

Estado da publicação: Não informado pelo autor submissor

# Desenvolvimento de habilidades espaciais: atividades práticas utilizando jogos digitais com estudantes de arquitetura e urbanismo

Carlos Eduardo da Rocha Santos, Maria Angela Dias, Frederico Braidá Rodrigues de Paula

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.6230>

Submetido em: 2023-06-13

Postado em: 2023-06-16 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

ARTIGO

## DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES ESPACIAIS: ATIVIDADES PRÁTICAS UTILIZANDO JOGOS DIGITAIS COM ESTUDANTES DE ARQUITETURA E URBANISMO

**CARLOS EDUARDO DA ROCHA SANTOS<sup>1</sup>**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7085-443X>  
<carlos.rocha@arquitetura.ufjf.br>

**MARIA ANGELA DIAS<sup>2</sup>**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3969-8170>  
magedias@gmail.com

**FREDERICO BRAIDA<sup>3</sup>**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7735-8380>  
<frederico.braida@arquitetura.ufjf.br>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, Minas Gerais (MG), Brasil.

**RESUMO:** Este artigo discute uma das possibilidades de mudanças no processo de ensino e aprendizado do pensamento geométrico face à apropriação exponencial da tecnologia digital. O objetivo da pesquisa foi desenvolver atividades focadas em discentes de primeiro período do curso de Arquitetura e Urbanismo, utilizando o jogo Minecraft. O artigo é resultado de uma pesquisa tanto bibliográfica quanto empírica, de uma experiência didática. Por meio de uma aplicação prática na Universidade Federal de Juiz de Fora, apontou-se que o uso dos jogos pode contribuir para o desenvolvimento das habilidades espaciais e o pensamento geométrico dos estudantes dos primeiros períodos do curso de Arquitetura e Urbanismo. Em um ambiente tridimensional simulado de jogo digital, os discentes são estimulados a utilizarem raciocínio geométrico para a composição de arquiteturas, associando o espaço às formas e racionalizando o processo compositivo arquitetônico.

**Palavras-chave:** Educação gráfica, Geometria, Jogos Digitais, Habilidade Espacial.

### DEVELOPMENT OF SPATIAL ABILITY: PRACTICAL ACTIVITIES USING DIGITAL GAMES WITH STUDENTS OF ARCHITECTURE AND URBANISM

**ABSTRACT:** This article discusses one of the possibilities for changes in the teaching and learning process of geometric thinking in the face of the exponential appropriation of digital technology. The objective of the research was to develop activities focused on students of the first period of the Architecture and Urbanism course, using the Minecraft game. The article is the result of both bibliographical and empirical research, of a didactic experience. Through a practical application at the Juiz de Fora Federal University, it was pointed out that the use of games can contribute to the development of spatial skills and geometric thinking of students in the first periods of the Architecture and Urbanism course. In a simulated three-dimensional environment of a digital game, students are encouraged to use geometric reasoning for the composition of architectures, associating space with forms and rationalizing the architectural compositional process.

**Keywords:** Graphic Education, Geometry, Digital Games, Spatial Ability.

## **DESARROLLO DE HABILIDADES ESPACIALES: ACTIVIDADES PRÁCTICAS A TRAVÉS DE JUEGOS DIGITALES CON ESTUDIANTES DE ARQUITECTURA Y URBANISMO**

**RESUMEN:** Este artículo discute una de las posibilidades de cambios en el proceso de enseñanza y aprendizaje del pensamiento geométrico frente a la apropiación exponencial de la tecnología digital. El objetivo de la investigación fue desarrollar actividades enfocadas a los estudiantes del primer período de la carrera de Arquitectura y Urbanismo, utilizando el juego Minecraft. El artículo es el resultado de una investigación tanto bibliográfica como empírica, de una experiencia didáctica. A través de una aplicación práctica en la Universidad Federal Juiz de Fora, se señaló que el uso de juegos puede contribuir al desarrollo de las habilidades espaciales y el pensamiento geométrico de los estudiantes de los primeros períodos de la carrera de Arquitectura y Urbanismo. En un entorno tridimensional simulado de un juego digital, se anima a los estudiantes a utilizar el razonamiento geométrico para la composición de arquitecturas, asociando el espacio con las formas y racionalizando el proceso compositivo arquitectónico.

**Palabras clave:** Educación Gráfica, Geometría, Juegos Digitales, Habilidad Espacial.

## **INTRODUÇÃO**

Este artigo se preocupou em introduzir novas estratégias de aprendizagem das formas geométricas e arquitetônicas, propondo, através dos jogos, mais uma possibilidade para o desenvolvimento do ensino da geometria, tornando o processo mais lúdico.

A aprendizagem da geometria, para o arquiteto e urbanista, assim como para designers, artistas e engenheiros, é essencial no desenvolvimento profissional, que lida, entre suas principais atribuições, com a criação e manipulação de espaços para a vivência humana. Portanto, o estudo das formas, suas relações compositivas, proporções e representações são essenciais. O processo criativo da Arquitetura e Urbanismo trabalha, muitas vezes, com espaços ainda não materializados, ou seja, com projetos que existem apenas na imaginação de quem os criou, e são representados através das diversas ferramentas, como maquetes físicas, digitais e o desenho técnico. A necessidade de abstração das formas e dos espaços para a criação e representação de projetos possui diversas denominações, mas na literatura, o termo mais encontrado é “habilidade espacial” (MARTIN-DORTA, 2013) (MARUNIĆ e GLAŽAR, 2014) (MONTENEGRO, 2005) (VALENTE, 2018).

Os jogos têm sido estudados como uma mídia possível para contribuir no desenvolvimento das habilidades espaciais. Autores como Green e Bavelier (2003) e Spence e Feng (2010) analisam os gêneros de jogos capazes de fomentar o desenvolvimento cognitivo das habilidades espaciais, descrito em Santos, Dias e Braida (2020). O caráter lúdico dos jogos aplicado ao ensino foi pesquisado ao longo da última metade do século XX, porém, os jogos digitais e o fenômeno cultural que desempenham na atualidade são frutos de pesquisas que consideram o aumento constante da possibilidade de acesso a essas tecnologias e à internet.

Essas novas relações da educação com a tecnologia se mostraram ainda mais relevantes na pandemia do Coronavírus (COVID-19), entre os anos de 2020 e 2022, quando a educação teve que mudar suas formas e seu ambiente de ensino e aprendizagem, adaptando-se às novas demandas do ensino remoto, o que só foi possível no contexto da tecnologia computacional e da internet. Portanto, a educação, na atualidade, deve lidar com o desafio de engajar os novos estudantes frente aos diversos estímulos proporcionados pela tecnologia e pelo constante acesso à informação.

Com o aumento do acesso às plataformas digitais, também se ampliou o acesso aos jogos digitais. Jogar é, como definido por Huizinga (2000 [1938]), inerente aos seres vivos e anterior à cultura

humana. Portanto, esse sentido lúdico pode criar uma relação do indivíduo com o ensino, ao incorporar, além da tecnologia, uma didática mais divertida.

Porém, grande parte das pesquisas acerca do uso dos jogos se concentram principalmente no ensino básico e médio e nos cursos de tecnologia, como no caso de Martin-Dorta et al. (2013) e Lamb, Akmal e Petrie (2014), ou aos estudos com discentes dos ensinos básico e médio, como Kell, Lubinski e Benbow (2014) e Hung et al. (2012).

Dentre as pesquisas desse campo, poucas se dedicam especificamente ao estudo do desenvolvimento da habilidade espacial com uso de jogos, em Arquitetura e Urbanismo, com exceção de alguns nomes como Valente (2018), e seu livro intitulado “Desenvolvimento da visão espacial por games digitais”, que pode ser citado como uma das publicações atuais que possuem como foco as disciplinas de desenho. Ainda, de forma indireta, pode-se mencionar as pesquisas de Braida et al. (2015; 2016) sobre o uso dos jogos Minecraft e LEGO Digital Designer para a concepção de projetos arquitetônicos e estudo da forma.

Neste trabalho, propõe-se uma experiência de atividades em que os jogos digitais que equilibram entre o *paidia* (o jogo descompromissado) e o *ludus* (jogos limitados por regras em busca de se obter uma vitória), ambos definidos por Caillois (2001 [1967]) como experiências didáticas de ensino. Dotados de um ambiente livre e espontâneo e, ao mesmo tempo, permeado por regras claras, visando o aprendizado focado no desenvolvimento das habilidades espaciais e apreensão do conteúdo geométrico para discentes do primeiro período de Arquitetura e Urbanismo.

As propostas e aplicação de atividades utilizando o jogo Minecraft, para o desenvolvimento das habilidades espaciais, com discentes ingressantes no primeiro período do curso de Arquitetura e Urbanismo foram divididas em três etapas, baseadas na Taxonomia de Bloom, revisada por Anderson et al. (2001). Logo, o principal objetivo deste artigo é apresentar, de forma crítica e reflexiva, as atividades que foram elaboradas com o intuito de criar um processo de associação entre a geometria e a arquitetura no ambiente interativo e dinâmico do jogo. Com as atividades propostas, buscou-se valorizar a ludicidade e o aprendizado ao mesmo tempo em que se estimulou o desenvolvimento das habilidades espaciais.

## **METODOLOGIA DE APLICAÇÃO**

O desenvolvimento das habilidades espaciais através de desenhos, manipulação de maquetes e estudo da geometria de forma convencional já é objeto de estudo de diversos autores ao longo das últimas décadas, como Montenegro (2005), Marunic e Glazar (2014) e Valente (2018). Portanto, não se busca refazer esses estudos, mas ampliar sua discussão através da inserção do uso dos jogos digitais nesse contexto. Na pesquisa, os jogos foram apropriados como interface facilitadora entre o discente e o conhecimento geométrico. Porém, mais do que isso, o que o uso dos jogos promove é o processo narrativo, emocional e afetivo, seja através das experiências prévias dos estudantes e/ou através da própria essência dos jogos: a diversão.

Para o desenvolvimento das atividades, propõe-se o uso de jogos digitais que permitam a utilização e manipulação de formas geométricas, sejam elas complexas ou não. Como o objetivo é desenvolver o raciocínio espacial de estudantes que ainda não se aprofundaram nos conhecimentos sobre a forma arquitetônica e nem nas representações técnicas, destaca-se a compreensão da correlação entre o espaço arquitetônico e as formas geométricas. Nesse sentido, o Minecraft se mostrou o mais adequado, pois une os elementos necessários em um ambiente lúdico.

Um dos maiores expoentes do estilo *sandbox*, o jogo Minecraft é um dos mais importantes jogos da atualidade. Segundo Valente (2018), os mapas de mundo aberto, apesar de permitirem a liberdade de trânsito, costumam possuir limites, seja uma praia, uma montanha, etc. Nos jogos do estilo *sandbox*, o cenário é gerado de forma procedural, ou seja, através de variáveis limitadas: o software, de forma automática, cria dezenas e até milhares de novas variações possíveis, fazendo com que o mapa do jogo seja aparentemente infinito. O seu uso é justificado, pois, nesse videogame, o jogador, com a visão em primeira pessoa, deve explorar ambientes inóspitos, coletar recursos e construir estruturas que o permitam sobreviver e prosperar. Quase todos os elementos do jogo são baseados em cubos regulares e

suas transformações. É possível manipular o ambiente, como elementos naturais, paisagens, clima, até os personagens e animais.

Reconhecidos os limites e as possibilidades formais do Minecraft, foram escolhidas as operações formais de Mari e Yoo (2018) para serem abordadas. As operações formais são ações baseadas em transformações simples, objetivas e dinâmicas e que agrupam ações que podem ser aplicadas sobre a forma, modificando-a. Segundo Mari e Yoo (2018), elas podem ser também definidas como verbos espaciais, que expressam a ação do projetista sobre a forma, atributos fundamentais para ampliar o repertório de quem as executa, segundo os autores. Os verbos espaciais são divididos em três categorias específicas que tiveram seus nomes traduzidos pelos autores: Aditivas (Additives), Subtrativas (Subtract) e Deslocamentos (Displace). Cada uma delas determina um conjunto de ações que possuem características globais.

A organização das etapas metodológicas das atividades está fundamentada nas ações propostas pela taxonomia de Bloom (1956), que cria passos que devem ser percorridas por um discente para alcançar o desenvolvimento de um conhecimento. Foi utilizada a versão revisada por Anderson et al. (2001). Portanto, os exercícios propostos foram agrupados em Etapas, que podem ser realizadas em dois ou mais encontros, propostas com o intuito de criar exercícios com um ciclo lógico de funcionamento. As atividades foram, portanto, divididas em três etapas, compreendendo: (1) Recordar, Compreender e Aplicar; (2) Analisar e Avaliar; e (3) Criar, passando, portanto, por todas as etapas da taxonomia de Bloom revisada.

A escolha das arquiteturas empregadas nas atividades se deu em função daquelas que possuem um pensamento geométrico simples, que possa ser reproduzido no Minecraft, de modo que, ainda assim, suscitem um processo reflexivo sobre a forma, relacionando o objeto com o terreno e com a escala do observador.

Com o intuito de diagnosticar o conhecimento prévio dos discentes, foram aplicados testes de habilidades espaciais, um antes (pré-teste) e um depois das atividades (pós-teste). O estudo das habilidades espaciais vem se desenvolvendo ao longo dos últimos 140 anos, em que pesquisadores se propuseram a analisar e testar essas habilidades em indivíduos. É nesse contexto que alguns testes acabaram reconhecidos até os dias atuais, como o Mental Cutting Test (MCT), de 1939, Mental Rotation Test (MRT) Guildford-Zimmerman Spatial Orientation Test (GZSOT), que são exemplos de testes que avaliam o desenvolvimento das habilidades espaciais nos indivíduos.

Dois testes foram escolhidos, o MCT e o MRT; cada um analisa diferentes aspectos da habilidade espacial: rotação mental, percepção espacial e visualização espacial. O uso dos testes se justifica em busca de um diagnóstico acerca da compreensão de diferentes tipos de visualização da forma tão caros ao estudante de arquitetura e urbanismo, quanto a compreensão de seções na forma e na rotação de objetos.

O desempenho nas atividades propostas foi considerado como outro instrumento avaliativo. Esse dado visa à comparação entre resultado geral da atividade com o resultado obtido nos testes, verificando se há correlações entre o desenvolvimento da habilidade espacial viabilizado através dos jogos e o conteúdo de geometria para Arquitetura e Urbanismo. Os critérios de avaliação das atividades utilizados envolveram os seguintes aspectos: 1) Desenvolvimento correto das operações formais, 2) Composição, 3) Inserção no terreno, 4) Relação com o terreno e suas características, 5) Uso de materiais e 6) Relação de aberturas.

## **APLICAÇÃO E RESULTADOS**

As aplicações se deram na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) em disciplinas do primeiro período, durante o primeiro semestre de 2022. A aplicação ocorreu na disciplina de Estudo da Forma. Todos os estudantes matriculados foram convidados para participar e estavam livres para se negar a participar ou abandonar o processo sem justificativa. Salienta-se que duas aplicações de teste foram realizadas em períodos anteriores com o intuito de validar e corrigir as propostas, mas será descrita apenas a aplicação final. Todo o protocolo da pesquisa foi aprovado por dois Comitês de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (processos nº 46480721.0.000.5257 e nº 46480721.0.3001.5147).

O tempo para aplicação foi cedido pelo docente da disciplina em dias letivos, ou seja, se integrando ao cronograma dos cursos em questão, sendo dimensionado de acordo com a possibilidade de inserção das atividades.

Além dos testes, os materiais utilizados para a coleta de dados continham um questionário sobre atividades prévias, dos estudantes, tais como: como base educacional, cursos prévios, uso de aplicações 3D e o uso geral de jogos, buscando compreender a familiaridade do discente com o tema e perceber se existe alguma relação entre o desempenho nas atividades, resultado dos testes e hábito de jogar. A disciplina é comumente realizada em salas de aulas convencionais, portanto, durante o período de aplicação, as aulas ocorreram nos laboratórios de informática



Figura 1: Realização da atividade no laboratório de computadores da UFJF. Fonte: os autores

Nessa atividade, participaram um total de 21 estudantes no primeiro encontro e 19 no segundo, ocorrendo, portanto, duas faltas que não serão consideradas no comparativo. Dentre os discentes, dois eram estudantes de períodos posteriores, ou seja, não se configuram como público-alvo da pesquisa e não serão considerados nas médias gerais. Portanto, o público considerado foi de 17 estudantes na aplicação completa.

Ano. semestre	Univ.	Disciplinas de 1º período	Tipo	Estudantes participantes	Quest.	Pré-teste	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Pós-Teste
2022.1	UFJF	Estudo da Forma	Presencial	17	X	X	Casa 4x4 e Os Mirantes	MASP, Casa Poli, Casa Rio Bonito e Cliff House	Terreno 12x12 com Rio, Rua, Geografia e Arquiteturas adjacentes	X

Figura 2: Aplicação Estudo da Forma UF-- 2022.1. Fonte: os autores

Dos 17 estudantes, 70,5% se identificaram como do gênero feminino (N=12) e 29,5% como do gênero masculino (N=5). A idade dos discentes se distribuía da seguinte forma: 70,5% de 18 anos (N=12), 11,7% de 19 (N=2), 11,7% de 20 (N=2), apenas 6,1% (N=1) possuía 22 anos. Portanto, os discentes são jovens, nascidos já na era digital, o que justifica quando questionados acerca dos hábitos de uso de aplicativos 3D e jogos.

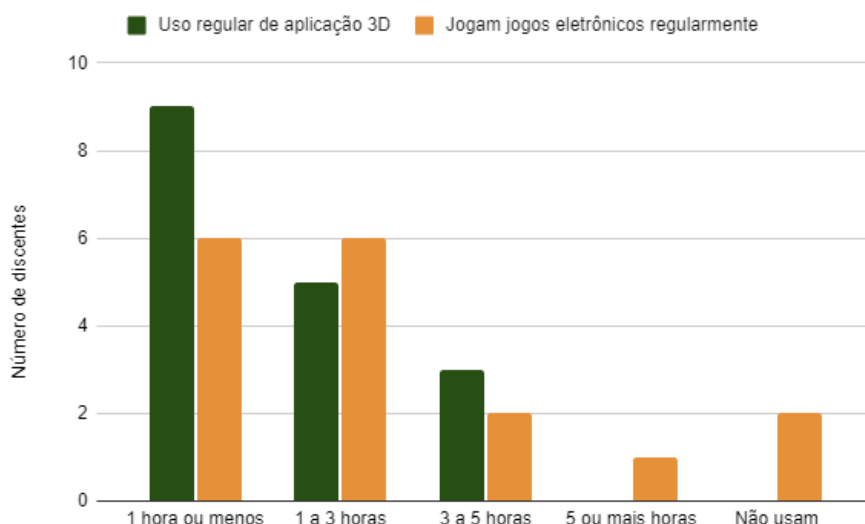


Figura 3: Uso regular de aplicações 3D e Jogos eletrônicos. Fonte: os autores

Os discentes foram questionados acerca do uso regular de aplicações 3D e jogos digitais, visto que são apontados como elementos que podem contribuir para o desenvolvimento das habilidades espaciais. Dos 17 discentes entrevistados, todos indicaram fazer uso regular de aplicativos 3D como manipulação de imagens e mapas. A proporção pode ser observada na Figura 3. Ainda, 88,2% (N=15) indicaram jogar jogos eletrônicos regularmente e apenas 2 indicaram não jogar em nenhum momento. A maior proporção, em ambos os casos, é de indivíduos que utilizam por 1 hora ou menos.

Dos estudantes participantes, 23,5% (N=4) indicaram possuir cursos anteriores que utilizavam representação digital, como Metalurgia e Eletromecânica. Portanto, o perfil dos estudantes participantes desta experiência são indivíduos que em geral jogam, mesmo que por pouco tempo, que utilizam regularmente aplicações 3D e são jovens, nascidos na chamada era digital.

Foi aplicado o questionário inicial de atividades prévias e o teste de habilidades espaciais, em dias distintos, na primeira semana de aulas. No primeiro encontro, três semanas depois, realizou-se a Fase 1, com a execução da Casa 4x4, de Tadao Ando, e a Casa Os Mirantes, de Andrés Alonso. A proposição didática, que teve a duração de três horas-aula, foi constituída pelos seguintes passos: (1) apresentação das atividades; (2) descrição resumida do que são as operações formais; (3) exploração inicial do jogo Minecraft; (4) explicação das regras do jogo, ou seja, o que seria feito em sala e como eles iriam participar; (5) solicitação de escolha de um terreno de implantação da arquitetura com base em características dadas; (6) solicitação da criação de geometria base para a composição; (7) execução das operações formais; (8) revelação da arquitetura selecionada e discussão dos resultados.

O segundo encontro compreendeu as Fases 2 e 3, condensadas, e ocorreu em três horas-aula. Dividiu-se em: (1) apresentação das atividades; (2) instruções sobre como acessar as arquiteturas salvas anteriormente; (3) recapitulação das operações formais e dos comandos do jogo; (4) entrega da ficha de análise das arquiteturas dadas e do catálogo de operações (ficha com as operações formais de Mari e Yoo (2018) contando com breves descrições das operações formais), no caso foram o MASP de Lina Bo Bardi, a Casa Polí, de Pezo von Ellrichshausen, a Casa Rio Bonito de Carla Juaçaba e a Cliff House de Mackay-Lyons Sweetapple Architects; (5) desenvolvimento das análises e preenchimento das tabelas; (6) discussão dos resultados e arquiteturas; (7) início da fase 3 com a apresentação do terreno criativo e as regras de composição; (8) tempo para criação e preenchimento da tabela das operações utilizadas; e (9) discussão dos resultados. O pós-teste foi aplicado logo em seguida na sala em anexo, portanto, todos os presentes responderam à atividade.

Dos 17 discentes participantes, 82,3% (N=14) indicaram já terem jogado Minecraft anteriormente. Destes, 8 indicaram que jogaram muito o jogo e que possuem familiaridade com a plataforma, ou seja, quase metade dos estudantes, já os demais experimentaram, mas não indicaram grande experiência.

A Casa 4x4 foi utilizada como uma forma de treinamento para o uso do Minecraft, no qual os discentes apenas desenvolveram a forma geral, sem detalhes adicionais. Através de uma narração descrita das operações formais, os estudantes puderam fazer a composição. Nesta atividade não foi solicitada a escolha de um terreno, pois se configurava apenas como uma atividade preliminar.

Após a execução, houve discussões acerca da composição da forma da arquitetura estudada. Foram levantadas questões de proporção, medidas, erros e acertos dos estudantes. Em geral, utilizando-se da linguagem tridimensional, os estudantes conseguiram desenvolver bem e rapidamente a atividade, porém, alguns estudantes tiveram dificuldades na execução, errando proporção ou encaixe das peças. Àqueles que encontraram maior dificuldade, se enquadravam no grupo dos que não possuíam familiaridade com o jogo. A imagem da esquerda descreve uma forma correta, a do meio demonstra um erro na altura dos blocos centrais e na figura 4 da direita há um erro de encaixe, uma vez que o bloco está duas unidades afastado da borda e deveria estar apenas uma. Tratando-se de uma imagem dada demonstra um erro na leitura da imagem tridimensional.

O desempenho médio dos discentes nesta atividade com a casa 4x4 foi alto, de modo que, dos 17 estudantes, 82,2% (N=14) trabalhos foram considerados totalmente corretos, e 17,7% (N=3) com pequenas falhas, como as indicadas, que envolveram principalmente encaixe e proporção das formas geométricas.

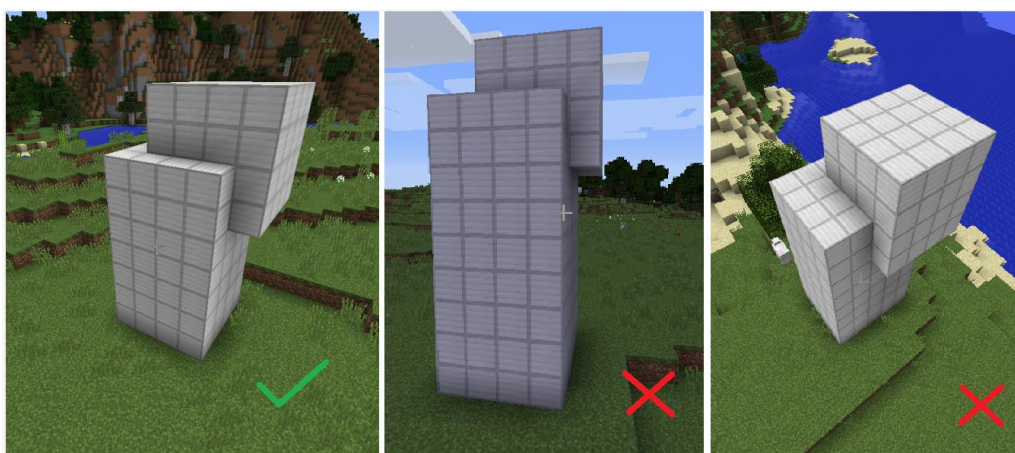


Figura 4: Erros encontrados na primeira atividade. Imagem da esquerda: forma correta. Imagem central: erro na altura do bloco central. Imagem da direita: erro no encaixe do bloco superior que está duas unidades afastada da borda. Fonte: os autores

No segundo momento do primeiro encontro, ocorreu o processo de execução de uma arquitetura narrada através das operações formais. A arquitetura escolhida foi os Mirantes, de Andrés Alonso, localizada na Argentina. Salienta-se que, por conta do caráter cúbico do Minecraft, as formas são simbólicas, mas o objetivo era a composição geral, entendimento do terreno e materialidade.

Para a segunda arquitetura, o estudo deveria observar três momentos: 1) escolha de um terreno que atendesse à demanda solicitada; 2) indicação dos materiais que deveriam ser utilizados; e 3) narrativa da forma através das operações formais. Essa narrativa se deu de diferentes formas, alternando entre representações tridimensionais e bidimensionais, com o intuito de verificar o entendimento dos estudantes acerca das representações dadas. Nota-se, na figura 5, que a imagem da direita representa uma fachada dividida pelos blocos unitários do Minecraft. Após essa etapa, foi desenvolvida uma discussão acerca da composição desta forma, os pontos necessários e os erros e acertos dos estudantes.

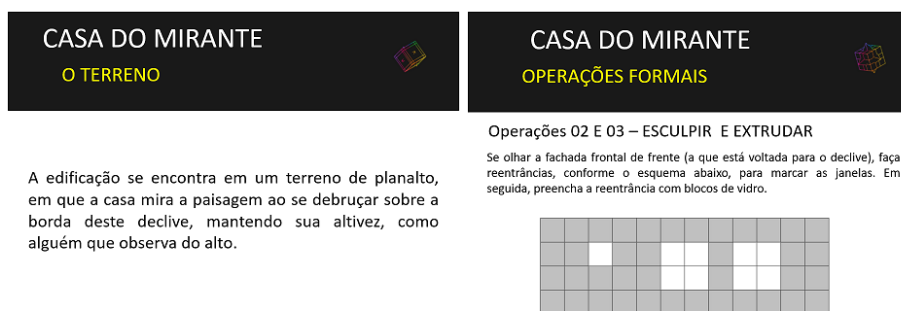


Figura 5: Exemplo das solicitações feitas em sala de aula. Fonte: os autores

Os erros mais recorrentes envolveram a implantação do edifício, por não se localizar sobre superfícies planas, e a indicação dos materiais solicitados. Nos exemplos da Figura 6, pode-se notar que, na forma, os estudantes compreenderam bem os comandos de operações solicitados, como por exemplo Extrudar e Sobrepor, porém, nas narrativas mais abstratas, os estudantes necessitaram, em algumas vezes, de adaptações para se encaixar na descrição solicitada. Ao final do primeiro encontro, os estudantes demonstraram e discutiram o trabalho desenvolvido, conheceram a arquitetura estudada e deram suas opiniões sobre o resultado obtido.



Figura 6: Exemplo da modelagem desenvolvida pelos estudantes. Fonte: os autores

Este primeiro encontro se encerrou de forma positiva, pois os discentes demonstraram interesse e satisfação com o resultado alcançado. Além disso, os trabalhos foram coletados e analisados.

De forma geral, os discentes obtiveram bons resultados no desenvolvimento da casa Mirantes, em que 70,5% (N=12) dos 17 trabalhos foram considerados totalmente corretos e 29,5% (N=5) possuíam algum erro. Como indicado, os erros envolviam principalmente a escolha do terreno, a atenção aos materiais e encaixe das janelas. Destes erros, 1 envolvia discente que nunca haviam jogado Minecraft e 4 sim.

O segundo encontro, que ocorreu uma semana depois do primeiro, teve como objetivo desenvolver o conhecimento das operações formais através dos processos de analisar, avaliar e criar, seguindo, ainda, os princípios da taxonomia de Bloom revisada.

Nesta etapa de identificação, os estudantes analisaram as arquiteturas através da interface do jogo, passaram por seus espaços e deliberaram sobre a composição destas arquiteturas (Figura 7). Por ser um processo interpretativo, as discussões não se focaram em certo ou errado, mas sim na compreensão das forças compositivas, nas relações de proximidade e nas diferenças entre as arquiteturas, bem como na complexidade resultante das soluções identificadas.

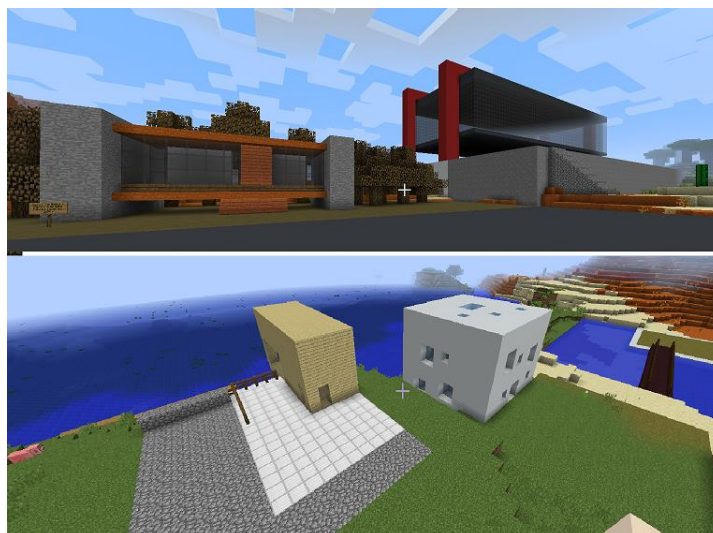


Figura 7: MASP, Casa Polí, Casa Rio Bonito e Cliff House no ambiente do *Minecraft*. Fonte: os autores

As análises desenvolvidas sobre o MASP, as operações Sobrepor, Elevar e Alojjar foram as mais observadas pelos discentes, de modo que quase todos as indicaram. Em relação à Casa Rio Bonito, Alojjar, Graduar, Elevar e Aninhar foram as mais lembradas. Segundo a discussão com os discentes, a Graduar aparece principalmente por conta da escada frontal e lateral, o que aponta uma leitura baseada nos detalhes e não no conjunto geral. As demais são identificáveis pela relação entre os planos verticais que alojam ou aninham o bloco horizontal.

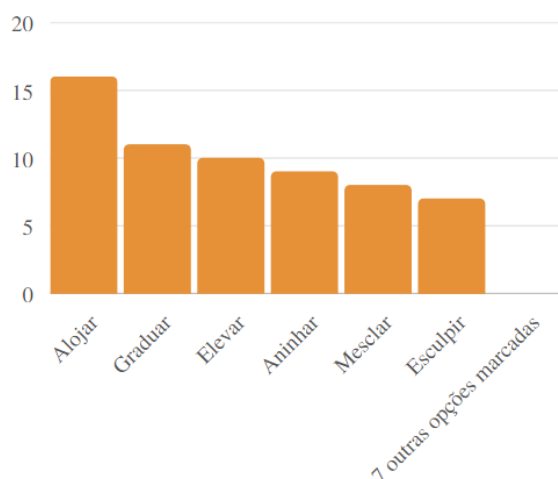


Figura 8: Operações associadas ao MASP pelos discentes. Fonte: os autores

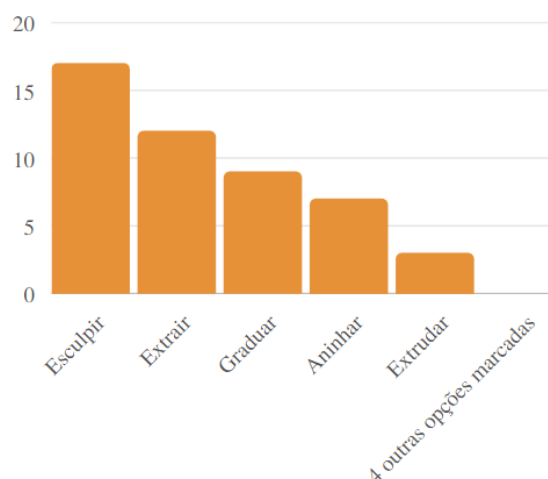


Figura 9: Operações associadas a Casa Rio Bonito pelos discentes. Fonte: os autores

No que envolve a Casa Polí, que possui uma forma básica, a operação Esculpir foi identificada por todos os discentes, que, segundo eles, se dá por conta das aberturas das janelas. Extrair também se encaixa nesta percepção, pois também pode indicar tanto as janelas quando o corte feito no terreno. Graduar se refere principalmente ao terreno, enquanto Aninhar se pauta na perspectiva que entende a edificação a partir do encaixe interno de um bloco de vidro ou elemento oco. Isso se alinha ao

padrão previamente descrito. É importante recordar que as análises foram feitas de forma individual e apenas discutidas após as atividades realizadas. Estas observações são fruto da análise dos discentes.

No que envolve a Cliff House, a operação mais lembrada foi a elevar por conta da posição do bloco em relação ao terreno, se elevando sobre a paisagem. Esculpir foi a segunda mais lembrada e demarca principalmente a relação das aberturas das janelas do edifício.

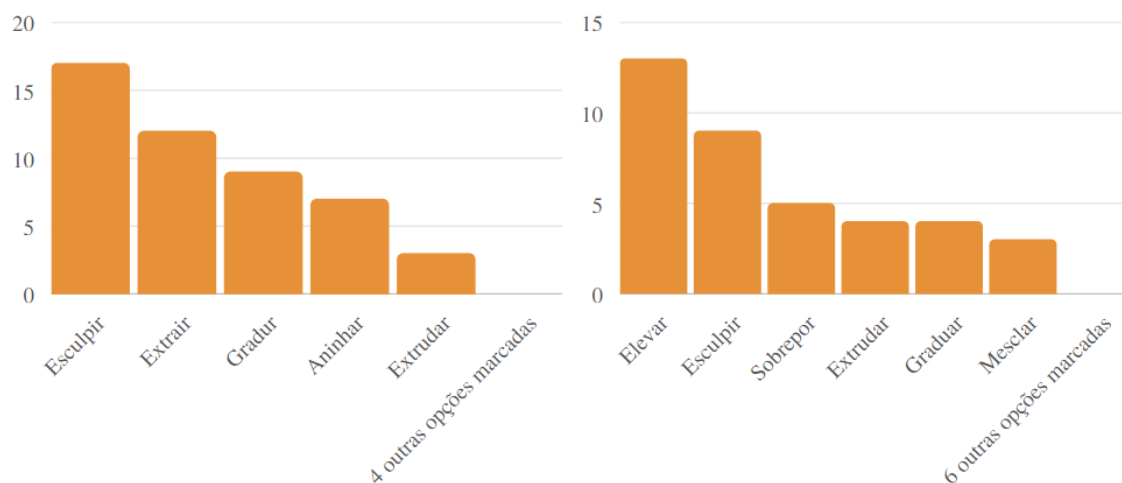


Figura 10: Operações associadas a Casa Poli pelos discentes. Fonte: os autores

Figura 11: Operações associadas a Cliff House pelos discentes. Fonte: os autores

De forma geral, essa etapa foi considerada satisfatória, pois os discentes demonstraram interesse e evidenciaram o papel lúdico do jogo, ao passearem pelas arquiteturas, adentrarem seus volumes e analisarem as formas arquitetônicas. Muitas questões foram levantadas acerca da materialidade, de possíveis interpretações da forma e composições gerais do conjunto. Todos os discentes, sem exceção, realizaram a atividade e demonstraram entendimento do impacto das operações formais sobre os conjuntos apresentados.

Por fim, atendendo à etapa de criação, os estudantes criaram uma arquitetura utilizando as operações formais que haviam aprendido. Para essa criação, o enunciado dado foi: “Você foi convidado para fazer uma pequena residência na região dos quatro projetos arquitetônicos. A ideia é um projeto que te permita ver as arquiteturas e as paisagens do entorno, tendo por inspiração as formas dos edifícios vizinhos.”. Assim, as seguintes regras foram dadas para a realização da atividade, em 30 minutos: 1) utilizar o terreno disponibilizado, não passando dos limites da grama 13x13 unidades (Figura 12), 2) escolher três a cinco operações formais da lista dada e aplicar na forma final, 3) utilizar no mínimo dois e no máximo quatro materiais diferentes e 4) não é necessário fazer o interior, apenas a envoltória externa.



Figura 12: Terreno dado aos discentes. Fonte: os autores

O terreno possuía algumas características, como: estar de frente para uma “rua” com arquitetura em seu lado oposto, possuir um lago e uma ponte em suas extremidades, além de possuir vegetação e geografia imediata. Os resultados desta etapa foram diversos, com a exploração de composições arquitetônicas variadas.

Os principais pontos observados foram que alguns estudantes seguiram fielmente as composições pautadas em formas geométricas básicas 52,9% (N=9), enquanto 47,1% (N=8) se atentaram à estética, destes, todos possuíam familiaridade com o jogo. Algumas residências estavam integradas ao entorno imediato, localizando entradas e saídas em pontos estratégicos, enquanto outras estavam desconexas com o ambiente. Portanto, os pontos observados foram: 1) correspondência das operações formais e a forma final gerada; 2) Uso dos materiais solicitados e relação com o entorno; 3) Conexão do modelo com o entorno e o solo – no caso havia a rua e a ponte – e; 4) Aproveitamento do terreno dado.



Figura 13: Exemplo de trabalho da etapa 3 desenvolvido por discente. Fonte: os autores

Este trabalho apresentado na Figura 13 torna evidente as operações formais descritas que são Extrudar, Graduar, Elevar e Interligar. A Extrução do conjunto verticalizado, a Graduação de alturas, a elevação da edificação em relação ao terreno e a interligação entre os diferentes níveis marcados por cores distintas são exemplos claros do entendimento completo do impacto das operações formais na forma final da arquitetura. Trata-se também de um discente com bons resultados nos testes de habilidade espaciais com um alto ganho de desempenho, principalmente no MRT da primeira para a segunda aplicação (+32%), havendo um ganho no MCT (+11%), porém, de forma mais sutil. Trata-se de um discente que declarou jogar regularmente.

Existe uma relação com o entorno ao elevar a residência do solo conforme a edificação imediatamente à frente, a Casa Rio Bonito e o MASP ao lado. A entrada da edificação se situa também no canto mais próximo da rua e da ponte, demarcando as duas entradas como principais. Além disso, a residência possui uma proporção adequada ao terreno, apesar de não o ocupar totalmente.

O trabalho da Figura 14 evidencia uma característica encontrada em alguns trabalhos, que é a geração de um modelo escultórico formal, mas sem a composição evidente de uma residência, ao não possuir uma conexão de acesso com o solo, pois, proporcionalmente, não permite este processo além de negar a vista às paisagens do entorno, se limitando em aberturas para a parte frontal da rua. Porém, no que tange às operações formais, trata-se de um modelo em que é possível perceber as operações descritas, que são Extrudar, Aninhar, Mesclar, Esculpir, Rodar, Sobrepor, Alojjar e Interseccionar.



Figura 14: Exemplo de trabalho da etapa 3 desenvolvido por discente. Fonte: os autores

Alguns trabalhos foram gerados a partir de uma perspectiva que não se conecta com o exterior e nem tem relação com as características do entorno, em que não existe um acesso demarcado e nem um princípio de fachada principal, e não se aproxima de uma arquitetura em escala residencial, isto foi observado em 3 trabalhos dos 17 analisados, 2 de discentes que jogavam Minecraft e 1 não.

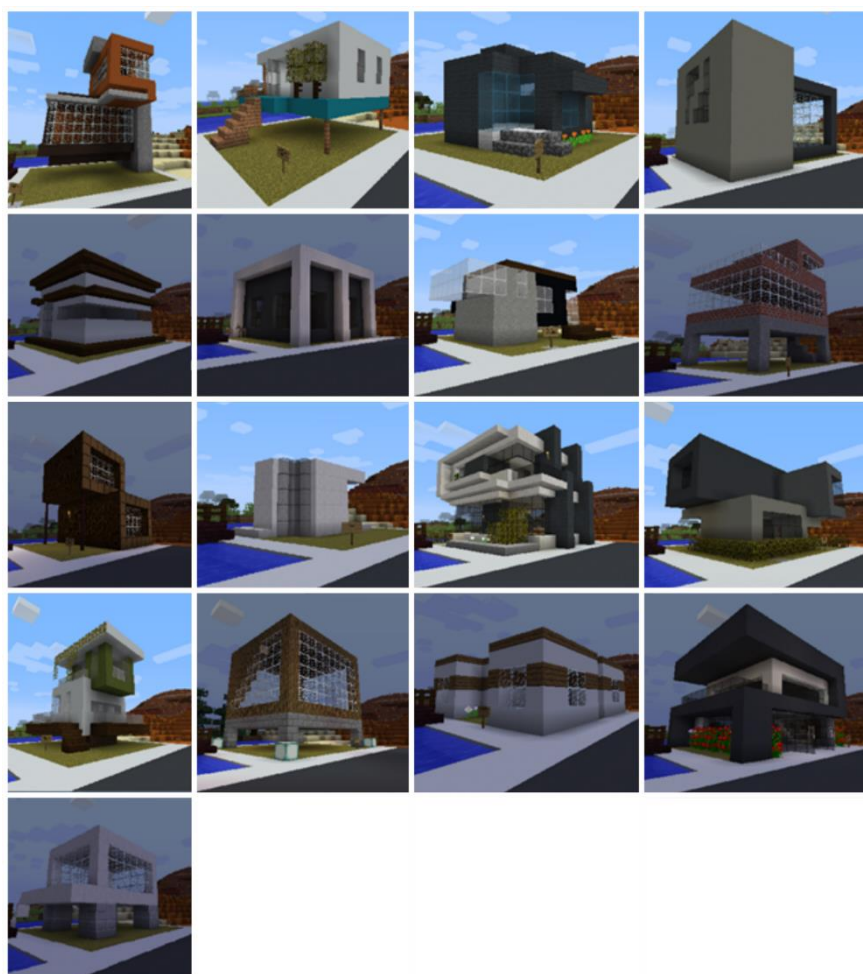


Figura 15: As 17 residências desenvolvidas na etapa 3 pelos discentes de 1º período. Fonte: os autores

Da forma complexa à mais simples, a maioria dos estudantes se atentou ao tema da residência, prevendo suas aberturas, acessos e relações. Também foi possível perceber que além do sentido geométrico gerado pelas operações formais, os discentes também se atentaram à materialidade do conjunto, aplicando materiais, detalhes e elementos simbólicos da composição. Notou-se que em todo o momento a modelagem foi pensada em três dimensões, levando em consideração as quatro fachadas, as relações com o entorno, com as vistas e entradas, bem como a materialidade como elemento constituinte da forma, não apenas algo a ser aplicado posteriormente.

## RESULTADO DOS TESTES

Após as atividades práticas foram imediatamente aplicados novamente os testes de habilidades espaciais. Essa segunda aplicação visa ser objeto de comparação, mas também avaliar o desempenho médio geral dos estudantes após duas tentativas e categorizá-los a partir dos grupos de análise. Assim como as versões anteriores, foram aplicados um questionário de feedback, o MCT e o MRT.

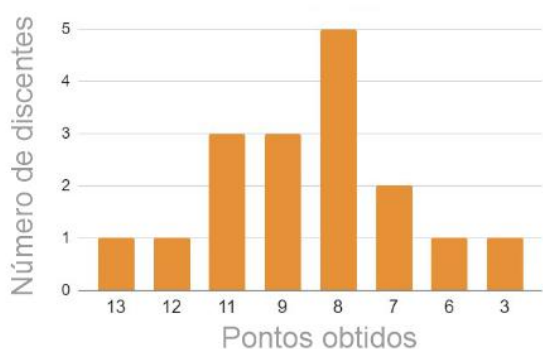


Figura 16: MCT - Primeira Aplicação. Fonte: os autores



Figura 17: MCT - Segunda Aplicação. Fonte: os autores

Para o primeiro MCT, com valor máximo de 25 pontos, a maior nota foi 13 pontos e a menor 3, evidenciando um valor baixo com média de 8,64 pontos por discente, equivalente a 34,56% de questões acertadas em média, como pode ser visto na Figura 16. Um dado que se repete da aplicação anterior é a baixa nota no que tange ao teste de corte, se tornando significativamente mais baixo que o teste de rotação.

Para a segunda aplicação, ou seja, após as atividades, as pontuações altas aumentaram. Houve uma piora entre as pontuações mais baixas, o que manteve a média na faixa dos nove pontos, mas representa um aumento médio de 4,17% geral. Portanto, observa-se uma evolução individual de alguns grupos, mas uma média geral levemente superior.



Figura 18: MRT - Primeira Aplicação. Fonte: os autores



Figura 19: MRT - Segunda Aplicação. Fonte: os autores

No que tange ao MRT com valor máximo de 40 pontos, as notas são maiores, pois como anteriormente discutido, se aproximam das funções e atividades desenvolvidas no dia a dia. Alguns discentes obtiveram excelentes notas, sendo que seis discentes obtiveram notas superiores a 30 pontos. A média geral da turma foi de 25,47 pontos, ou seja, 63,67% da prova.

Para a segunda aplicação, também se observou um aumento considerável na pontuação dos discentes, sendo que dois conseguiram pontuação máxima no teste de rotação. A menor nota, dois, foi de um discente que não finalizou o teste, mas participou de todas as etapas. Por conta disso, a média geral foi de 27,88 pontos, ou seja, 69,7 % da prova, o que representa um aumento médio de 9,46%. Portanto, em ambos os testes foi observado um aumento médio na pontuação dos discentes em ambos os testes. Serão apresentados, portanto, alguns dados extraídos a partir de grupos específicos.

Foram analisados os dados dos discentes que apontaram jogar três ou mais vezes na semana e daqueles que nunca o fazem, ou apenas jogam dois ou menos dias na semana. No que tange ao teste MCT, a média geral dos discentes permaneceu próxima e sem grandes variações, porém, os discentes que jogam regularmente possuem uma média de pontuação no MRT de 26,21 e 28,92 pontos nas duas aplicações contra 22 e 23 pontos nos dois testes daqueles que jogam pouco ou não jogam. A diferença das duas etapas não é significativa, principalmente para o grupo dos que não jogam, mas marcam uma diferença de desempenho entre os discentes.

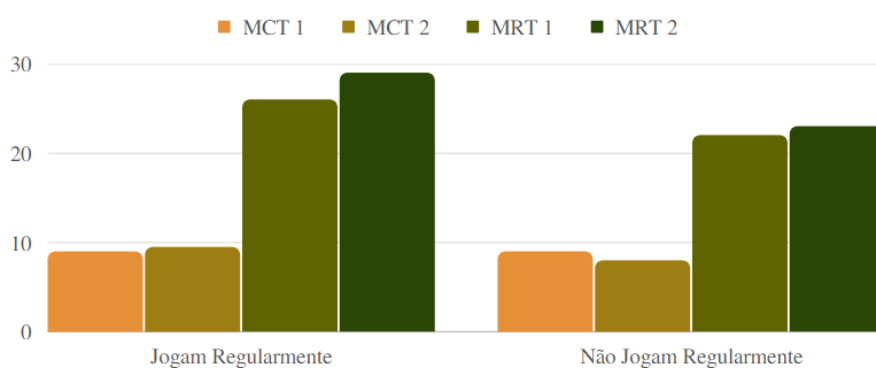


Figura 20: Variação da média da nota dos estudantes que jogam dos que não jogam. Fonte: os autores

Outra média interessante a ser apontada é que os 4 estudantes que indicaram ter realizado cursos que utilizam o pensamento espacial, como Técnico em Edificações, antes da faculdade de arquitetura e urbanismo, possuíram uma média geral maior do que a turma, se destacando principalmente no MCT. Todos os 4 jogam regularmente também.

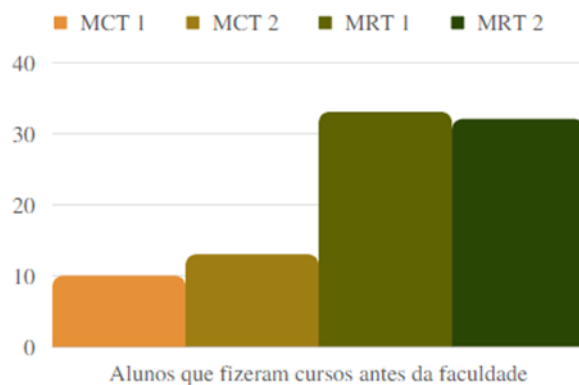


Figura 21: Variação da média dos estudantes que fizeram cursos antes da faculdade. Fonte: os autores

De forma geral, a recepção dos estudantes às atividades foi positiva, pois, dos 17 respondentes, 15 consideraram a experiência como excelente e dois como ótima. A habilidade com o jogo Minecraft foi apontada oito vezes como a maior dificuldade inicial, o que evidencia a necessidade de um treinamento organizado e estruturado. Para os discentes, ao final da atividade, foi entregue um feedback individual via e-mail com os resultados dos testes e das atividades, evidenciando uma breve discussão sobre a atividade.

	S MCT1	S MCT2	S MRT1	S MRT1
<b>Não jogam regularmente e não possuem treinamento prévio</b>	1,19	2,92	11,51	18,32
<b>Jogam regularmente e não possuem treinamento prévio</b>	2,59	9,25	7,62	7,33
<b>Jogam regularmente e possuem treinamento prévio</b>	2,56	4,93	8,66	7,78

Figura 22: Desvio padrão de grupos. Fonte: os autores

Por fim, ao comparar os grupos do que jogam, não jogam e que possuem treinamento prévio, obteve-se os seguintes desvios padrão comparados à média geral conforme Figuras 16 a 19. Em geral, os discentes que jogavam e que possuem treinamento prévio, obtiveram variações maiores nos testes de corte. Mas os discentes que não jogavam, maior variação em testes de rotação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do ponto de vista didático, os jogos se configuram como uma expressiva forma de se cativar o estudante e propor dinâmicas que estimulem um aprendizado lúdico e imersivo. Não eram raros os casos de conversas, risadas e perguntas entre os discentes envolvendo as suas próprias produções. Desse modo, todos os estudantes, sem exceção, desenvolveram as atividades do início ao fim e, em geral, obtiveram resultados satisfatórios, mesmo que não se tratasse de uma experiência de cunho avaliativo. Portanto, buscar formas complementares de desenvolver habilidades espaciais, pode se tornar mais prazerosos com o uso dos jogos.

Neste sentido, o uso dos jogos no ensino pode ser uma prática contínua, que não está ligada à infantilização, mas surge como uma possibilidade didática importante, que deve ser adaptada a cada realidade de estudo. O que se observou foi que os discentes, em geral, possuem facilidade no processo de compreender representações tridimensionais, acertando, em sua maioria, todos os tópicos dados com este tipo de representação. Quando a visão era alternada para elevações divididas em escalar os blocos 1x1x1 do Minecraft, alguns erros se tornaram mais comuns, como no encaixe dos blocos, alturas e locação adequada dos materiais indicados. Quando a representação se torna mais abstrata e menos gráfica, como o caso das coordenadas e da narrativa, os erros se tornaram constantes e repetidos.

O desenvolvimento do conhecimento acerca das operações formais foi evidente, mesmo não se tratando de uma aula sobre esse assunto, ou seja, apesar de uma introdução inicial sobre o tema, as operações formais não foram objeto de explanação e aulas teóricas, mas estiveram intrinsecamente relacionadas com todas as etapas. Esse aprendizado se evidenciou nas respostas dadas na segunda etapa e nas arquiteturas criadas ao final.

Outro ponto é que o jogo pressupõe um processo de tentativa e erro, ou seja, os discentes tentam, erram e refazem até acertar simplesmente pelo fato de que é estimulado a isso, sem necessariamente puni-lo ou o deixá-lo cansado, pois com um botão é possível remover blocos e adicionar novos. Portanto, a busca pelo acerto é natural e, conseqüentemente, da resolução dos desafios apresentados aos discentes. Considera-se que as experimentações atingiram os objetivos iniciais de compreender o comportamento do uso dessa didática com jogo digital para o pensamento geométrico em Arquitetura e Urbanismo.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, L. W. et al. **A taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives**. Nova York: Addison Wesley Longman, 2001. 336 p.
- BLOOM, B. S. et al. **Taxonomy of educational objectives**. New York: David McKay, 1956. 262 p. (v. 1)
- BRAIDA, F.; CASTRO, J. M.; PIRES, L. B. C.; PEREIRA, L. A. R.; CARDOSO, M. M. C. Projetando com blocos de montar digitais: possibilidades e limitações do jogo LEGO Digital Designer. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, XX, 2016, Buenos Aires. **Blucher Design Proceedings**. São Paulo: Editora Blucher, 2016. v. 3. p. 244-251.
- BRAIDA, F.; ROSA, A. A.; SILVA, I. F.; HOMEM, D. M.; JARDIM, A. da S. A exploração do mundo projetual dos blocos de montar por meio do jogo digital interativo *Minecraft*. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, XIX, 2015, Florianópolis. **Anais [...]**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2015. p. 371-377.
- CAILLOIS, R.. **Man, Play and Games**. Chicago: University Of Illinois Press, 2001.
- GREEN, C. S.; BAVELIER, D.. Action video game modifies visual selective attention. **Nature**, [s.l.], v. 423, n. 6939, p.534-537, maio 2003.
- HUIZINGA, J.. **Homo Ludens**. São Paulo: Perspectiva, 2000.
- HUNG, P.; HWANG, G.; LEE, Y.; SU, I. A cognitive component analysis approach for developing game-based spatial learning tools. **Computers & Education**, [s.l.], v. 59, n. 2, p. 762-773, set. 2012.
- KELL, H. J.; LUBINSKI, D.; BENBOW, C. P.; STEIGER, J. H. Creativity and Technical Innovation. **Psychological Science**, [s.l.], v. 24, n. 9, p. 1831-1836, 11 jul. 2013.
- LAMB, R.; AKMAL, T.; PETRIE, K. Development of a cognition-priming model describing learning in a STEM classroom. **Journal of Research in Science Teaching**, [s.l.], v. 52, n. 3, p. 410-437, 24 jan. 2015
- MARI, A. Di; YOO, N.. **Operative Design: a catalogue of spatial verbs**. Amsterdã: Bispublisher, 2018.
- MARTIN-DORTA, N. et al. Virtual Blocks: a serious game for spatial ability improvement on mobile devices. **Multimedia Tools And Applications**, [s.l.], v. 73, n. 3, p.1575-1595, 17 ago. 2013. Springer Science and Business Media LLC.
- MARUNIĆ, G.; GLAŽAR, V.. Improvement and assessment of spatial ability in engineering education. **Engineering Review**, Rijeka, v. 23, n. 2, p.139-150, jan. 2014.
- MONTENEGRO, G.. **Inteligência Visual e 3-D: compreendendo os conceitos básicos da geometria espacial**. São Paulo: Blucher, 2005.
- SANTOS, C. E. R.; BRAIDA, F.; DIAS, M. A.. Geometria, habilidade espacial e jogos digitais: contribuições para o ensino de arquitetura e urbanismo. **Revista Brasileira de Expressão Gráfica**, v. 8, n. 1, p. 1-25, jul. 2020
- SPENCE, I.; FENG, J.. Video Games and Spatial Cognition. **Review Of General Psychology**, [s.l.], v. 14, n. 2, p.92-104, jun. 2010.
- VALENTE, V.. **Desenvolvimento da visão espacial por games digitais**. Curitiba: Appris, 2018.

## **CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES**

**Autor 1 – conceitualização, curadoria de dados, investigação, metodologia, administração do projeto, software e redação do rascunho original.**

**Autora 2 – Supervisão, conceitualização, metodologia e redação – revisão e edição.**

**Autor 3 - Supervisão, conceitualização, metodologia e redação – revisão e edição.**

## **DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE**

**Os autores declaram que não há conflito de interesse com o presente artigo.**

## Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.