

GEOMETRIA, HABILIDADE ESPACIAL E JOGOS DIGITAIS: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE ARQUITETURA E URBANISMO

*Carlos Eduardo da Rocha Santos*¹
*Maria Angela Dias*²
*Frederico Braidá*³

Resumo: Este artigo se preocupa com a necessidade de mudanças no processo de ensino e aprendizado para fazer frente à evolução exponencial da tecnologia digital, que resulta em profundos impactos no mercado de trabalho, na economia e nos formatos das empresas. É neste contexto que se destacam algumas qualidades do uso dos jogos digitais, para o desenvolvimento da habilidade espacial focada no ensino de geometria para os cursos de arquitetura e urbanismo, e observam-se suas potencialidades na aprendizagem para criar um ensino mais personalizado, flexível, inclusivo e interativo. Ao final, aponta-se para os jogos do gênero ação, que são os mais efetivos no estímulo da habilidade espacial, com destaque também para aqueles denominados condução, quebra-cabeça, labirinto e mundo aberto.

Palavras-chave: Jogos digitais, aprendizagem, habilidade espacial, educação do olhar.

Abstract: This paper is concerned with the need for changes in the teaching and learning process to face the exponential evolution of digital technology, which results in profound impacts on the labor market, the economy and the formats of companies. In this context, we highlight some qualities of the use of digital games for the development of spatial skills in the teaching of geometry for architecture and urbanism courses and we observe its potentialities in learning to create more personalized, flexible, inclusive and interactive teaching. In the end, games of the action genre are indicated as the type of games most effective in stimulating spatial ability, with emphasis also on those called driving, puzzle, maze, and open world.

Keywords: Digital games, learning, spatial ability, look education.

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro (PROARQ – UFRJ). carlos.rocha@arquitetura.ufjf.br.

² Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU, PROARQ – UFRJ). magedias@gmail.com.

³ Universidade Federal de Juiz de Fora (FAU, PROAC; PPGP – UFJF); Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR – Toledo). frederico.braidá@arquitetura.ufjf.br.

1 Introdução

Os mais recentes meios de produção e comunicação geraram novas relações sociais, seja pela globalização ou pela facilidade de comunicação do indivíduo. O aumento do acesso à internet por computadores ou celulares que, segundo um relatório da Organização das Nações Unidas, já alcança hoje em dia mais de 50% da população mundial (ALVES, 2018), permite que a informação se torne cada vez mais acessível.

É nesse contexto que a incorporação de jogos analógicos e digitais nos ambientes de ensino e aprendizagem tem ganhado relevância. O ato de jogar consiste em uma ação voluntária que modifica a relação do indivíduo com seu meio. A utilização dos jogos no ensino se alinha não somente ao engajamento no processo de ensino superior, mas também como uma aproximação com as novas demandas do século XXI (SARTORI, 2018).

Este artigo é originado de parte da pesquisa de doutorado em desenvolvimento, inserida no âmbito do grupo de pesquisa A Educação do Olhar, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Na referida pesquisa, se investigou quais gêneros de jogos digitais podem contribuir para o desenvolvimento da habilidade espacial dos estudantes de arquitetura e urbanismo. Trata-se, mais especificamente, de uma reflexão a partir da seguinte questão: Como a utilização dos jogos digitais pode ser explorada como metodologia de ensino da geometria nos cursos de arquitetura e urbanismo?

Do ponto de vista metodológico, este artigo é resultado de uma pesquisa qualitativa, fundamentada em uma pesquisa bibliográfica, de revisão de literatura. Portanto, são expostos os pontos de vista de alguns autores acerca da importância do ensino da geometria para o desenvolvimento da habilidade espacial, especialmente para alunos do curso de arquitetura e urbanismo. Também são apresentadas diversas categorias de jogos que podem contribuir para o desenvolvimento das habilidades espaciais. Tais categorias são exemplificadas com jogos digitais que tanto são citados na bibliografia levantada quanto mencionados a partir do conhecimento empírico dos pesquisadores ou das descrições dos jogos em sites especializados em *games*.

Por habilidade espacial compreendem-se, como definido por Olkun (2003), as capacidades relacionadas ao uso e manipulação do espaço e das formas. Cabe mencionar que o estudo das habilidades espaciais vem se desenvolvendo ao longo dos últimos 140 anos, no qual pesquisadores se propuseram a analisar e testar essas habilidades em indivíduos. Segundo Eliot e Smith (1983, *apud* VALENTE, 2018), do

final do século XIX até a década de 1940 surgiram estudos que buscaram compreender esse aspecto cognitivo humano. A partir desse período, cientistas de diversas áreas criaram avaliações e outros dispositivos que permitiram avaliar e quantificar essa habilidade.

É neste contexto que alguns testes acabaram reconhecidos até os dias atuais, como o *Mental Curting Test*, de 1939, atualizado em 1999 por Fay e Quaiser-Pohl (QUAISER-POHL, 2003) e *Guildford-Zimmerman Spatial Orientation Test* (GZSOT), conforme analisado por Guilford (1956). Após esse período os estudos já compreendiam as diferenças entre indivíduos, como os diferentes níveis de desenvolvimento das habilidades espaciais baseadas em gênero e idade. Mais recentemente, principalmente após a década de 1980, algumas pesquisas começaram a analisar e a identificar o uso de tecnologias no processo de desenvolvimento das habilidades espaciais. Todavia, observou Dias (2011), a dificuldade de abstração espacial persiste na maioria dos estudantes do curso de arquitetura. De igual modo, a autor destaca a importância que assume a educação do olhar no desenvolvimento da intuição e da compreensão do espaço tridimensional, incluindo atividades de aprendizado com jogos digitais.

No avanço das pesquisas na área, os jogos têm sido estudados como uma mídia possível para contribuir para o 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. Dentre as pesquisas desse campo, contudo, poucas se dedicam especificamente ao estudo do desenvolvimento da habilidade espacial com uso de jogos em arquitetura e urbanismo, com exceção de nomes como Valente (2018) e seu livro intitulado “Desenvolvimento da visão espacial por *games* digitais”, que podemos citar como uma das publicações atuais focadas em 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.

Geralmente, contudo, as pesquisas referem-se, principalmente, aos cursos de tecnologia, como no caso de Martin-Dorta et al. (2013) e Lamb, Akmal e Petrie (2014), ou aos estudos com estudantes dos ensinos básico e médio, como Kell, Lubinski e Benbow (2014) e Hung et al. (2012). Desse modo, o direcionamento para arquitetura e urbanismo, assim como no processo de manipulação das formas, é um campo ainda

em estudo, para o qual o presente artigo pretende contribuir para o preenchimento da lacuna evidenciada pela revisão de literatura.

Portanto, o principal objetivo deste artigo é apresentar, de forma sistematizada, as características e os procedimentos dos jogos digitais em diferentes gêneros, que possam contribuir para o desenvolvimento da habilidade espacial, visando identificar suas potencialidades educativas como método de ensino e aprendizagem, principalmente no ensino superior, em cursos de arquitetura e urbanismo.

2 O ensino da geometria para arquitetura e urbanismo

A geometria aplicada ao ensino de arquitetura e engenharia busca compreender os objetos por suas formas geométricas, classificações e relações. Teorias e fórmulas são desenvolvidas, sobretudo, para que sejam permitidos os estudos das formas e suas representações. Como apontado por Martín-Pastor (2015), o conhecimento geométrico arquitetônico aborda desde matemática até programação, e a sua aplicação na arquitetura se fez importante ao permitir uma compreensão da forma por meio de sistemas lógicos.

Também Marcone (2019) ressalta a relevância da manipulação geométrica por arquitetos, ao pontuar que:

Podemos dizer que o arquiteto gera uma forma, a manipula por meio de seções e interseções, a representa por projeções, seja em papel ou em tela de computador (a mídia pode variar), produz projeções cilíndrico-ortogonais (plantas e vistas) ou projeções cônicas (perspectiva cônica). O Arquiteto também faz operações geométricas, como a de planificação, utilizadas na confecção de modelos. (MARCONE, 2019, p. 174)

Essas ações acontecem independentemente da adição de novas formas de representação, porém, cada uma possibilita a abordagem de diferentes perspectivas de realização, reduzidas ou na própria construção do objeto arquitetônico, além de oferecer ambientes específicos para sua execução. Para Marcone (2019), cursos de arquitetura e urbanismo no Brasil, em geral, se utilizam de disciplinas de geometria descritiva para introduzir e capacitar os alunos a realizarem operações sobre a forma, apresentando-lhes alternativas para geração e representação.

Segundo Mahfuz (1995) e Gani (2016), ao se dispor a projetar em arquitetura e urbanismo, o projetista concebe as partes e o todo, uma vez que as partes compõem a estruturação de pequenos símbolos que constituem as intenções do arquiteto. Estas são estruturadas e combinadas através de um conjunto de regras, a fim de gerar a

forma desejada. Portanto, escolher um vocabulário de formas é o grande desafio do projetista, uma tarefa que, segundo a autora, requer um conhecimento geométrico desenvolvido e estruturado na concepção, representação e construção do objeto.

Pode-se identificar, portanto, que o projeto de arquitetura utiliza-se da geometria, pelo menos, em dois pontos específicos: (1) para permitir sua construção e (2) para representá-la, documentá-la. A criação das formas e construção perpassam o saber da manipulação da geometria e sua posterior materialização, se alinhando aos conhecimentos que são desenvolvidos no contexto da habilidade espacial. A representação da forma demanda os saberes geométricos necessários para a sua reprodução, bem como de regras que sirvam para comunicar as intenções dos arquitetos. Desde o croqui inicial até o desenho técnico e geração de imagens tridimensionais, a representação da forma se faz presente. Desse modo, como aponta Gani (2016), compreender a geometria para um projetista é parte inerente da sua capacidade de criar, manipular, representar e materializar o espaço.

Em seu surgimento, a geometria descritiva não tinha por objetivo que o aluno aprendesse a percepção espacial, mas sim atuar como uma ferramenta de precisão, medição e cálculo. A geometria descritiva popularizou-se em seu tempo por “abordar, desde pensamento gráfico, os problemas concretos dos trabalhos de engenharia militar, engenharia civil e arquitetura” (MARTÍN-PASTOR, 2015, p.4). Ainda segundo o autor, o que fez com que a geometria descritiva perdesse espaço no ensino atual é o fato de que o sistema mongeano, baseado em diedros, deixou de ser a melhor forma de se aprender e representar formas para arquitetos e engenheiros.

Com isso, nos últimos anos, constantes debates têm buscado responder qual é a geometria necessária para a arquitetura contemporânea, permitindo uma ampliação do campo de estudo. Para Martín-Pastor (2015, p. 8, tradução nossa), essa pergunta deve ser respondida da mesma forma que se fez no passado: necessitamos de uma geometria “que aborda, a partir do pensamento gráfico, problemas concretos da arquitetura; ajuda a controlar operações técnicas e precisas relacionadas à construção e serve para produzir de forma menos artesanal e mais industrializada”, garantindo assim uma maior eficiência.

A introdução de ferramentas digitais, possibilitada com a popularização dos computadores, em um primeiro momento apenas simulava as relações representativas realizadas anteriormente no papel, como nos sistemas de *Computer Aided Design* (CAD). Para se representar paredes, por exemplo, ainda era necessário que duas linhas paralelas fossem postas. Com a popularização da modelagem tridimensional

nos anos 1990, essa perspectiva se alterou, uma vez que nesse ponto a arquitetura poderia ser construída virtualmente e sua forma pode ser simulada com antecedência.

As novas tecnologias permitiram uma elevação da complexidade das formas que não podem ser representadas com facilidade por técnicas gráficas tradicionais ou mesmo de construção. Segundo Pires, Pereira e Gonçalves (2017), a inserção do projeto paramétrico permitiu um maior controle e variedade na geração de formas complexas, customizadas e que aumentem as alternativas de projeto. Essa possibilidade requisitou o conhecimento de aspectos e de elementos geométricos específicos por parte dos estudantes, para que pudessem lidar com as novas demandas da profissão. Portanto, para as autoras, faz-se necessária uma ampliação da base de conhecimentos geométricos e de ferramentas de suporte que ampliem a formação do atual arquiteto.

O ensino baseado em novas ferramentas multimídia torna o estudo da geometria mais dinâmica. Ao contrário das representações estáticas, as multimídias permitem uma visualização e interação em tempo real de forma incremental ou continuamente. Martín-Pastor (2015) afirma que o conhecimento geométrico arquitetônico é mais amplo e, independente da ferramenta, deve propiciar as necessidades de aprendizado dos estudantes deste campo.

Para se desenvolver os conhecimentos de geometria, os professores devem considerar e promover a utilização dos diversos ambientes de projeto possíveis e, conforme também é salientado por Marcone (2019), devem-se buscar representações variadas e metodologias que permitam compreender a forma e não somente as projeções cilíndrico-ortogonais.

De acordo com Valente (2018), as seguintes habilidades devem ser estimuladas, ao se ensinar geometria descritiva: visão espacial, capacidade de representar objetos no plano bidimensional, interpretação de desenhos e resolução de problemas espaciais. Porém, segundo a autora, a visão espacial é o principal conhecimento desejado para que seja possível adquirir as demais habilidades, ou seja, ao se estimular a visão espacial, cria-se base para o aprendizado vindouro.

Martín-Gutiérrez et al. (2010) complementam essa afirmação, ao salientar que um dos principais pontos da geometria para o ensino de arquitetura envolve a capacidade de desenvolver a visão espacial, o conhecimento geométrico aplicado às operações espaciais como as citadas por Martín-Pastor (2015).

3 Habilidade espacial como objetivo do ensino da geometria

A habilidade espacial é essencial para o pensamento científico, podendo ser utilizada para manipular informações em aprendizado e resolução de problemas. De igual modo, ela pode ser empregada em diversos campos do conhecimento, como engenharia, arquitetura, física e matemática. Segundo Olkun (2003), melhorar as habilidades espaciais é uma das funções do estudo da geometria. Portanto, para o autor, a habilidade espacial pode ser definida como o conjunto das capacidades relacionadas ao uso e manipulação do espaço e das formas. Além disto, é dividida em três categorias: rotação mental, percepção espacial e visualização espacial.

A rotação mental é a capacidade de, através da imaginação, identificar as formas como iguais mesmo após sofrerem rotações ou modificações em seus pontos de vista. Olkun (2003) exemplifica seu ponto ao citar uma comparação entre dois cubos, um disposto em uma posição e outro rotacionado em relação ao anterior. A capacidade de perceber as similaridades das formas apesar de sua rotação configura-se como uma das categorias de conhecimento da relação espacial.

Já a percepção espacial envolve a relação do indivíduo com o próprio corpo e como este se posiciona no espaço. Descrever e compreender direita e esquerda, bem como posicionar-se em ambientes e, conforme salientado por Olkun (2003), orientar-se por meio de mapas e de outros guias marcam características de pessoas que possuem uma percepção espacial desenvolvida.

Por fim, a visualização espacial envolve a capacidade de compreender diferentes representações da forma, como a conversão entre tridimensional e bidimensional. Olkun (2003) afirma que a visualização espacial pode estar presente na capacidade de imaginar e de correlacionar formas em um projeto de engenharia e arquitetura em plantas, assim como se localizar em uma região ao visualizar rotas, compreendendo-se as representações bidimensionais de ruas e locais. Os indivíduos que possuem essa habilidade são capazes de converter formas e lugares em mapas e desenhos técnicos e realizar o processo oposto, ao compreender espaço através de representações.

A habilidade espacial de um indivíduo pode ser influenciada por diversos fatores, sendo alguns presentes nas experiências de vida e outros na sua própria aptidão. Para Marunic e Glazar (2014), entre algumas experiências que auxiliam no processo de desenvolvimento da criança, estão: brincar com blocos de construção, ter desenvolvido habilidade de desenho ao longo da infância e adolescência, jogar jogos de computador que se utilizem de recursos tridimensionais, praticar esportes e ter

habilidades matemáticas bem desenvolvidas. Fatores como idade, experiências de vida e até mesmo gênero são reconhecidos como fatores que podem influenciar nesse processo (MARUNIC; GLAZAR, 2014).

As habilidades de desenho e observação são algumas das formas de se melhorar as habilidades espaciais, pois demandam imaginação e criatividade na representação de formas e espaços. Além disso, para Marunic e Glazar (2014), o desenvolvimento de novas tecnologias como simulação, animação, realidade virtual e prototipagem rápida são estudados como oportunidades de auxiliar no desenvolvimento das habilidades espaciais.

A inteligência e a capacidade de compreender o mundo à nossa volta variam em estágios ao longo da vida, em conjunto com o desenvolvimento cerebral. Esses conhecimentos podem ser aplicados também aos conceitos da habilidade espacial. Piaget (2010) afirma que o desenvolvimento da capacidade de perceber e interagir com o espaço e as formas é gradual e se expande principalmente no final da primeira década de vida e início da segunda.

As habilidades descritas anteriormente, como rotação mental, percepção espacial e visualização espacial, desenvolvem-se de forma natural no indivíduo. Porém, mesmo que naturalmente, para que essas habilidades sejam melhor exploradas, conforme apontado por Marunic e Glazar (2014), as experiências de vida e as demandas de uso desses conhecimentos podem influenciar no processo. Portanto, seu treinamento é necessário para seu desenvolvimento e, segundo Lamb, Akmal e Petrie (2014), esse tipo de treinamento deve ser introduzido aos alunos já nos primeiros anos da educação formal.

A habilidade espacial, por ser considerada de fato uma habilidade, pode ser implementada por meio de exercícios. Isso também é apontado por Valente (2018), que ressalta a necessidade de um “letramento espacial”. Essa capacidade pode se desenvolver através de experiências e situações da vida, portanto, é possível ampliar e melhorar sua velocidade, precisão e flexibilidade.

Para Martin-Dorta et al. (2013), aplicações de computadores e, mais especificamente, jogos, contribuem para esse cenário, uma vez que requerem ações e processos sobre os espaços virtuais que necessitam de rotações mentais e visualizações espaciais. Por exemplo, segundo os autores, jogar *Tetris*, demanda uma rápida reação sobre formas, como rotacioná-las e posicioná-las nos locais corretos. Logo, o desenvolvimento de ferramentas na forma de jogos se mostra essencial. Valente (2018), seguindo as mesmas recomendações de Marunic e Glazar (2014),

aponta que as seguintes ações presentes na infância auxiliam na melhoria das habilidades espaciais:

- Brincar com blocos de montar e brinquedos baseados em construção;
- Frequentar de aulas de desenho ou mecânica;
- Jogar jogos tridimensionais em computador;
- Praticar esportes;
- Desenvolver bem as habilidades matemáticas.

Diante de tais assertivas, deve-se considerar fortemente que os jogos podem auxiliar no processo de desenvolvimento de habilidades espaciais. Para além da sociabilidade, os jogos tridimensionais revelam sua importância no contexto dos processos cognitivo-espaciais, portanto, apresentam um grande potencial para o ensino de arquitetura e urbanismo.

4 Os jogos, a sociabilidade e os processos cognitivos

O jogo, enquanto elemento cultural, permeia toda a trajetória da civilização, desde seu sentido lógico de diversão até o conceito intrinsecamente ligado à vida dos seres humanos de viverem representações em sociedade. Para Huizinga (2000), o jogo é mais antigo que a própria cultura humana, pois, assim como brincamos e jogamos, os animais também o fazem. Isso é facilmente observável em animais, que, ao interagirem, adotam posturas e rituais que determinam se estão aptos e dispostos a brincar, alterando o processo de convivência entre si. Nesses casos, eles entendem perfeitamente as regras do jogo, como cães sabem como e quando devem morder, rosnar e adotar posturas que pareçam agressivas, mas que, ao final, estão proporcionando diversão e interação entre os envolvidos. Portanto, o ato de jogar não é somente um ato psicológico ou mesmo fisiológico, mas possui um sentido próprio, adotando a função significativa.

O jogo é uma atividade conscientemente livre da vida comum, mesmo tratada como uma atividade “não séria”, segundo Huizinga (2000), absorve intensamente o seu praticante, podendo não visar os lucros materiais, apresentando limitações geridas por regras que determinam tempo e espaço. Esse processo ocorre de forma ordenada, adequando as ações aos limites dos objetivos determinados pelas regras do jogo.

A década de 1950, principalmente em seu final, marcou o princípio do desenvolvimento e estudo de jogos dentro do ambiente acadêmico. Esta abordagem, segundo Alves (2013), trouxe os jogos para o campo da invenção, extrapolando a sala de aula e criando uma nova concepção, iniciando um dos maiores e mais rentáveis segmentos da indústria do entretenimento.

Os jogos, sejam enquanto conceito ou como mídia, sofreram transformações ao longo das últimas décadas, tornando-se uma das mais atrativas mídias na cultura (MENDES, 2019). Seu impacto ao longo do tempo é evidente, fortificando-se na era da internet. Os jogos eletrônicos pressupõem a transposição do ato de jogar para ambientes virtuais, ou amparados pela tecnologia.

Na atualidade, os jogos eletrônicos compõem um grande nicho do mercado de entretenimento. Por se tratar de um objeto digital, geralmente os jogos se configuram como *softwares* e, no contexto da computação, os jogos podem ser entendidos como um programa de computador com características de imersão, interatividade e diversão. Portanto, segundo Petry (2016), o que acaba por caracterizar o jogo eletrônico não é a plataforma em que ele se insere, como computador ou *smartphone*, mas seu contexto total ou parcialmente digital, permitindo a rápida multiplicação e proliferação.

Os jogos eletrônicos estão presentes em nossas vidas há pouco mais de três décadas, tornando-se uma mídia recorrente em diversos lares e evoluindo até a atualidade ao alcançar a plataforma dos *smartphones*. Conforme pesquisa da Superdata Researching (2018), no ano de 2018, os jogos de *smartphone* geraram receita de mais de 61 bilhões de dólares; em computador, 35 bilhões; e, de consoles, 12 bilhões. Portanto, em 2018, os jogos digitais movimentaram quase 110 bilhões de dólares pelo mundo.

Diversas tecnologias, ao longo dos anos, têm sido lançadas para expandir a forma como os jogos podem ser utilizados, como sensores de movimento, captura de imagens, jogos com processamento em nuvem e realidade virtual, criando uma relação importante entre o avanço da tecnologia e a mudança da forma de se jogar. Portanto, o avanço dos *videogames* está intrinsecamente ligado ao próprio avanço da tecnologia, capacidade de processamento gráfico e relação do homem com a mesma.

5 Os jogos e o desenvolvimento da habilidade espacial

Jogar é uma forma importante em que crianças aprendem. Jogar com brinquedos que possuam blocos, formas e outros elementos que se utilizem das habilidades espaciais

é parte essencial do processo de desenvolvimento do pensamento espacial. Segundo Newman, Hansen e Gutierrez (2016), crianças que brincam com jogos de montar, jogos de tabuleiros e blocos, desenvolvem melhor essas habilidades do que aquelas que brincam apenas com caminhões, brinquedos sonoros e desenho. Além disso, diferentes tipos de brinquedos são capazes de promover diversos tipos de aprendizado.

Ainda segundo Newman, Hansen e Gutierrez (2016), jogos com blocos de montar são capazes de melhorar as habilidades de visualização espacial e rotação mental. Elas são essenciais, segundo os autores, para combinar objetos e produzir projetos, ou seja, fundamentais no aprendizado de arquitetos. Ao se manipular blocos de montar, o indivíduo deve mentalmente visualizar como os blocos se encaixam e como interagem uns com os outros. Por se tratarem de objetos tridimensionais, a característica de visualização espacial se intensifica, ao demandar que o processo de compreensão e criação se dê alternando entre duas e três dimensões.

No que envolve a rotação mental, Newman, Hansen e Gutierrez (2016) afirmam que, ao se jogar com blocos, deve-se mentalmente visualizar como o objeto se parecerá ao ser rotacionado. Portanto, o jogo com blocos envolve compreender as formas sobre seus diversos aspectos de rotação, entendê-la no todo e como ela irá interagir com as demais. É por isso mesmo que os jogos de montar foram utilizados e defendidos por pedagogos como Vygotsky, Piaget e Montessori (BRAIDA et al., 2018, p. 60).

No caso específico da arquitetura e do urbanismo, vale citar que diversos arquitetos, como Frank Lloyd Wright, Le Corbusier e Buckminster Fuller, foram influenciados pelos blocos de Froebel e por outros jogos de blocos (BRAIDA, 2019, p. 339; DIAS, 2019, p. 51). Outra categoria de jogos abordados por Newman, Hansen e Gutierrez (2016) é a dos jogos de tabuleiros. Eles dependem de sua mecânica e ao que se propõem, uma vez que alguns jogos podem demandar mais ou menos visão espacial e relações mentais. Jogos como Scrabble, que se utiliza de blocos com letras para formar palavras, demandam rotação mental e visão espacial para compreender a estrutura das palavras e estipular qual jogada será executada. Contudo, segundo os autores, essa possibilidade se intensifica em jogos baseados em blocos de montar, uma vez que enquanto ambos melhoram as capacidades de rotação mental, os blocos são mais efetivos na visualização espacial.

Os jogos digitais, em geral, buscam emular e implementar experiências e mecânicas já consagradas, ao mesmo tempo em que ampliam a sensação de

imersão. Jogos como *Minecraft* levam o conceito dos blocos de montar a outro patamar, pois adicionam elementos que são emulados pela interface gráfica, como uma história, narrativa, ameaças e inimigos, fatores climáticos, sobrevivência, necessidade de coleta de recursos para a obtenção dos blocos almejados nas construções, criando uma correlação entre sentido e objetivo do ato de montar os blocos. Chandrasekharan et al. (2010) corroboram essa ideia, ao salientar que o jogo permite experiências que abstraem o indivíduo da realidade, assim como aumentam correlação entre narrativa e aprendizado.

Sanchez (2011) utilizou-se dos *videogames* como objeto de pesquisa sobre as possibilidades de melhoria nas habilidades espaciais, de modo que os participantes obtiveram significativa melhoria nos resultados dos testes que mediam estas habilidades. Contudo, o autor aponta a necessidade de treinamentos contínuos para que o resultado se faça mais efetivo. Ademais, ele salienta que as diferenças de habilidades espaciais entre sexos são reduzidas neste tipo de treinamento.

Para Redick e Webster (2014), entretanto, ainda existem discussões sobre o fato de os jogos serem capazes ou não de permitir que as habilidades espaciais se transfiram entre jogo e outras atividades cotidianas do indivíduo se não houver estímulo constante. No entanto, Cherney, Bersted e Smetter (2014) afirmam que apesar do fato de o uso constante de jogos no dia a dia desenvolver mais as habilidades espaciais, experiências curtas já são capazes de permitir um ganho na capacidade de analisar rotações mentais.

Os estudos no campo do desenvolvimento das habilidades espaciais com a utilização de jogos, geralmente lançam mão de mídias e ferramentas pré-existentes. Casos como de Martin-Dorta et al. (2013) e Seabra (2009) são exceções que buscaram desenvolver ferramentas próprias para teste e propuseram, respectivamente, um aplicativo de celular e uma ferramenta de realidade virtual. Através das experiências com jogos existentes, porém, alguns autores como Spence e Feng (2010) e Valente (2018) apontam os tipos de jogos que possuem mais ou menos eficácia neste processo, principalmente no que diz respeito aos seus gêneros, em que alguns são mais efetivos que outros.

Para esta compreensão, em um primeiro momento, faz-se necessário esclarecer suas subdivisões e classificações, pois cada gênero de jogo possui características diferentes, de acordo com sua mecânica. Jogos como *Tetris* possuem jogabilidade e demandam raciocínios diferentes dos de corridas de carros, pois, em um se faz necessária a compreensão da relação entre peças e, no outro, a visão espacial de

controle de um automóvel em um contexto cercado de obstáculos. Portanto, adotando a definição de Valente (2018), pode-se elaborar a seguinte classificação dos jogos por gênero de acordo com o Quadro 1.

Essa divisão realizada por Valente (2018) demarca os principais tipos de jogos populares na atualidade. Para Spence e Feng (2010), os gêneros de jogos se tornaram objeto de pesquisa da psicologia experimental. A sua multiplicidade, como ação, direção, luta, simulação, etc., demarcam estruturas de mecânicas de *gameplay*, mas cada uma acaba por se aliar a outros gêneros, ou seja, podem existir jogos de ação que possuam mecânicas de direção, estratégia e esporte.

Quadro 1 – Classificação de gêneros de jogos.

GÊNEROS	Ação	Plataforma	
		Perseguição	
		Luta	
		Atirador	1ª Pessoa 3ª Pessoa
	Aventura	Descoberta	
		RPG	
		MMORPG	
		Sobrevivência	
		Mundo Aberto	
	Quebra-cabeça	Labirinto	
		Lógica	
		Combinação	
		Trivia	
	Direção	Corrida	
		Voo	
	Estratégia	Governo	
		Guerra	
	Esporte		
	Música		
Cartas			
Tabuleiro			

Fonte: dos autores, a partir de Valente (2018).

Porém, para Spence e Feng (2010), os gêneros que demonstraram melhores resultados acerca do desenvolvimento cognitivo e da habilidade espacial são os de ação, direção (condução de automóveis ou outros tipos de simuladores), labirintos e quebra-cabeça. No Quadro 2, quebra-cabeça é traduzido do termo *puzzle*, apesar de a

palavra enigma também ser aceita. Porém, *puzzle* determina um gênero de jogo que exige a solução de desafios e montagens que se assemelham a quebra-cabeças, mas não necessariamente envolve montar um quebra-cabeça.

Spence e Feng (2010), através de sua pesquisa, criaram um quadro em que destacam quais funções cognitivas são ativadas nos quatro gêneros supracitados, quais recursos são utilizados pela *gameplay* e qual grau de relevância de cada um para as características necessárias (Quadro 2). Para os autores, quebra-cabeça e labirinto estão alocados na mesma coluna, uma vez que geralmente demandam os mesmos tipos de funções cognitivas. Estas características se intensificam, e até são essenciais, em alguns casos, nos quais o ambiente do jogo se baseie em espaços tridimensionais.

O grau de funções cognitivas é mais ou menos requerido em cada um desses jogos. Aqueles do gênero de direção e ação, em geral, possuem características parecidas entre si, como necessidade de atenção, reações rápidas e demanda da percepção espacial, exigindo uma alta capacidade de perceber e se relacionar com o espaço à sua volta. O mesmo ocorre com jogos de quebra-cabeça e labirinto, porém, nos dois últimos, em geral, não existe o senso de urgência e emergência para a solução, exigindo menos da tomada imediata e mais de raciocínio lógico.

Quadro 2 – Relação entre gêneros e funções cognitivas.

Funções de Percepção e Cognição	Características presente nos jogos para o seu exercício	Relevância do jogo para as características necessárias		
		Ação	Condução	Quebra-cabeça e labirinto
Sensorial	Configuração 3D complexa / alvos em desordem	00000	0000	00
Identificação		00000	0000	00
Atenção	Início abrupto de eventos / seleção de objetos / alternância de tarefas / vários focos / eventos periféricos	00000	00	0
Captura		00000	0000	0
Seleção		00000	0000	00
Troca		00000	000	0
Divisão		00000	000	0
Distribuição	Coordenação, pontaria e tiro	00000	0000	0
Visual/motor		00000	00000	0
Coordenação	Ação e reação rápida	00000	0000	00
Velocidade		00	0	000
Memória de trabalho	Rotação mental e navegação / quebra-cabeças e estratégia / jogos de som / excitação	00000	00	000
Memória de longo prazo		00	00	0000
Cognição espacial		00000	0000	0
Cognição analítica		00000	0000	0
Cognição auditiva		00000	0000	0
Cognição emocional		00000	0000	0

Relevância: Muito Alta: 00000, Alta: 0000, Média: 000, Baixa: 00 e Muito baixa: 0

Fonte: dos autores, a partir de Spence e Feng (2010), com tradução de Valente (2018).

A necessidade de urgência evidencia outros processos cognitivos descritos no quadro, como necessidade de múltiplos focos simultâneos, controle emocional devido à excitação, alternância rápida de tarefas, seleção de ações e tomada de decisões. Estes pontos são marcados por Spence e Feng (2010), por possuírem alta relevância, uma vez que a velocidade das ações determinará que para se completar as ações do jogo, estas habilidades devem ser treinadas e estimuladas com sucesso. Segundo os autores, reflexos rápidos e decisões precisas costumam ser características essenciais para a obtenção de sucesso em jogos de ação e direção.

No que envolve o quebra-cabeça e labirinto, os pontos que mais se destacam são a cognição espacial e analítica, pois, para sua solução, deve-se descobrir o problema, analisar soluções e reagir aos estímulos. Em geral, ocorrem em ritmo mais lento, mas podem estar também presentes em jogos de ação e que possuam senso de urgência e velocidade, mesclando características dos gêneros.

No gênero de ação, um dos tipos de jogos mais populares, segundo Spence e Feng (2010), é o *First-Person Shooter* (FPS), no qual o jogador é posto no ponto de vista de um personagem e geralmente envolve portar uma arma e enfrentar inimigos. Nessa categoria, também existem os jogos em terceira pessoa, que possuem a mesma função do FPS, mas a visão do personagem se dá por trás, ou seja, não assume um campo de visão, mas uma perspectiva completa do personagem.

Os jogos do tipo FPS são os mais estudados, mas também os que são acusados de promoverem a violência, embora Green e Bavelier (2003) salientem que os estudos apontam que as características positivas superam as negativas. Para os autores, esse é o gênero que melhor apresenta resultados no desenvolvimento de habilidade espacial, pois exerce todas as habilidades citadas na tabela e conta com situações que demandam velocidade, atenção e destreza ao ponto do olho do observador, ou seja, simulando a visão do indivíduo.

Valente (2018) destaca esse fator, ao apontar que:

Os *games* de Atirador fornecem retornos (*feedback*) rápidos e constantes e a recompensa é imediata. Quando as decisões tomadas geram sucesso, os jogadores recebem retornos positivos, ou seja, mudança de fase, medalhas etc. Quando acontece um fracasso, a possibilidade de um recomeço ou de uma nova tentativa estimula o jogador a desenvolver suas habilidades para obter a conquista do sucesso. (VALENTE, 2018, p. 60)

Como exemplo, um dos jogos mais populares da atualidade no gênero FPS, é o *Call of Duty*, distribuído pela *Activision* (Figura 1). É um jogo baseado em guerras, que

coloca o jogador em primeira pessoa, manejando uma arma e enfrentando inimigos, ao mesmo tempo em que se deve avançar pelo mapa e conquistar objetivos. Nota-se a característica típica de jogos do gênero FPS, nos quais a visão se apresenta em primeira pessoa enquanto na parte inferior da tela o personagem segura sua arma e a aponta para seus inimigos.

Conforme assegurado por diversos autores, jogar *videogames* desenvolve a capacidade de seleção visual, ou seja, de compreender e de focar em múltiplos aspectos do ambiente. Para Green e Bavelier (2003), por exigirem que os jogadores exerçam múltiplas funções ao mesmo tempo, esse gênero pode contribuir na percepção de velocidade e melhor gerenciamento de tarefas simultâneas. Bavalier e Davidson (2013) complementam as ideias anteriores ao afirmarem que os jogos são capazes de modificar nossas percepções e até mesmo as relações com o entorno, pois o cérebro se adaptará às novas demandas e permitirá o desenvolvimento destas habilidades.

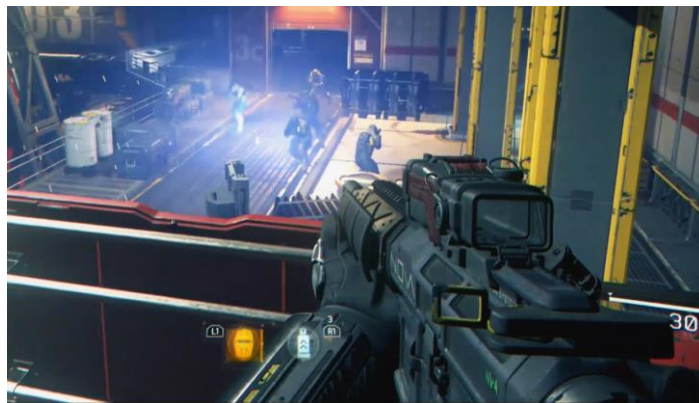


Figura 1 *Call of Duty Infinite Warfare*. Fonte: Disponível em: <https://www.callofduty.com/br/pt/infinitemwarfare>. Acesso em: 21 jan. 2020.

Os jogos de condução ou direção possuem uma estrutura parecida com os de ação, seja em primeira ou em terceira pessoa, uma vez que em alguns jogos tanto é possível visualizar veículos em perspectiva do motorista quanto visualizar o objeto por completo, como na Figura 2, em que o jogo *Grand Theft Auto V* da *Rockstar Games* permite a transposição entre a visão de primeira e terceira pessoa. Para Spence e Feng (2010), a diferença essencial é que, em geral, a visão em jogos de corrida é limitada em pontos de vista, exigindo uma percepção do espaço à volta, principalmente o caminho frontal, para a tomada de decisões e superação de obstáculos. Nos jogos de ação, em geral, demanda-se a percepção do espaço sob múltiplos ângulos de visão.

Vale salientar que as simulações buscam reproduzir sensações reais na execução de determinadas funções, como o caso da direção. Com isso, elas também se utilizam dos mesmos recursos presentes em jogos do gênero condução, porém estão vinculadas a situações reais, muitas vezes não se valendo de elementos de ação e nem de narrativas que justifiquem os atos. Os jogos que não se propõem a ser simulações não necessariamente reproduzirão fielmente como é conduzir um veículo, mas extrapolarão sua mecânica, como excesso de velocidade, colisões cinematográficas e saltos em altura que não condizem com o ato real, mas que possuem a única função de entreter.



Figura 2 Visão em terceira e primeira pessoa - Jogo Grand Theft Auto V. Fonte: Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais>. Acesso em: 21 jan. 2020.

No que envolve jogos do gênero quebra-cabeça e *puzzle*, segundo Valente (2018), a necessidade de navegação nos cenários e a manipulação de elementos tridimensionais exigem que o jogador imagine e reconheça os componentes espaciais antes de tomar decisões e ações, o que, segundo a autora, promove o desenvolvimento da habilidade espacial.

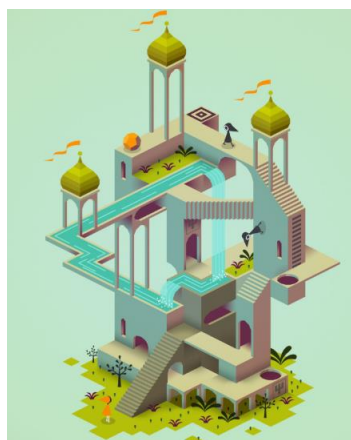


Figura 3 The Monument Valley. Fonte: Disponível em: <https://www.ustwogames.co.uk/games/monument-valley/>. Acesso em: 21 jan. 2020.

Um notável exemplo desse gênero é o jogo *The Monument Valley*, para dispositivos móveis (Figura 3), jogo eletrônico inspirado nas obras de Escher (1898-1972). Neste jogo, deve-se guiar a princesa por caminhos que a levem aos seus objetivos. Para tal, o jogador manipula estruturas com formas geométricas aparentemente impossíveis, gira manivelas, move pontes e interage com formas geométricas que permitam a conclusão de cada fase. Portanto, a correlação entre jogar e manipular formas e espaços é algo que permite uma rápida associação entre o jogo e a Arquitetura e Urbanismo.

Nesta fase em questão, o jogador deve girar as estruturas, permitindo a passagem da princesa pelo caminho, demandando raciocínio espacial e rotação mental. “Esse tipo de movimento exige um raciocínio de movimentação espacial e operações cognitivas de rotação mental” (VALENTE, 2018, p. 66).

Outro jogo reconhecido mundialmente e que se configura como um dos mais vendidos da história é o jogo do tipo quebra-cabeça *Tetris*. Esse jogo parte da premissa básica de encaixar peças umas sobre as outras para que formem linhas horizontais, que permitam abertura de espaço para as novas peças, que continuam aparecendo em ritmo constante, surgidas da parte superior da tela. Ele demanda que o indivíduo seja capaz de raciocinar rapidamente sobre a forma, buscando prever em quais locais ela se encaixará melhor para formar linhas ou se será necessário que a mesma seja girada e reposicionada. Isto tudo ocorre em um contexto em que as peças chegam de forma cada vez mais rápida e o campo está se tornando menor caso o jogador não tenha eliminado as anteriores de forma apropriada.

Alinhado com o que foi apresentado no quadro de Spence e Feng (2010), o *Tetris*, pela sua característica de jogabilidade, demanda ações e reações rápidas, bem como tomadas de decisões céleres frente a cada peça recebida, combinação dos conhecimentos de visão espacial, rotação mental, locação das formas no espaço e necessidade estratégica de analisar as peças que virão no contexto do tabuleiro do jogo. Trata-se de um jogo simples, mas que exige raciocínio e concentração. Spence e Feng (2010) apontam que, em geral, jogos de quebra-cabeça não demandam ação e reação rápida, mas encontra-se uma exceção no *Tetris*, principalmente ao categorizá-lo nos subgêneros de raciocínio e combinação.

Além dos gêneros ação, condução, quebra-cabeças e labirintos, um subgênero dos jogos de aventura é o de mundo aberto. Em geral, esses jogos oferecem grandes espaços em que os jogadores podem caminhar e interagir de forma aparentemente livre. Geralmente não possuem uma história linear a ser seguida, permitindo ao

jogador optar por sua ordem preferida de ações, mesmo que haja um fio condutor da narrativa.

É válido salientar que o gênero mundo aberto funciona como um pano de fundo para ações e não necessariamente definirá como o jogo será. Por exemplo, jogos como *Need For Speed*, publicados pela *Electronic Arts*, são claramente jogos de direção, pois neles se controla um veículo pelas ruas e se aposta corridas constantemente. Apesar de existirem diversos autódromos, contudo, o mundo em que se situa o jogo é aberto, permitindo ao jogador disputar as corridas na ordem que desejar. Na mesma categoria se encontra o supracitado jogo *Grand Theft Auto V*, que mescla situações de ação, corrida e tiro em um mundo aberto, permitindo, no caso das versões para computadores pessoais, alternar o ponto de vista entre primeira e terceira pessoa.

Outro ramo de jogos no subgênero de mundo aberto é aquele determinado como *sandbox*. 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. Um exemplo desta mecânica é o jogo *No Man's Sky*, desenvolvido pela *Hello Games*, no qual, através de padrões de repetição, trilhões de planetas são criados com ecossistemas, relevos e climas específicos. Os novos planetas são gerados à medida que os jogadores o alcançam e podem nomeá-los para que se tornem únicos no sistema online.

Conforme também apresentado por Valente (2018), um dos maiores expoentes do estilo *sandbox* é o jogo *Minecraft*, também englobado no subgênero sobrevivência. Neste *videogame*, o jogador, com a visão em primeira pessoa, deve explorar ambientes inóspitos, coletar recursos e construir estruturas que o permitam sobreviver e prosperar. Não existe, no modelo básico do jogo, um grande objetivo para o jogador, apenas resistir às intempéries, aos inimigos e à geografia.

As ações nesse jogo ocorrem de forma ativa, pois se devem coletar recursos, construir ferramentas, armas, casas, caçar comida e fabricar itens, pois nenhum destes é dado pronto, mas apenas os materiais que formam sua base. É constante fruto de pesquisas que buscam compreender o aspecto imaginativo e criativo do jogo, pois através de cubos, pode-se edificar desde pequenos abrigos até complexas

estruturas de cidades. A imaginação do jogador pode aflorar livremente. No âmbito da arquitetura e do urbanismo, esse jogo foi explorado por Braida et al. (2015).

De forma geral, os gêneros indicados foram considerados como possibilidades de aplicações para o desenvolvimento da habilidade espacial. A transferência de conhecimento se dá por sua prática e motivação proveniente dos jogos. Porém, cada jogo possui suas próprias características e deve ser analisado pelas suas particularidades e finalidades. Além disto, reitera-se que, nos jogos, existe a transição e mescla de gêneros, permitindo uma multiplicidade de abordagens, ou seja, a compreensão dos gêneros é um primeiro passo para a escolha de quais jogos serão utilizados no desenvolvimento das habilidades espaciais.

Por meio dos gêneros apresentados, é possível perceber que cada tipo de jogo contribui de forma complementar no processo de desenvolvimento da habilidade espacial (Quadro 3). Vale reiterar que os gêneros podem ser combinados e não se encerram em si mesmos. Portanto, utilizar-se de jogos que unam mais de um gênero pode ser interessante para aumentar os estímulos e a cognição dos jogadores.

Quadro 3 – Relação entre gêneros características de jogabilidade.

<i>First Person Shooter (FPS)</i>	Direção	Quebra-cabeça/puzzle	Labirinto	<i>sandbox</i>	Mundo Aberto
<ul style="list-style-type: none"> -Velocidade de reação; -Rotação constante no ponto de vista; -Interação com esquerda, direita, cima e baixo; -Interação com o espaço e as formas; -Simulação de pontos de vista reais. 	<ul style="list-style-type: none"> -Velocidade de Reação -Interação constante com esquerda, direita, frente e trás. -Interação com o espaço e as formas -Simulação de pontos de vista reais 	<ul style="list-style-type: none"> -Rotação constante no ponto de vista; -Interação com o espaço e as formas propositalmente visando solução de problemas; -Ambiente responsivo de manipulação das formas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Rotação constante no ponto de vista; -Interação com o espaço e as formas propositalmente visando solução de problemas; -Ambiente responsivo de manipulação das formas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Interação espacial livre; -Geralmente permite grande manipulação responsiva do espaço e das formas; -A interação com o espaço possui função narrativa e proposital na estruturação do jogo. 	<ul style="list-style-type: none"> -História não linear; -Interação espacial livre; -Geralmente associado a outros gêneros.

Fonte: dos autores.

No que tange especificamente ao ensino de geometria para arquitetura e urbanismo, a habilidade espacial se configura como um conhecimento necessário para que os futuros projetistas possam conceber espaços, relacionar formas e representá-las com grande destreza e criatividade. Portanto, desenvolver essas habilidades é essencial. O estudo das possibilidades que esses gêneros podem oferecer ao ensino

de Arquitetura e Urbanismo se faz pertinente para compreender as potencialidades de seu uso.

Embora não haja muitos relatos de aplicação dos jogos com objetivo específico do desenvolvimento das habilidades espaciais, frutos de pesquisas com alto rigor e controle dos resultados, vale destacar o trabalho de Valente (2018), que se valeu de jogos como recurso didático na disciplina de Desenho II, para o curso de design da UNESP.

A autora, que realizou experimentos no processo de percepção das formas e sistemas de projeção, constatou que “aqueles que habitualmente jogavam esses tipos de *Games* Digitais conseguiram aplicar as técnicas dos Sistemas de Projeção mais rapidamente e obtiveram um rendimento a curto prazo maior que os outros alunos” (VALENTE, 2018, p. 78). Além disto, mesmo aqueles que não possuíam uma experiência prévia, segundo a autora, obtiveram sucesso no aprendizado dos sistemas de projeções. Porém, Valente (2018) salienta que desenvolver as habilidades espaciais não significa aprender os conteúdos das disciplinas, mas sim fornecer base para que o aprendizado ocorra.

Com isto posto, um desdobramento almejado engloba a aplicação em arquitetura e urbanismo no que tange à manipulação das formas geométricas voltadas para o fim de não somente entender e representar o espaço, mas criar e manipular formas geométricas, conforme explorado por Santos, Dias e Braidá (2019). Portanto, desenvolver as habilidades espaciais está intrinsecamente ligado à prática da profissão em arquitetura e urbanismo.

6 Considerações finais

O ensino tradicional da geometria nos cursos de arquitetura e urbanismo, para diversos autores, é função da geometria descritiva, porém, com o advento dos avanços tecnológicos das últimas décadas, novas possibilidades têm se apresentado para o processo de ensino e aprendizagem da geometria. Desde representações bidimensionais no computador até a utilização da realidade aumentada. A compreensão dos objetos, antes da fase de execução, tem se tornado cada vez mais clara sob a ótica das ferramentas digitais. Portanto, elas não devem ser ignoradas no contexto do ensino.

Uma das principais habilidades que um indivíduo deve possuir, para ser capaz de compreender os conceitos abstratos da geometria, é a habilidade espacial. Isto se refletirá na sua capacidade de imaginar espaços e formas, e essa percepção e

desenvolvimento mental permitem ao aluno ser capaz de abstrair, imaginar e manipular formas bidimensionais ou tridimensionais seja mentalmente ou representando-as.

É nesse sentido que, mediante o conhecimento de diferentes gêneros de jogos e suas potencialidades, pode-se perceber como os jogos podem contribuir significativamente para o desenvolvimento da habilidade espacial, inclusive na formação em nível superior de arquitetos e urbanistas. Na compreensão e manipulação da forma e do espaço, os alunos que jogam regularmente possuem maior facilidade, portanto, o jogar potencializa o desenvolvimento dos conhecimentos ligados à habilidade espacial. Assim, ressalta-se que o incentivo ao jogo pode ser adotado como estratégia de desenvolvimento de habilidades e competências geométricas e espaciais tão demandadas para a formação de arquitetos e urbanistas.

Mediante a revisão de literatura, pode-se verificar que os gêneros mais efetivos para o desenvolvimento das habilidades espaciais são os jogos de ação, com destaque para o FPS, condução, quebra-cabeça, labirinto e mundo aberto. Esses jogos demandam ações mentais e raciocínios específicos das suas mecânicas que se mostram relevantes, como movimentação rápida de câmeras associada à tomada de decisões, necessidade de localização e interação com o espaço, resolução de desafios que podem ou não envolver formas, rotação formal, análise do espaço como pré-requisito para a tomada de decisões e o desenvolvimento da atenção, da percepção e do sentido espacial.

Como apontado anteriormente, compreender os gêneros de jogos que podem auxiliar no desenvolvimento da habilidade espacial e quais suas características é um primeiro passo para analisar esta aplicação no ensino de arquitetura e urbanismo e, conseqüentemente, fundamentar a escolha do tipo de jogo que possua objetivos comuns com as habilidades e competências propiciadas pelo ensino da geometria, principalmente visando à sua aplicação.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo fomento à pesquisa que tem abordado o uso de jogos de montar no campo da arquitetura e urbanismo (processos TEC APQ 01041/14 e TEC PPM 00766/15).

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), pelo fomento à pesquisa A Educação do Olhar: atributos geométricos da forma dos lugares.

Referências

- ALVES, L. Games e educação: desvendando o labirinto da pesquisa. **FAEEBA**, Salvador, v. 22, n. 40, p.177-186, jun. 2013.
- ALVES, S. Relatório da ONU mostra pela primeira vez que mais da metade da população mundial usa internet. **B9**. 10 dez. 2018. Disponível em: encurtador.com.br/fmvIL. Acesso em: 7 jun. 2020.
- BAVELIER, D.; DAVIDSON, R. J. Games to do you good. **Nature**, [s.l.], v. 494, n. 7438, p.425-426, fev. 2013.
- BRAIDA, F. Designing with Building Bricks and Shape Grammar. **Journal of Civil Engineering and Architecture**, v. 13, p. 337-342, 2019. Disponível em: <http://davidpublisher.org/Public/uploads/Contribute/5d1593192625a.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2020
- 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. Disponível em: <http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/24801>. Acesso em: 1 jun. 2020.
- BRAIDA, F.; DIAS, R. H. C.; SILVA, I. C.; ALMEIDA, I. R. C.; CASTRO, J. M. de; UNANUE, M. G. ; COLCHETE FILHO, A. F. The Arkit building bricks as a didactic tool for experimentation in architectural design: possibilities and limitations. **Journal of Civil Engineering and Architecture**, v. 12, p. 59-64, 2018. Disponível em: <https://www.davidpublisher.org/Public/uploads/Contribute/5ac1a30ed25b9.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2020.
- 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. Disponível em: <http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/22342>. Acesso em: 1 jun. 2020.
- CHANDRASEKHARAN, S.; MAZALEK, A.; NITSCHKE, M.; CHEN, Y.; RANJAN, A. Ideomotor design: using common coding theory to derive novel video game interactions. **Pragmatics and Cognition**, [s.l.], v. 18, n. 2, p. 313-339, 2010.
- CHERNEY, I. D.; BERSTED, K.; SMETTER, J.. Training Spatial Skills in Men and Women. **Perceptual and Motor Skills**, [s.l.], v. 119, n. 1, p. 82-99, ago. 2014.
- DIAS, R. H. C. **Jogos de montar no ensino de arquitetura e sua aplicação como recurso didático no estudo da forma**. 2019. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.
- DIAS, M.A., MARCONI, R.. **O Ensino de Geometria Descritiva em Escolas de Arquitetura Brasileiras e as ferramentas em CAD**, Revista Educação Gráfica, 2014 - V.18 – No. 01.

- DIAS, M. A. **Educação do olhar: uma estratégia de pesquisa para o ensino de arquitetura.** In: TÂNGARI, Vera [et al.] (Orgs). Investigando a arquitetura e sua diversidade: contribuições dos grupos de pesquisa do PROARQ-FAU/UFRJ. UFRJ/FAU-PROARQ, p. 51, **2013**.
- GANI, D. C. **Geometria de Gaspard Monge:** o método descritivo que prescinde da técnica da dupla projeção ortogonal e independe dos meios de representação. 2016. 209 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.
- GREEN, C. S.; BAVELIER, D. Action video game modifies visual selective attention. **Nature**, [s.l.], v. 423, n. 6939, p.534-537, maio 2003.
- GUILFORD, J. P. The Guilford-Zimmerman Aptitude Survey. **The Personnel and Guidance Journal**, [s.l.], v. 35, n. 4, p. 219-223, dez. 1956.
- 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.
- MAHFUZ, E. da C. **Ensaio sobre a razão compositiva:** uma investigação sobre a natureza das relações entre as partes e o todo na composição arquitetônica. Viçosa: UFV; Belo Horizonte: AP Cultural, 1995.
- MARCONE, R. Ferramentas gráficas e ensino de geometria descritiva em cursos de arquitetura e urbanismo. **Educação Gráfica**, Bauru, v. 23, n. 1, p.171-188, abr. 2019.
- MARTIN-DORTA, N. et al. Virtual Blocks: a serious game for spatial ability improvement on mobile devices. **Multimedia tools and applications**, [s.l.], Springer Science and Business Media LLC, v. 73, n. 3, p.1575-1595, 17 ago. 2013..
- MARTÍN-GUTIÉRREZ, J. et al. Dynamic three-dimensional illustrator for teaching descriptive geometry and training visualisation skills. **Computer Applications In Engineering Education**, [s.l.], v. 21, n. 1, p.8-25, 18 maio 2010.
- MARTÍN-PASTOR, A. Um retorno aos fundamentos da geometria: the Butterfly Gallery - superfícies helicoidais, estratégias para a fabricação digital. **Cadernos Proarq**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 25, p.18-30, dez. 2015.
- 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.
- MENDES, J. Indústria de games cresce e se profissionaliza cada vez mais. **Estado de Minas**. 16 out. 2019. Disponível em: encurtador.com.br/dixz5. Acesso em: 5 jun. 2020.

- PIAGET, Jean. O Nascimento da Inteligência na Criança. In: MUNARI, A.. **Jean Piaget**. Recife: Massangana, 2010. p. 27-43.
- NEWMAN, S. D.; HANSEN, M. T.; A.GUTIERREZ. An fMRI Study of the Impact of Block Building and Board Games on Spatial Ability. **Frontiers in Psychology**, [s.l.], v. 7, p.1-9, 29 ago. 2016.
- OLKUN, S.. Making connections: improving spatial abilities with engineering drawing activities. **International Journal for Mathematics Teaching and Learning**, [s.l.], p.1-10, 2003.
- PETRY, A. dos S. Jogos digitais e aprendizagem: algumas evidências de pesquisa. In: ALVES, Lynn; COUTINHO, Isa (Org.). **Jogos digitais e aprendizagem: fundamentos para uma prática baseada em evidências**. São Paulo: Papirus, 2016. p. 43-60.
- PIRES, J.; PEREIRA, A.; GONÇALVES, A. Taxonomias de geometria da arquitetura contemporânea: Uma abordagem didática ao ensino da modelagem paramétrica na arquitetura. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, [s.l.], v. 12, n. 3, p.27-45, 22 nov. 2017.
- QUAISER-POHL, C.. The Mental Cutting Test. **International Journal of Testing**, [s.l.], v. 3, n. 3, p. 219-231, set. 2003.
- REDICK, T. S.; WEBSTER, S. B.. Videogame interventions and spatial ability interactions. **Frontiers in Human Neuroscience**, [s.l.], v. 8, n. 1, p. 1-5, 26 mar. 2014.
- SANCHEZ, C. A.. Enhancing visuospatial performance through video game training to increase learning in visuospatial science domains. **Psychonomic Bulletin & Review**, [s.l.], v. 19, n. 1, p. 58-65, 25 out. 2011.
- SANTOS, C. E. R.; DIAS, M. A.; BRAIDA, Frederico. O jogo das formas: um jogo digital para o ensino das formas em arquitetura e urbanismo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, II, 2019, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2019. v. 1. p. 1-4. Disponível em: <https://antaceventos.net.br/index.php/sbtic/sbtic2019/paper/viewFile/129/233>. Acesso em: 5 maio. 2020.
- SARTORI, R. V. **Novos caminhos para profissionais da educação**. Curitiba: IESDE Brasil, 2018.
- SEABRA, R. D. **Uma ferramenta em realidade virtual para o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial**. 228f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- SPENCE, I.; FENG, J. Video Games and Spatial Cognition. **Review of General Psychology**, [s.l.], v. 14, n. 2, p.92-104, jun. 2010.
- SUPERDATA. **2018 Year in Review: Digital games and interactive media**. New York: Superdata, 2019.
- VALENTE, V. **Desenvolvimento da visão espacial por games digitais**. Curitiba: Appris, 2018.