skills and balance measurements in community-dwelling older adults? *Systematic review and meta-analysis*. 2017.

[21]. NIELSEN, J. *Usability Engineering*. Londres: Academic Press, 1993.

[22]. NUNES, L. B. *Uma investigação sobre a percepção do jogador em relação a diferentes mecanismos de entrada em um jogo para reabilitação controlado por movimento.* Monografia apresentada ao Curso de Engenharia da Computação da Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

[23]. OLIVEIRA, C. DE; SALINA, M.; ANNUNCIATO, N. *Fatores ambientais que influenciam a plasticidade do SNC*. Acta Fisiátrica, 2001.

[24]. REISS S. Multifaceted Nature of Intrinsic Motivation: The Theory of 16 Basic Desires. *Review of General Psychology* 8.3: 179-93. 2004.

[25]. RIBERTO, M.; MIYAZAKI, M. H.; JUCÁ, S. S.; SAKAMOTO, H., PINTO, P. P. N.; BATTISTELLA, L. R. *Validação da versão*

brasileira da Medida de Independência Funcional. Acta fisiátrica, 11(2), 72-76. 2016.

[26]. SAPOSNIK, G.; TEASELL, R.; MAMDANI, M.; HALL, J.; MCLLROY, W.; CHEUNG, D.; BAYLEY, M. *Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation: a pilot randomized clinical trial and proof of principle*. Stroke. 2010.

[27]. SCHELL, J. *The Art of Game Design*. Editora Elsevier/Morgan Kaufmann, 2008.

[28]. SHNEIDERMAN, B.; *Designing the user interface: strategies for effective human-computer-interaction*. 3. ed. EUA: Addison-Wesley, 1998.

[29]. SILVA, T. B. P.; SARMET, M. M.; SILVINO, A. M. D. (Orgs.). *Gameplay: ensaios sobre estudo e desenvolvimento de jogos*. 1. ed. Equador: CIESPAL, 2016. v. 1. 208p.

[30]. TODOROV E.; SHADMEHR R.; BIZZI E. *Augmented feedback presented in a virtual environment accelerates learning of a difficult motor task.* JMot Behav. 1997.

[31]. VAN PEPPEN R.P.; KWAKKEL G.; WOOD-DAUPHINEE S.; HENDRIKS H.J.; VANWEES P.J.; DEKKER J. *The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: what's the evidence?* Clin Rehabil. 2004.