

APRENDIZADO BASEADO EM PROBLEMAS PARA TREINAMENTO DA INTELIGÊNCIA ESPACIAL NUM CURSO DE ENGENHARIA

Jorge Juárez Trujillo¹, Caio Rezende Martins², Lunna Cardoso Ferreira³, Denise Hirayama⁴,
Letícia Vitorazi⁵

Resumo:

Estudos mostram o vínculo da inteligência espacial com o sucesso nas áreas exatas, destacando a necessidade de desenvolvê-la desde os estágios escolares iniciais. Considera-se que as metodologias ativas são uma abordagem conveniente para obter essa habilidade, incentivando a criatividade para resolver problemas aplicando conhecimentos teóricos. Reportamos a experiência de um projeto de monitoria que implementou a Aprendizagem Baseada em Problemas na disciplina de Expressão Gráfica, utilizando impressão 3D de peças complexas. A metodologia envolveu a análise tátil e visual das peças, seguida de transmissão verbal das informações para sua construção mental e gráfica com projeções padrão. Os resultados demonstraram um alto nível de engajamento dos alunos que reportaram sentir um forte estímulo da inteligência espacial. Por tanto, a estratégia mostrou-se eficiente para treinar essa capacidade. Por outra parte, recomenda-se avaliar os currículos escolares nos níveis fundamental e médio para incorporar disciplinas relacionadas à competência.

Palavras-chave: Inteligência Espacial. Expressão Gráfica. Aprendizado baseado em problemas. Impressão 3D.



Recebido em: 21/03/2024

Aceito em: 01/05/2024

Publicado em: 20/12/2024

1 Professor do departamento de Engenharia Metalúrgica e Materiais - VMT; Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda/UFF

2 Monitor da disciplina de Expressão Gráfica, Graduando de Engenharia Mecânica - VEM; Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda/UFF

3 Monitora da disciplina de Expressão Gráfica, Graduanda de Engenharia de Materiais - VMT; Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda /UFF

4 Professora do departamento de Engenharia Metalúrgica e Materiais - VMT; Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda/UFF

5 Professora do departamento de Engenharia Metalúrgica e Materiais - VMT; Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda/UFF

Introdução

Os cursos de engenharia em todo o mundo devem garantir uma habilidade que distingue o fazer técnico: a inteligência espacial, SI (Spatial Intelligence) (Gómez-Tone et al., 2020). Pesquisas mostram persistentemente a correlação entre a SI e o sucesso nas áreas STEM (Science Technology Engineering Mathematics) (Uttal et al., 2013). Um estudo realizado ao longo de um intervalo de 50 anos confirmou que alunos com boa aquisição dessa habilidade tendem a ter sucesso nas profissões STEM (Wai et al., 2009). No Brasil, as Diretrizes Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia, conforme delineadas no capítulo II, Artigo 4º, inciso V da resolução recente de 24 de abril de 2019, destacam a importância dessa competência (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2019).

Desenvolver inteligência espacial não é tarefa simples, envolve habilidades como visualização tridimensional e comunicação de ideias abstratas no espaço. No entanto, é possível desenvolvê-la por meio de treinamento, como destacado por (Khine, 2017). Nesse sentido, é importante que os alunos pratiquem com exercícios repetidas vezes até demonstrarem a aquisição dessa competência. Os exercícios devem ser didáticos e envolventes, a fim de motivar os alunos e facilitar a resolução de problemas com gradativo nível de complexidade.

Uma abordagem eficaz para engajar os alunos no desenvolvimento da inteligência espacial é por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas, (PrBL - Problem Based Learning). Esta metodologia desafia os alunos a resolver problemas práticos, estimulando-os a aplicar conhecimento teórico recentemente adquirido de forma criativa. Além de contribuir significativamente para o aprimoramento da inteligência espacial, mantém também o interesse na disciplina.

Este artigo apresenta experiências de monitoria com o objetivo principal de aprimorar eficientemente a inteligência espacial dos discentes. Para alcançar esse propósito, desenvolveu-se o projeto de ensino intitulado "Impressão 3D de peças complexas no ensino de projeção ortogonal", que emprega metodologias ativas como a PrBL. Essa abordagem visa destacar a importância da expressão gráfica padronizada e motivar os alunos a aprimorar sua inteligência espacial (Ribeiro; Mizukami, 2004).

Metodologia

A Aprendizagem Baseada em Problemas foi aplicada em turmas da disciplina Expressão Gráfica da Escola de Engenharia Metalúrgica de Volta Redonda (EEIMVR) durante os períodos de 2022.2 até 2023.2. A descrição do problema foi "Utilize seus recursos cognitivos para projetar graficamente uma ideia mental transmitida somente com linguagem verbal".

Para realizar a prática os alunos foram divididos em duas equipes separadas em locais distintos. Cada equipe recebeu diferentes peças complexas impressas em 3D, obtidas de épuras dos livros didáticos da disciplina (French; Verc, 1978; Príncipe Junior, 1983) evitando qualquer visualização das peças da outra equipe. A metodologia consistiu nas seguintes etapas:

1. Analisar uma peça impressa em 3D através dos sentidos da visão e do tato, para obter informações espaciais relativas às dimensões, formas, superfícies e acabamentos, utilizando ferramentas de desenho técnico como régua para aperfeiçoar a descrição da peça;
2. Gerar uma descrição detalhada da peça utilizando unicamente linguagem verbal;

3. Transmitir as informações de forma oral/escrita para um interlocutor que nunca viu a peça;
4. O interlocutor, com essas informações verbais, irá interpretar e realizar uma representação gráfica, i.e., o desenho das projeções ortogonais e isométricas. Pode ser a mão livre, com ferramentas tradicionais, ou CAD (computer aided design);
5. Avaliar os resultados em relação ao grau de exatidão entre a peça original e a peça reproduzida graficamente;
6. Discutir sobre o valor e a necessidade da expressão gráfica padronizada e obter conclusões da experiência.

As peças fornecidas aos alunos para a atividade foram produzidas pelos alunos monitores utilizando CAD e impressão 3D utilizando um processo de manufatura aditiva por filamento de polímeros (Figura 1), tornando-as 'palpáveis' para análise.

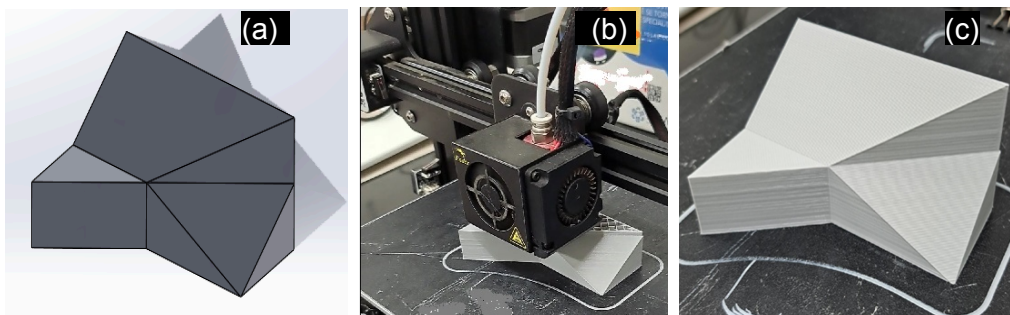


Figura 1: (a) Modelo 3D em CAD. (b) Manufatura aditiva. (c) Impressão 3D.

Fonte: Autoria própria.

Os alunos de cada período foram consultados para avaliar o grau de estímulo da inteligência espacial, utilizando uma escala de 0 a 10 como referência. Esse processo permitiu uma análise abrangente do impacto das atividades no desenvolvimento dessa habilidade ao longo da disciplina.

Resultados e Discussão

Na percepção dos monitores, as equipes demonstraram grande empenho para transmitir e interpretar as informações verbais. Como pode ser visto na Figura 2, os alunos desenharam a mão livre sua interpretação gráfica, através das dimensões principais (Frontal, Lateral, Superior), para criar a projeção isométrica, utilizando as metodologias de desenho técnico aprendidas no curso até esse momento.



Figura 2. Equipes: (a) Apreciando e descrevendo. (b) Interpretando e desenhando.

Durante a troca das produções gráficas e das peças entre os grupos, a análise dos monitores identificou incongruências e lacunas nos relatos fornecidos, apesar do uso extensivo de mensagens de texto e áudio pelos alunos para descrever as peças.

A impossibilidade de traduzir a representação gráfica de peças complexas para uma linguagem verbal já era esperada. Esse problema é abordado na literatura como um aspecto intrínseco da área. De fato, alguns tipos de informação ou problemas somente podem ser resolvidos graficamente (French; Vierc, 1978).

Ao apresentar aos alunos as peças reais que deveriam ser representadas, eles notaram que as lacunas de informação provenientes da comunicação verbal foram preenchidas com suas próprias interpretações, a fim de completar a representação gráfica das peças. Essa reflexão proporcionou aos alunos uma experiência tangível, que evidenciou a impossibilidade "real" do desafio.

Para encerrar a Aprendizagem Baseada em Problemas (PrBL), todos os alunos participaram de uma discussão abordando os desafios enfrentados durante o exercício. Durante essa conversa, os alunos expressaram as dificuldades enfrentadas e a importância dos tempos disponibilizados para cada etapa, mostrando a necessidade de implementar um controle rigoroso do tempo para a execução da atividade. Por outro lado, os alunos reconheceram o valor insubstituível da Expressão Gráfica padronizada, destacando as dificuldades para interpretar informações verbais e traduzi-las em uma representação gráfica.

Adicionalmente, foi feito um estudo do impacto da Aprendizagem Baseada em Problemas no desenvolvimento da inteligência espacial durante os períodos de 2022.2 até 2023.2 com base na percepção dos alunos, conforme descrito na Figura 3.

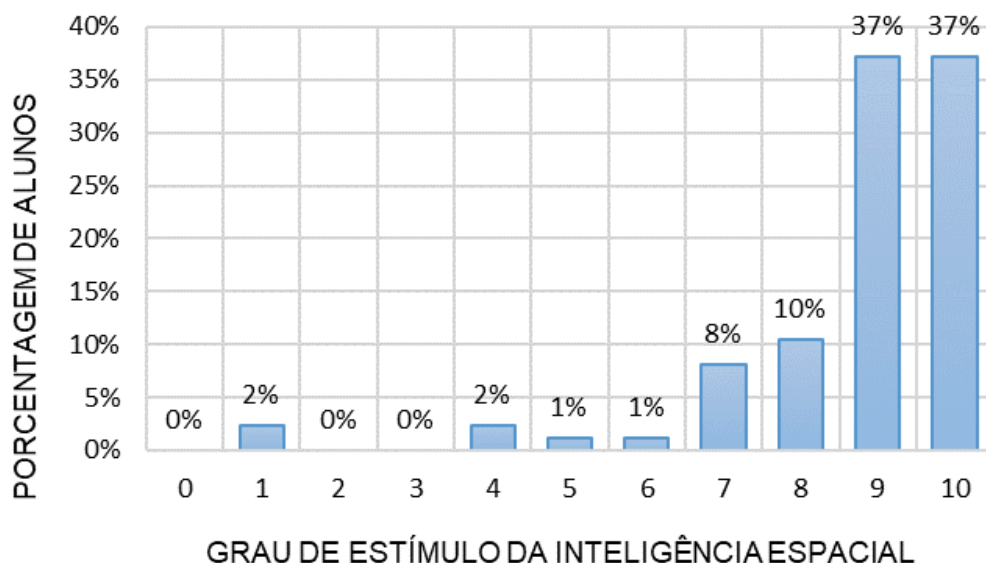


Figura 3: Percepção do grau de estímulo da inteligência espacial. Média de todos os alunos de todas as turmas.

Fonte: Autoria própria.

Considerando que um alto estímulo da inteligência espacial seria um valor superior a 8 na escala, observa-se que 84% dos alunos indicaram que sua inteligência espacial foi fortemente estimulada. Assim, essa análise proporcionou insights valiosos sobre o progresso dos alunos nessa habilidade. A experiência também mostrou que seria conveniente aplicar a metodologia PrBL proposta pelo menos duas vezes durante o período. Uma vez no início do curso, para demonstrar a "impossibilidade" da criação gráfica com a transmissão de informações verbais unicamente. E outra vez no final do curso, apresentando uma peça ainda mais complexa, mas desta vez transmitindo as informações com linguagem gráfica padronizada (projeções ortogonais) para que os alunos resolvessem sua projeção isométrica em CAD. A segunda aplicação poderia ser utilizada como complemento da avaliação do aprendizado.

Conclusões

A importância da inteligência espacial para o avanço tecnológico de uma nação que busca manter sua independência em um mundo cada vez mais competitivo é inegável. É fundamental garantir a obtenção dessa habilidade nos cursos de ensino superior por meio de metodologias que contribuam ao desenvolvimento de recurso humano com competências para gerar inovação contínua no país.

O uso da metodologia PrBL na disciplina de Expressão Gráfica possibilitou um estímulo eficaz da inteligência espacial, garantindo um engajamento satisfatório e uma motivação contínua por parte dos alunos. O reconhecimento da relevância das representações gráficas e a colaboração em grupo serviram como impulsionadores para manter os alunos envolvidos na atividade.

Os alunos reconheceram que a metodologia PrBL proporcionou um estímulo eficaz da inteligência espacial. Esse feedback destaca a relevância de manter a aplicação dessa metodologia para garantir o desenvolvimento dessa habilidade. No entanto, é essencial ressaltar que a aplicação desta metodologia exige um controle rigoroso do tempo para

garantir sua execução adequada. Além disso, é recomendável que a metodologia PrBL seja utilizada duas vezes durante o período: uma para conscientização dos alunos e outra para avaliar a obtenção da competência.

Apesar dos esforços dedicados à aquisição dessa habilidade no curso de engenharia por meio de metodologias ativas, o tempo destinado às disciplinas relacionadas à inteligência espacial é limitado, o que dificulta alcançar seu pleno desenvolvimento, principalmente para alunos que não foram estimulados previamente nessa habilidade. Por tanto, seria benéfico que as diretrizes nacionais do ensino fundamental e médio considerassem atividades e disciplinas como desenho técnico em suas grades curriculares, para fornecer o início da construção da inteligência espacial em tenra idade e potencializar seus benefícios na idade madura.

Referências

FRENCH, Thomas Ewing; VIERC, Charles J.. *Graphic Science: Engineering Drawing, Descriptive Geometry, Graphical Solutions*. McGraw-Hill Book Company, 1978.

GÓMEZ-TONE, Hugo C.; MARTIN-GUTIERREZ, Jorge; VALENCIA-ANCI, Betty K; MORA LUIS, Carlos Luis. International Comparative Pilot Study of Spatial Skill Development in Engineering Students through Autonomous Augmented Reality-Based Training. *Symmetry*, [S.l.], v. 12, n. 1401, 2020.

KHINE, Myint. *Visual-spatial ability in STEM education: Transforming research into practice*. Cham: Springer, [S.l.], 2017.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. *Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 abr. 2019. Seção 1, p. 43.*

PRINCIPE JUNIOR, Alfredo dos Reis. *Noções De Geometria Descritiva*, v.1. Nobel, 1983.

RIBEIRO, Luis Roberto; MIZUKAMI, Maria Da Graca Nicoletti. A pbl na universidade de newcastle: um modelo para o ensino de engenharia no brasil? *Olhar de Professor*, v. 7, 133-146 p., 2004.

UTTAL, David. H.; MILLER, David. I.; NEWCOMBE, Norah. S. Exploring and Enhancing Spatial Thinking: Links to Achievement in Science, Technology, Engineering, and Mathematics. *Current Directions in Psychological Science*, [S.l.] v. 22, n.5, 367-373 p., 2013.

WAI, Jonathan; LUBINSKI, David; BENBOW, Camilla P. Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, [S.l.], v. 101, n. 4, 817-835 p., 2009.