

InfVR: Um Serious Game em Realidade Virtual Para Auxiliar o Desenvolvimento da Cognição Espacial

Carlos Henrique Rorato Souza¹, Luciana de Oliveira Berretta¹

¹Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás (UFG)
Caixa Postal 131 – 74.001-970 – Goiânia – GO – Brazil

¹{carlossouza,luciana}@inf.ufg.br

Abstract. *This article presents a Serious Game, which aims to assist the development of the user's spatial cognition, using Virtual Reality techniques with sound responses. For this, a 3D virtual model of a real construction was created, navigable by means of a mobile device coupled to a Google Cardboard (low cost Virtual Reality device) that can provide subsidies for the creation of a mental map and consequently to help the navigation in the real environment.*

Resumo. *Este artigo apresenta um Serious Game, que visa auxiliar o desenvolvimento da cognição espacial do usuário, utilizando técnicas de Realidade Virtual com respostas sonoras. Para tanto, foi elaborado um modelo virtual 3D de uma construção real, navegável por meio de um dispositivo móvel acoplado a um Google Cardboard (dispositivo de Realidade Virtual de baixo custo) que pode fornecer subsídios para a criação de um mapa mental e conseqüentemente auxiliar a navegação no ambiente real.*

1. Introdução

A Realidade Virtual (RV) pode ser definida pelo uso de computadores e interfaces com o usuário para criar o efeito de mundos tridimensionais que incluem objetos interativos com uma forte sensação de presença tridimensional. De forma prática, “são realidades diferentes, alternativas, criadas artificialmente, mas são percebidas pelos nossos sistemas sensoriais da mesma forma que o mundo físico à nossa volta” [Tori and da Silva Hounsell 2018]. Tais técnicas possibilitam inúmeras aplicações nas mais diversas áreas e ciências, pelo potencial em termos gráficos e de imersão, quando o usuário é transportado totalmente para o mundo virtual, através de dispositivos multissensoriais [Kirner 2011].

Para que se desenvolva a cognição espacial, é necessário que se construam mapas mentais, possibilitados pela experiência, a fim de se construírem as estruturas mentais necessárias para o aprendizado de longo prazo, como teoriza Jean Piaget [Piaget 1986]. Por meio da experiência e com passos qualitativamente definidos, desenvolvem-se as habilidades ligadas à cognição espacial, tais como a representação do espaço, entendimento de seu deslocamento por ele e análise das propriedades espaciais dos objetos e do espaço ao seu redor (tamanho, forma, cor e suas alterações) [Olson and Bialystok 1983]. Proporcionar a experiência e garantir que a partir dela sejam fornecidos os requisitos básicos para uma navegação pelo espaço e a geração de aprendizado são, portanto, os passos iniciais que propiciam o desenvolvimento da habilidade cognitiva.

A RV representou um grande salto para a computação gráfica. Sua popularização, por meio de sistemas que possibilitam a utilização do smartphone do usuário e dispositivos não convencionais de baixo custo (como o Google Cardboard), fez com que muitas ferramentas fossem desenvolvidas para as mais diversas áreas. A imersão possibilitada pelo uso da RV, associada às necessidades de soluções para ampliar desenvolvimento de habilidades cognitivas em pessoas que possuem deficiências ou déficits, faz com que surjam as mais diversas ferramentas.

O presente trabalho busca, por objetivo final, a construção de uma aplicação de realidade virtual voltada para smartphones que trabalham com o sistema operacional Android, que possibilite, através da navegação pelo ambiente virtual 3D e de recursos sonoros adicionados ao cenário, o desenvolvimento da cognição espacial. A aplicação é desenvolvida como um *serious game*, jogos que são utilizados com propósito de ensino-aprendizagem ou treinamento, indo além da dimensão de entretenimento [Aldrich 2005], fazendo com que o processo de desenvolvimento das habilidades cognitivas relacionadas à cognição espacial se dê de forma lúdica e atraente ao usuário, tornando a experiência mais eficaz.

Disposto de forma sequencial e relacionado intimamente com a produção prática da aplicação, o artigo está estruturado da seguinte forma: a seção 2 apresenta os trabalhos relacionados, a seção 3 apresenta o estudo teórico sobre realidade virtual, cognição espacial e *serious games*. A seção 4 apresenta uma breve descrição do funcionamento da aplicação; a seção 5, por sua vez, apresenta detalhes sobre o processo de implementação, ferramentas utilizadas e nuances do processo. Por fim, a seção 6 apresenta as conclusões e desafios acerca da aplicação.

2. Trabalhos Relacionados

Vários projetos têm sido realizados na área de Realidade Virtual, e muito tem sido construído no que é tangente à relação do usuário com o ambiente 3D no qual está inserido. Alguns, ainda, exploram a cognição espacial propriamente dita, bem como a construção de mapas mentais, que oferecem embasamento para aplicação que é desenvolvida neste trabalho, o InfVR.

Em [Avelar et al. 2015] (Projeto 1), encontra-se construída uma pequena maquete de câmpus universitário que inclui recursos e objetivos almejados por este projeto, tais como a navegação por respostas sonoras. Uma questão importante é o afunilamento proposital do público-alvo: focado para cegos, o projeto é construído na Unreal Engine 4, para dispositivos móveis.

A ferramenta desenvolvida por [Silva 2012] (Projeto 2) utiliza sistemas de visualização e navegação para recriar o ambiente virtual de uma subestação de energia elétrica. A aplicação é utilizada no treinamento para a manipulação real dos dispositivos da estação, evitando o perigo de se treinar em um ambiente real. Este projeto traz inúmeras indicações quanto ao processo de modelagem, utilização do software 3D Studio Max (Autodesk) para a criação do modelo, bem como no processo de construção da ideia e nas etapas de desenvolvimento da navegabilidade.

No campo de tecnologias assistivas, também com um público-alvo focado nos deficientes visuais, encontramos o SACEC, Sistema de Auxílio da Cognição Espacial em

Cegos [de Oliveira 2015] (Projeto 3). Este sistema utiliza uma abordagem de interação natural em ambiente desktop, valendo-se dos recursos oferecidos pelo Microsoft Kinect e a lógica da contagem de passos, para proporcionar a navegação de cegos pelo ambiente virtual, visando a construção de um mapa mental. A interação ocorre por meio do reconhecimento de poses, que são interpretadas como ações de andar, girar ou tatear, e com respostas sonoras.

Outros dois projetos que oferecerem base para esta pesquisa, ainda que um pouco distantes do enfoque principal e dos objetivos deste trabalho, são o VirtualMat, um ambiente virtual de apoio ao ensino de matemática para alunos com deficiência intelectual [de Oliveira Malaquias et al. 2012] (Projeto 4), e o sistema descrito no artigo [Seabra and Santos 2005] (Projeto 5), intitulado “Utilização De Técnicas De Realidade Virtual No Projeto De Uma Ferramenta 3d Para Desenvolvimento Da Habilidade De Visualização Espacial”. O primeiro mostra a construção de um ambiente virtual lúdico de aprendizagem de matemática para alunos com deficiência intelectual. O último trata-se de um sistema desktop que utiliza um sistema de RV não-imersivo de alto custo (projeção estereoscópica com lentes polarizadas), que leva o usuário a construir em um ambiente 3D elementos básicos (retas, pontos e planos), contribuindo para a habilidade de visualização espacial.

Em linhas gerais, se tem investido em sistemas desktop, dado seu potencial maior de renderização em tempo real, dentre outras vantagens. Um ponto importante do InfVR está na migração para o ambiente mobile, chegando, com isso, mais próximo ao usuário, além de facilitar o uso e a adesão, valendo-se de um dispositivo já difundido, de custo inferior (o Google Cardboard) e que proporciona uma experiência imersiva. Outra característica é a preocupação que este trabalho apresenta em construir um modelo realista, facilitando o processo de interação real-virtual e a associação com a realidade. A Tabela 1 ilustra as principais diferenças entre os projetos citados e o InfVR.

Tabela 1. Comparação entre os projetos relacionados e o InfVR.

Projeto	Ferramenta de Desenvolvimento	Dispositivos Móveis	Dispositivos Desktop	Navegação	Recurso de RV	Custo	Áudio para interação	RV Imersiva
Projeto 1	Unreal Engine	Sim	Não	Tela do smartphone	Smartphone	Baixo	Sim	Não
Projeto 2	Unity 3D	Não	Sim	Joystick	Head Mounted Display (HMD)	Alto	Não	Sim
Projeto 3	Java3D	Não	Sim	Reconhecimento de Gestos	Microsoft Kinect	Médio	Sim	Sim
Projeto 4	VRMLPad (VRML e JavaScript)	Não	Sim	Mouse e Teclado	Tela do Computador	Médio	Não	Não
Projeto 5	Não consta	Não	Sim	Joystick	Projeção Estereoscópica Polarizada	Alto	Não	Sim
InfVR	Unity 3D	Sim	Não	Joystick	HMD (Google Cardboard)	Baixo	Sim	Sim

Algumas vantagens do InfVR em relação aos demais são o desenvolvimento de uma aplicação voltada para dispositivos móveis, de custo inferior e destinado para todos os públicos. O ambiente 3D foi construído de forma detalhada e com muita similaridade com o ambiente real. Além disso, está apresentado na forma de um *serious game*, o que traz todas as vantagens características deste tipo de aplicação, sua eficácia e ludicidade.

3. Referencial Teórico

3.1. Realidade Virtual

Muitos conceitos foram elaborados para definir o termo “Realidade Virtual”. Com o avanço da tecnologia nas últimas três décadas, os conceitos originais foram dando lugar à especificidade que hoje é própria desta área. Hoje, uma definição que é amplamente aceita e difundida parte de Jerald: “Realidade Virtual é definida como um ambiente digital gerado computacionalmente que pode ser experienciado de forma interativa como se fosse real” [Jerald 2015].

Considerando este contexto, podemos falar de uma experiência virtual que envolve os sentidos. Atualmente, é estimulada principalmente a visão através de ferramentas como os “óculos de realidade virtual”, tecnicamente chamados de HMD - Head Mounted Display, que projetam imagens de um ambiente e utilizam sensores, como giroscópios e acelerômetros, bem como a estereoscopia, para gerar a sensação de imersão do usuário.

Para classificar os tipos de Realidade Virtual existentes, a depender das estruturas pelas quais a experiência é proporcionada, Cláudio Kirner propõe que:

Quando o usuário é transportado totalmente para o mundo virtual, através de dispositivos multisensoriais como HMD e salas de multiprojeção, a realidade virtual é denominada “Imersiva”. Quando o usuário é transportado parcialmente, percebendo o mundo virtual através de uma janela, como a tela do monitor ou equivalente, a realidade virtual é denominada “Não Imersiva” [Kirner 2011].

Na última década, com o surgimento de dispositivos de baixo custo, como o Google Cardboard, bem como a utilização dos smartphones como meio para a exibição das imagens, a produção de ferramentas e a popularização da área sofreu um surto de crescimento considerável [Buchinger et al. 2012], o que faz da realidade virtual um terreno fértil para o desenvolvimento de aplicações para as mais diversas finalidades.

3.2. Cognição Espacial

O conceito de cognição está diretamente ligado ao processo de aprendizado que envolve a experiência. Experimentar é necessário para que se possa gerar um significado e uma memória, as chamadas estruturas mentais. Conforme Newman, o processo cognitivo se dá por meio das interações do indivíduo com o meio. Tais interações produzem, de forma espaçada e gradual, as estruturas mentais ligadas àquela experiência [Newman and Newman 2007]. Para Jean Piaget, um dos grandes nomes da Pedagogia, o desenvolvimento cognitivo ocorre em uma sequência de passos qualitativamente definidos, através da qual se constroem estruturas mentais mais complexas a cada passo. Ele afirma que:

A inteligência não aparece, de modo algum, num dado momento do desenvolvimento mental, como um mecanismo completamente montado e radicalmente diferente dos que o precederam. Apresenta, pelo contrário uma continuidade admirável com os processos adquiridos ou mesmo inatos respeitantes à associação habitual e ao reflexo, processos sobre os quais ela se baseia, ao mesmo tempo que os utiliza. [Piaget 1986]

De forma mais específica, a cognição espacial está relacionada aos mecanismos mentais e cognitivos especializados para a realização de tarefas ligadas ao contexto espacial: representar o espaço, deslocar-se por ele e analisar propriedades espaciais de objetos e lugares [Olson and Bialystok 1983]. O estudo desta habilidade cognitiva relaciona muitos campos da ciência, como a Psicologia, as Neurociências, a Geografia e a Biologia. O grande desafio, segundo Freksa, é alinhar e integrar os conhecimentos da área, para que possam caminhar juntos [Freksa et al. 2008].

Como resultado, gera-se a “percepção espacial”, que pode ser colocada como a integração entre os estímulos sensoriais, a fim de promover a consciência do espaço no qual o indivíduo está inserido, bem como estabelecer noções de profundidade, solidez e distância entre os objetos que o compõe. Dentro desta realidade, os mapas cognitivos, definidos como um tipo de processamento mental ligado à representação do espaço, se portam como auxílio para a tomada de decisões com respeito ao ambiente [Chen 2001], sendo um ponto importante para que a navegação ocorra de forma eficiente e eficaz. Chen coloca que:

A teoria da cognição espacial por mapas estuda como os seres humanos prestam atenção e selecionam informações espaciais, como conhecem e memorizam tais informações e como tomam decisões e guiam seu comportamento espacial usando-as, etc. Então, a teoria da cognição espacial por mapas é um produto da combinação de cartografia e ciência cognitiva [Chen 2001].

Fornecer, portanto, os estímulos que a cognição necessita para promover a criação progressiva e sequencial de tal estrutura facilitaria, por fim, a experiência prática e real do indivíduo, que se localizaria melhor e conheceria melhor o ambiente no qual está inserido.

3.3. Serious Games

Um conceito que tem se destacado no ambiente da pesquisa e do ensino-aprendizagem é o de *serious games*. Trata-se de uma categoria particular de jogos utilizados com propósito de ensino-aprendizagem ou treinamento e não apenas de entretenimento, embora apresentem um viés de entretenimento inerente à realidade de um jogo [Aldrich 2005, Fleury et al. 2014].

Essa categoria de jogos permite, principalmente, a simulação de situações práticas do dia-a-dia [Zyda 2005] e, utilizando a abordagem da indústria de jogos, torna tais simulações atraentes e lúdicas ao usuário, podendo, conseqüentemente, oferecer recursos que favoreçam o aprendizado de conceitos e o desenvolvimento de habilidades diversas. Com isso, o termo *serious games* passou a designar jogos que, ultrapassando o conceito de entretenimento, criam um ambiente favorável ao treinamento e a outros tipos de experiências [e Silva et al. 2018]. Além disso,

atualmente, a conexão dos serious games à Realidade Virtual e Aumentada (RVA) encontra-se na proposta das aplicações e, principalmente, na forma de exploração dos recursos computacionais. A utilização da visualização estereoscópica e de dispositivos de interação intuitivos, a solução de problemas de processamento gráfico (rendering) e de modelagem, bem como o uso de métodos de simulação física para comportamento de materiais, são exemplos de características comuns aos serious games e à RVA [dos Santos Machado et al. 2009].

Dessa forma, o uso do conceito de *serious games* na criação desta aplicação se justifica pelo propósito de unir o desenvolvimento de uma habilidade cognitiva (a cognição espacial, por meio da criação de mapas mentais) ao entretenimento e imersão. Assim, um jogo de tal gênero busca aliar estes dois pontos, e fazê-los convergir para uma experiência eficaz.

4. Funcionamento da Aplicação: InfVR

Dada a problemática já exposta e discutida nas seções anteriores, a ferramenta desenvolvida pode ser descrita essencialmente como uma aplicação do gênero *serious game*, voltada para smartphones com sistema operacional Android, que visa disponibilizar um modelo virtual 3D das dependências do Instituto de Informática, da Universidade Federal de Goiás (UFG) - modelado tendo como referência fotos do prédio e sua planta-baixa, navegável por meio de técnicas e dispositivos de realidade virtual, que possibilite o desenvolvimento da cognição espacial e a criação de um mapa mental do ambiente modelado, por meio da criação de referências espaciais baseadas na repetição do trajeto e de um sistema de navegação por respostas sonoras, inserido em pontos estratégicos do espaço.

Para tanto, foi construído um jogo que permite a navegação no ambiente virtual modelado a partir de um ambiente real. Do ponto de vista do jogo em si, o objetivo é levar o usuário a conhecer a estrutura física e alguns dos projetos e iniciativas do INF-UFG: Primeiro, o jogador, após conectar o joystick via bluetooth, acessa o aplicativo em seu smartphone. Um menu é carregado, no qual ele dispõe das opções de ver as regras e objetivos do jogo, ativar ou desativar o sistema de navegação por áudio e, por fim, iniciar o *game*.

Ao iniciar o jogo, o usuário/jogador deve encaixar seu smartphone no Google Cardboard e iniciar a experiência. Trata-se de um HMD (Head Mounted Display) de baixo custo, com uma armação construída em papelão e duas lentes acopladas, desenvolvido pela empresa Google. Este, atrelado ao smartphone do usuário, utiliza a tela do smartphone como visor do óculos, proporcionando uma experiência de Realidade Virtual [Cardoso and da Silva Santos 2015]. As ferramentas desenvolvidas pela Google utilizam os sensores do smartphone, tais como acelerômetro e giroscópio para determinar a direção para a qual o usuário está “olhando”. Dessa forma, a câmera estereoscópica virtual do jogo sincroniza-se com estes sensores, gerando a ilusão de imersão. O joystick, conectado também ao smarhpone (via bluetooth) auxilia no processo de interação do usuário.

No jogo, o jogador encontra-se dentro das dependências do INF. Ele deve percorrer o ambiente, navegando por meio do joystick (ele deverá olhar para onde deseja deslocar-se e pressionar qualquer tecla do controle), buscando encontrar os logotipos do Instituto - espalhados pela maquete - visando acumular pontos. Para auxiliar no processo

de navegação, ao atingir pontos específicos sinalizados no “chão virtual”, áudios com a descrição do ambiente (daquilo que se encontra à frente, à esquerda e à direita do jogador) serão emitidos.

Ao encontrar cada objeto, o jogador ganha um ponto e visualiza um modelo de folder com informações básicas sobre alguma iniciativa do Instituto. Para que aconteça uma repetição mínima do percurso dentro da maquete (fator importante para a criação do mapa mental), o sistema de pontos é disposto de tal forma que apenas um logotipo a ser coletada aparece por vez no cenário, ou seja, o segundo ponto estará visível somente após o primeiro ser coletado.

Com este viés de entretenimento, busca-se uma aceitação melhor por parte dos usuários, em relação à aplicação e ao alcance das metas traçadas, bem como promover e dar visibilidade a tudo o que é realizado no Instituto. A Figura 1 mostra o logotipo da aplicação e um esquema ilustrando seu funcionamento, em linhas gerais.



Figura 1. Logotipo da aplicação e esquema ilustrando o funcionamento da aplicação.

5. Implementação

5.1. Construção do Modelo

Para a construção do modelo 3D do Instituto, foram utilizadas duas fontes principais: mais de duzentas fotografias dos espaços que compõe o prédio e as plantas baixas originais em papel, que foram digitalizadas para basear o desenvolvimento do modelo, construído no 3D Studio Max.

Com as referências obtidas, iniciou-se o processo de modelagem, que se deu por meio da adição de modificadores de malha às primitivas oferecidas pelo software. Em primeiro lugar, foram modelados os elementos básicos, como paredes, portas, janelas, piso e teto, como ilustrado na Figura 2. A partir deste ponto, foram adicionados os detalhes como escadas, rampas, corrimões, lâmpadas e bebedouros, extintores de incêndio, cortinas e placas, com intuito de deixar o ambiente virtual o mais próximo possível do real (Figura 3).

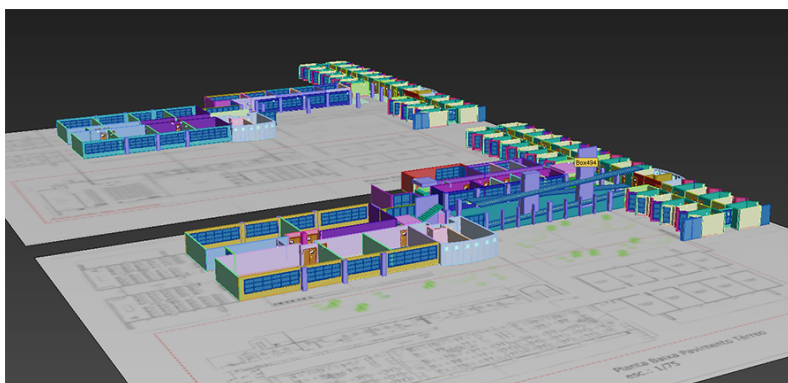


Figura 2. Primeira etapa da modelagem: piso, paredes, portas e janelas.



Figura 3. Ambiente 3D detalhado, comparado à fotografia do mesmo ambiente real.

Uma preocupação importante nesta etapa do processo foi a quantidade de polígonos produzidos devido à alta complexidade do modelo. Para que fosse possível produzir a aplicação para *render* em tempo real nos dispositivos visados, foi necessário remodelar muitos objetos para uma versão com menor quantidade de vértices e arestas, bem como excluir alguns ambientes (interior dos laboratórios e banheiros, por exemplo), facilitando o processamento e *render* dos componentes. Muitos detalhes foram abstraídos para serem adicionados na etapa da texturização.

Por fim, o resultado da etapa de modelagem foi um ambiente realista e dentro do que se espera de um modelo para aplicações móveis. Foi modelada a parte externa com alguns blocos básicos (cubos), bem como foi realizada a adição de um terreno construído a partir de um mapa de deslocamento produzido com base em imagens de satélite produzidas pelo Google Earth. Imagens do ambiente final podem ser vistas nas Figuras 4 e 5.



Figura 4. Vista externa do modelo 3D, comparada à fotografia do Instituto.



Figura 5. Ambiente 3D do pátio do Instituto, comparado à fotografia do ambiente real.

Depois de modelada, a maquete passou por um processo de texturização, realizado em conjunto com o software Adobe Photoshop CC 2015, para o desenvolvimento, manipulação e edição dos mapas e texturas. Ainda no 3D Studio Max, foi feito o mapeamento completo do modelo, bem como a criação e configuração dos materiais, em toda a complexidade que é inerente à esta etapa (simulação física de reflexões, refrações e rugosidade, por exemplo), tendo em vista proporcionar uma experiência visualmente agradável e realista.

Nesta etapa de texturização, muitas questões que envolvem otimização e desempenho foram finalmente resolvidas, a saber: a criação das cortinas foi feita por meio de texturas (em um plano foi adicionado um mapa com transparência), bem como as aberturas no telhado do pátio e alguns detalhes de estruturas metálicas externas. A Figura 6 mostra capturas de tela de algumas etapas do processo.

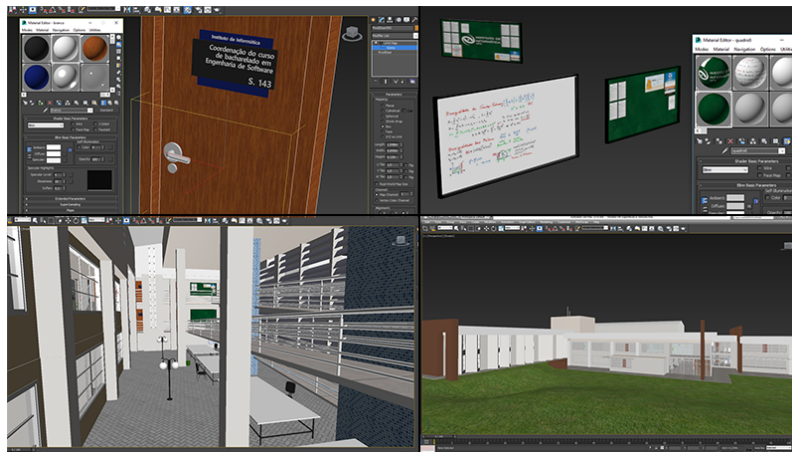


Figura 6. Algumas etapas do processo de texturização.

Depois de texturizada e visualmente mais próxima da realidade, a maquete foi exportada para que fossem então iniciados os trabalhos de construção da aplicação propriamente dita, no ambiente da Unity Engine. Para tanto, o modelo foi exportado utilizando o formato FBX, da Autodesk. Tal formato possibilita a exportação do mapeamento gerado, bem como os materiais construídos, por meio da opção *Embed Media*.

Para que não houvessem problemas de compatibilidade entre os ambientes do 3D Studio Max e da Unity, os modificadores utilizados nos componentes modelados foram condensados e os objetos todos convertidos para *Editable Poly*. Portanto, os objetos nati-

vos e específicos do ambiente do software de modelagem foram todos igualados a malhas simples, compatíveis com a maioria dos softwares 3D, sem a necessidade de adaptação ou grandes ajustes.

5.2. Construção da Aplicação

Para a construção da aplicação, foi utilizado o software Unity 3D. Algumas pequenas alterações se fizeram necessárias, tais como reposicionamento de alguns componentes do modelo (alguns corrimões) e a adaptação de algumas texturas e materiais, principalmente de vidro e metal, bem como a imagem para criação das cortinas, dado que o 3D Studio Max trabalha com mapas de opacidade (variação da imagem em tons de cinza para representar transparência), quando o Unity aceita imagens com transparência alpha, sem a necessidade dos referidos mapas. A iluminação foi mantida como padrão, bem como o céu azul de fundo. Tudo mais foi adaptado e o resultado pode ser conferido na Figura 7.

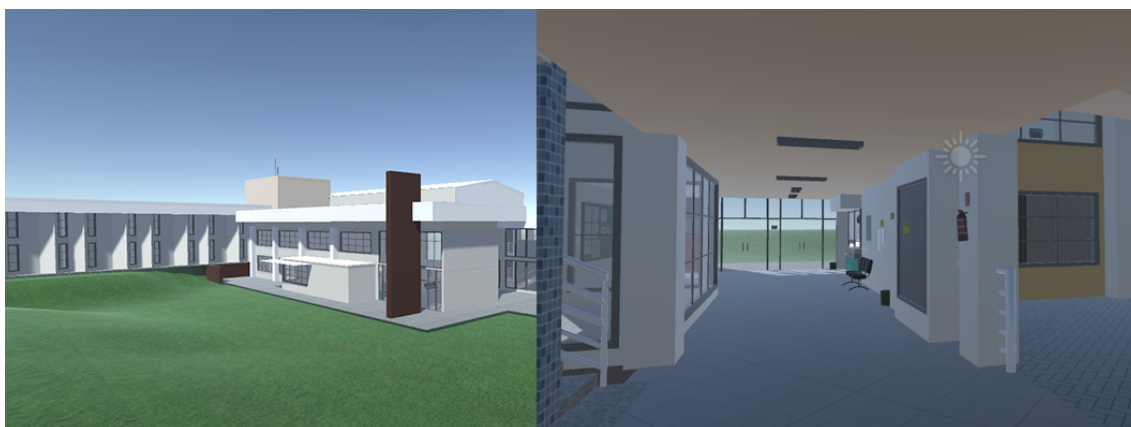


Figura 7. Modelo importado e adaptado ao Unity3D.

Com o modelo importado e devidamente ajustado, foi associado a todos os componentes um sistema de colisão denominado “Mesh Collider”, que permite que a própria forma do objeto se torne uma superfície que gere colisões, impedindo que o personagem ultrapasse os objetos do cenário. Da mesma forma, todos os objetos foram declarados do tipo “static”, para possibilitar a utilização de recursos de otimização posteriores.

A câmera do sistema é uma câmera estereoscópica padrão de realidade virtual da API disponibilizada pela Google, “GVRMain.prefab”. Ela foi posicionada dentro do cenário e possibilita ao usuário olhar ao redor, por meio do uso do giroscópio do smartphone.

Para o sistema de navegação, optou-se por uma lógica que tem sido vastamente utilizada em aplicações que incluem a interação do usuário com o ambiente 3D por meio da navegação. Um objeto vazio denominado “Player” tem como “subordinado”, em sua hierarquia, a câmera principal da cena. Com esta relação de pertença, o Player movimenta também a câmera. A este objeto vazio é adicionado um script que, ao ser pressionada qualquer tecla, caminha para a “frente”, ou seja, para onde a câmera (que está com o sistema de RV) está orientada.

No sistema de movimentação da câmera, basta ao usuário “olhar” para onde deseja ir e pressionar uma tecla ou gatilho do joystick. Para os usuários do Google Card-

board clássico, que possui um botão acoplado (um ímã posicionado estrategicamente), podem inclusive navegar na ausência do controle externo, utilizando apenas este botão. Para finalizar, foram adicionados os componentes “Rigid Body” e “Capsule Colider”, que possibilitaram a utilização de gravidade no personagem e a modelagem das colisões, de forma a posicionar corretamente a câmera na cena. Para adicionar um realismo maior à experiência, uma sequência de áudio é disparada enquanto o personagem se move, o ruído dos pés caminhando.

A partir de então, o corpo básico da aplicação está delineado. Ao total, foram adicionados elementos de vegetação para compor a ambientação da maquete e foram utilizados dois sistemas de otimização: Static Batching, que propõe a pré-renderização conjunta de elementos estáticos e a técnica de Occlusion Culling, que oculta objetos que não são visíveis à camera, diminuindo drasticamente a quantidade de objetos renderizados, melhorando exponencialmente o desempenho. A qualidade foi definida em “Very Low”, dado o destino da aplicação, porém foram utilizados alguns recursos que mantivessem um mínimo de qualidade, tais como a aplicação de um baixo nível de *anti-aliasing*, que suaviza as bordas dos objetos.

Para o sistema de navegação com o auxílio de áudio, foram escolhidos vinte e dois pontos estratégicos para que as descrições (espaços importante situados à frente, à esquerda e à direita do usuário) fossem inseridas. Primeiramente, as falas foram roteirizadas em texto e transformadas em áudio por uma versão *freeware* do software Panopreter Basic. Depois de tratados com o auxílio do Adobe Audition CC 2015, foram dispostos na maquete por meio de caixas que recebem eventos do tipo colisão “trigger”. Assim que o personagem colide com a caixa, o áudio é disparado. Quando o usuário deixa a região da caixa, o áudio é interrompido. Para situar o jogador, foi criada uma arte específica, sendo esta colocada no chão para marcar os locais onde se encontram as instruções sonoras, bem como para indicar a direção de navegação a que se referem.

No que tange à construção dos objetos coletáveis, foram modelados e importados para a engine a logomarca do Instituto de Informática e uma espécie de banner para receber as imagens dos projetos. Paralelamente, foram levantados dez projetos e iniciativas do INF/UFG e coletadas imagens e informações, que foram dispostas em texturas para os banners. Com o objeto da logomarca foi colocado um colisor que detecta eventos do tipo “trigger” (quando um objeto passa através de outro), de forma análoga ao sistema de navegação por áudio. Assim, quando o personagem entra na área de trigger, a logomarca desaparece, um sinal sonoro é disparado e a tela com o banner é mostrada.

Foram feitos os banners de nove projetos, um de apresentação do Instituto e um de agradecimentos finais. Foi criada uma sequência nos projetos, para que o próximo item seja mostrado somente após o anterior ser coletado. Eles foram dispostos estrategicamente na maquete de forma a permitir ao usuário explorá-la ao máximo, favorecendo a criação do mapa mental. Para mostrar a quantidade de projetos coletados e a quantidade restante, foi criada uma estrutura que atualiza a quantidade de projetos coletados a cada frame.



Figura 8. Objeto coletável e banner com projeto do Insituto.

Com a aplicação finalizada, foi criado um menu principal que precede a cena da maquete. Foram ainda modificadas algumas configurações de qualidade, para que houvesse um equilíbrio entre desempenho e qualidade de imagem, dado que ambos são necessários para uma boa experiência do usuário. Com todos os parâmetros ajustados e com todo o projeto organizado, foi feita a construção do arquivo instalável para o sistema Android (arquivo com extensão “.apk”), dentro do próprio Unity.

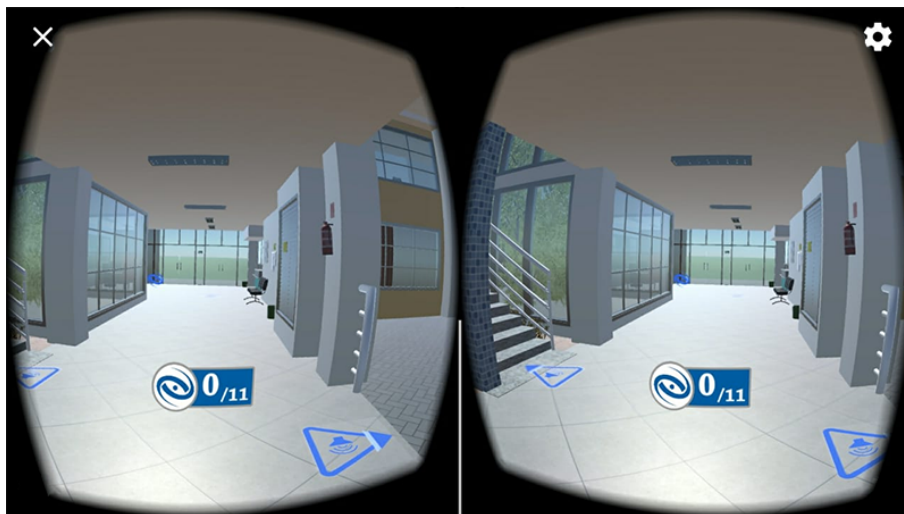


Figura 9. Captura de tela que mostra o sistema em funcionamento em um smartphone.

6. Conclusão, Desafios e Trabalhos Futuros

O aplicativo InfVR, desenvolvido neste trabalho, fornece ao usuário subsídios para a criação de um mapa mental do ambiente modelado, buscando promover o desenvolvimento da cognição espacial. Dessa forma, visa possibilitar uma experiência imersiva, agradável e eficaz. Com um modelo realista, um sistema de navegabilidade que beira o natural e a interatividade com o usuário por meio de um *serious game*, a aplicação propõe conhecer as instalações e projetos do INF/UFG, sendo também uma ferramenta de entretenimento e fonte de divulgação de suas atividades.

As ferramentas utilizadas (principalmente Unity3D Engine e Autodesk 3D Studio Max) superaram as expectativas no que se refere a desempenho e qualidade dos resultados. Foi possível construir um modelo fiel às referências (fotos e planta baixa), realista e que fosse comportado pelo ambiente mobile. É importante destacar a facilidade em aplicar recursos de otimização e de adaptação para a realidade virtual no ambiente do Unity. A experiência, de forma geral, foi satisfatória.

No entanto, muitas melhorias podem ser feitas a longo prazo. O Instituto de Informática possui hoje inúmeros projetos que podem ser adicionados paulatinamente ao InfVR. O sistema pode ser dividido em “fases” ou etapas, conforme o quantitativo de projetos cadastrados, aumentando o nível de dificuldade a cada etapa. Pode-se também construir um algoritmo de inteligência artificial que disponha os projetos de forma a possibilitar que o usuário usufrua melhor o espaço da maquete: o algoritmo coloca o próximo projeto a ser descoberto em uma região da maquete que fora pouco explorada, por exemplo, ou utiliza a experiência do usuário para determinar onde o próximo projeto deve ser colocado. Assim, a experiência seria, de certa forma, personalizada para cada usuário e voltada para o seu desenvolvimento.

Outro trabalho a ser realizado é avaliar o desempenho do sistema e verificar se os usuários serão capazes de, efetivamente, criar o mapa cognitivo e atingir os objetivos propostos neste artigo. As demais mudanças citadas, tendo como base os resultados dos testes e as consequentes melhorias, farão com que o sistema cresça, a ponto de se tornar um verdadeiro e completo jogo educacional, passível de ser utilizado em ambientes escolares.

Por fim, é importante ressaltar que o InfVR reúne o ferramental para que se auxilie na solução de um problema real em um ambiente lúdico e descontraído, o que permite uma maior adesão por parte do usuário e aumenta consideravelmente as chances de sucesso, dada também a popularidade dos equipamentos utilizados e seu baixo custo. O sistema, portanto, se coloca como uma alternativa acessível, que pode, com seu potencial, ser um auxílio e um entretenimento para uma experiência eficaz.

Referências

- Aldrich, C. (2005). *Learning by doing: a comprehensive guide to simulations, computer games, and pedagogy in e-learning and other educational experiences*. Pfeiffer.
- Avelar, A. C., de Oliveira Berretta, L., and Ferreira, D. J. (2015). Desenvolvimento de um ambiente virtual inclusivo para deficientes visuais com o uso de game engines.
- Buchinger, D., Juraszek, G. D., and da Silva Hounsell, M. (2012). Estudo bibliométrico do crescimento da Área de realidade virtual.

- Cardoso, P. V. and da Silva Santos, K. (2015). Realidade virtual e geografia: O caso do google cardboard glasses para o ensino. *Revista Tamoios*, 11(2).
- Chen, Y. (2001). Map spatial cognition theory - the interface of cartography and cognitive science.
- de Oliveira, L. (2015). *Ambientes Virtuais Para Auxiliar o Desenvolvimento da Cognição Espacial em Cegos: Uma abordagem com interação natural*. PhD thesis, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- de Oliveira Malaquias, F. F., Cardoso, A., and Lamounier, E. (2012). Virtualmat: um ambiente virtual de apoio ao ensino de matemática para alunos com deficiência intelectual. In *Revista Brasileira de Informática na Educação*, volume 20.
- dos Santos Machado, L., Moraes, R. M., and de Lourdes dos Santos Nunes, F. (2009). Serious games para saúde e treinamento imersivo. In *Abordagens práticas de realidade virtual e aumentada*. SBC.
- e Silva, R. L., Bulla, G., da Silva, L., and Lucena, J. (2018). Serious games and sensibility regimes: Paradoxes in using games for human formation. *education policy analysis archives*, 26(117).
- Fleury, A., Nakano, D., and Cordeiro, J. H. D. O. (2014). *Mapeamento da Industria Brasileira e Global de Jogos Digitais*. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).
- Freksa, C., Newcombe, N., Gärdenfors, P., and Wöfl, S. (2008). *Spatial Cognition VI: Learning, Reasoning and Talking About Space*. Springer.
- Jerald, J. (2015). *The VR book: Human-centered design for virtual reality*. Morgan & Claypool.
- Kirner, C. (2011). Prototipagem rápida de aplicações interativas de realidade aumentada. In SBC, editor, *Tendências e Técnicas em Realidade Virtual e Aumentada*, v. 2, n. 1, pages 29–54.
- Newman, B. M. and Newman, P. R. (2007). *Theories of human development*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Olson, D. R. and Bialystok, E. (1983). *Spatial Cognition: the structure and development of mental representations of spatial relations*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Piaget, J. (1986). *O nascimento da inteligência da criança*. Editora Crítica.
- Seabra, R. D. and Santos, E. T. (2005). Utilização de técnicas de realidade virtual no projeto de uma ferramenta 3d para desenvolvimento da habilidade de visualização espacial. In *Revista de Educação Gráfica*. Editora Mania de Livro.
- Silva, R. C. (2012). Virtual substation: Um sistema de realidade virtual para treinamento de operadores de subestações elétricas. Master's thesis, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- Tori, R. and da Silva Hounsell, M. (2018). *Introdução a Realidade Virtual e Aumentada*. Editora SBC, Porto Alegre.
- Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. volume 38, pages 25–32. IEEE Computer Society Press.