

DIAGNÓSTICO SOBRE HABILIDADES ESPACIAIS E ENTENDIMENTO GEOMÉTRICO EM CALOUROS DE CURSOS DE ENGENHARIA

DIAGNOSIS ABOUT SPATIAL SKILLS AND GEOMETRIC UNDERSTANDING IN FRIENDS IN ENGINEERING COURSES

Lea Japur¹

Jocelise Jacques de Jacques²

Resumo

O ingresso na universidade é um momento de grande mudança na vida dos jovens, quando muitos precisam deixar suas famílias, amigos e colegas, até mesmo trocando de cidade e vivenciando uma realidade totalmente diferente. Considera-se que conhecer melhor o aluno e identificar possíveis lacunas que possam reduzir sua capacidade de assimilação nas disciplinas que virão nos cursos, é uma forma de acolher. Assim, o objetivo desta pesquisa foi conhecer o estágio dos conhecimentos em geometria e habilidades espaciais dos alunos ingressantes nos cursos de Engenharia Civil e Mecânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. A coleta de dados foi realizada no início de 2020, por meio da aplicação de um questionário presencial. A escolha das perguntas, envolveu construtos relacionados aos conhecimentos geométricos e às habilidades espaciais, porque atuam juntos para o raciocínio na resolução de problemas. Na análise observou-se que a percepção dos alunos sobre aquilo que sabem ou que viram no ensino médio não se reflete de forma expressiva nos acertos daqueles que acharam a prova fácil.

Palavras-chave: representação gráfica; desenho técnico; habilidades espaciais.

Abstract

Entering the university is a time of great change in the lives of young students, when many have to leave their families, friends and colleagues, oftentimes moving to different cities and experiencing a completely different reality. At this point, it is considered that getting to know the students better, and identifying possible gaps that may reduce their ability to assimilate topics in the coursework, is also a way of welcoming them. Therefore, the objective of this research was to understand the level of knowledge in geometry and spatial skills of students entering the Civil and Mechanical Engineering courses at the Federal University of Rio Grande do Sul - UFRGS. Data collection was carried out in early 2020, through the application of a face-to-face questionnaire. The choice of questions involved constructs related to geometric knowledge and spatial skills, because they work together for reasoning in problem solving. In the analysis, one of the most relevant informations was the little awareness that the students showed of what they do know and what they do not know. There was no direct correlation between the number of correct answers among those who found the test easy, and the same happened with those.

Keywords: graphic representation; technical drawing; spatial skills.

¹ Professora Mestre, UFRGS – FAU - Departamento de Design e Expressão Gráfica, Porto Alegre, RS, Brasil.
lea@leajapur.com.br; ORCID:0000-0002-5518-0227

² Professora Doutora, UFRGS – FAU - Departamento de Design e Expressão Gráfica, Porto Alegre, RS, Brasil.
jocelise.jacques@ufrgs.br; ORCID: 0000-0003-2109-06770000

1. Introdução

O ser humano é o único animal que se comunica através de símbolos gráficos. Embora esta forma de comunicação esteja constantemente evoluindo em técnica e em objetivos, sempre se mantém relacionada diretamente com o conceito de ideia, podendo ser, desta forma, relacionada com o próprio pensamento. A língua falada também pode ser expressa através de símbolos gráficos codificados e isto reforça o quanto o gráfico pode comunicar o pensamento.

O gráfico também representa a emoção, então separam-se o desenho artístico (que pode representar/expressar a emoção) do desenho técnico (que representa /expressa ideias). O desenho técnico é uma linguagem universal, com o objetivo específico de representar um objeto existente, ou a ser construído, com precisão e sem ambiguidade, mas não a emoção que este objeto possa causar. É inequívoco, não se presta a mais de uma interpretação. Diversos autores como Metraglia et al. (2015) defendem que o desenho, além de uma forma de representação, é uma maneira de estruturar o pensamento projetual) e por isto mesmo, deve fazer parte das disciplinas formativas das engenharias, arquitetura e design, cursos estes que lidam com o projeto e a execução de objetos (METRAGLIA; BARONIO; VILLA, 2015).

Essas profissões, arquitetura, design e engenharias, que lidam com a concepção de objetos, utilizam-se do desenho técnico (DT), uma linguagem gráfica codificada que tem por objetivo representar esses objetos, seja no papel, seja na tela de um computador. Como linguagem codificada, o DT assume o protagonismo da comunicação nestas profissões e não seria exagero afirmar que, sem conhecê-lo, o profissional teria sérias dificuldades de entendimento dos projetos, que são principais documentos trocados entre esses técnicos.

O domínio dessa linguagem requer dois requisitos relacionados, mas não interdependentes: conhecimentos e habilidades, os dois construtos que alicerçam a pesquisa descrita neste artigo. O que entendemos por conhecimentos neste trabalho englobam conceitos de geometria e da própria linguagem gráfica, e suas regras. Já habilidades espaciais estão relacionadas ao raciocínio que possibilita um mínimo de destreza com o manuseio e reconstituição mental dos objetos que estão representados no plano, à noção de grandezas, de direções, de proporções. Desta forma, quão maior for o “vocabulário geométrico” de uma pessoa maior será sua percepção espacial, entendida aqui como interpretação das formas (PEIXOTO, 2004). Assim, as disciplinas de desenho, posicionadas na UFRGS no início dos cursos, têm como objetivo o aprendizado dessa linguagem e a evolução das habilidades espaciais de uma maneira geral. Porém, para serem entendidas, requerem, elas mesmas, conhecimentos anteriores que nem sempre estão bem sedimentados entre os alunos, dificultando o aprendizado (PIRES; BERNARDES, 2017).

Como professoras nos cursos de Engenharia da UFRGS, o objetivo dessa pesquisa foi justamente fazer um diagnóstico dos calouros de Engenharia Mecânica e Civil, no ano de 2020, identificando ou não lacunas que pudessem comprometer seu rendimento nas disciplinas de desenho ou de Geometria Descritiva (GD). Este diagnóstico envolve identificar, quantificar e documentar. Além disto, entende-se que conhecer o aluno é também uma forma de acolhimento e este se faz necessário quando se inicia a vida acadêmica, gerando motivação ao aluno que se sente amparado, ainda que reconhecendo que existam lacunas em sua formação do ensino médio, pois percebe uma predisposição da universidade em ações que possam minimizar suas possíveis dificuldades.

2. Contextualização

Ainda que a forma de representar e também de projetar tenha se alterado bastante desde o surgimento do projeto auxiliado por computador, na década de 1950, quando surgiu o CAD (*Computer Aided Design*), com a popularização da modelagem virtual e da renderização a partir da década 1990, o fato é que conhecimentos de geometria e habilidades espaciais para entender o que está sendo feito e reportar estas imagens virtuais para a realidade, permanecem inalterados (FLORIO, 2011).

A possibilidade de simulação para análises diversas num projeto pode ser tão rica quanto forem os conhecimentos e a criatividade do profissional. Os programas atuais podem possibilitar a análise no tempo dos materiais utilizados, sua resistência, a durabilidade, bem como facilitar o cálculo de execução e de manutenção. Podem simular o efeito de cores e texturas, da iluminação, dos ventos ou da insolação, porém não conseguem substituir a experiência vivida pelo usuário quando utilizando o objeto materializado em sua escala real. A Realidade Aumentada ou mesmo a Realidade Virtual, possibilitam interações multissensoriais e processamento em tempo real. Porém ainda privilegiam a visão, por ser o sentido preponderante nas pessoas e o computador privilegia o monitor como principal forma de renderização de informações. Desta forma, ambas enfatizam também o aspecto gráfico da representação.

Muito tem sido debatido sobre o uso da computação gráfica já nas fases iniciais da concepção dos projetos. Autores como Panisson(2007) Hildebrand (2010) e Metraglia et al (2015), dentre outros, entendem que o desenho à mão livre tende a ser mais eficiente como exercício de desenvolvimento das habilidades espaciais, uma vez que acessam diferentes partes do cérebro que não aquelas acessadas durante o desenho no computador. Alegam que o trabalho com programas computacionais exige um aprendizado extenso e uma atenção excessiva nos comandos, o que reduziria a atenção no processo criativo em si. O fato é que, vencido este impasse inicial e que, por característica está sempre em evolução, são inegáveis as vantagens em precisão, acabamento e facilidade de intercâmbio que o desenho digital possibilita.

Sobre as habilidades que um projetista deve ter, Cho (2017) defende que um bom profissional tanto necessita antever a forma tridimensional (3D) a partir de desenhos em duas dimensões (2D), quanto o contrário, ser capaz de, ao observar um objeto ou modelo, identificar vistas, cortes e seções. E representar em 2D exige, necessariamente, o aprendizado de uma linguagem codificada, o DT. Defende ainda que esta habilidade espacial em antever o objeto, possibilita a ele construir soluções formais antes mesmo de fazer qualquer desenho ou simulação, o que seria muito produtivo (CHO, 2017, p. 3).

Existe uma variedade de termos relacionados com as habilidades espaciais. Fruto de traduções sucessivas ou mesmo de entendimentos diversos, muitas vezes os termos são utilizados como sinônimo. Adotaremos neste artigo a conceituação dada por Peixoto, em 2004. Para ele Visão Espacial é a habilidade que permite o entendimento e a compreensão de formas espaciais representadas, sem estar diante do objeto. Ou seja, ao vermos um conjunto de vistas ortográficas, uma planta-baixa, um corte, ou uma fachada, conseguimos imaginar o objeto em 3D. Tem a ver com imaginação e também com conhecimento da linguagem do DT. Já Percepção Espacial seria a interpretação de formas presentes. Ou seja, ao ver um objeto concreto consegue-se identificar suas partes, estimar suas medidas, suas proporções, as superfícies geométricas que compõe sua forma. Está relacionada então, com reflexão e conhecimento geométrico (PEIXOTO, 2004). Nesta pesquisa a soma da visão e da percepção, resultam as habilidades espaciais.

Quanto maior for o “vocabulário geométrico” que o aluno ou o profissional possuir,

maior será sua capacidade de ler, interpretar, manipular e também representar adequadamente as formas. Não é difícil concluir que habilidades espaciais são fundamentais nas profissões referidas e é justamente sobre elas que debruçamos nossa pesquisa, procurando identificar o nível em que se encontravam os alunos e os quão aptos estariam para receber e potencializar seu aprendizado nas disciplinas de desenho como DT e GD. Estas disciplinas visam possibilitar o desenvolvimento do olhar (percepção) e o treino das técnicas de representação mais usuais, que precisa ser praticado, independente da capacidade nata de cada um. Ou seja, nosso objetivo era “identificar como os alunos chegam na universidade, sem distinguir se o nível em que se encontram é devido ao seu conhecimento ou habilidade espacial” (JAPUR, 2021).

3. Desenho à Mão Livre e os Constructos Pesquisados

Diversas tem sido as discussões a respeito da validade do uso de programas computacionais de desenho já no início de faculdades como Engenharias, Arquitetura e Design. Metraglia et al (2015) defendem que o uso precoce de programas como o CAD, reduziram a capacidade de visualização espacial dos alunos, em detrimento daqueles formados com desenhos analógicos. Outros, como Florio (2011) citam a dificuldade de levar para a escala real os objetos modelados no computador. Ainda que com domínio de softwares de modelagem e utilizando renderizações elaboradas, muitos alunos não têm a noção de tamanho daquilo que estão propondo na tela. Panisson (2007) enfatiza o quanto os meios virtuais de modelagem trouxeram facilidades, libertando a representação apenas da dupla projeção, ainda que o foco nos comandos possa reduzir o foco no projeto.

Quando se desenha à mão livre, mais do que a destreza motora, está-se desenvolvendo a capacidade de imaginação e a memória, essenciais no processo criativo. A dificuldade de apagar e substituir um desenho por outro, se por um lado pode ser visto como uma limitação do sistema analógico, por outro favorece a manutenção do processo evolutivo de geração do objeto, fundamental muitas vezes para a sua compreensão e análise.

Relatos de professores dos cursos de Design no Brasil, publicados em 2021, enfatizam o quanto os alunos desses cursos têm dificuldade na execução de croquis (*sketches*). Abordam na pesquisa feita com instituições no Brasil, os problemas daí resultantes, citando como o principal, a falta de demonstração do processo criativo. Falta na maioria dos trabalhos esta importante demonstração da evolução do projeto e de como chegaram ao resultado que estão apresentando, desde a definição do conceito inicial, até a proposta final (SENNA et al 2021). Abordam também dificuldades de outro tipo como a dificuldade de entendimento de escala, de proporção e na combinação de materiais sugeridos pelas hachuras utilizadas, que não funcionam na prática. Concluem dizendo que muitos alunos apresentam um bloqueio por não se sentirem capazes de desenhar à mão livre (SENNA et al 2021).

Os programas de desenho auxiliados por computador, além das possibilidades que oferecem, também encontram entre os estudantes de engenharias, principalmente, menor resistência. Existe uma menor inibição em executá-los que o processo de desenhar à mão livre, já que o traço não sai torto, os arcos saem perfeitos. Muitas vezes o “saber desenhar” é considerado como uma aptidão nata, não desenvolvível, aspecto que precisa ser vencido com práticas pedagógicas de desinibição (METRAGLIA et al, 2015). O desenho renderizado, obtido com facilidade em sites, fornece a falsa impressão de que todos os problemas inerentes ao projeto estão resolvidos, o que não é verdade. As linhas que estão todas rigorosamente retas, os círculos que estão perfeitos, a inexistência de nada “torto”, ou de linhas de construção, comuns nos croquis, sugere sim, que o projeto esteja correto, mas isto não é verdade. Muitas vezes é justamente o conhecimento de geometria que identificará o engodo existente naquele

desenho “perfeito”.

Para se desenhar à mão livre, precisa-se imaginar o objeto em sua forma e em suas dimensões, escolher a posição e o tamanho (escala) em que ficará melhor representado, escolher o sistema de representação que melhor definirá suas características e por fim que partes representadas do mesmo serão suficientes para que seja entendido. Todo este processo exige um raciocínio que culminará com o desenvolvimento da capacidade de Percepção e da Visão Espacial, pois tudo precisa ser imaginado, exercitando a capacidade mental de manipulação dos objetos, sem vê-lo fisicamente. Desta forma, ainda se mostra importante no desenvolvimento da criatividade, pois a velocidade ideia/mão ainda é mais rápida e sincronizada que a ideia/CAD (LATERZA, 1991). Esta abordagem do desenho de forma multidisciplinar, estabelecendo as relações existentes entre o desenhar, a cognição, o pensamento e a criatividade, passou a ser objeto de análise e de interesse de muitos pesquisadores depois que as ferramentas digitais trouxeram mudanças significativas nas formas de desenhar. Encara-se aqui o desenho não meramente como um fim, mas como um meio.

Apesar do inegável valor do desenho à mão livre no processo criativo, ao ingressarmos no mundo dos *games*, proporcionados justamente pela computação gráfica, fica impossível negar a potencialidade de desenvolvimento de diversas habilidades espaciais, fazendo a utilização dos mesmos. Jogos que simulam o trajeto dentro de labirintos, jogos de ação, jogos de condução ou direção, jogos de encaixe. Todos podem ter um papel cognitivo importante, possibilitando ao aluno aprender de uma forma lúdica. Eles exigem atenção, imaginação, destreza e senso de urgência e de velocidade na tomada de decisão, tensão aliada à motivação para a premiação ou para a passagem de fase. Promovem o estímulo ao trabalho em equipe, à improvisação e à superação, pois a qualquer momento existe a possibilidade de recomeçar.

Assim, dada a importância destes dois construtos para a formação do aluno, e ciente de que seu aprendizado no curso que escolheram será tanto maior quanto maior for a disponibilidades destas habilidades e conhecimentos, nosso objetivo aqui era estabelecer um diagnóstico no início do curso, com o objetivo de adaptar metodologias e até mesmo conteúdo. As disciplinas de Desenho Técnico I e Geometria Descritiva, são obrigatórias e locadas no primeiro semestre de ambos os cursos, inauguram o acesso do aluno no sistema de representação dos objetos utilizando o método mongeano de projeção. DT é uma disciplina de desenho à mão livre, justamente por acreditar que desta forma potencializa seu efeito sobre o aluno. GD é uma disciplina que envolve o uso de instrumentos e o desenho preciso. Reconhecemos que para ambas é necessário um mínimo de conhecimentos geométricos e habilidades espaciais.

4. Estratégia de Pesquisa

A pesquisa exploratória iniciada em 2019 foi dividida em duas grandes etapas, sendo a primeira qualitativa, constituída de: (a) Revisão bibliográfica; (b) Entrevistas estruturadas com professores de projeto; (c) Entrevistas estruturadas com profissionais. A segunda etapa quantitativa contou com: (i) Aplicação de questionário piloto (online); (ii) Análise dos resultados; (iii) Aplicação do questionário final (presencial); (iv) Análise dos resultados.

A amostragem dos professores e profissionais entrevistados foi não probabilística, por conveniência onde, “o pesquisador seleciona as pessoas a que tem acesso, admitindo que esses possam, de alguma forma representar o universo” (PRODANON e FREITAS, 2003). Dessa

forma, foram escolhidos aqueles que exerciam, na UFRGS, a função de professores concursados, ministrando alguma disciplina de projeto em cursos de graduação da UFRGS há pelo menos cinco anos. A busca por professores com esse perfil se deveu à necessidade de que tivessem experiência para poder estabelecer uma ampla visão das condições dos alunos nas suas habilidades espaciais e conhecimentos geométricos, quando chegavam nas suas disciplinas e o quanto eram observadas possíveis dificuldades nos dois itens pesquisados.

Aos profissionais, 2 arquitetos, 2 designers e 2 engenheiros, todos atuantes no mercado há mais de 10 anos e com escritórios reconhecidos no estado, foi perguntado sobre os critérios de escolha dos colaboradores e virtudes por eles valorizadas e características que identificavam em sua equipe, vinculadas aos conhecimentos geométricos e habilidades espaciais. Cabe salientar que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFRGS (CAAE: 17131019.1.0000.5347).

No primeiro levantamento com estudantes, feito enviado um questionário online, aos 400 alunos, incluindo todas as engenharias, apenas 17 responderam ao questionário. Essa etapa inicial serviu para importantes definições tais como (a) tamanho da amostra; (b) filtros a serem aplicados; (c) momento e a forma de aplicação; (d) tamanho do questionário. Os cursos pesquisados ficaram restritos à Engenharia Mecânica e Civil, pois são os que mais se utilizam o DT e a GD em seu trabalho e houve um refinamento das perguntas, otimizando tanto as de conhecimentos quanto as de habilidades. Chegou-se à definição de que o levantamento de dados final deveria ocorrer de forma presencial, com no máximo 15 questões, aplicado no início do semestre. Assim, a segunda etapa da coleta de informações, o levantamento final, ocorreu em março de 2020, no primeiro dia de aula da disciplina de Desenho Técnico, ARQ 03318.

Como filtros, excluiu-se alunos que tivessem menos de 18 anos, que fossem repetentes ou oriundos de outra universidade, ou já tendo feito a disciplina de desenho. Como na UFRGS os calouros ficam distribuídos em turmas determinadas, não foi difícil identificar aquelas em que eles estariam, de forma a se obter um número de respostas que desse significado estatístico válido à pesquisa, com uma margem de erro pequena. Considerando-se uma amostra aleatória simples, dos 108 alunos calouros dos dois cursos, 85 deveriam responder, para que se pudesse considerar apenas 5% de erro amostral. Obteve-se 98 respostas, portanto validando a pesquisa, com a margem pretendida.

Certamente este número não teria sido alcançado se o questionário não tivesse sido aplicado de forma presencial. Ainda que na explanação a pesquisadora tenha deixado claro o carácter voluntário da pesquisa, o fato de serem explicados os objetivos e a relevância do levantamento como suporte para melhoramento dos cursos foi bem recebido pelos alunos participantes da pesquisa.

5. A Escolha das Questões

Uma análise criteriosa foi realizada para a escolha das perguntas que deveriam compor o questionário. De um total de 15 questões iniciais, houve uma redução para aproximadamente 10 questões, para facilitar que os alunos respondessem de forma presencial. O questionário deveria ser abrangente e significativo, com questões que não exigissem cálculo complexo e que pudessem ser respondidas em no máximo 30 minutos.

Foram escolhidas questões que utilizassem os processos mentais mais relevantes dentro das habilidades espaciais para os cursos tais como a percepção espacial (interpretar o

objeto), memória visual (permanecer com uma imagem mental), relação espacial (entender a relação entre imagens) e rotação mental (girar mentalmente a imagem). Muito embora há pesquisadores que separem e classifiquem as habilidades espaciais, o fato é que, na maioria das vezes, elas ocorrem de forma simultânea.

Nas questões de conhecimento, conceitos geométricos fundamentais para o bom desempenho do aluno no curso, incluindo assuntos que tradicionalmente são ministrados em geometria como nomenclatura de figuras planas e espaciais. Dada à heterogeneidade dos alunos, uma boa forma de garantir que os conteúdos fizessem parte do cotidiano de todos foi adotar, na medida do possível, questões oriundas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Esta opção também se deve ao fato de que na UFRGS, 30% das vagas são preenchidas por alunos classificados pelo Sistema Seleção Unificada (SISU), que utiliza as médias do ENEM para a classificação. Desta forma, julgou-se que os alunos deveriam conhecer os conteúdos.

Entre essas questões, optou-se por aquelas em que as habilidades espaciais favorecessem tanto a compreensão quanto a solução correta do problema, sem necessidade de cálculo, por entendermos que também no decorrer do curso e mesmo na vida profissional, fazer uso desta estratégia deva ser sempre um procedimento disponível. Assim, optou-se por questões mais amplas, que avaliassem os dois construtos (conhecimento geométrico e habilidade espacial), simultaneamente, nas quais um fosse facilitador do outro, sem, entretanto, impedir que houvesse domínio de um ou outro que permitisse sua caracterização para fins de análise.

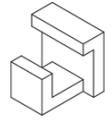
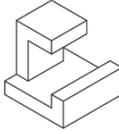
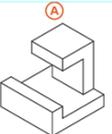
O questionário final foi composto de 5 questões de conhecimento e 5 de habilidades. Teve ainda 1 questão de inteligência fluida e 1 sobre opinião a respeito do questionário. A inclusão de uma questão de inteligência fluida se justifica pela relevância comprovada que esta habilidade cognitiva tem para o desempenho acadêmico. Manifesta-se na solução de questões, quando o indivíduo, compreendendo conceitos e informações, utiliza-se da lógica para solucionar para problemas novos, que ainda não se encontravam resolvidos em sua memória (NASCIMENTO e RUEDA, 2014).

Buscou-se escolher questões que estavam em consonância com os autores do referencial teórico da pesquisa. Como exemplo, a de número 9 (Quadro1), que requeria memória de trabalho, defendida por Lohman, como uma das mais importantes para indicar a capacidade de visualização espacial (LOHMAN, 2000).

Quadro 1: Questão 9.

Selecione a representação final do sólido que indica a mesma seqüência de rotações sofridas pelo dado.

Selecione a representação final do sólido que indica a mesma seqüência de rotações sofridas pelo dado.



E) Nenhuma delas

Blocos Girados

Fonte: Elaborado pelas autoras.

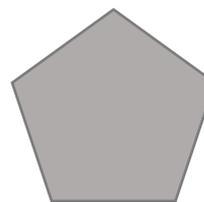
Da mesma forma que PRIETO e VELASCO (2002), outros pesquisadores dedicados às questões espaciais, valorizam a planificação de figuras, como foi abordado na questão 3 (Quadro 2). O exercício demanda uma organização mental importante pois requer memória de trabalho, rotação, bem como conhecimento geométrico das figuras espaciais

Quadro 2: Questão 3

ENEM 2014 Um jogo entre dois jogadores tem as seguintes regras: (a) o primeiro jogador pensa em uma forma geométrica, desenha apenas uma parte da forma e fornece uma dica para que o segundo jogador termine o desenho; (b) se o segundo jogador conseguir concluir o desenho, ganha um ponto; caso contrário, quem ganha um ponto é o primeiro jogador. Dois amigos, Alberto e Dora, estão jogando o referido jogo. Alberto desenhou a figura a seguir e deu a seguinte dica: “A forma em que pensei é a planificação de um prisma reto.”

Dora completou o desenho com

- A) um pentágono e um retângulo.
- B) um pentágono e quatro retângulos.
- C) dois pentágonos e quatro retângulos
- D) um pentágono e cinco retângulos.
- E) dois pentágonos e cinco retângulos.



Pentágono

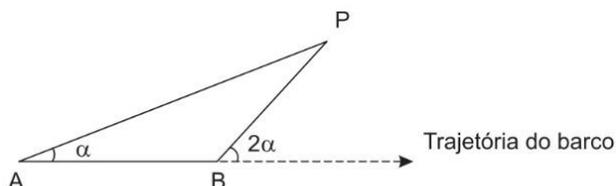
Fonte: ENEM 2014.

Os mesmos autores PRIETO e VELASCO (2002) influenciaram a escolha da questão de inteligência fluida, a questão de número 8 (Quadro 7). A questão de número 6 (Quadro 3), de trigonometria, foi incluída porque, formalmente, exige um conhecimento de trigonometria, perpendicularismo e operação com ângulos, fundamentais nos cursos em questão. Mas não somente desta forma pode ser solucionada, por isto se torna interessante. Utilizando-se de habilidades espaciais e conhecimentos geométricos também se deduz a resposta correta. Além de questões amplas, que permitem mais de uma forma de resolução, também era importante que as opções apresentadas como resposta pudessem oferecer um indicativo do raciocínio utilizado pelo aluno, ou seja, que não fossem escolhidas ao acaso, com respostas absurdas, onde o aluno facilmente chega à resposta correta, por exclusão. Era importante que também as alternativas erradas permitissem às pesquisadoras uma análise da escolha feita. Em pesquisas exploratórias, ter uma questão que possa estabelecer conexões entre os dados é um detalhe importante para a análise final (PRODANOV e FREITAS,2013).

Foi colocada uma questão em que o aluno poderia manifestar sua opinião sobre o questionário (Quadro 4) e sobre esta questão foi realizada a análise, identificando ou não coerência entre uma escolha e o resultado. Foi avaliado como importante que nenhuma questão tivesse como alternativa “não sei” ou “desconheço o assunto” por considerarmos que estas opções, principalmente numa instituição de ensino, poderiam constranger o aluno, levando-o a suposição ou “chute”. Ao invés disto, a opção por deixar em branco foi bastante enfatizada na apresentação oral feita pela pesquisadora, como aquela a ser escolhida, caso o aluno não soubesse a questão, pois o “chute” atrapalharia a pesquisa. Esta questão, posicionada no final, possibilitou que se fizesse uma análise separada e comparativa por grupos, de acordo com a maior ou menor dificuldade manifestada em responder às perguntas, e /ou o conhecimento ou não dos temas abordados.

Quadro 3: Questão 6.

Questão ENEM 2011 Para determinar a distância de um barco até a praia, um navegante utilizou o seguinte procedimento: a partir de um ponto A, mediu o ângulo visual α fazendo mira em um ponto fixo P da praia. Mantendo o barco no mesmo sentido, ele seguiu até um ponto B de modo que fosse possível ver o mesmo ponto P da praia, no entanto sob um ângulo visual 2α . A figura ilustra essa situação:



Suponha que o navegante tenha medido o ângulo $\alpha = 30^\circ$ e, ao chegar ao ponto B, verificou que o barco havia percorrido a distância $AB = 2000$ m. Com base nesses dados e mantendo a mesma trajetória, a menor distância do barco até o ponto fixo P será.

- A) 1000 m B) $1000\sqrt{3}$ m C) $2000\sqrt{3}/3$ m D) 2000 m E) $2000\sqrt{3}$ m

Fonte: ENEM2011.

Quadro 4: A questão 12: Percepção do aluno sobre o questionário.

Qual sua impressão final sobre o questionário?

- A) respondi fácil, pois já conhecia os assuntos tratados-----12%
B) respondi fácil, mas desconhecia alguns assuntos tratados-----26%
C) achei difícil, pois desconhecia alguns conteúdos-----11%
D) achei difícil, mesmo tendo visto vários conteúdos-----14%
E) não achei fácil nem difícil, mas conhecia a maioria dos conteúdos -----27%

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Pode-se juntar os respondentes que escolheram a opção A e B e concluir que o questionário foi fácil para 36% dos respondentes e difícil para outros 25% e averiguar se havia ou não uma conexão entre os erros e acertos e a opinião sobre o questionário. Também foi possível verificar que 37% dos respondentes manifestaram desconhecer alguns conteúdos, o que pode ser considerado alto, tendo em vista que fazem parte daquilo que deveriam ter estudado num passado recente, e terem sido aprovados em um processo seletivo.

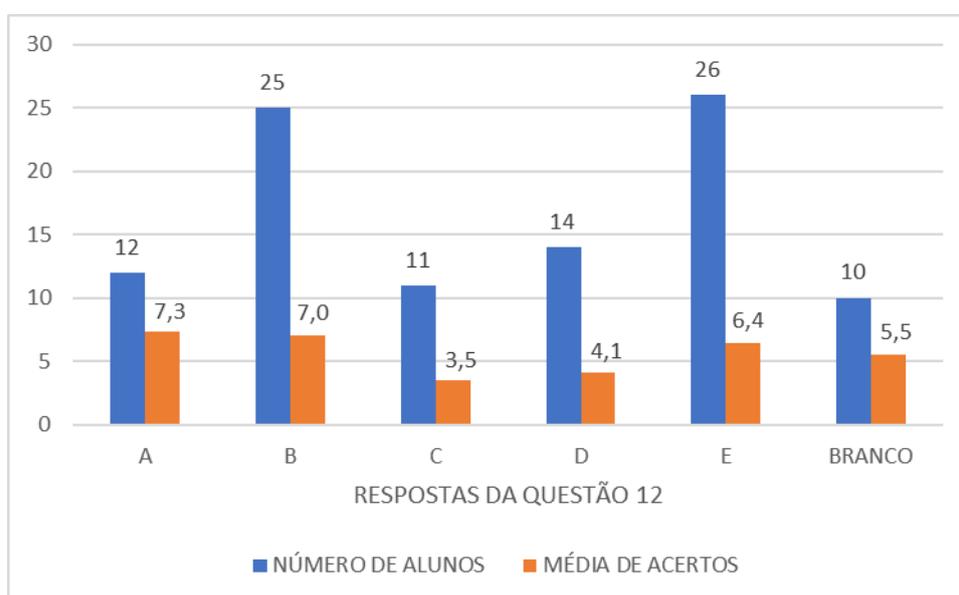
6. Resultados Obtidos no Levantamento

A seguir apresenta-se os resultados obtidos, em que se procurou saber, em primeiro lugar, as respostas dadas à questão 12, que abordou a percepção dos alunos sobre as questões em si, e se existia uma relação entre a opinião sobre o questionário e o desempenho dos alunos. Não houve quem gabaritasse a prova, nem quem zerasse. A média de acertos ficou em 5.9, com mediana 6.0 e desvio padrão 2,28, sendo que os alunos tiveram um desempenho ligeiramente melhor nas questões de habilidades, 56% contra 48 % dos acertos nas questões de conhecimento. O índice de respostas em branco foi alto, 21,33%, não se mostrando maior nas questões finais, que pudesse sugerir cansaço ou falta de tempo para responder. Ao final dos 30

minutos dados para a entrega dos questionários, poucos ainda permaneciam sem entregar. Entre os respondentes 60% do total realizou entre 5 e 8 acertos, ainda que 25% não tenha conseguido acertar pelo menos 5 questões, o que é bem superior aos 11% que considerou o questionário difícil porque desconhecia alguns conteúdos, opção C.

Considerando-se que a média das disciplinas praticada nas engenharias é 6,0, menos da metade dos alunos seria provado, uma vez que apenas 41 obtiveram 7 ou mais acertos, suficientes para obter esta nota. Apenas 43% dos alunos seriam aprovados. O gráfico abaixo, Figura 1, estabelece uma relação entre a opinião sobre as questões da prova e o escore obtido.

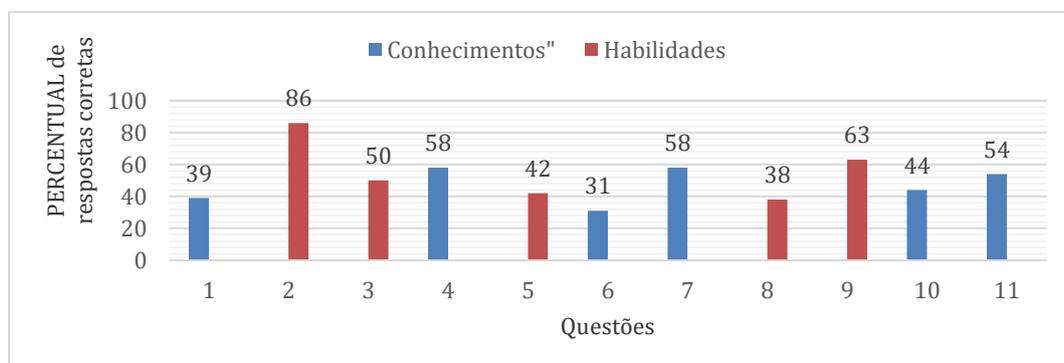
Figura 1: Escore médio de acertos da amostra distribuído por grupo.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

A maior média de acertos ficou entre aquele grupo que considerou a prova fácil e conhecia os conteúdos, opção A. Entretanto, a média obtida (7,4) é considerada baixa, pois equivaleria a um conceito C, mínimo para ser aprovado em qualquer das engenharias na UFRGS. A média mais baixa foi de 3,4 acertos, obtida entre os que acharam a prova difícil, porque desconheciam conteúdos, opção C, também um resultado esperado. Dos 11 alunos que escolheram a alternativa A, consideraram a prova fácil, por conhecer todos os conteúdos, apenas 1 estava entre os 10 que conseguiram maior pontuação, que foi um escore de 10 acertos, e não houve equivalência dos erros cometidos. Em contrapartida, entre os 11 que escolheram a opção C (achou difícil por desconhecer conteúdo) nenhum acertou a questão de número 6, de conteúdos, a com menor percentual de acertos como veremos a seguir na Figura 2.

Figura 2: Percentual de acertos por tipo de questão.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

A primeira questão (Quadro 5), apresentada baixo, pode ser considerada simples, pois este conteúdo, polígonos e nomenclatura de figuras planas, inicia a ser tratado já na 5ª série do Ensino Fundamental. Como é característico de provas do ENEM, enunciados longos exigem atenção e desmotivam o aluno, mas justamente é um elemento importante na formação – a leitura e interpretação de texto. Cabe salientar que o enunciado longo, por um lado ajuda a contextualizar o problema, por outro exigem do aluno capacidade de interpretação que, de qualquer forma, também é uma característica desejável dentro dos cursos superiores.

Esta questão, embora classificada como de conteúdo, pois exigia conhecimento de nomenclatura de figuras planas, também exigia habilidades espaciais para a distribuição das peças no espaço mencionado. Embora tenha sido salientado que os alunos podiam riscar na prova, nenhum aluno rabiscou uma possível solução. O fato de o questionário ter sido aplicado numa aula de DT, pode ter constrangido o aluno, o que dificultou a resposta.

Quadro 5: Questão 1.

ENEM 2014: Um fabricante planeja colocar no mercado duas linhas de cerâmicas componíveis para revestimento de pisos. Diversas formas possíveis para as cerâmicas foram apresentadas, e decidiu-se pelo conjunto P com apenas duas figuras, poligonais regulares, passíveis de composição. As duas formas geométricas que fazem parte de P são:

- A) triângulo e pentágono.
- B) triângulo e hexágono.
- C) triângulo e octógono.
- D) hexágono e octógono.
- E) hexágono e quadrado.

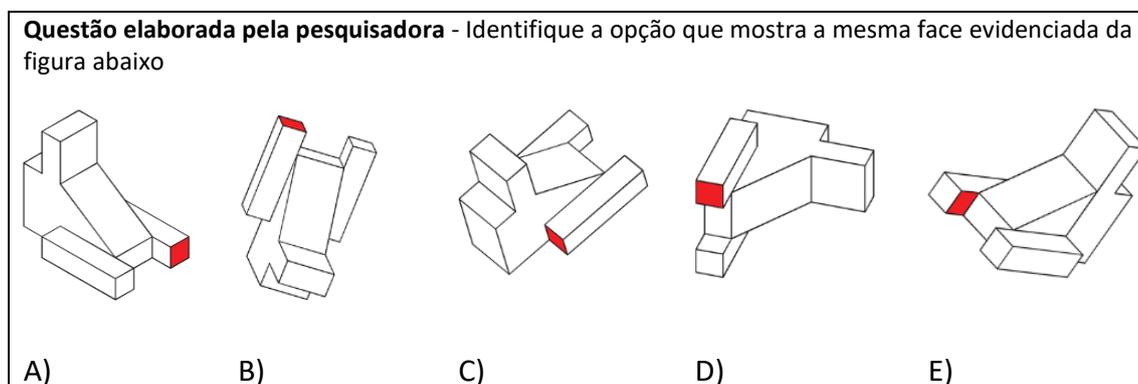
Fonte: ENEM 2014

Esta questão foi a questão com alternativas em branco, 32% e, certamente, não era a mais difícil, sugerindo aí algumas hipóteses: a) por ser a primeira, pode o aluno ter deixado

para depois e não ter retornado por falta de tempo ou mesmo esquecimento; b) o aluno tenha tido dificuldade na interpretação e tenha se desinteressado, recaído ou não na opção a; c) o aluno teve dificuldade em responder, tendo em vista que a questão exigia atenção e, ao mesmo tempo, dedicação, com possível teste de alternativas. Riscar no questionário, que foi explicado como permitido, pode ter inibido o aluno, por ser uma aula de desenho; d) o aluno desconhecia a nomenclatura das figuras planas.

Para a solução desta questão, não basta apenas identificar as figuras em si, mas sua composição, o que requer o raciocínio espacial de como seria uma peça girada em relação à outra, tal que melhor se encaixassem para preencher o espaço, com o menor número possível. Certamente rabiscar, testando possibilidades, facilitaria muito a solução. A questão 2 (Quadro 6), de habilidades espaciais, obteve o maior índice de acertos (86%), com apenas respostas erradas e 2 deixadas sem resposta.

Quadro 6: Questão 2.

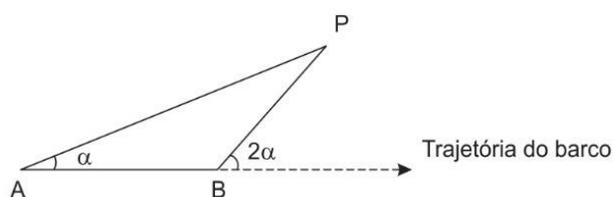


Fonte: Desenhos elaborados pela autora.

A questão de número 6, do ENEM de 2011, apesar de ser tradicionalmente de trigonometria, um conteúdo indispensável para quem entra na Engenharia, foi escolhida porque também poderia ser respondida por quem conhece Geometria, e dela fez uso. A seguir, a transcrição dessa questão, bastante abrangente:

Para determinar a distância de um barco até a praia, um navegante utilizou o seguinte procedimento: a partir de um ponto A, mediu o ângulo visual α fazendo mira em um ponto fixo P da praia. Mantendo o barco no mesmo sentido, ele seguiu até um ponto B de modo que fosse possível ver o mesmo ponto P da praia, no entanto, sob um ângulo visual 2α . A Figura 4 ilustra essa situação.

Figura 3: Trajetória do barco.



Fonte: ENEM 2011

Esta questão obteve somente 32% de acertos, o menor índice, combinado com o segundo maior percentual de respostas deixadas em branco (31%), o que sugere que a orientação de deixar em branco aquilo que não soubesse, foi, de certa forma, seguida. Ao comparar o grau de dificuldade desta questão com a de número 1, percebe-se que aquela era muito mais fácil, mas, ainda assim, aquela teve um número de respostas em branco menor que essa, sugerindo que o temor da falta de tempo ou o receio em desenhar na prova tenham sido os motivos prováveis para não responderem à questão.

A questão de número 8 (Quadro 7), uma matriz do tipo Raven, aborda raciocínio espacial e é muito utilizada em testes vocacionais como avaliadora da inteligência fluida. Foi, dentre as de habilidades, a com menor índice de acertos (38%), ficando entre as entre as 5 questões que tiveram pior desempenho entre os alunos respondentes.

Quadro 7: Questão 8.

Questão elaborada pela pesquisadora - Seguindo a lógica das linhas 1 e 2, escolha a opção que completaria a linha 3:

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |
| | | |

A)

B)

C)

D)

E) Nenhuma delas

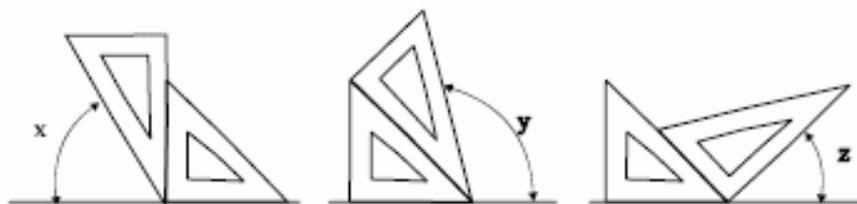
Fonte: Elaborado pelas autoras.

A questão de número 10 (Quadro 8), com 45% de acertos e 20% de respostas em branco, traz um assunto de extrema relevância para as disciplinas de GD, posto que evidencia o conhecimento ou não dos instrumentos de desenho, esquadros, bem como a operação com ângulos internos de triângulos e a própria identificação do ângulo reto. Em diversas questões de física, por exemplo, estes conhecimentos podem auxiliar ou mesmo definir o resultado do problema.

O fato de menos de 50% dos alunos acertarem a questão descrita acima, pode indicar tanto o desconhecimento de ângulos quanto o fato de muitos alunos não terem conhecimentos de geometria suficientemente estabelecidos. Assim, a coleta de dados indicou várias pendências e lacunas que devem ser abordadas nas disciplinas formativas de GD e DT. Isto configura-se mais um desafio aos professores, que deve estar na pauta das discussões sobre estratégias de ensino-aprendizagem, mas também pode representar uma oportunidade de desenvolvermos avaliações regulares sobre nossos calouros e verificarmos a efetividade da condução das nossas atividades.

Quadro 8: Questão 10.

Ao posicionar da maneira abaixo os dois esquadros, Pedro conseguiu obter os seguintes ângulos em x, y e z, respectivamente.



Esquadros de desenho

- A) $60^\circ, 95^\circ$ e 45° B) $45^\circ, 105^\circ$ e 60° C) $45^\circ, 105^\circ$ e 45° D) $60^\circ, 105^\circ$ e 45° E) $45^\circ, 75^\circ$ e 30°

Fonte: Desenhos elaborados pela autora

7. Considerações Finais

Em uma instituição de ensino superior deseja-se excelência na formação de profissionais, isto nos impõe constante aprimoramento na escolha dos conteúdos e métodos de ensino. A sociedade se altera e a universidade tem o papel de não apenas se adequar a ela, mas ser o agente propulsor desta evolução. Por outro lado, os alunos são parte importante neste cenário, e cada vez mais é necessário seu protagonismo. Neste sentido, há algum tempo identifica-se uma apreensão por parte do aluno que chega à universidade, muitas desistências nas disciplinas e até mesmo no curso. Certamente são muitos os motivos que levam um aluno à evasão escolar, alguns deles até salutares, quando fruto da reflexão de que aquela não é a profissão que desejam ter no futuro. Contudo, sabe-se que o envolvimento dos estudantes no curso e a relação pedagógica são os fatores mais relevantes nas decisões de permanência ou não do estudante, ainda que aquele não tenha sido sua primeira opção no vestibular.

Em paralelo, ouve-se muitas reclamações dos professores quanto ao baixo rendimento dos alunos em sala de aula, motivado, no caso das disciplinas de DT e GD, pela falta de conhecimentos básicos de Geometria. Percebe-se carência de segurança em conceitos considerados básicos como paralelismo, perpendicularismo e tangência, e isso pode dificultar até mesmo a comunicação em sala de aula, já que a linguagem falada pelo professor não encontra suporte de entendimento espacial por parte do aluno. O que fazer nessas circunstâncias? Nossa experiência de mais de 25 anos de atuação em projeto paisagístico e docência, lecionando nas disciplinas de GD e DT, mostra o quanto alguns alunos têm dificuldades que antecedem aquilo que é visto na disciplina, não reconhecendo símbolos, ou não reconhecendo espacialmente relações como paralelismo, perpendicularismo, tangência, não identificando proporções equivalentes, ou mesmo ao fazer cálculo de área, no computador, usando o comando *list*, não notar que, se está trabalhando com medidas em centímetro, precisa-se descontar casas decimais, encontrando medidas improváveis de área e de volume.

Ou seja, percebe-se entre os alunos e entre os estagiários (em geral estudantes de arquitetura e engenharia), muitas dificuldades em conhecimentos geométricos que comprometem sua percepção e seu raciocínio espacial. Dentro dessa pesquisa, as dificuldades mencionadas foram corroboradas nas entrevistas feitas com profissionais e com professores de projeto, com menor intensidade, e foi reconhecida a responsabilidade por estes saberes

nas disciplinas de desenho.

Estas dificuldades trazem a necessidade de estabelecer um diagnóstico dos calouros que chegam aos cursos que atuam em projeto, tais como engenharia, arquitetura e design. Refletindo sobre este processo surge a questão de como identificar lacunas com um questionário de apenas 11 questões? Por mais que se tenha estabelecido uma estratégia científica, com revisão de bibliografia, entrevistas estruturadas com profissionais e professores, questionário piloto e questionário final, o assunto não se esgota em um único levantamento. Chegou-se a resultados importantes, mas sabe-se que talvez o mais significativo seja a adoção de uma política de avaliação diagnóstica periódica no Departamento.

Aplicar questionários nos alunos com este objetivo são tão raros que até causa um certo constrangimento para o professor pesquisador que deseje fazê-lo, caso precise ocupar parte das aulas de outro colega. Só que sem essa avaliação constante e ampla no sentido de que vários professores contribuam com perguntas que investiguem conceitos essenciais em suas disciplinas, a pesquisa torna-se restrita, pois somente é válida na sequência, quando, em pelo menos 5 avaliações, os resultados mantiveram-se constantes.

Na análise do questionário uma das informações mais relevantes foi a pouca consciência que o aluno tem do que sabe ou do que não sabe. Porque não houve uma correlação direta expressiva entre os acertos daqueles que acharam a prova fácil. Mesmo entre eles houve quem tenha tido uma baixa pontuação. O mesmo ocorrendo com aquele aluno que achou a prova difícil, onde apareceram pontuações altas.

A escolha das perguntas, dando peso igual às de conteúdo que de habilidades, mostrou-se eficiente para a análise, porque esses dois construtos estarão sempre atuando juntos na resolução de problemas e aqui não se tratava de estabelecer uma nota para o aluno. O que se desejava era fazer um diagnóstico, conhecê-lo melhor. E este objetivo foi alcançado.

Fazer um teste piloto ajudou principalmente a concluir pelo não uso de questionário virtual – o índice de respostas foi muito baixo, prejudicando a validade da mostra. Da mesma forma, questionários com este intuito precisam ser feitos no primeiro ou segundo dia de aula, para que não haja comprometimento das respostas. Embora os percentuais de erros possam impressionar, o que mais nos interessa é saber onde o aluno tem dificuldade e não o quanto.

A diversidade de conhecimentos dos alunos alia-se ao surgimento de inúmeras possibilidades tecnológicas que podem proporcionar estratégias diferenciadas de ensino, antes não imaginadas ou menos acessíveis. Plataformas disponíveis como o Moodle, possibilitam ao professor preparar para o aluno um atendimento individualizado, sem que isso signifique aumento da carga horária das disciplinas, ou onere o professor. Esse atendimento pode se dar de forma remota, abordando justamente conhecimentos e habilidades nas quais o aluno tenha mais dificuldade.

Esses ambientes virtuais de aprendizagem, que acabaram por se popularizar na pandemia, tanto podem ser utilizados como repositório do material teórico como espaço de proposição de atividades, que, ocorrendo paralelamente às aulas presenciais, complementam a formação do aluno. Mas para isto é preciso que estas dificuldades sejam identificadas, e isto somente pode ocorrer com a adoção sistemática de elaboração de diagnósticos do aluno calouro.

Os resultados finais desta pesquisa verificando a condição inicial do aluno, este diagnóstico, foi apresentado para o Chefe do Departamento de Design e Expressão Gráfica da UFRGS, no final de 2021. Este logo identificou a necessidade de que pesquisas como essa

passem a ser rotina no departamento, habituando assim, tanto alunos a responder, em seu papel de agente construtor ativo de sua formação, quanto professores, no papel de identificadores dos conceitos necessários para embasar aqueles conteúdos que serão cobrados do aluno, tornando eficaz sua missão de educador. Quanto mais professores se engajarem neste propósito, colaborando com perguntas, mais significativa a abordagem se tornará, mais eficaz será o diagnóstico e mais se poderá acertar na adoção de metodologias de ensino eficazes.

Referências

CHO, Ji Young An investigation of design studio performance in relation to creativity, spatial ability, and visual cognitive style. **Thinking Skills and Creativity**, Amsterdam, v. 23, p. 67-78, May 2017.

CRESPO, Antonio Arnot. **Estatística fácil**. 19. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

FLORIO, W. Modelagem paramétrica, criatividade e projeto: duas experiências com estudantes de arquitetura. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 43-66, 2011.

HILDEBRAND, Hermes Renato. Uma arte de raciocinar. **Revista Acadêmica de Pós-Graduação da Faculdade Cásper Líbero**, São Paulo, v. 5, n. 9-10, p. 1-24, 2010. Disponível em: http://www.hrenatoh.net/curso/textos/arte_imagens_casper_03.pdf. Acesso em: 15 nov. 2021.

JAPUR, Lea. **Habilidades espaciais e entendimento geométrico dos calouros na Engenharia: um diagnóstico necessário**. 194 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Design, Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

LATERZA, L. B. M. Impacto da computação gráfica no ensino de desenho. In: GRAPHICA, 91., Brasília, DF. **Anais [...]** Brasília, DF: Abpgddt, 1991. Não paginado

LOHMAN, Davd. Complex information processing and intelligence. In: R. J. Sternberg (ed.). **Handbook of intelligence**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. p. 285–340.

METRAGLIA, Riccardo; BARONIO, Gabriele; VILLA, Valerio. Issues in learning engineering graphics fundamentals: shall we blame CAD? In: International Conference on Engineering Design (ICED 15), 20., 2015, Milão. **Proceedings [...]** Design Society: Glasgow, 2015. p. 31-40.

NASCIMENTO, Monalisa Muniz M., & RUEDA, Fabian Javier Marin (2014). Estudo da estrutura interna do Teste de Inteligência – TI. **Psico -USF**, 19(2), p. 307-316. Agosto de 2014

PANISSON, Eliane. **Gaspard Monge e a sistematização da representação na arquitetura**. 2007. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura, Design e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007

PEIXOTO, Virgílio Vieira. **Estimulando a visão espacial em desenho técnico**. 2004. Dissertação (Mestrado) – Programa de pós graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

PIRES, R. W. **Proposta de framework para inovação no ensino de Desenho Técnico instrumentado nos cursos de formação profissional em nível superior**. 2019. Tese (Doutorado em Design) – Programa de Pós Graduação em Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

PRIETO, Geraldo; VELASCO, Angela. D. Predicting academic success of engineering students in technical drawing from visualization test scores. **Journal for Geometry and Graphics**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 99-109, 2002.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2.ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SENNA, Carlos Eduardo; MEDEIROS, Ivan Luiz de; SALINES, Paola Santos. Constatação do ensino do sketching nos cursos de graduação em Design de Produto. **Educação Gráfica**, (Bauru), v. 25, n. 2, p.7-23. Agosto de 2021