REVISTA DESIGN & TECNOLOGIA
ISSN: 2178-1974
2019, Vol. 09, No. 18
DOI 10.23972/det2019iss18pp84-101

PGDESIGN
www.pgdesign.ufrgs.br

Avaliação da Transferência de Habilidades em Jogos Digitais para o Aprendizado de Computação Gráfica 3D

Rafael Kojiio[1]**; Murilo Scoz**[2]

1 *Mestre pelo Programa de Pós Graduação em Design da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), SC, Brasil*

2 *Prof. Doutor do Programa de Pós Graduação em Design da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), SC, Brasil*

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de jogos digitais na observação da realização de uma tarefa de computação gráfica 3D. Esta tarefa incluía a navegação, criação e finalização de um modelo tridimensional em um software 3D. A avaliação foi feita por meio de uma pesquisa experimental que utilizou: um questionário demográfico para seleção e amostragem dos grupos; uma tarefa de computação gráfica 3D no software Blender; e um questionário final sobre a performance do participante na realização da tarefa. Para comparar os resultados, foram divididos os participantes em dois grupos durante o estudo: um grupo jogadores ativos e outro grupo de jogadores não ativos. Estes grupos foram divididos pela quantidade de horas por semana que jogavam jogos digitais, e foram selecionados a partir de uma amostra de 21 jovens adultos estudantes de Design de uma universidade local. Após a realização da tarefa 3D e dos resultados obtidos nos questionários, foi avaliada estatisticamente a performance da realização da tarefa 3D por meio das métricas de eficácia na execução da tarefa e eficiência por tempo. Os resultados apresentaram diferenças estatísticas significantes a favor do grupo de jogadores ativos, validando a hipótese alternativa que afirmava a existência de influência dos jogos digitais na realização de tarefas de computação gráfica 3D. O estudo conclui que a prática de jogos digitais influenciou na performance dos jogadores ativos na execução das tarefas propostas, apontando possibilidades de pesquisas no campo do design, por meio de estudos sobre a similaridade psicológica como um caminho de transferência de habilidades cognitivas durante a prática com jogos digitais.

PALAVRAS-CHAVE
Jogos Digitais;
Software 3D;
Transferência de Habilidades;
Aprendizado;
Cognição

Evaluation of Skill Transfer from Digital games to 3D Computer Graphics Learning

ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate the influence of digital games on the observation of a 3D computer graphics task execution. This task included the navigation, the creation, and the finalization of a three-dimensional model in 3D software. The evaluation was made through experimental research that used: a demographic questionnaire for group selection and sampling; a 3D computer graphics task in Blender software; and a final questionnaire about the participant's performance in performing the task. To compare the results, participants were divided into two groups during the study: one active player's group and other non-active player's group. These groups were divided by the number of hours per week they were involved playing digital games and were selected from a sample of 21 young adults, Designers and students from a local university. After performing the 3D task and collecting the results obtained in the questionnaires, the performance of the 3D task was statistically compared by task execution effectiveness and time efficiency metrics. The results showed significant statistical differences in favor of the active player's group, validating the alternative hypothesis that affirmed the existence of the influence of digital games in the accomplishment of 3D computer graphics tasks. The study concludes that the practice of digital games influenced the performance of the active players in the execution of the proposed tasks, pointing possibilities of research in the field of design, through studies on the psychological similarity as a way of transfer of cognitive abilities during the practice with Digital games.

KEYWORDS
Digital Games;
3D Software;
Skills Transfer;
Learning;
Cognition

CONTATO: Rafael Kojiio – *kojiio@gmail.com*
© 2019 – Revista Design & Tecnologia

1. INTRODUÇÃO

Nos cursos superiores de Design, é difundido o ensino de *softwares* de modelagem em três dimensões. Grande parte dos *softwares* de computação gráfica 3D possuem uma interface não habitual para os usuários das interfaces tradicionais 2D. Por este motivo, a adaptação do usuário a interface pode ser problemática, causando maior dificuldade no aprendizado e na realização de tarefas e operações com a mesma, gerado pelo maior esforço de adaptação por parte do usuário. Como o ensino da computação gráfica 3D é dependente do *software* utilizado em sala de aula, a escolha da ferramenta 3D e da forma de ensino ideais é uma tarefa que requer critério e responsabilidade por parte do docente da área. No entanto, a experiência e atividade prática com jogos digitais, especialmente jogos com complexos ambientes tridimensionais teoricamente poderia influenciar o iniciante na prática da computação gráfica 3D, tanto na adaptação e performance na realização de tarefas complexas de computação gráfica 3D, quanto na forma da abordagem na tarefa a ser realizada, e com isso, aprimorar o aprendizado e o ensino desta atividade. Portanto esta pesquisa propõe-se a buscar uma resposta para a seguinte questão de pesquisa: **Considerando a prática da computação gráfica 3D uma tarefa complexa e não intuitiva, poderia a prática de jogos digitais influenciar no desempenho e adaptação de um indivíduo, auxiliando na performance durante a realização de uma tarefa de computação gráfica 3D?**

1.1 Hipótese

Visando analisar se a prática de jogos digitais pode influenciar indivíduos na realização de tarefas de computação gráfica 3D, este trabalho propõe um estudo experimental na prática da computação gráfica 3D com indivíduos que sejam jogadores ativos de jogos digitais e com indivíduos que não sejam, de acordo com critérios ligados a carga horária destinada à prática. Dividindo os participantes da pesquisa em dois grupos: jogadores ativos e jogadores não ativos e aplicando a ambos os grupos a mesma tarefa relacionada a computação gráfica 3D é possível analisar a performance dos participantes por meio de métricas baseadas em parâmetros como eficácia e eficiência, seguindo os requisitos da norma ISO 9241-11 (ABNT, 2002). Sendo assim, as hipóteses são apresentadas abaixo:

Hipótese H0 = os jogos digitais não exercem influência significativa na performance na realização da tarefa 3D;

Hipótese H1 = os jogos digitais exercem influência significativa na performance na realização da tarefa 3D.

1.2 Objetivo Geral

Analisar se a prática de jogos digitais pode influenciar no desempenho na realização de uma tarefa de computação gráfica 3D.

1.3 Objetivos secundários

- Identificar, por meio de uma revisão bibliográfica, processos análogos de transferência de habilidade ligados à prática de jogos 3D;
- Estabelecer parâmetros que permitam diferenciar jogadores ativos de jogadores não ativos;
- Investigar caminhos para pesquisas na área da computação gráfica.

2. REVISÃO TEÓRICA

Neste capítulo, serão apresentados temas como a computação gráfica e interfaces, *softwares* 3D, a prática da modelagem 3D, fatores humanos e ergonomia, bases teóricas que envolvem a prática de jogos digitais e a realização de tarefas complexas, além de teorias da percepção visual.

2.1 Computação Gráfica

Segundo John Hughes (HUGHES et al., 2014), a computação gráfica é a ciência e a arte de comunicar visualmente por meio do monitor de um computador e seus dispositivos de interação. Como o destinatário deste processo é o ser humano, é imprescindível entender a forma como este perceberá e interpretará o design de tal gráfico computadorizado. De acordo com o autor, a computação gráfica é um campo em que a física, matemática, percepção humana, interação homem computador, engenharia, design gráfico, e arte desenvolvem papéis importantes em uma interação interdisciplinar.

Sendo uma ferramenta de trabalho do designer, a computação gráfica geralmente é uma das matérias ensinadas nos cursos de design, e é considerada complementar a prática do desenho de observação e perspectiva. Os designers praticantes da computação gráfica costumam se dividir em ilustradores ou artistas 2D, e estão habituados a trabalhar com o modelo tradicional de interface gráfica bidimensional, ou interface *WIMP* (*Windows, Icons, Menus, Pointing devices*).

2.2 O Modelo de Interface WIMP

O modelo de interface *WIMP* é uma interface 2D tradicional que utiliza o modelo clássico de janelas, ícones, menus e dispositivos apontadores (TEYSEYRE; CAMPO, 2009). Para gerar imagens, *softwares* de computação gráfica 2D como o *Adobe Photoshop, GIMP, PaintShopPro, Corel Painter, Sketchbook Pro*, entre outros, utilizam um ambiente gráfico 2D apresentado na tela do computador, com interação por meio de dispositivos de interface humana comuns, geralmente um teclado de computador e um periférico como um mouse ou uma mesa digitalizadora, restrito a duas dimensões de movimento, em que o usuário manipula elementos em um *canvas* (tela de pintura ou área de trabalho) criando e editando estes elementos para gerar imagens ou formas representadas na tela de forma bidimensional. Segundo Tseyseyre e Campo (2009), por ter uma utilização aproximada ao desenho à mão livre e a pintura, os *softwares* 2D são considerados mais intuitivos, possibilitando a designers e artistas tradicionais familiarizados ao desenho e pintura digital uma transição mais natural e fluída que quando apresentados a um *software* 3D, facilitando o ensino de tais atividades, pois um dos maiores desafios das aplicações 3D é a adaptação do usuário ao ambiente de trabalho. Operar um *software* 3D requer uma maior carga cognitiva, pois a maior parte dos usuários possuem apenas experiência com a metáfora do *desktop* (área de trabalho) 2D *WIMP*.

2.3 Computação Gráfica 3D

Um *software* de computação gráfica 3D produz imagens por meio de representações matemáticas de superfícies tridimensionais. Estas representações são chamadas de "modelos", construídas por meio de polígonos e podem ser manipuladas de diversas maneiras para se atingir o volume final desejado. Da mesma forma que os *softwares* 2D, a interação com um *software* 3D ocorre normalmente por meio de uma interface gráfica bidimensional na tela do computador, e da utilização de dispositivos de interface humana (como teclado, mouse, mesa digitalizadora).

A maior complexidade de adequação ao espaço tridimensional que os *softwares* de computação gráfica 3D exigem – em relação a prática dentro do espaço bidimensional encontrado nos *softwares* de computação gráfica 2D – faz com que a prática da computação gráfica 3D seja considerada geralmente mais complexa que a prática da computação gráfica

2D. *Softwares* de computação gráfica 3D como o *Blender, Maya, 3DS Max, Lightwave, Cinema 4D*, entre outros, costumam possuir ferramentas de edição de malhas 3D, *splines*, vetores, operações booleanas, partículas, simulações físicas, simulações de fluidos, câmeras, iluminação, materiais, opções de renderização, ferramentas de *rigging*, entre outras ferramentas que muitas vezes operam de formas diferentes das ferramentas tradicionais existentes ou simplesmente não são encontradas em parte dos *softwares* de computação gráfica 2D.

2.4 Jogos Digitais e Simuladores

Jogos de computadores e videogames se tornaram o foco de pesquisas sobre treinamento por serem considerados acessíveis, de baixo custo e efetivos para o aprendizado (WILSON et al., 2009). Diversas áreas do conhecimento e campos de atuação já utilizam tanto jogos digitais quanto simuladores para treinamento (BLUNT, 2007; PRENSKY, 2001), e os resultados de estudos feitos sobre o aprimoramento na realização de tarefas complexas com a utilização de jogos digitais fornecem dados sobre a eficiência na performance do indivíduo que treinou utilizando jogos digitais em relação ao indivíduo que não utilizou qualquer tipo de jogo digital para treinamento (BOOT et al., 2010).

Vários campos do conhecimento buscam descobrir, estudar e desenvolver formas alternativas de treinamento que envolvam tarefas análogas ou mesmo simulações da atividade em questão, que sirvam como prática similar da atividade desejada e forneçam conteúdo cognitivo suficiente para o indivíduo aprimorar sua técnica e melhorar a performance na execução da tarefa. Partindo deste princípio, uma das alternativas mais exploradas atualmente são as simulações e os jogos digitais, em grande parte devido a sua grande acessibilidade, baixo custo e eficácia no aprendizado (WILSON et al., 2009).

Hays (HAYS, 2005, pg. 15) defende que um jogo digital é uma atividade competitiva artificialmente construída, com um objetivo específico, um conjunto de regras e limitações, localizadas em um contexto definido. O grande avanço tecnológico no desenvolvimento de games, principalmente nos quesitos qualidade gráfica, representação visual e interfaces fizeram com que a transição dos jogos digitais para ambientes de simulação e realidade virtual ocorressem de uma forma natural.

Segundo o game designer Chris Crawford (1982, pg. 9), simulações são uma séria tentativa de representar um fenômeno real. Mesmo possuindo grande parte das características dos jogos eletrônicos, simulações procuram atingir objetivos mais "sérios" que os jogos digitais de entretenimento, podendo ou não conter o elemento competitivo como fundamento para sua simulação.

Por meio da comparação entre jogadores e não jogadores na realização de tarefas complexas, como pilotar um caça de alta performance (GOPHER et al, 1994), é possível assumir que de alguma forma, certos jogos digitais são capazes de influenciar a performance do indivíduo. Portanto, sejam sérios, simuladores ou meramente para o entretenimento, os jogos digitais já são utilizados como ferramentas complementares para o treinamento e para o desenvolvimento de habilidades cognitivas.

2.5 Representação, Similaridade Física e Psicológica

Wilson et al. (2009) afirmam que um dos atributos que os jogos digitais podem possuir é a representação, ou em outras palavras, a precisão na reprodução do ambiente. Para Crawford (1982, pg. 8) a representação é a similaridade física e psicológica entre um jogo e o ambiente que ele representa, e segundo o autor, o agente que transforma uma situação objetivamente irreal em uma subjetivamente real é a fantasia humana. Nos jogos digitais, a representação pode ser dada por meio do visual e da qualidade gráfica do jogo, dos efeitos sonoros, música e ambientação, das interfaces físicas e háptica, do contexto histórico, narrativa, entre outros elementos da própria produção do jogo digital que contextualizem e criem significado representativo para o jogador.

Entretanto, apesar da representação significar em parte uma aproximação à fidelidade física do ambiente que se deseja simular, estudos feitos por Prince e Jensch (PRINCE; JENTSCH, 2001) apontam que a fidelidade psicológica é mais importante que a fidelidade física para o aprendizado e treinamento na realização de tarefas complexas. Portanto, a representação não precisa ser fisicamente real para que jogador experimente os mesmos processos cognitivos, mas é preciso que haja fidelidade psicológica com a forma que o indivíduo realiza a tarefa no mundo real para que a transferência de habilidade cognitiva seja efetuada com maior sucesso.

2.6 Cognição e Transferência

De acordo com Holding (1965) a transferência de treinamento ocorre sempre que os efeitos de um aprendizado anterior influenciam na performance de uma atividade posterior. O autor também destaca que quanto maior a semelhança entre as tarefas, maior a transferência de habilidades. Por esta análise, é possível argumentar que tarefas semelhantes possam ser o primeiro passo para um treinamento efetivo em tarefas complexas. Quanto maior for o repertório de tarefas análogas e habilidades aprendidas em relação a tarefa complexa nova que o indivíduo realizará, maiores as chances de haver transferência de habilidades das mesmas para a nova atividade, pois aprendizes criam ou mesmo modificam processos já conhecidos de outras tarefas para ter uma maior adaptação às exigências de uma nova situação.

Portanto, é possível concluir que um número de habilidades mentais desenvolvidas durante a realização de uma tarefa pode ter influência na realização de outras tarefas semelhantes para um indivíduo, mesmo que o indivíduo esteja realizando esta tarefa pela primeira vez, e que isso possivelmente influenciará em sua abordagem, metodologia e performance geral na realização da tarefa.

2.7 Objetivos, Performance e Retenção

Malone (MALONE, 1981) aponta que um dos aspectos mais importantes para o processo de aprendizado é a motivação intrínseca. Ele argumenta que jogos possuem elementos altamente motivacionais, e baseado nesta afirmação teoriza a instrução intrinsecamente motivada. O fato dos jogos muitas vezes possuírem objetivos claros envolvendo a passagem por estágios ou fases de forma sequencial, com graus de dificuldades progressivos, funciona como um elemento motivador para o jogador continuar explorando suas possibilidades dentro do jogo, fazendo com que o mesmo muitas vezes melhore sua performance dentro do jogo, abrindo novas possibilidades para exploração de outros ambientes ou outras formas de jogar. Esta atividade de exploração é relacionada à capacidade do jogador na realização dos objetivos do jogo, ou em outras palavras, à sua persistência de chegar ao final da fase. Se bem balanceado, o jogo fornecerá aos jogadores objetivos claros para atingir, motivação suficiente para explorar os cenários e melhorar sua performance sem gerar frustração. Segundo Kraiger (KRAIGER; FORD; SALAS, 1993, pg. 11) os resultados do aprendizado baseado em habilidades são caracterizados por serem guiados por objetivos e uma organização sistemática de comportamentos de forma sequencial e hierárquica.

Jogos com objetivos claros aumentam o tempo de engajamento e a persistência dos jogadores, contando com que os jogadores evoluam com o tempo e melhorem sua performance e as habilidades cognitivas envolvidas nelas. Portanto, geram menor frustração e uma maior retenção das habilidades cognitivas desenvolvidas durante a prática do jogo.

2.8 Elementos da Percepção Visual

As teorias da percepção visual ajudam a entender os elementos visuais que intervem na performance dos jogadores ativos, e que constituem vantagens em relação aos jogadores não ativos de jogos digitais 3D. Elas incluem o reconhecimento de formas, objetos, funções e procuram organizar um suporte conceitual para a leitura, identificação, interpretação, análise e pensamento crítico sobre um objeto e suas partes. Entre diferentes modelos teóricos, se encontram a teoria das *Affordances*, a *Gestalt* e a teoria *Geon*. Estas teorias levaram ao desenvolvimento de outras teorias mais recentes, como a teoria do contorno da silhueta e teoria de propagação de contornos. Estas serão brevemente apresentadas na sequência.

A *Gestalt* foi uma teoria fundada no início do século XX na Universidade de Frankfurt pelos psicólogos Max Wertheimer, Wolfgang Kohler e Kurt Koffka por meio de experimentos psicológicos que resultaram em diversas leis da percepção comuns as pessoas. Por este motivo, alguns estudiosos chamam a *Gestalt* da "psicologia da forma". Por meio destas descobertas, a *Gestalt* formulou alguns princípios que explicam a organização perceptual. São alguns destes princípios: Continuação, Fechamento, Proximidade, Segregação, Semelhança, Unidade, Unificação e Pregnância da Forma (FILHO, 2009).

Apesar da *Gestalt* não ser considerada uma teoria de reconhecimento de objetos, ela possui princípios que ajudam na análise da imagem e seus elementos, buscando entender nas relações entre as partes, conexões que transformam a imagem em seu todo estrutural. Portanto, seus princípios são fundamentos para explicar as teorias seguintes de reconhecimento de objetos. Evoluindo o tema de forma semelhante, Marr e Nishihara (MARR; NISHIHARA, 1978) desenvolveram a teoria do contorno e da silhueta. Segundo os autores, o contorno da silhueta e suas seções côncavas são críticos para a percepção das diferentes partes sólidas do objeto. O reconhecimento ocorre quando o objeto é rotacionado mentalmente para se enquadrar em um modelo ou forma previamente guardado na memória do observador.

Em 1987 Irving Biederman formulou a teoria *Geon*, que operava de forma semelhante a teoria de Marr e Nishihara, envolvendo o reconhecimento de arquétipos memorizados pelo indivíduo. A teoria *Geon* propôs o reconhecimento de objetos por divisão de componentes, chamados de *geons* ou *Geometric Icons* (BIEDERMAN, 1987). Os *geons* fazem parte de um "alfabeto" de 36 formas 3D primitivas armazenadas no cérebro. Estes *geons* então são combinadas para identificar as formas e contornos essenciais dos objetos observados, e por meio da relação entre os *geons* é possível de identificar os objetos. A organização de um *geon*, sua rotação, escala e posição, em relação a outro geon, também organizado, possibilita o reconhecimento de um objeto em relação a outro, mesmo que ambos possuam os mesmos *geons*. O autor afirma que os *geons* de um objeto devem ser identificáveis para que haja a percepção do objeto como um todo.

Uma teoria que pensava de forma diferente das anteriores é a teoria da propagação de contornos, que focava na interpretação de silhuetas para entender as propriedades da forma, e não partindo de primitivas estabelecidas na memória do indivíduo. A teoria de propagação de contornos foi desenvolvida por Tse em 2002, como forma de responder a pergunta "Porquê algumas silhuetas parecem tridimensionais (3D) e outras parecem bidimensionais (2D)?" (TSE, 2002). Por meio da análise da silhueta como o melhor estímulo para isolar e modelar propriedades da forma por meio do contorno, esta teoria destaca que a informação pode ser propagada por meio de um "segmento de propagação". A teoria de Tse explica que os contornos de superfície são sugeridos pelo segmento de propagação, e a partir deles é possível inferir as prováveis formas que uma silhueta pode nos oferecer.

Todas as teorias anteriores entendiam a percepção visual como um aspecto psicológico que interfere na percepção, reconhecimento e entendimento de um objeto. Entretanto uma outra teoria, a teoria das *Affordances* focou em estudar como um objeto passava informações de seu próprio uso aos indivíduos. Esta teoria é descrita em detalhes logo a seguir.

2.9 *Affordances*

A "Teoria das *Affordances*", foi desenvolvida pelo psicólogo James Gibson ao longo da década de 70 como parte de seus estudos sobre a percepção visual (GREENO, 1994). Apesar de não ser uma teoria inicialmente relacionada ao design, a teoria das *affordances* foi continuamente desenvolvida por pesquisadores da obra de Gibson (CHEMERO, 2003) e representou um passo importante no estudo das interações humano computador (IHC) por meio da obra de Donald Norman, principalmente após 1988, ano do lançamento do livro: *The psychology of everyday things* (*POET*), posteriormente renomeado para: *The design of everyday things* (MCGRENERE; HO, 2000).

Para Gibson, uma *affordance* significava uma ação possivelmente disponível no ambiente para um indivíduo, independente da habilidade do indivíduo de perceber essa possibilidade (MCGRENERE; HO, 2000). O termo *affordances* foi cunhado por Gibson na procura de uma palavra que melhor explicasse suas ideias. Como o próprio autor explica, o termo surgiu de um verbo existente no dicionário inglês, "to *afford*" (poder, permitir, proporcionar). Segundo Gibso (1979) As *affordances* do ambiente são o que o ambiente possibilita ao animal, o que ele providencia ou fornece, para o bem ou para o mal. O verbo *to afford* é encontrado no dicionário inglês, mas o substantivo *affordance* não é. Este termo foi cunhado por Gibson, que queria dizer com isso algo que se refere ao meio ambiente e ao animal de uma maneira que nenhum termo existente fazia. O termo implica a complementaridade do animal e do meio ambiente.

McGrenere e Ho (2000) explicam que Gibson afirmava que percebemos meios, superfícies e substâncias em vez de partículas e átomos e, particularmente, tendemos a perceber o que a combinação destes elementos têm a nos oferecer. Segundo os autores, existem três propriedades fundamentais em uma *affordance*:

1. Uma *affordance* existe relativa às **capacidades de ação** de um ator particular.
2. A existência de uma *affordance* é independente da habilidade do ator de **percebê-la**.
3. Uma *affordance* **não muda** se as necessidades e objetivos do ator mudarem.

O termo *affordance* foi popularizado no design pelo livro de 1988 de Donald Norman: *The Psychology of everyday things* (*POET*), e era novo para o vocabulário da IHC, soando como um conceito inovador para a época de seu lançamento.

Afirmando que uma *affordance* seria um "aspecto do design de um objeto que sugere como este objeto deve ser usado" (NORMAN, 1988) o autor aparentemente define o termo de forma paralela à de Gibson, porém em um

comentário, deixa claro que está trabalhando com uma interpretação diferente das propostas de Gibson.

Norman (1988, pág 219) afirmava que a noção de affordance e o discernimento que ele fornece se originaram com o interesse do psicólogo Gibson em como as pessoas viam o mundo. Norman acreditava que as *affordances* resultavam da interpretação mental das coisas, com base nos conhecimentos e experiências passadas, aplicados à percepção das pessoas sobre as coisas.

Segundo McGrenere e Ho (2000), Norman cita tanto propriedades atuais e propriedades percebidas, enfatizando que propriedades percebidas podem ou não serem propriedades atuais, mas independente disso, seriam *affordances*, o que se distancia do discurso de Gibson, colocando na percepção do indivíduo a caracterização da existência ou não da *affordance*. Para Norman, as *affordances* estão relacionadas com o conhecimento passado e a experiência do indivíduo, ou seja, o contexto cultural em que o indivíduo está inserido é uma parte importante no reconhecimento de *affordances* (NORMAN, 2013).

Apesar dos esclarecimentos sobre a forma que aplicava o termo *affordances*, Norman não conseguiu evitar que o termo fosse interpretado de maneira diferente, e muitas vezes equivocada. Isso fez com que o autor publicasse um artigo chamado *Affordance, Conventions e Design* (1999) em que explicou com maior profundidade os conceitos de *affordances* reais e *affordances* percebidas (NORMAN, 1999). O autor define *affordances* reais como um atributo do mundo real, com objetos físicos reais. Ele ainda afirma que os objetos reais podem possuir tanto *affordances* reais quanto *affordances* percebidos, e que ambos não precisam ser necessariamente os mesmos. Já para as interfaces gráficas, existem apenas as *affordances* percebidas com as quais o designer deve trabalhar (NORMAN, 2004).

Norman (1999) afirma que símbolos e convenções não são *affordances*, e sim exemplos de uso de um modelo conceitual visível e compartilhado, de *feedback* apropriado e convenções culturais. O autor argumenta que a confiança em representações abstratas para ações são um erro, e que as pessoas estariam melhores servidas se houvesse um retorno ao controle dos artefatos por meio de objetos físicos, como botões e sliders, objetos e ações mais concretas e simples, e que apesar disso, controles dos artefatos por meio de comandos abstratos implementados via teclado, voz, ponteiro e cliques estará conosco por um longo tempo, e que precisaremos nos adaptar a esta realidade (NORMAN, 1999). Se a similaridade, a fidelidade psicológica e a motivação podem ser uma das chaves para explicar a transferência de habilidades de uma tarefa complexa para outra, a percepção visual e as *affordances* possivelmente são os elementos que conectam os jogadores de jogos digitais a tarefas complexas. A percepção visual é um dos aspectos explorados na atividade com jogos digitais, pois o jogador é desafiado a evoluir no jogo enfrentando desafios progressivamente maiores muitas vezes em cenários tecnicamente e graficamente complexos. É preciso saber reconhecer a inimigos, itens, objetos, cenários, veículos, projéteis, partículas, entre diversos outros elementos que povoam o ambiente do jogo, calcular suas posições e avaliar suas intenções dentro do contexto do jogo em tempo real, para então tomar uma decisão de como reagir. Um jogo digital pode tentar reproduzir um cenário de forma realista, ou tentar ser apenas uma metáfora dele, ou simplesmente ser a criação de um ambiente completamente novo, nunca antes visto pelo usuário. A experiência de um jogador ativo de jogos digitais no reconhecimento de silhuetas, formas, objetos e situações incomuns pode ser uma explicação para um maior número de *affordances* percebidas em relação aos jogadores não ativos, e portanto, explicar as diferenças que podem existir na abordagem da realização de uma tarefa complexa.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção serão discutidos os materiais e métodos utilizados para se atingir os objetivos propostos na pesquisa. Serão apresentados o planejamento da pesquisa, comitê de ética, a população e a amostra do estudo, o questionário e tarefas e a coleta e análise dos dados.

3.1 Planejamento Da Pesquisa

A pesquisa foi planejada tendo os fatores humanos como princípio, por isso centralizou o usuário como principal foco de análise. Como a operação de um *software* era necessária para a realização dos testes, foram aplicadas métricas que seguiam os requisitos da norma ISO 9241-11, baseadas em parâmetros como eficácia e eficiência, por meio de dois questionários e uma tarefa no *software* 3D *Blender* (https://www.blender.org).

3.2 Comitê de Ética

Seguindo as normas requeridas para a pesquisa envolvendo seres humanos, este projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo pesquisa com Seres Humanos – CEPSH/UDESC sob o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética – CAAE de número 60003416.2.0000.0118, sendo aprovado no dia 25/11/2016. Todos os participantes da pesquisa assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para estarem aptos a realizar a tarefa 3D e responderem o Questionário Demográfico.

3.3 População e Amostra do Estudo

A pesquisa focou em um grupo específico de indivíduos: jovens adultos que estejam cursando Design em uma universidade na região da grande Florianópolis. Estes indivíduos foram recrutados dos cursos de Design da Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI, Campus Florianópolis, localizada na Avenida SC-401.

Os critérios de inclusão foram: a)Ter mais de 18 anos de idade; b)Estar cursando algum curso de Design em uma Universidade da grande Florianópolis; c)Não ter utilizado previamente a ferramenta 3D *Blender*. Já os critérios de Exclusão foram: a)Ter mais de 30 anos de idade; b)Ser graduado em um curso de Design; c)Já ter estudado a ferramenta *Blender*.

Desta população foi coletada uma amostra de 31 indivíduos de ambos os sexos. Destes 31 indivíduos, 10 foram excluídos pois não estavam de acordo com os critérios de inclusão ou possuíam critérios de exclusão, sobrando 21 indivíduos na amostra final.

A pesquisa realizou os testes com estes 21 indivíduos, sendo que 11 se enquadraram no Grupo 1: Jogadores Ativos e os 10 restantes se enquadraram no Grupo 2: de Jogadores Não Ativos.

3.4 Questionários e Tarefas

A análise da influência dos jogos digitais na realização de tarefas de computação gráfica 3D foi realizada por meio da coleta de dados de performance dos usuários na realização de uma tarefa de modelagem 3D. Para tanto, foi necessário dividir os participantes da pesquisa nos dois grupos propostos: O grupo de jogadores Ativos e o grupo de jogadores Não Ativos por meio do Questionário Demográfico. A divisão ocorreu a partir da variável H/S (Horas por semana) que representava a quantidade de horas por semana que o participante afirmou que havia jogado nos últimos seis meses. Segundo a *ESA* (*Entertainment Software Association*), jogadores regulares jogam três ou mais horas por semana (*ESA*, 2016), portanto

para ser considerado ativo, o participante precisou ter jogado aproximadamente mais de três horas por semana nos últimos seis meses. Após a divisão dos grupos, aplicou-se a Tarefa 3D e o Questionário sobre a Performance do participante. Estas etapas são discutidas no texto abaixo.

3.4.1 Primeira fase: Questionário Demográfico

A primeira fase da pesquisa foi a aplicação do questionário demográfico. O questionário demográfico possuía quatro questões, que foram feitas por meio da utilização de uma escala Likert, com valores de 1 (discordo totalmente) até 5 (concordo totalmente) e se encontram listadas abaixo:

1. Nos últimos SEIS MESES, quantas HORAS POR SEMANA (H/S) aproximadamente você acredita que jogou ativamente jogos digitais?
2. Sobre o TEMPO DE ATIVIDADE COM JOGOS DIGITAIS, por favor, responda o questionário abaixo apontando se concorda ou discorda com o enunciado.
3. Sobre sua PREFERÊNCIA POR JOGOS DIGITAIS, qual destes gêneros é o seu favorito? Por favor, responda o questionário abaixo apontando se concorda ou discorda com o enunciado.
4. Indique o GRAU DE CONHECIMENTO que você possui com os seguintes *softwares* 3D listados, apontando se concorda ou discorda com o enunciado.

Nesta etapa foi possível identificar quais participantes estavam aptos ou não a participarem da pesquisa de acordo com os critérios de inclusão e exclusão. A partir desta amostra de participantes aptos, os indivíduos foram separados por meio da variável H/S (Horas por Semana), que representava a quantidade aproximada de horas por semana que o participante afirmou estar ativo jogando jogos digitais nos últimos seis meses.

Após a aplicação do questionário, foi possível a classificação dos estudantes que compunham a amostra em dois grupos (11 ativos e 10 não ativos), de acordo com a prática pessoal com jogos digitais. Além disso, foi possível também identificar os tipos de jogos preferidos, o que permite refletir sobre as competências mobilizadas para a fase seguinte.

3.4.2 Segunda Fase: Tarefa 3D

A segunda fase da pesquisa foi a realização da Tarefa 3D, na qual o participante foi solicitado a modelar um *Ported Cube* 3D (MALCOM, 2016) no *software* 3D *Blender*. O sólido 3D *Ported Cube* de John Malcom (Figura 1) é um objeto que apresenta formas curvilíneas e estrutura semelhante a favos, encapsuladas em um volume primariamente cubóide, vazado, regular e simétrico.

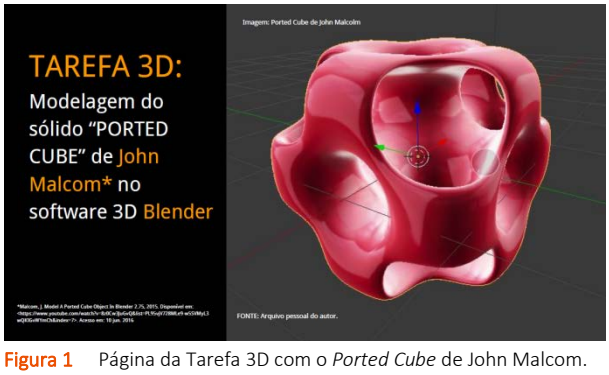


Figura 1 Página da Tarefa 3D com o *Ported Cube* de John Malcom.

Para realizar a modelagem, o participante recebeu um tutorial passo a passo de como realizar esta tarefa, podendo consultar este material quantas vezes desejasse. O processo de modelagem foi acompanhado pelo pesquisador, que fornecia explicações para minimizar a possibilidade de constrangimentos do participante da pesquisa. Nenhum participante precisou interromper a tarefa durante a pesquisa.

Durante esta fase, apenas as atividades de modelagem 3D do participante foram registradas via *software* digital de captura de tela do computador. Não foram necessários o registro de nenhum material externo ao computador, como imagem, som, gravação de vídeo, áudio, entre outros. Não foram utilizadas câmeras filmadoras, máquinas fotográficas, microfones ou quaisquer outros tipos de dispositivos eletrônicos para a captura de dados durante a realização da tarefa 3D. Apenas um *notebook* equipado com mouse foi utilizando para o participante realizar a tarefa de modelagem 3D.

As variáveis coletadas foram o tempo total (T) em minutos e segundos de execução da tarefa 3D completa, a quantidade de ações realizadas (Ac) e a quantidade de erros cometidos (E) pelo participante. O tempo da tarefa 3D foi contado a partir da primeira ação do participante dentro do *software Blender 3D* (Entrar no modo de edição), e terminou com a execução da última ação do participante (a escolha do material *Matcap*).

A Tarefa 3D foi dividida em um tutorial passo a passo feito em cinco etapas principais: Etapa 1: Edição, Etapa 2: Seleção, Etapa 3: Modelagem, Etapa 4: Modificadores, Etapa 5: Material. Estas foram adaptadas para testar elementos distintos do exercício da modelagem 3D e da capacidade de navegação e execução de tarefas complexas pelo indivíduo durante o exercício da computação gráfica.

Cada etapa possuía um número mínimo de ações que deveriam ser realizadas na ordem correta para que os resultados esperados fossem atingidos. Estas ações eram comandos e operações que deveriam ser realizadas dentro do *software* por meio de seleções, edições, modificações e eram propriedades existentes na ferramenta 3D. Estas e outras variáveis serão explicadas a seguir.

3.4.3 Tempo Total (T):

O tempo total da tarefa 3D foi mensurado em minutos e segundos, e foi um dos parâmetros de medida da performance do indivíduo. Quanto menor o tempo, melhor é a performance na tarefa.

3.4.4 Ações Realizadas (Ac):

As ações realizadas foram definidas e numeradas por etapas no tutorial. Estas ações correspondiam ao número mínimo de passos possíveis para se realizar uma etapa da tarefa 3D. Cada ação extra que o indivíduo executou além das exigidas para realizar a etapa foi contabilizada como uma ação extra, e dependendo do resultado da ação, poderia ser considerada um erro.

3.4.5 Erros Cometidos (E):

Todas as vezes que um indivíduo realizou um comando ou operação não prevista, que alterassem estruturalmente o modelo 3D de forma a modificar a quantidade de vértices, arestas ou faces e/ou modificando a forma do modelo 3D, deixando-o desfigurado em relação ao modelo 3D proposto, foi contabilizado como um erro. Voltar atrás em uma ação também foi considerado um erro. Os erros cometidos foram acumulados e contabilizados no final. Esta variável ajudou a identificar quais etapas foram consideradas mais fáceis e quais foram mais difíceis do ponto de vista da performance do usuário.

3.4.6 Terceira fase: Questionário sobre a Performance

A terceira fase foi a aplicação do questionário sobre a performance, no qual o participante colocou sua avaliação

sobre o método e os processos realizados. O questionário sobre performance foi composto de seis questões que abordaram a opinião do indivíduo sobre a tarefa 3D realizada, bem como sua opinião sobre a forma como o tutorial foi aplicado, o *software* 3D empregado e a opinião do indivíduo sobre sua performance e técnica. Estes dados serviram para análise complementar sobre a performance na tarefa 3D e a opinião do participante sobre a pesquisa realizada. As questões foram feitas por meio da utilização de uma escala Likert, com valores de 1 (discordo totalmente) até 5 (concordo totalmente) e questões numéricas. Elas se encontram listadas abaixo:

1. Questões sobre a tarefa 3d;
2. Questões sobre a forma do tutorial passo a passo;
3. Questões sobre o *software* 3d *Blender*;
4. Questões sobre o participante;
5. Questões sobre a técnica do participante;
6. Questões sobre a opinião do participante.

3.5 Coleta e Análise dos Dados

Os dados foram coletados de duas formas: dois questionários (demográfico e performance) e a tarefa 3D. O questionário demográfico foi utilizado para definir o perfil e o grupo em que o indivíduo se enquadra na pesquisa: se é um jogador não ativo ou um jogador ativo. Para ser considerado jogador não ativo e jogador ativo, o participante deveria possuir as seguintes características:

- **Jogador não ativo**: Ter jogado até 3 horas por semana nos últimos seis meses (H/S < 3).
- **Jogador ativo**:Ter jogado mais de 3 horas por semana nos últimos seis meses (H/S > 3).

O questionário demográfico apresentou cinco perguntas que foram respondidas de forma escrita, opções de múltipla escolha e perguntas de opinião utilizando a escala Likert.

3.6 Metodologia de Análise dos Dados

Para realizar a análise dos dados, foram utilizadas métricas baseadas nos parâmetros de eficácia e eficiência da norma ISO 9241-11. Apesar de a pesquisa não se tratar especificamente da análise de usabilidade do *software* 3D *Blender*, e sim da análise da performance dos grupos no mesmo, a norma ISO 9241-11 possui critérios e definições estabelecidas que forneceram protocolos para a realização da análise dos dados.
Eficácia: Número de ações e erros por minuto na realização da tarefa e o sucesso na tarefa.
Eficiência: Tempo de execução da tarefa.

3.7 Parametrização dos dados

Todos os participantes da pesquisa conseguiram realizar a tarefa 3D até o final, porém os participantes NA01 e NA08 tiveram dificuldades na realização de algumas etapas, e decidiram por conta própria recomeçar a tarefa do início, sem nenhuma interferência dos pesquisadores. Mesmo recomeçando a tarefa do início, todas as ações, erros e tempo gastos na primeira tentativa foram acrescentados aos dados finais destes participantes.

3.7.1 Eficácia

A eficácia pode ser definida como o grau de precisão e acurácia com que o usuário completa os objetivos a serem alcançados na tarefa definida na interação com o sistema. Os parâmetros de eficácia analisados foram: ações, erros e sucesso na tarefa.

3.7.2 Ações

As ações foram contabilizadas como forma de verificar a eficiência do usuário na realização da tarefa em relação aos outros participantes. Para cada uma das cinco etapas propostas na tarefa 3D, existia um número mínimo de ações a serem realizadas. Foram contabilizadas como ações:

- Entrada e saída do modo de edição do modelo 3D;
- Seleção de vértices, arestas e faces no modelo 3D;
- Movimentação de vértices, arestas e faces no modelo 3D;
- Movimentação do modelo 3D;
- Confirmação de operações nos menus do *software*;
- Aplicação de modificadores / atributos e dados no modelo 3D;

3.7.3 Erros

Os erros cometidos foram calculados a partir da quantidade de ações do usuário durante a realização das etapas da tarefa 3D. Foram considerados erros:

- A quantidade de operações que não estavam previstas na tarefa 3D.
- A quantidade de operações que alterassem estruturalmente o modelo 3D em relação ao modelo final de forma a:
  - Modificar a quantidade de vértices, arestas e faces;
  - Modificar a forma do modelo 3D, deixando-o desfigurado ou assimétrico;
- A quantidade de operações para desfazer uma ação anterior (Crtl-Z);

Equívocos na seleção de vértices, arestas e faces não foram considerados erros quando o usuário não executava nenhuma operação após a seleção errada. Na prática, quando os usuários percebiam o erro na seleção, muitas vezes refaziam a seleção, acrescentando uma ação a mais.

3.7.4 Sucesso

O sucesso na realização da tarefa se deu por meio da análise do modelo final feito pelo participante. Para se atingir o "sucesso", o modelo precisaria ter os seguintes atributos em relação ao *Ported Cube* de John Malcom:

- O mesmo número de vértices, arestas e faces;
- O mesmo volume proporcionalmente;
- Os mesmos modificadores com os parâmetros corretos;
- A mesma silhueta, sem deformações aparentes.

A partir da quantidade de ações e erros foi possível determinar se o indivíduo obteve sucesso ou não na tarefa. Os tipos mais comum foram os erros estruturais, que desfiguravam o modelo final, invalidando o modelo.

3.7.5 Eficiência

A eficiência contabiliza a quantidade de recursos utilizados na realização dos objetivos da tarefa. O parâmetro de eficiência analisado foi o tempo na realização das tarefas.

3.7.6 Tempo

Foram contabilizados o tempo total da tarefa e o tempo individual de cada etapa separadamente. Para ser completada, cada etapa possuía um número de ações, e assim que o usuário iniciasse a primeira ação de uma etapa, ele automaticamente encerrava a etapa anterior, independentemente de ter realizado todas as ações necessárias.

3.8 Técnicas de Observação

Foram utilizadas técnicas de observação direta, sem nenhum tipo de registro de áudio ou vídeo para análise do

comportamento físico dos participantes durante a realização da tarefa 3D.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia de análise dos dados das métricas e resultados dos testes apresentados será explicada nesta seção, por meio de estatísticas descritivas e testes estatísticos comparando os resultados entre grupos. Neste capítulo, serão apresentados os resultados do Questionário Demográfico, da Tarefa 3D e do Questionário sobre a performance, realizando uma análise sobre as métricas definidas na metodologia.

A pesquisa realizou os testes com 21 indivíduos, sendo que 11 se enquadraram no Grupo 1: Jogadores Ativos e os 10 restantes se enquadraram no Grupo 2: de Jogadores Não Ativos.

4.1 Dados do Questionário Demográfico

Todos os 21 participantes receberam um código, A01 até A11 para os jogadores Ativos e NA01 até NA10 para os jogadores Não Ativos. A idade ficou em: 20,8 anos de média de idade, com desvio padrão de 2,2 anos, para o Grupo 1 de jogadores ativos e 20,5 anos de média de idade com desvio padrão de 3,5 anos para o Grupo 2 de jogadores não ativos. A média de idade para ambos os grupos ficou em 20,6 anos, com desvio padrão de 2,8 anos. A listagem das características dos participantes se encontra na Tabela 1.

Tabela 1 Características dos participantes.

Características	Grupo 1: Ativos n = 11	Grupo 2: Não Ativos n = 10	p-value
Idade (Anos)	20,8 ± 2,2*	20,5 ± 3,5*	**0,229**
Sexo (Masculino / Feminino)	10 / 1	5 / 5	**0,043**

*média ± desvio padrão;

Houve diferença significativa na distribuição de gêneros entre os grupos, sendo que o grupo de jogadores Ativos possuía 10 membros do sexo masculino, e 1 do sexo feminino enquanto o grupo de jogadores não ativos possuía 5 membros do sexo masculino e 5 do sexo feminino. É importante notar a heterogeneidade do Grupo 2 de jogadores não ativos em relação ao Grupo 1 de jogadores ativos, apontando para uma maioridade estatística de jogadores ativos do sexo masculino em relação a jogadores do sexo feminino, que em sua maioria se enquadra no perfil não ativo.Devido ao tamanho da amostra de 21 participantes optou-se utilizar um nível de significância de 10% ($p > 0,1$) para um nível de 90% de confiabilidade dos dados para a distribuição dos dados entre os grupos.

4.2 Dados da Tarefa 3D

Nesta seção, foram analisados o Tempo total (T) da tarefa por grupo, bem como o tempo individual de cada tarefa para comparações estatísticas. Estes dados foram coletados e analisados visando os parâmetros de eficácia e eficiência de acordo com a norma ISO 9241-11. Além dos participantes da pesquisa, a Tarefa 3D foi realizada com um professor especialista em computação gráfica 3D e no *software Blender* para servir de parâmetro para os grupos.

4.2.1 Eficiência: Tempo total (T) da tarefa por grupo

Nesta seção foi avaliado o Tempo total (T) por Grupo, comparando as suas médias e desvio padrão (Tabela 2). Também foram feitos testes estatísticos entre os grupos avaliando tempo, ações e quantidade de erros. Como parâmetro, o tempo de realização da Tarefa 3D feito pelo professor especialista foi de 1:40min.

Tabela 2 Desvio padrão, média e mediana do Tempo total (T).

Grupo	Número de membros	Desvio padrão (mm:ss)	Média (mm:ss)	Mediana (mm:ss)	Tempo Somado (hh:mm:ss)
Grupo 1: Jogadores Ativos	11	02:06	**10:53**	11:21	1:59:50
Grupo 2: Jogadores Não Ativos	10	08:22	**16:27**	14:20	2:44:38
Total	21	06:28	13:32	11:45	4:44:28

A Tabela 2 apresenta um desvio padrão de 2:06 mins para o Grupo 1, e de 8:22 mins para o Grupo 2, apontando para uma maior homogeneidade do Grupo 1, que realizou a Tarefa 3D com um tempo médio de 10:53 mins enquanto o Grupo 2 foi cerca de seis minutos mais lento, ficando com uma média de 16:27 mins. A média geral de ambos os grupos ficou em 13:32 mins.

A somatória de todas as tarefas realizadas pelos participantes do Grupo 1 ficou em 1:59:50hrs e do Grupo 2 ficou em 2:44:38 hrs. Mesmo possuindo 11 membros, o Grupo 1 teve uma somatória de tempo 44:48 mins abaixo da somatória do Grupo 2, com 10 membros. Todas as tarefas somadas resultaram em 4:44:28hrs de trabalhos realizados nas Tarefas 3D analisadas.

Na Tabela 3 é possível ver com mais detalhes as estatísticas descritivas dos grupos comparados. Pode-se afirmar com um intervalo de confiança de 95% para uma população de jogadores ativos de um curso de design de uma universidade de Florianópolis, que o tempo de resolução da Tarefa 3D proposta estará entre 9:28 mins e 12:18 mins e com um intervalo de confiança de 95% para uma população de jogadores não-ativos de um curso de design de uma universidade de Florianópolis, o tempo de resolução da Tarefa 3D proposta estará entre 10:28 mins e 22:28 mins.

Tabela 3 Estatísticas descritivas dos grupos.

Grupo		Estatística	Erro Padrão
Grupo 1: Jogadores Ativos	Média	**00:10:53**	00:00:38,30
	95% de Intervalo de confiança da média	Limite inferior	**00:09:28**
		Limite Superior	**00:12:18**
	5% Média truncada	00:10:56	
	Mediana	00:11:21	
	Variância	16110,218	
	Desvio padrão	00:02:06,90	
	Mínimo	00:06:21	
	Máximo	00:14:32	
	Alcance	00:08:11	
	Intervalo interquartil	00:02:13	
	Assimetria	-0,707	0,661
	Curtose	1,639	1,279
Grupo 2: Jogadores Não Ativos	Média	**00:16:27**	00:02:39,00
	95% de Intervalo de confiança da média	Limite inferior	**00:10:28**
		Limite Superior	**00:22:27**
	5% Média truncada	00:15:58	
	Mediana	00:14:20	
	Variância	252885,067	
	Desvio padrão	00:08:22,90	
	Mínimo	00:08:43	
	Máximo	00:33:09	
	Alcance	00:24:26	
	Intervalo interquartil	00:12:29	
	Assimetria	1,206	0,687
	Curtose	0,496	1,334

Na Figura 2 é possível perceber que o grupo de jogadores ativos encontrados na parte superior do intervalo de confiança têm resultados similares aos encontrados na parte inferior do intervalo de confiança do grupo de jogadores não-ativos.

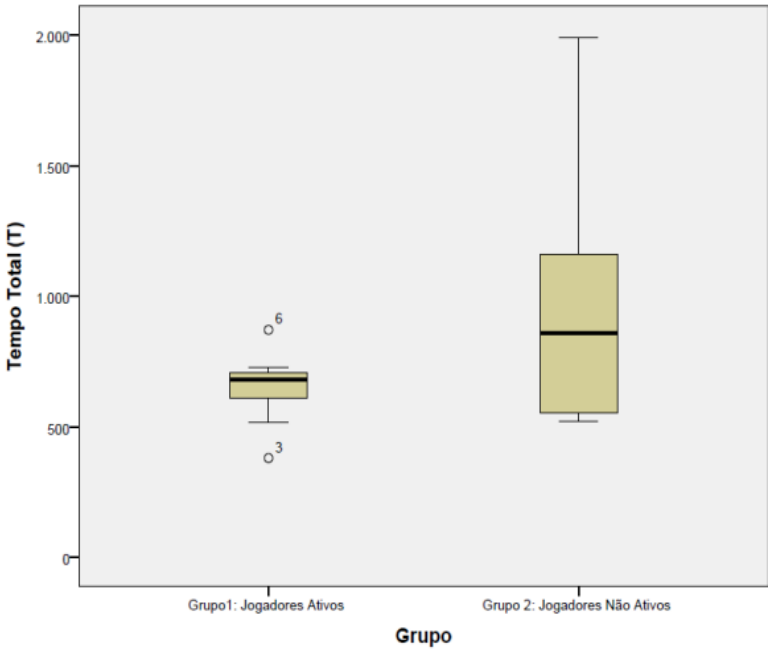


Figura 2 Diagrama em caixa - Tempo total (T) em segundos.

Foi feita uma análise da variável Horas por Semana (H/S) pela média do Tempo total (T). Os resultados se encontram na Tabela 4.

Tabela 4 Horas por semana (H/S) por média de Tempo total (T).

Horas por semana H/S	Número de indivíduos	Média	Desvio Padrão	Mediana
Nenhuma hora por semana.	2	14:20	01:05	14:20
Até 1hrs/semana.	4	18:24	10:44	15:41
De 1hrs/semana até 3hrs/semana.	4	15:35	09:16	12:30
De 3hrs/semana até 5hrs/semana.	4	**11:40**	02:06	11:15
De 5hrs/semana até 15hrs/semana.	3	**10:43**	01:50	11:21
Mais de 15hrs/semana.	4	**10:14**	02:36	11:26
Total	21	13:32	06:28	11:45

Nenhuma das médias do Grupo 1 (H/S > 3 hrs/semana) ficou acima de 12 minutos, enquanto nenhuma das médias da Grupo 2 (H/S < 3 hrs/semana) ficou abaixo de 14 minutos. As medianas do Grupo 1 variaram em 11 segundos, e as medianas do Grupo 2 variaram em mais de 3 minutos.

Tabela 5 Teste de normalidade para a variável Tempo total (T) por grupo.

Grupo	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Grupo 1: Jogadores Ativos	,927	11	**,386**
Grupo 2: Jogadores Não Ativos	,847	10	**,054**

Para avaliar a distribuição dos dados do tempo total por grupo, foi realizado um teste de normalidade (Shapiro-Wilk) para determinar a utilização de testes paramétricos ou não paramétricos (Tabela 5). Devido ao tamanho da amostra, utilizou-se um nível de significância de 10% (p > 0,1) para um nível de 90% de confiabilidade dos dados para a distribuição dos dados entre os grupos.

Analisando os dados da Tabela 5, foi possível concluir que o Grupo 1 é normal (p = 0,386) e o Grupo 2 não é normal (p = 0,054). Por existir um grupo com distribuição normal e outro com distribuição não normal, optou-se pela utilização do teste não paramétrico U de Mann-Whitney para comparação entre dois grupos independentes. O resultado do teste está na Tabela 6.

Tabela 6 Teste U de Mann-Whitney para Tempo total (T) entre os grupos.

	Tempo total (T)
Mann-Whitney U	30,000
Wilcoxon W	96,000
Z	-1,760
Asymp. Sig. (2-tailed)	**,078**
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,085

Para a comparação do tempo total entre os grupos, utilizou-se um nível de significância de 10% (p > 0,1). O resultado do teste U de Mann-Whitney apresentou um p-valor de 0,078 sendo significativamente relevante (p < 0,1) para o nível de significância adotado. Em outras palavras, houve diferença significativa no Tempo total (T) na realização da Tarefa 3D entre os grupos.

Baseado nesta análise, **é possível refutar a hipótese H0, aceitando a hipótese H1 como verdadeira**, pois **o Grupo 1 foi mais eficiente que o Grupo 2** na média do tempo para a realização da Tarefa 3D.

4.2.2 Eficiência: Tempo por etapa e por grupo

Nesta seção foram analisadas as etapas da Tarefa 3D de forma individual. As estatísticas descritivas das etapas 1, 2, 3, 4 e 5 se encontram na Tabela 7, e apresentam o desvio padrão, a média e a mediana para cada grupo.

Tabela 7 Tempo total por etapa e por grupo.

Grupo	Número de membros	Etapas	Desvio padrão (mm:ss)	Média (mm:ss)	Mediana (mm:ss)
Grupo 1: Jogadores Ativos	11	Etapa 1	00:17	**00:56**	00:57
		Etapa 2	01:37	**03:34**	03:03
		Etapa 3	01:13	**04:13**	03:49
		Etapa 4	00:20	**01:32**	01:22
		Etapa 5	00:13	**00:37**	00:35
Grupo 2: Jogadores Não Ativos	10	Etapa 1	07:38	**04:44**	00:55
		Etapa 2	01:50	**04:41**	04:45
		Etapa 3	01:32	**04:27**	04:00
		Etapa 4	00:38	**01:40**	01:34
		Etapa 5	00:19	**00:53**	00:55
Total	21	Etapa 1	05:29	02:45	00:57
		Etapa 2	01:46	04:06	03:57
		Etapa 3	01:21	04:19	03:49
		Etapa 4	00:29	01:35	01:29
		Etapa 5	00:18	00:45	00:41

Foi testada a distribuição normal para ambos os grupos para prosseguir com os testes paramétricos ou não paramétricos. Para avaliar a distribuição dos dados do tempo total por grupo, foi realizado novamente um teste de normalidade (Shapiro-Wilk) para determinar a utilização de testes paramétricos ou não paramétricos (Tabela 8).

Tabela 8 Teste de normalidade para o tempo por etapa Grupo.

Etapa	Grupo	Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Etapa 1	Grupo 1: Jogadores Ativos	,965	11	**,833**
	Grupo 2: Jogadores Não Ativos	,597	10	,000
Etapa 2	Grupo 1: Jogadores Ativos	,914	11	**,268**
	Grupo 2: Jogadores Não Ativos	,974	10	**,922**
Etapa 3	Grupo 1: Jogadores Ativos	,870	11	,078
	Grupo 2: Jogadores Não Ativos	,930	10	**,444**
Etapa 4	Grupo 1: Jogadores Ativos	,771	11	,004
	Grupo 2: Jogadores Não Ativos	,941	10	**,569**
Etapa 5	Grupo 1: Jogadores Ativos	,943	11	**,555**
	Grupo 2: Jogadores Não Ativos	,970	10	**,893**

A Etapa 1 possuía distribuição normal para o Grupo 1 (p = 0,833) e não normal para o Grupo 2 (p = 0,000), a Etapa três possuía distribuição não normal para o Grupo 1 (p = 0,078) e normal para o Grupo 2 (p = 0,444), assim como a Etapa 4 que possuía distribuição não normal para o Grupo 1 (p = 0,004) e normal para o Grupo 2 (p = 0,569). Para estas etapas, foi utilizado o teste não paramétrico U de Mann-Whitney, como demonstrado na Tabela 9.

Tabela 9 Teste U de Mann-Whitney para tempo por Etapa 1, 3 e 4.

	Etapa 1	Etapa 3	Etapa 4
Mann-Whitney U	51,500	55,000	53,000
Wilcoxon W	117,500	110,000	119,000
Z	-,247	0,000	-,141
Asymp. Sig. (2-tailed)	**,805**	**1,000**	**,888**
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,809b	1,000b	,918b

Tendo a amostra para as etapas 2 e 5 se comportando com distribuição normal, utilizou-se o teste T de *Student* para amostras independentes, como demonstrado na Tabela 10.

Tabela 10 Teste T de Student para tempo por Etapa 2 e 5.

Etapa		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
Etapa 2	Equal variances assumed	,163	,691	-1,499	19	**,150**
	Equal variances not assumed			-1,489	18,067	,154
Etapa 5	Equal variances assumed	1,869	,188	-2,218	19	**,039**
	Equal variances not assumed			-2,180	15,900	,045

Devido ao tamanho da amostra, utilizou-se um nível de significância de 10% (p > 0,1) para um nível de 90% de confiabilidade dos dados para a distribuição dos dados entre os grupos. De acordo com os resultados apresentados nas Tabelas 9 e 10, não houve diferença significante para a Etapa 1 (p = 0,805), Etapa 2 (p = 0,150), Etapa 3 (p = 0,444) e Etapa 4 (p = 0,888) porém houve diferença significante na Etapa 5 (p = 0,039).

Apesar de existir diferença no tempo total da realização da Tarefa 3D, no quadro comparativo por etapas houve apenas diferença significativa na Etapa 5 da realização da Tarefa 3D.

Tabela 11 Ações e erros por etapa do Grupo 1.

Etapa Realizada		Mínimo	Soma	Média	Mediana	Desvio Padrão
Etapa 1	Ações	3	33	3	3	0
	Erros	-	0	0	0	0
Etapa 2	Ações	3	72	6,55	7	3,19
	Erros	-	45	4,09	4	3,75
Etapa 3	Ações	8	124	11,27	10	3,75
	Erros	-	19	1,73	1	1,87
Etapa 4	Ações	5	64	5,82	5	1,29
	Erros	-	1	0,09	0	0,32
Etapa 5	Ações	4	44	4	4	0
	Erros	-	0	0	0	0
Total	Ações	23	**337**	**30,64**	30	5,07
	Erros	**-**	**65**	**5,91**	5	4,52

4.2.3 Eficácia: Ações e Erros

Para medir a eficácia, foram contabilizados as ações e a quantidade de erros realizados nas etapas da Tarefa 3D. Na Tabela 11 estão listados o número de ações e erros com a soma, média, mediana e desvio padrão do Grupo 1. Como parâmetro, o professor especialista realizou a tarefa com o número mínimo de ações para cada etapa e não cometeu nenhum erro.

Na Tabela 12 estão listados o número de ações e erros com a soma, média, mediana e desvio padrão do Grupo 2.

Tabela 12 Ações e erros por etapa do Grupo 2.

Etapa Realizada		Mínimo	Soma	Média	Mediana	Desvio Padrão
Etapa 1	Ações	3	151	15,1	3	24,52
	Erros	-	70	7	0	13,89
Etapa 2	Ações	3	64	6,4	6	3,81
	Erros	-	28	2,8	2	2,44
Etapa 3	Ações	8	112	11,2	10	4,26
	Erros	-	29	2,9	1	4,68
Etapa 4	Ações	5	64	6,4	6	2,59
	Erros	-	10	1	1	1,25
Etapa 5	Ações	4	46	4,6	4	0,97
	Erros	-	0	0	0	0
Total	Ações	23	**437**	**43,7**	34,5	23,93
	Erros	-	**137**	**13,7**	8	14,02

Para as métricas de eficácia baseadas em tempo, ações e erros foram calculadas:

- As médias dos tempos da Tarefa 3D por grupo;
- A média de ações por grupo;
- A média de erros por grupo;
- A média de ações pela média de tempo, que resultou no Tempo médio para cada ação;
- A média de erros pela média de tempo, que resultou no Tempo médio para cada erro;

- O Tempo médio do erro pelo tempo médio da ação resultou no Número de ações por erro por grupo;
- O Número de ações por erro de cada grupo gerou a proporção de ações por erro.

Estes dados foram calculados e tabulados, e são apresentados na Tabela 13. O Grupo 1 possui uma média de tempo menor que o Grupo 2 (10:54 mins contra 16:28 mins). Na média de ações, o Grupo 1 realiza 30,6 ações contra 43,7 do Grupo 2, um número menor de ações. Na média de erros, o Grupo 1 cometeu 5,9 erros, enquanto o Grupo 2 comete 13,7 erros, também um número menor de erros. No tempo médio da ação, ambos os grupos se aproximam com uma ação a cada 21 segundos para o Grupo 1 e ação a cada 23 segundos para o Grupo 2. Já no tempo médio do erro, o Grupo 1 leva 1:51 mins para cometer um erro, enquanto o Grupo 2 leva 1:12 mins para cometer um erro, cerca de 40 segundos a menos que o tempo que o Grupo 1 leva para cometer um erro.

Tabela 13 Métricas de eficácia por tempo, ações e erros.

Métrica	Grupo 1	Grupo 2
Média do tempo da Tarefa 3D	10:54	16:28
Média de ações	30,64	43,7
Média de erros	5,91	13,7
Tempo médio da ação	00:21	00:23
Tempo médio do erro	01:51	01:12
Número de ações por Erro	5,18	3,19
Proporção Ações por Erro	1,63	1

O número de ações por erro do Grupo 1 ficou em 5,1 ações para cada erro, e no Grupo 2 ficou 3,1 ações para cada erro, ou seja, o Grupo 1 realiza mais ações que o Grupo 2 antes de cometer um erro. A proporção entre os grupos pode ser definida da seguinte forma: Para cada 1 erro que o Grupo 1 comete, o Grupo 2 cometeu 1,6 erros, ou aproximadamente 60% a mais. Portanto para realizar a Tarefa 3D pode se afirmar que:

- O Grupo 1 precisa de um número menor de ações;
- O Grupo 1 comete um número menor de erros;
- Ambos os grupos realizam as ações em tempos semelhantes;
- O Grupo 1 leva cerca de 40 segundos a mais para cometer um erro;
- O Grupo 1 realiza mais ações antes de cometer um erro;
- Proporcionalmente, o Grupo 1 comete menos erros.

Tabela 14 Teste de normalidade para ações totais e erros totais

Métrica	Grupo	Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Ações Totais	Grupo 1: Jogadores Ativos	0,907	11	**0,225**
	Grupo 2: Jogadores Não Ativos	0,709	10	0,001
Erros Totais	Grupo 1: Jogadores Ativos	0,939	11	**0,507**
	Grupo 2: Jogadores Não Ativos	0,815	10	0,022

Pode-se verificar então que o Grupo 1 é mais eficaz que o Grupo 2, pois precisou de um número menor de ações e cometeu menos erros. Todavia, um teste estatístico foi aplicado para verificar se a diferença era estatisticamente significante. Para avaliar a distribuição dos dados do número de ações e do número de erros, foi realizado um teste de normalidade (Shapiro-Wilk) para determinar a utilização de testes paramétricos ou não paramétricos, e os resultados foram demonstrados na Tabela 14. Devido ao tamanho da amostra, utilizou-se um nível de significância de 10% ($p > 0,1$) para um nível de 90% de confiabilidade dos dados para a distribuição dos dados entre os grupos.

O teste de normalidade para ações totais e erros totais apontou para distribuição normal no Grupo 1 para as métricas de Ações totais ($p = 0,225$) e Erros totais ($p = 0,507$) e distribuição não normal no Grupo 2 para as métricas de Ações totais ($p = 0,001$) e Erros totais ($p = 0,022$). Por este motivo, foi utilizado o teste não paramétrico U de Mann-Whitney, como demonstrado na Tabela 15.

Tabela 15 Teste U de Mann-Whitney para Ações e Erros entre os grupos.

	Ações Totais	Erros Totais
Mann-Whitney U	36,500	35,000
Wilcoxon W	102,500	101,000
Z	-1,307	-1,411
Asymp. Sig. (2-tailed)	**,191**	**,158**
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,197b	,173b

a. Grouping Variable: Grupo

b. Not corrected for ties.

Como apontado na tabela anterior, não houve diferenças estatisticamente significante entre os grupos para a variável ações totais ($p = 0,191$) e para a variável erros totais ($p = 0,151$).

4.2.4 Eficácia: Sucesso na tarefa

O sucesso na tarefa foi realizada pela análise do modelo *ported cube* dentro do arquivo *Blender* feito pelo participante na pesquisa. Para ser considerado bem sucedido na tarefa, o modelo 3D do participante foi comparado com o modelo 3D realizado pelo professor especialista em computação gráfica 3D (Figura 3). Para ser considerado bem-sucedido, o modelo 3D do participante precisaria possuir todos os critérios citados abaixo em relação ao modelo 3D do professor especialista:

- O mesmo número de vértices, arestas e faces;
- O mesmo volume proporcionalmente;
- Os mesmos modificadores com os parâmetros corretos;
- A mesma silhueta, sem deformações aparentes.

Qualquer diferença do modelo 3D em relação aos critérios estabelecidos foi considerado uma falha do participante na realização do modelo. Uma única falha no modelo 3D foi considerada um critério de insucesso do participante na realização da tarefa. As estatísticas descritivas estão na Tabela 16.

No Grupo 1, que possuía 11 membros, 9 obtiveram sucesso (81,8%) e 2 falharam (18,2%) em realizar a tarefa. No Grupo 2, que possuía 10 membros, 3 obtiveram sucesso (30,0%) e 7 falharam (70,0%) em realizar a tarefa. De toda a amostra analisada, os participantes do Grupo 1 representaram 42,9% das tarefas bem-sucedidas. Taxa três vezes maior que a do Grupo 2, de 14,3% do total de tarefas bem-sucedidas.

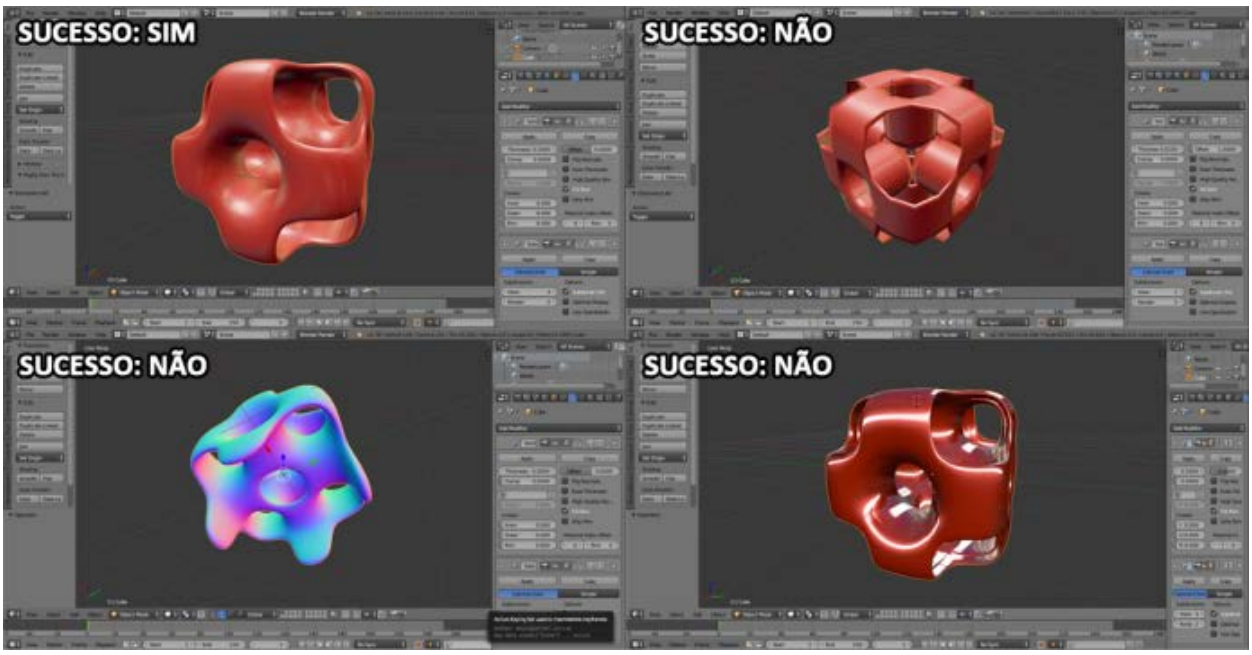


Figura 3 *Ported cubes*, mostrando trabalhos com e sem sucesso

Tabela 16 Tabela de referência cruzada de sucesso

Grupo	Métrica	Sucesso		
		Sim	Não	Total
Grupo 1: Jogadores Ativos	Count	**9**	2	11
	Expected Count	6,3	4,7	11,0
	% within Grupo	**81,8%**	18,2%	100,0%
	% within Sucesso	75,0%	22,2%	52,4%
	% of Total	42,9%	9,5%	52,4%
Grupo 2: Jogadores Não Ativos	Count	**3**	7	10
	Expected Count	5,7	4,3	10,0
	% within Grupo	**30,0%**	70,0%	100,0%
	% within Sucesso	25,0%	77,8%	47,6%
	% of Total	14,3%	33,3%	47,6%
Total	Count	**12**	9	21
	Expected Count	12,0	9,0	21,0
	% within Grupo	57,1%	42,9%	100,0%
	% within Sucesso	100,0%	100,0%	100,0%
	% of Total	57,1%	42,9%	100,0%

Contabilizando as tarefas que não obtiveram sucesso, o Grupo 1 possuía uma taxa de 9,5% de insucesso e o Grupo 2 uma taxa de 33,3% de insucesso, três vezes e meia maior que o Grupo 1. Na Figura 4, se encontra o gráfico do número de tarefas bem-sucedidas por Grupos.

Para testar estatisticamente se a taxa de sucesso entre os grupos era significante, optou-se pelo teste exato de Fisher, devido ao tamanho da amostra disponibilizada. Todavia aplicou-se também o teste Qui quadrado para uma comparação de resultados. Devido ao tamanho da amostra, utilizou-se um nível de significância de 10% ($p > 0,1$) para um nível de 90% de confiabilidade dos dados para a distribuição dos dados entre os grupos. Na Tabela 17 se encontram os resultados da análise.

Tanto o teste exato de Fisher ($p = 0,030$) quanto o teste Qui Quadrado ($p = 0,030$) apontaram para diferenças significantes na taxa de sucesso entre os grupos. Portanto houve diferença estatisticamente significante entre os grupos no sucesso na realização da Tarefa 3D.

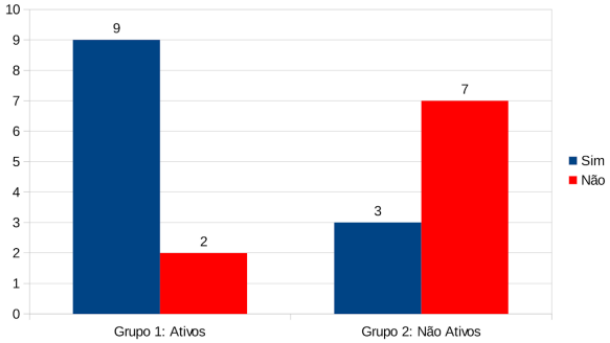


Figura 4 Sucesso na tarefa por grupo.

Tabela 17 Análise estatística do Sucesso

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	5,743a	1	,017	**,030**	,024	
Continuity Correctionb	3,822	1	,051			
Likelihood Ratio	6,034	1	,014	,030	,024	
Fisher's Exact Test				**,030**	,024	
Linear-by-Linear Association	5,470c	1	,019	,030	,024	,022
N of Valid Cases	21					

a. 2 cells (50,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,29.
b. Computed only for a 2x2 table
c. The standardized statistic is 2,339.

4.3 Dados do Questionário Sobre a Performance

Nesta seção são discutidos os dados do questionário sobre a performance e a opinião dos participantes sobre a realização da tarefa 3D, utilização do *software Blender* e do tutorial passo a passo. Estes dados serão apresentados descritivamente e analisados na sequência.

4.3.1 Dificuldade da Tarefa 3D

A dificuldade do participante em relação a Tarefa 3D foi medida por meio da própria opinião do participante sobre a sua performance nas etapas da Tarefa 3D. Essa questão tinha como objetivo identificar quais etapas o participante afirmou ser a mais fácil e a mais difícil. As questões foram feitas por meio da utilização de uma escala ordinal com valores de 1 (mais fácil) até 5 (mais difícil). Como os grupos se diferenciavam em número de participantes (11 para o Grupo 1 e 10 para o Grupo 2) foi feita a média das avaliações para cada etapa questionada. Uma média próxima de 1 significava que a etapa foi considerada a mais fácil, enquanto uma média próxima de 5 significava que a etapa foi considerada a mais difícil. Na Figura 5 estão os resultados das médias avaliadas.

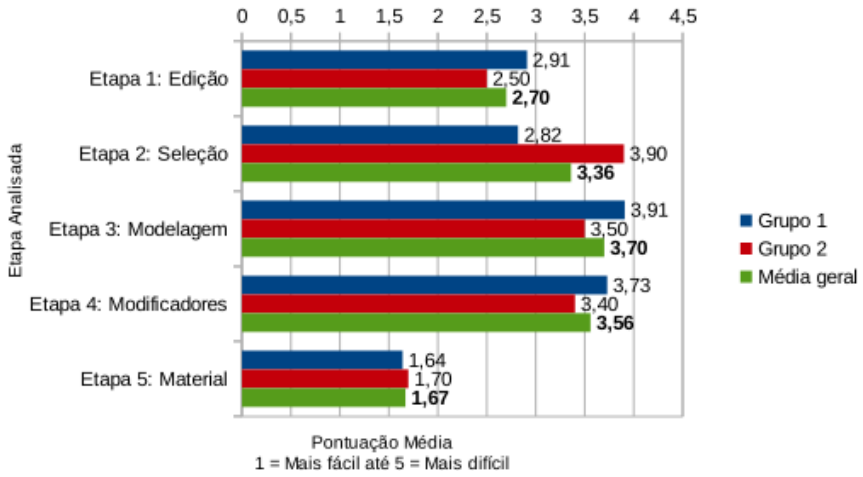


Figura 5 Questões sobre a Tarefa 3D - Dificuldade das etapas

Para o Grupo 1, a etapa que teve a maior média de dificuldade foi a Etapa 3: Modelagem (x = 3,91) seguido pela Etapa 4: Modificadores (x = 3,73), e a etapa que teve a menor média de dificuldade foi a Etapa 5: Material (x = 1,64). Para o Grupo 2, a etapa que teve a maior média de dificuldade foi a Etapa 2: Seleção (x = 3,90) seguido pela Etapa 3: Modelagem (x = 3,50), e a etapa que teve a menor média de dificuldade foi a Etapa 5: Material (x = 1,70).

4.3.2 Tutorial passo a passo

As questões sobre o tutorial passo a passo tinham como objetivo avaliar a satisfação do participante em relação ao tutorial passo a passo da Tarefa 3D. A coleta foi feita por meio da utilização da escala Likert, com valores de 1 (discordo totalmente) até 5 (concordo totalmente). Novamente, como os grupos se diferenciavam em número de participantes foi feita a média das avaliações para questão. Uma média próxima de 1 significava que o participante discordava do enunciado, enquanto uma média próxima de 5 significava que o participante concordava com o enunciado. As respostas foram listadas na Figura 6.

Todas as respostas possuíam média superior a 4 pontos, significando que os participantes concordaram com todos enunciados apresentados: “Fui bem na realização do tutorial passo a passo”; “Considero o tutorial passo a passo fácil de entender”; “Considero o tutorial passo a passo intuitivo”; “Considero o tutorial uma boa ferramenta para iniciantes”. De acordo com as respostas dos participantes, é possível perceber uma tendência positiva em relação ao tutorial passo a passo por ambos os grupos.

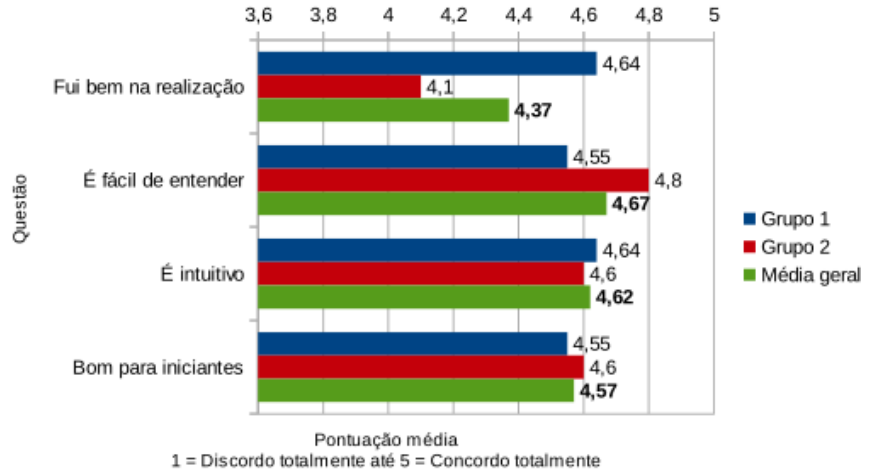


Figura 6 Questões sobre o tutorial passo a passo.

4.3.3 Sobre o participante

As questões sobre o participante foram realizadas na procura de pontos em comum entre os participantes da pesquisa. Estas questões seguiram as mesmas métricas utilizadas anteriormente, e estão descritas na Figura 7. Devido ao grande número de perguntas sobre o participante, apenas as respostas em que ambos os grupos concordaram na média (pontuação maior que 3) foram listadas.

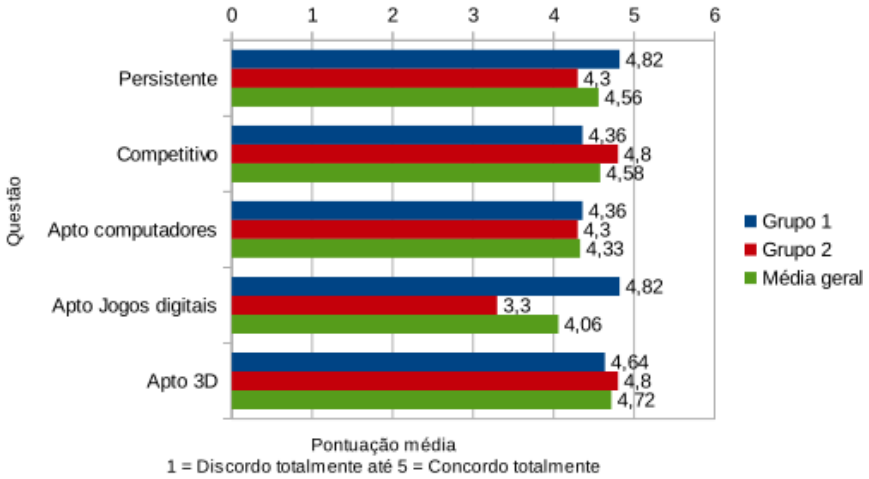


Figura 7 Questões sobre o participante

De acordo com os dados apresentados pela Figura 7, todos participantes concordaram que eram persistentes, competitivos, aptos a usarem computadores, aptos com jogos digitais e aptos a trabalharem com 3D. O Grupo 1 (x = 4,82) afirmou maior aptidão com jogos digitais que o Grupo 2 (x = 3,3). Estes dados apontam para uma maior segurança do participante em relação a realização de tarefas 3D complexas, e demonstra quais pontos os participantes possuíam em comum.

5. CONCLUSÃO

Esta pesquisa buscou estudar jovens adultos de um curso superior de Design localizado na região da Grande Florianópolis, com o objetivo de analisar se a prática de jogos digitais pode influenciar no desempenho na realização de uma tarefa de computação gráfica 3D. A metodologia foi especificada por meio de uma pesquisa bibliográfica em estudos similares na área de jogos digitais, e um experimento foi realizado para verificar a hipótese na qual os jogos digitais exercem influência significativa na performance na realização da tarefa 3D.

5.1 Validação da Hipótese

A hipótese H0 da pesquisa afirmava que “os jogos digitais não exercem influência significativa na performance na realização da tarefa 3D”. Entretanto a análise dos dados coletados concluem que há uma influência significativa nas métricas de eficiência por tempo total e nas métricas de eficácia no sucesso da tarefa, tendo o Grupo 1 de jogadores ativos superado o Grupo 2 de jogadores não-ativos tanto em eficiência na métrica tempo total (cerca de seis minutos mais rápido na média) quanto em eficácia na métrica sucesso (três vezes mais sucesso).

Ao analisar a performance dos dois grupos foi possível perceber a influência significativa da prática de jogos digitais em uma métrica de eficiência (tempo total) e uma métrica de eficácia (sucesso) na realização da tarefa. Portanto, este estudo refuta a hipótese H0 e valida a hipótese alternativa H1, que permite concluir que a prática com jogos digitais influenciou significativamente na performance na realização da tarefa de computação gráfica 3D, aprimorando a eficácia e eficiência do usuário. Como descrito por KOJIIO; SCOZ (2016), estes resultados vão ao encontro das experiências sobre transferência de habilidades realizadas por SØRENSEN et al. (2016) na melhoria e transferência de habilidades cognitivas na realização de tarefas complexas, GOPHER; WELL; BAREKET, (1994) na pilotagem de um caça de alta performance, ANGUERA et al. (2013) na restauração de capacidade multitarefa, GIANNOTTI et al. (2013) nas técnicas cirúrgicas de laparoscopia, SHUTE; VENTURA; KE (2015) na melhoria da capacidade cognitiva espacial.

Embora o Grupo 1 de jogadores ativos não estivesse praticando diretamente a tarefa de computação gráfica ao jogar jogos digitais, ao realizar a análise de sua performance, foi possível concluir que ele se comportava como um grupo aprimorado, como se já estivesse habituado a realização da tarefa. Esta conclusão é corroborada pela realização dos testes estatísticos para eficiência por tempo total e eficácia no sucesso da tarefa. Durante a realização da Tarefa 3D, foi possível perceber que alguns participantes do grupo de jogadores ativos possuía uma abordagem diferente ao interagir com o teclado e mouse do computador: eles utilizavam a mão esquerda repousada no lado esquerdo do teclado, onde se encontram as teclas WASD. Tal observação aponta uma particularidade que aparece com frequência entre os jogadores de jogos digitais na plataforma PC e estão habituados a interagir com seus computadores de forma ambidestra (utilizando suas duas mãos ao mesmo tempo). Este hábito decorre de jogos de tiro, estratégia, RPG, simulação, entre outros que utilizam um *set* de atalhos na mão esquerda, enquanto o jogador interage de forma direta com o jogo com o mouse na mão direita. No caso do jogo de tiro em primeira ou terceira pessoa, existe a convenção das teclas WASD, que controlam o movimento do personagem em quatro eixos de translação: frente, trás, esquerda e direita, além do cursor (ou mira) controlado pelo mouse. Logicamente, a ferramenta 3D *Blender* não utilizava as mesmas mecânicas de locomoção de um jogo de tiro em primeira pessoa, todavia alguns participantes repousavam a mão esquerda no teclado e se beneficiavam do atalho Alt-TAB para trocar entre o *software* 3D e o arquivo com o tutorial passo a passo da tarefa 3D. Este comportamento não havia sido previsto pela pesquisa, e demonstra que o alguns jogadores ativos procuravam otimizar a sua performance na tarefa 3D muito antes do início da mesma.

O estudo de jogadores ativos e sua performance na realização de tarefas de computação gráfica 3D pode trazer novas ideias, teorias e práticas para o design das interfaces comunicacionais do futuro e para áreas relacionadas a tecnologia, fatores humanos e ergonomia. Segundo Krippendorff, jogadores ativos podem ser considerados especialistas na utilização de artefatos de alta tecnologia, pois interagem de maneira altamente especializada com os dispositivos digitais, assim como são pilotos de carros de corrida experientes e pilotos de caça (KRIPPENDORFF, 2006). Considerando-se os dados da *Entertainment Software Association* (ESA) a relevância da população de jogadores ativos é cada vez mais evidente, pois 63% das residências americanas possuem pelo menos 1 jogador ativo que passa três ou mais horas por semana jogando jogos digitais (ESA, 2016).

Nestes termos, cria-se um perfil de usuário que pode ser estudado, à luz dos modelos da ergonomia, a partir da realização de tarefas consideradas complexas. Assim, partindo desta população específica, os dados e resultados obtidos podem contribuir para o aprimoramento do design de artefatos e objetos tecnológicos que também envolvam níveis análogos de complexidade. Ao mesmo tempo, não se pode excluir o grupo de jogadores não ativos da discussão sobre o design de interfaces comunicacionais e tecnológicas baseado apenas em métricas como eficácia e eficiência, e sim, discutir ferramentas, métodos, técnicas e teorias que quando aplicadas, permitam que os jogadores não ativos tenham uma performance tão significante quanto a dos jogadores ativos.

Entendendo a similaridade psicológica como um caminho de transferência de habilidades cognitivas (PRINCE; JENTSCH, 2001), se assume que a transferência ocorre pela experiência que o indivíduo possui em jogos digitais que possuam similaridade psicológica com a tarefa a ser realizada. Essa similaridade psicológica permite ao indivíduo reconhecer as *affordances* percebidas (NORMAN, 2004) que uma interface apresenta em relação a outra. Um indivíduo só pode entender aquilo que consegue perceber, e onde os jogadores não-ativos não percebem nada, os jogadores ativos percebem as possibilidades de uso da interface. Neste caso, por estarem ativos e terem mais experiências de uso, os jogadores ativos percebem mais *affordances* que os jogadores não-ativos, e geralmente percebem mais rapidamente (neste estudo, cerca de dois segundos mais rápido por ação), pois possuem maior experiência de usabilidade no campo digital.

Esta análise corrobora com as propriedades fundamentais das *Affordances*, na questão das "capacidades de ação de um ator particular", onde um jogador ativo é capaz de agir diretamente em um ambiente outrora desconhecido (neste caso, a interface de um *software* 3D) baseando-se apenas na sua experiência prévia em ambientes similares experimentados em jogos digitais, tanto 2D para interfaces gráficas, quanto 3D, na navegação por meio de referencial espacial. Outro ponto particular das propriedades fundamentais das *Affordances*, é a existência da mesma, "independente da habilidade do ator em percebê-la". Portanto, o jogador é o ator que possui a capacidade de perceber as *Affordances* oferecidas pelo ambiente e, acima de tudo, promover o seu funcionamento de acordo com sua necessidade. Logicamente, a eficiência do ator no funcionamento da *Affordance* oferecida pelo ambiente dependerá da experiência do mesmo, e sobretudo do *set* de interações que o ator possui, pois uma *affordance* não muda se as necessidades e objetivos do ator mudarem.

Ao perceber e entender o maior número de possibilidades, eles rapidamente reconhecem a forma mais rápida e eficaz de realizar a tarefa e as mecânicas necessárias envolvidas para atingir seus objetivos, e guiados pela sua persistência, competitividade e motivação (MALONE, 1981), os jogadores ativos procuram agir no ápice de sua performance, executando um número menor de ações, e erros por ações, como demonstrado na Tabela 13 deste estudo.

O trabalho entende que a transferência de habilidades parte da percepção do indivíduo em relação ao reconhecimento do objeto que ele está interagindo. Os elementos da percepção visual atuam no reconhecimento das formas e silhuetas (TSE, 2002) do ambiente digital que o indivíduo está interagindo, chamando em sua memória arquétipos memorizados anteriormente (MARR; NISHIHARA, 1978). Quando o indivíduo desenvolve a memória de como operar tal dispositivo (ex: uma câmera com 6 graus de liberdade dentro de um jogo de tiro) ele automaticamente transfere sua experiência prévia de uso (*affordances* percebidas) para a nova experiência, bastando se adaptar ao novo *set* de interações que a interface (teclado, mouse, *joystick*) exige para ele realizar seus movimentos funcionando como uma espécie de treinamento prévio do dispositivo (HOLDING, 1965). Caso a operação do dispositivo não seja exatamente como o indivíduo esperava, ocorre a disrupção da usabilidade, gerando um momento de hesitação por parte do usuário, e portanto, atrapalhando ou mesmo interrompendo a performance na realização da tarefa (KRIPPENDORFF, 2006).

Por meio deste estudo é possível concluir que a prática com jogos digitais funciona como uma espécie de exercício cognitivo digital, fazendo com que jogadores ativos possuam uma maior flexibilidade cognitiva por estarem ativos (SHUTE; VENTURA; KE, 2015), e se a prática de jogos digitais é encerrada por um certo período de tempo, os benefícios podem ser perdidos (ANGUERA et al., 2013). Entretanto estudos sobre as consequências do exagero e do vício na prática de jogos digitais continuam sendo feitos antes de se assumir que qualquer

prática intensa de jogos digitais é segura ou benéfica (GENTILE et al., 2004).

É importante ressaltar que esta pesquisa não defende a substituição de qualquer treinamento efetivo na tarefa complexa a ser realizada pela prática de jogos digitais que possuam similaridade psicológica. A prática da tarefa, dentro das condições reais expostas pela tarefa, deverá ser mais efetiva que qualquer prática simulada ou similar, e o treinamento simulado não substitui o exercício da prática real, como foi possível perceber na comparação do tempo na realização da Tarefa 3D entre o professor especialista e do tempo dos grupos (Tabela 2). Em outras palavras: o jogo digital não ensina a realizar a tarefa, apenas potencializa a sua performance. E a melhor forma de se tornar um designer hábil e melhorar sua performance trabalhando com computação gráfica 3D, continua sendo a prática direta com o *software* de computação gráfica 3D escolhido.

5.2 Recomendações para Trabalhos Futuros

Como recomendações para trabalhos futuros, a pesquisa sugere a investigação do tema nas seguintes áreas:

- **Cognição**: Estudar a similaridade psicológica como um caminho de transferência de habilidades cognitivas.
- **Design**: Entender o caminho do reconhecimento das *affordances* percebidas nas interfaces comunicacionais.
- **Fatores humanos**: Trazer novas ideias, métodos, teorias e práticas para o design das interfaces comunicacionais em áreas relacionadas a tecnologia.

Além disso, o trabalho deixa uma pergunta para o Design, que poderá ser respondida em futuras pesquisas na área: "**Como permitir que os jogadores não ativos tenham uma performance tão significante quanto a dos jogadores ativos?**"

REFERÊNCIAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9241-11: Requisitos ergonômicos para trabalhos de escritórios com computadores, Parte 11 – Orientações sobre usabilidade. Rio de Janeiro; 2002.
2. ANGUERA, J. A. et al. Video game training enhances cognitive control in older adults. Nature, v. 501, n. 7465, p. 97–101, 2013.
3. BIEDERMAN, I. Recognition by components: A theory of human image understanding. Psychological Review, v. 94, n. 2, p. 115–117, 1987.
4. BLUNT, R. Does game-based learning work? Results from three recent studies. Proceedings of the Interservice/Industry Training, Simulation, & Education Conference, p. 1–12, 2007.
5. BOOT, W. R. et al. Transfer of skill engendered by complex task training under conditions of variable priority. Acta Psychologica, v. 135, n. 3, p. 349–357, 2010.
6. CHEMERO, A. An Outline of a Theory of Affordances. Ecological Psychology, v. 15, n. 2, p. 181–195, 2003.
7. CRAWFORD, C. The Art of Computer Game Design by Chris Crawford. Computer, p. 81, 1982.
8. ENTERTAINMENT SOFTWARE ASSOCIATION. Essential Facts: About the computer and video game industry. *Entertainment Software Association*, p. 11, 2016.
9. FILHO, J. G. Teoria Geral da Gestalt, 2009
10. GENTILE, D. A. et al. The effects of violent video game habits on adolescent hostility, aggressive behaviors, and school performance. Journal of Adolescence, v. 27, n. 1, p. 5–22, 2004.
11. GIANNOTTI, D. et al. Play to Become a Surgeon: Impact of Nintendo WII Training on Laparoscopic Skills. PLoS ONE, v. 8, n. 2, p. 1–7, 2013.
12. GIBSON, J. J. The ecological approach to visual perception. v. 39, 1979.
13. GOPHER, D.; WELL, M.; BAREKET, T. Transfer of Skill from a Computer Game Trainer to Flight. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, v. 36, n. 3, p. 387–405, 1994.
14. GREENO, J. G. Gibson's affordances. Psychological review, v. 101, n. 2, p. 336–342, 1994.
15. HAYS, R. T. The effectiveness of instructional games: a literature review and discussion. Naval Air Warfare Center Training Systems Division, p. 1–63, 2005.
16. HERNDON, K. P.; VAN DAM, A.; GLEICHER, M. The challenges of 3D interaction.A CM SIGCHI Bulletin, v. 26, n. 4, p. 36–43, 1994.
17. HOLDING, D. Principles of Training. [s.l.] Pergamon Press, 1965.
18. HUGHES, J. F. et al. Computer Graphics Principles and Practice. v. 53, 2014.
19. KENT, B. R. Visualizing Astronomical Data with Blender. Publications of the Astronomical Society of the Pacific, v. 125, n. 928, p. 731–748, 2013.
20. KOJIIO, R.; SCOZ, M. Jogos digitais: uma alternativa para treinamento e transferência de habilidades cognitivas. Florianópolis: Human Factors in Design, 2016. p. 62-72
21. KRAIGER, K.; FORD, J. K.; SALAS, E. Aplication of Cognitives, Skill-Based, and Affectives Theories of Learning Outcomes to New Methods of Training Evaluation. Journal of Applied Psychology, 1993.
22. KRIPPENDORFF, K. The Semantic Turn. In: The Semantic Turn: A New Foundation for Design. p. 1–370, 2006.
23. MALCOM, J. Model A Ported Cube Object In Blender 2.75, 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8z0Cw3JuGvQ&list=PL95vjV728MLe9-w5SVMyL3wQKIGvWYmCh&index=7>. Acesso em: 10 jun. 2016
24. MALONE, T. W. Toward a Theory of Intrinsically Instruction Motivating. Cognitive Science, v. 5, n. 4, p. 333–369, 1981.
25. MARR, D.; NISHIHARA, H. K. Representation and recognition of the spatial organization of three dimensional shapes. Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences, n. October, p. 26–28, 1978.
26. MCGRENERE, J.; HO, W. Affordances: Clarifying and Evolving a Concept. Proceedings of GraphIcs Interface, n. May, p. 1–8, 2000.
27. NORMAN, D. The Psychology of Everyday Things. The Psychology of Everyday Things, p. 1–104, 1988.
28. NORMAN, D. A. AFFORDANCE, CONVENTIONS, AND DESIGN. p. 38–42, 1999.
29. NORMAN, D. A. Affordances and Design. Retrieved 2-7-2015, v. 19, n. 3, p. 2007, 2004.
30. NORMAN, D. A. The Design of Everyday Things. Revised and Expanded Edition. v. 16, 2013.
31. PRENSKY, M. True Believers: Digital Game-Based Learning in The Military. Digital Game-based Learning, p. 1–18, 2001.
32. PRINCE, C.; JENTSCH, F. Aviation Crew Resource Management Training With LowFidelity Devices. 2001.

33. SHUTE, V. J.; VENTURA, M.; KE, F. The power of play: The effects of Portal 2 and Lumosity on cognitive and noncognitive skills. Computers and Education, v. 80, n. 0, p. 58–67, 2015.
34. SØRENSEN, J. J. W. H. et al. Exploring the quantum speed limit with computer games. Nature, v. 532, n. 7598, p. 210–213, 2016.
35. TEYSEYRE, A. R.; CAMPO, M. R. An overview of 3D *software* visualization. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, v. 15, n. 1, p. 87–105, 2009.
36. TSE, P. U. A contour propagation approach to surface filling-in and volume formation. Psychological Review, v. 109, n. 1, p. 91–115, 2002.
37. WILSON, K. A. et al. Relationships Between Game Attributes and Learning Outcomes: Review and Research Proposals. Simulation & Gaming, v. 40, n. 2, p. 217–266, 2009.