

CRIATIVIDADE NO ENSINO DE METODOLOGIA DE PROJETO NOS CURSOS DE ENGENHARIA

Fernanda Carretta, fernandacarretta@gmail.com¹

Adriana Yumi Sato Duarte, adriana.duarte@ceunsp.edu.br²

Ludmila Corrêa de Alkmin e Silva, ludmila@fem.unicamp.br¹

Franco Giuseppe Dedini, dedini@fem.unicamp.br¹

¹Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Laboratório de Sistemas Integrados (LabSin), Rua Mendeleyev, 200 – Cidade Universitária “Zeferino Vaz” – Campinas/SP, Brasil. CEP: 13083-860.

²Centro Universitário Nossa Senhora do Patrocínio (CEUNSP), Praça Antônio Vieira Tavares, 73 – Centro – Salto/SP, Brasil. CEP: 13320219

Resumo: Existe uma oportunidade de melhoria no desenvolvimento da criatividade em cursos de engenharia em uma abordagem que atenda ao perfil dos alunos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a dificuldade dos alunos de engenharia em proporem ideias espontâneas e criativas para a solução de problemas. Foram analisados os resultados de um exercício de Brainstorming aplicado em cursos de engenharia, após uma aula sobre criatividade. O critério de avaliação foi a proporção de ideias viáveis, promissoras e absurdas resultantes do exercício e classificadas pelos próprios alunos. O fluxo de pensamento estimulado pela ferramenta permite que ideias implausíveis estimulem novos caminhos e que, estes, originem soluções lógicas, aplicáveis e inéditas no projeto. Após a análise dos resultados do exercício foi verificada uma limitação dos alunos em proporem ideias implausíveis para a solução de problemas, mesmo que o objetivo tenha sido gerar um número elevado de ideias. Este fato pode ter sido causado pelo julgamento das ideias que aparentemente ocorreu equivocadamente de forma simultânea ao processo de geração de ideias. As habilidades de julgamento são incentivadas na maioria das atividades na educação, o que contribui para a diminuição da criatividade do estudante à medida que sua idade avança. O resultado desta análise pode contribuir para o desenvolvimento de uma proposta de abordagem da criatividade em sala de aula, direcionada para o perfil dos estudantes de engenharia.

Palavras-chave: processos criativos, ferramentas de criatividade, brainstorming

1 INTRODUÇÃO

A engenharia do produto é um elemento crítico na educação de engenharia e uma competência que os alunos precisam adquirir (Atman et al., 2007). A disciplina de projetos envolve várias áreas de conhecimento com o foco de na solução de problemas através de uma sequência de atividades, eventos ou fases. Segundo Norton (2003) o projeto de engenharia consiste no processo de aplicar várias técnicas e princípios científicos a fim de definir um dispositivo, processo ou sistema detalhado suficientemente para permitir sua realização. Ainda segundo o autor, o processo de criação em um projeto é a fase mais satisfatória, mas, também, a mais difícil para quem está projetando.

Dedini e Cavalca (2000) defendem que o processo de projeto é, essencialmente, um exercício de aplicação da criatividade. Para Borgeous-Bougrine et al. (2017) a criatividade tornou-se uma habilidade essencial para engenheiros, e deve ser trabalhada como parte de sua formação básica. Portanto, considerando que a criatividade é um tema importante no desenvolvimento de produtos, maneiras de se promover a criatividade estão sendo vastamente estudadas e aplicadas desde o estabelecimento de sua definição padrão, proposta por Stein (1953) e Barron (1955), e em estudos mais recentes como Hsiao e Chou (2004), Runco e Jaeger (2012), Pereira e Jung (2014), Diedrich et al. (2015), Acar, Burnett e Cabra (2017).

A criatividade está fortemente relacionada à combinação inesperada de informações conhecidas. As novas ideias, mesmo que absurdas ou irrealizáveis, são capazes de promover a imaginação nos participantes, que as alteram, corrigem, melhoram, adaptam e superam (Souza; Corrêa, 1985).

Em análise pedagógica dos cursos de engenharia foi identificada uma oportunidade de crescimento no desenvolvimento de habilidades criativas dos alunos (Dym et al., 2005). Uma pesquisa sobre os bloqueios de criatividade com acadêmicos de engenharia revelou que é possível influenciar, positivamente ou não, os processos criativos e inovadores nos alunos (Pereira; Jung, 2014).

Pesquisas indicam que a criatividade diminui com o avanço da idade à medida que o julgamento aumenta gradativamente. Este fato é provocado principalmente pela educação, em que as habilidades de julgamento são estimuladas na maioria das atividades. Outros fatores também interferem no desenvolvimento do julgamento em detrimento à criatividade, como a experiência do indivíduo, sua timidez e desânimo próprio (Osborn, 1975).

Portanto, é uma necessidade fundamental no ensino de engenharia motivar os alunos a desenvolverem suas habilidades criativas e fazer com que se tornem mais conscientes de seu próprio processo criativo (Daly; Mosyjowski; Seifert, 2014; Dym et al., 2005).

Neste contexto, o objetivo principal deste trabalho foi avaliar a dificuldade dos alunos de cursos superiores de engenharia em propor ideias implausíveis para a solução de problemas.

O escopo deste artigo compreendeu uma análise de um exercício de criatividade aplicado em sala de aula, durante programa de estágio docente, na disciplina de Projeto de Sistemas Mecatrônicos da Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp. Embora a análise contemple apenas os resultados de uma turma, o grupo de trabalho é composto por diversos professores e pesquisadores vinculados diretamente ou indiretamente ao Laboratório de Sistemas Integrados. Tendo como um dos coordenadores o prof^o. F. G. Dedini, o laboratório tem tradição e capacitação no estudo e desenvolvimento de ferramentas para engenharia e um histórico de atuação em problemas relacionados a metodologias de projeto. Logo, as ferramentas de criatividade têm sido aplicadas na metodologia de projetos há mais de vinte anos para turmas de engenharia, conforme apresentado no trabalho de Dedini e Cavalca (1993). A turma em questão foi selecionada por representar o comportamento típico de estudantes de engenharia que estão cursando o último período do curso: já apresentam os conhecimentos relativos de engenharia devidamente assimilados e desenvolvidos.

O laboratório de criatividade consistiu na apresentação aos estudantes de um problema ao qual deveriam propor soluções utilizando umas das ferramentas apresentadas, neste caso através da ferramenta de criatividade Brainstorming. A aplicação da ferramenta em sala de aula teve como propósito exercitar o pensamento criativo nos estudantes, após abordagem dos conceitos de criatividade em aulas expositivas sobre Processos Criativos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Criatividade

A definição da criatividade sempre foi um pouco controversa. Embora já se tenha acreditado que a criatividade não fosse possível de ser definida com precisão por ser demasiadamente intangível (Torrance, 1988 *apud* Acar, Burnett e Cabra, 2017), alguns autores tem adotado uma definição padrão, em que a criatividade é constituída pelos fatores originalidade e utilidade. Runco e Jaeger (2012) enfatizam que esta definição padrão foi originada por Barron (1955) e Stein (1953), embora já se tenha ouvido que a criatividade requer estes dois fatores em publicações anteriores a 1900.

O fator originalidade é o termo sintetizado de características como a novidade, a infrequência ou aquilo que é incomum. Já o fator utilidade está relacionado ao valor, à eficácia, à adaptabilidade ou à adequação (Acar; Burnett; Cabra, 2017). Embora ambos os fatores da criatividade costumassem ser considerados com igual importância, em estudo realizado por Diedrich et al. (2015) foi testada a utilidade desta definição na avaliação de ideias. Os autores observaram que os fatores originalidade e utilidade podem não ser igualmente importantes para explicar a criatividade de um produto, concluindo que o primeiro fator domina o segundo.

Assim como Diedrich et al. (2015), Acar, Burnett e Cabra (2017) também concluíram que a originalidade é mais importante para a criatividade do que a utilidade. No estudo realizado através de análise empírica os autores ainda adicionaram outros dois fatores - surpresa e estética - também comumente utilizados na definição de criatividade - com base, além da definição proposta por Barron (1955) e Stein (1953), nas definições do escritório de patentes dos EUA e o Modelo de Análise do Produto Criativo. Mesmo analisando quatro fatores ao invés de apenas dois, Acar, Burnett e Cabra concluíram que a originalidade é o fator correlato mais forte com a criatividade.

Barron (1955) define uma ideia original como uma resposta incomum na amostra em estudo e, ao mesmo tempo, adequada às demandas realistas das situações problemáticas. Ou seja, em primeiro lugar, o grau de originalidade deve ser medido em relação ao usual, ou seja, especificado em termos de incidência. E, como segundo critério para ser considerada original, a ideia deve ser adaptável à realidade. Este segundo parâmetro destina-se a excluir as respostas incomuns que são apenas aleatórias ou decorrentes da ignorância ou ilusão.

A originalidade é absolutamente necessária à criatividade. O termo novidade também é utilizado na definição criatividade. Se algo não é incomum, novo ou único, não é original e, portanto, não é criativo (Runco; Jaeger, 2012). Barron (1955) já defendia que a originalidade é quase natural em pessoas que elaboram uma visão realmente singular. Para estas pessoas, as respostas originais revelam-se regularmente, enquanto que outras pessoas dificilmente se afastam de ideias estereotipadas e convencionais.

O estudo de Barron (1955) buscou identificar os indivíduos que pensam de maneira relativamente mais ou menos original e comparar o estilo de vida de pessoas com estas duas características opostas. “A originalidade está relacionada à independência do julgamento, complexidade pessoal e preferência pela complexidade nos fenômenos, à autoafirmação e ao domínio e, finalmente, à rejeição da supressão como mecanismo de controle do impulso.” (Barron, 1955). Barron também descobriu que a originalidade está presente em indivíduos que também apresentam traços de rebeldia, desordem e exibicionismo. Indivíduos criativos são abertos à mudança e relatam, inclusive, que sua personalidade mudou na época da faculdade (Helson; Roberts; Agronick, 1995).

Li et al. (2007) argumentam que o estilo de pensar de uma pessoa é o fator mais determinante para o pensamento criativo. Ao mostrar a relação entre conhecimento e criatividade, defendem que o conhecimento pode ser um fator positivo ou negativo para a criatividade, dependendo do estilo de pensamento da pessoa. Esta relação pode ser observada na Fig. 1, que mostra que com o aumento do conhecimento a criatividade também aumentará. Porém, se o conhecimento continua a aumentar, a pessoa pode permanecer presa no contexto de seus conhecimentos e experiências e, devido à inércia psicológica, sua criatividade pode diminuir. Li et al. (2007) justificam que a criatividade pode contribuir para que a pessoa não permaneça estagnada pela inércia de seu próprio conhecimento, utilizando-o de forma flexível. Os autores alegam que o principal pré-requisito para a criatividade é sempre procurar novos caminhos, buscando evitar seguir seu estilo de pensamento usual.

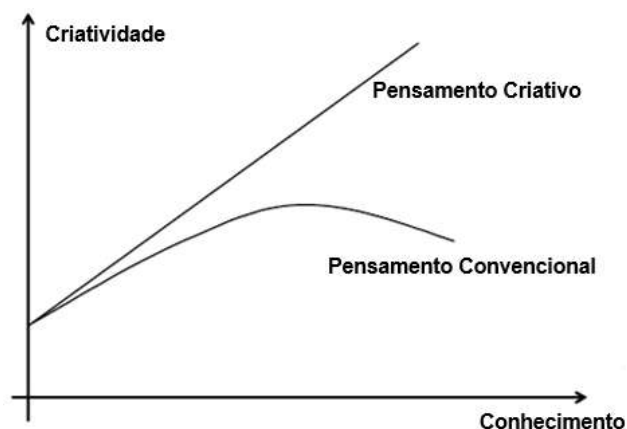


Figura 1: Relação entre criatividade e conhecimento, estilo de pensamento.

FONTE: Traduzido de Li et al. (2007).

A definição padrão de criatividade é fortalecida pela descrição do sociólogo De Masi (2000), ao argumentar que a criatividade consiste em um processo que possibilita uma entidade a ter ideias novas e fantasiosas e que, além disso, seja capaz de realizá-las. Ou seja, uma síntese entre a fantasia e a concretude. Um processo complexo que requer uma habilidade excepcional do indivíduo, para que este seja capaz de unir estas duas qualidades tão discrepantes. De Masi ainda defende a necessidade do desenvolvimento de grupos criativos para satisfazer as infinitas necessidades do mercado.

A criatividade no desenvolvimento de produtos é um fator essencial para promover uma diferenciação nos produtos que seja perceptível para os consumidores (Baxter, 2011). Segundo Baxter (2011), para promover esta diferenciação em relação aos concorrentes, é necessário que a criatividade esteja presente em todas as fases do projeto.

A criatividade tratada como ferramenta exerce um papel importante no desenvolvimento de novos produtos. (Hsiao; Chou, 2004). Rozenfeld et al. (2006), apresentam alguns métodos de criatividade apenas no projeto conceitual de seu modelo de metodologia de projeto. Eles são apresentados como ferramentas de auxílio à busca de ideias para os princípios de solução que atendam às funções de projeto. As ferramentas de criatividade fornecem novas formas de compreensão de todas as partes de um problema, direcionando o encontro com soluções inovadoras, além de entusiasmar a equipe no processo de criação (Cordeiro, 2016). Diversas ferramentas de criatividade têm sido apresentadas em sala de aula, nas disciplinas de projetos, nos últimos anos. Estas ferramentas são classificadas em métodos intuitivos-criativos e em métodos discursivos. Entre as ferramentas que são frequentemente utilizadas de maneira prática nas disciplinas podem-se destacar, em métodos intuitivos-criativos, o Brainstorming e o Método 6.3.5 e, em métodos discursivos, o Mapa Mental, o Mapa Conceitual e o Quadro Morfológico.

Ferramentas estruturadas e racionais podem auxiliar os alunos nas fases iniciais do desenvolvimento de um produto. Mas, uma abordagem demasiadamente restrita e disciplinada pode contribuir negativamente com seu desempenho. Por este motivo é importante o entendimento das ferramentas de criatividade por parte dos graduandos para que possam utilizar estas ferramentas de forma adequada e criteriosa no processo de desenvolvimento, afim de maximizar os benefícios destes métodos (Li et al., 2007).

A ferramenta de criatividade Brainstorming foi selecionada para ser estudada neste trabalho por ser a ferramenta menos estruturada entre as ferramentas expostas na disciplina. Por ser fundamentado na livre associação e no livre fluxo de pensamento, o Brainstorming é uma atividade que requer o desenvolvimento de habilidades mais incomuns para alunos de engenharia.

2.2 Brainstorming

O Brainstorming pode ser descrito como um método para gerar turbilhão de novas ideias. A ferramenta, proposta inicialmente por Alex Osborn, proporciona condições para que um grupo de pessoas de diferentes áreas traga à tona, sem preconceitos, qualquer pensamento que lhes ocorra e que possa desencadear novas ideias nos demais participantes. O principal mecanismo deste método é o estímulo da memória e da livre associação, permitindo a combinação de ideias

que nunca foram consideradas no contexto atual ou que nunca foram permitidas para utilização na esfera do problema (Pahl et al., 2007).

O Brainstorming tem como fundamento a solução de problemas através do pensamento divergente, termo introduzido por Guilford (1967) para denominar a capacidade de solução de problemas através de um elevado número de ideias, que devem ser concebidas por meio da busca em várias áreas do conhecimento. O pensamento divergente se contrapõe ao pensamento convergente, que consiste na solução de um problema através da procura por uma única ideia que seja adequada ao problema.

Ao fornecer recomendações sobre quais métodos são adequados para aplicação prática em cada fase do desenvolvimento do produto, Pahl et al. sugerem que métodos de busca de soluções como o Brainstorming podem ser úteis nas fases de planejamento do produto e na fase conceitual, tanto para buscar os princípios da solução quanto para encontrar soluções para funções auxiliares.

Pahl et al. (2007) também defendem que a maioria das ideias geradas em uma sessão de Brainstorming não será tecnicamente ou economicamente viável. O objetivo da ferramenta é desencadear novas ideias. Uma sessão já pode ser considerada bem-sucedida apenas se a equipe conseguir algumas indicações sobre a direção a seguir em busca da solução para o projeto.

Segundo Grohman et al. (2017) a resolução de um problema envolve a tomada de muitas decisões, algumas delas com base em informações incompletas ou ambíguas. Estas questões envolvem a análise e ponderação de diversas opções, sendo que algumas delas incluem a redefinição de metas e o abandono de caminhos já iniciados em virtude de uma nova ideia ou abordagem. Consequentemente, não é surpreendente o fato que a solução de problemas em domínios bem estabelecidos não predispõe a criatividade.

A produtividade volumosa é a regra entre os chamados gênios inventivos que realizaram alguma contribuição notável. Pois, por mais que estes indivíduos evidenciem uma vida repleta de pensamentos originais, apenas algumas ideias sobrevivem e são devidamente reconhecidas em sua fama (Barron, 1955). Este fato corrobora a regra do Brainstorming de que quantidade precede qualidade sendo, inclusive, uma das premissas desta ferramenta. Quanto maior o número de ideias geradas, melhor. Não se pode esperar que as melhores ideias surgissem logo no início de uma reunião de geração de ideias. Por este princípio é importante em uma reunião de geração de ideias que se estimule o maior número possível de soluções, sempre enfatizando que a viabilidade das ideias não deve ser levada em consideração no primeiro momento.

Podemos dizer que um número elevado de soluções consideradas absurdas denota que a reunião de Brainstorming foi realizada por meio de livre fluxo pensamento, ou seja, sem supressão de ideias ou análise de sua exequibilidade no estágio de geração das mesmas.

3 METODOLOGIA

O estudo de caso para a análise de criatividade foi realizado com estudantes de uma do curso de Engenharia Mecatrônica da UNICAMP, em Campinas, SP. A amostra é composta por 31 alunos que se encontram no último período da graduação. O experimento foi aplicado durante o Programa de Estágio Docente de uma das autoras.

O método utilizado foi uma análise dos resultados de um exercício de criatividade aplicado em sala de aula, durante programa de estágio docente, na disciplina de Projeto de Sistemas Mecatrônicos. Na disciplina é adotada a metodologia de projeto proposta por Dedini (2000) *apud* Cordeiro (2016). Na metodologia adotada como referência, as os métodos de criatividade são abordados na etapa de geração de soluções alternativas. O exercício foi aplicado aos alunos após uma aula sobre o tema Processos Criativos em que foram abordados conceitos de criatividade conforme alguns autores de referência na área, como Alex F. Osborn e Eugene K. Von Fange, e apresentadas algumas diretrizes para a efetivação do processo criativo. Algumas ferramentas de criatividade foram expostas aos alunos, sendo que o foco foi direcionado às ferramentas que posteriormente seriam tratadas em exercícios como, por exemplo, o Brainstorming.

O Brainstorming foi a ferramenta de criatividade selecionada para realização da análise. Por estimular o livre fluxo pensamento (Osborn, 1975), este método foi designado por ser menos estruturado em comparação com as outras ferramentas aplicadas em exercício, na disciplina, que foram o Método 6.3.5 e o Quadro Morfológico.

A turma foi dividida em sete equipes que trabalharam independentemente, ou seja, não houve discussão das ideias entre as equipes. O problema “O que fazer com garrafas PET usadas?” foi apresentado para que fosse iniciada a busca de soluções através do Brainstorming. Durante a realização da atividade, foi estabelecido o tempo de 15 minutos para a geração de ideias. Após gerar o maior número possível de ideias para solução o problema proposto, foi solicitado aos alunos a classificação das ideias como Absurdas, Promissoras ou Viáveis. Como esta classificação por parte dos alunos é relevante para esta pesquisa, as ideias concebidas pelas equipes foram quantificadas da mesma forma em que foram listadas, ou seja, não foram analisadas a viabilidade real das soluções propostas pelos alunos. Além disso, por não haver discussão entre as equipes sobre as ideias levantadas, não foram filtradas as ideias semelhantes ou, até mesmo, idênticas apontadas por mais de uma equipe.

A análise dos resultados teve como critério a proporção de ideias absurdas com as ideias viáveis e promissoras resultantes do exercício. Apesar de não ter sido encontrado na literatura valores ideais para a proporção de ideias absurdas resultantes de uma reunião de Brainstorming, neste trabalho está sendo considerado preferível um elevado número de ideias implausíveis segundo os padrões de engenharia. Esta referência está sendo adotada, pois, segundo Osborn (1975), o objetivo da ferramenta é o estímulo à geração de um elevado número de ideias, sem necessidade de serem plausíveis, para resolver um problema de projeto. O autor também defende que o livre fluxo de pensamento

permite que as ideias absurdas estimulem novos caminhos e que, estes, originem soluções lógicas, aplicáveis e inéditas no projeto. Soluções espontâneas, repentinas, desprovidas de lógica e não sustentadas em experiências são as mais ricas (Souza; Corrêa, 1985). Por esta definição adotou-se que uma predominância de ideias absurdas resultantes de um exercício de Brainstorming é a resultante ideal da aplicação da ferramenta.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Após a aplicação do laboratório de criatividade de Brainstorming, os dados foram agrupados e analisados. As sete equipes obtiveram como resultado do Brainstorming um total de 328 ideias para solucionar o problema sobre o que fazer com garrafas PET usadas. Segundo a classificação dos próprios alunos quanto à viabilidade das soluções, 185 ideias foram consideradas viáveis, 91 promissoras e 52 absurdas. A proporção de ideias viáveis, promissoras ou absurdas está representada em gráfico na Fig. 2.

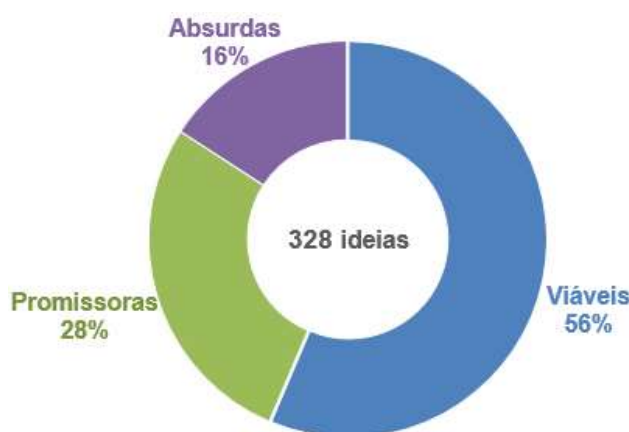


Figura 2: Proporção de soluções Viáveis, Promissoras e Absurdas.

Apenas com a verificação do gráfico é possível deduzir que os estudantes da amostra possuem certa propensão na obtenção de soluções viáveis em uma reunião de geração de ideias. Durante a realização do exercício foi observado que os alunos apresentaram certa resistência na expressão de ideias absurdas, ou seja, ideias consideradas inviáveis para os critérios que estão acostumados a lidar na engenharia. Ao conversar com os alunos, alguns deles inclusive mencionaram uma prévia seleção das ideias ao mesmo tempo em que eram geradas. Ou seja, o julgamento das ideias na fase de criação ocorreu mesmo com a ênfase, tanto na aula como antes da aplicação do exercício, de que a avaliação deve ser sucedida em outro momento, em etapa posterior à geração de ideias. Esta atitude por parte dos alunos, de afastar soluções que não são viáveis, corrobora a hipótese de que os estudantes possuem dificuldade em relatar ideias absurdas mesmo quando o objetivo é a quantidade de ideias geradas, e não a qualidade (ou viabilidade) destas ideias.

O comportamento de julgamento por parte dos alunos tem sido observado pelos professores nesta e em outras turmas anteriores. A crítica às ideias na mesma etapa em que são concebidas compromete a criatividade não apenas na redução número de ideias, mas, também, na obtenção de soluções inéditas e inovadoras para o problema. A desaprovação de ideias no momento de concepção em um Brainstorming pode provocar a inibição dos indivíduos da equipe, comprometendo ainda mais a expressão das ideias, dificultando o livre fluxo de pensamento. Osborn (1975) justifica que por mais “sem-valor” ou extremada que seja a ideia, melhor é. Uma ideia impossível deve ser aceita porque ela pode ser melhor que as já apresentadas, ou pode ser melhorada ou combinada com outras, resultando em uma ideia melhor que todas as outras. Por este motivo o autor defende que a criação e a crítica não devem ocorrer simultaneamente em uma reunião destinada a geração de ideias.

Para que uma pessoa tenha ideias criativas é necessário que ela tenha em mente que deve contribuir com o grupo com ideias originais, incomuns, novas ou únicas dentro da amostra em estudo. Ou seja, os alunos não devem se contentar apenas com ideias estereotipadas e convencionais. Um dos meios para propiciar o surgimento de ideias incomuns quando se necessita resolver um problema é buscar soluções em áreas do conhecimento não relacionadas com o tema em questão. Conforme apresentado no gráfico de Li et al. (2007), é importante que os alunos procurem desenvolver ideias fora do estilo pensamento habitual, para que não permaneçam estagnados em seus conhecimentos e experiências. Conforme relata Sprugnoli (2017) ao analisar o processo de *insight*, a busca por informações em diversas áreas do conhecimento pode favorecer o surgimento de soluções espontâneas e excepcionais, também conhecido como “Eureka” ou “momento imprevisível de pensamento excepcional”.

Considerando que Barron (1955) observou as características de indivíduos naturalmente originais, citando inclusive traços de rebeldia, desordem e exibicionismo em pessoas naturalmente originais, torna-se necessário difundir a ideia de que certas características podem ser positivas para um profissional que trabalha com a busca de ideias para solução de problemas. Portanto, é importante ressaltar que a ausência de julgamento, juntamente com a complexidade pessoal e preferência por complexidade dos fenômenos, podem ser características positivas em pessoas que buscam a originalidade.

Essa falta de pensar fora do convencional pode ser resultante da falta de estímulo do pensamento divergente nos cursos de engenharia. É inegável a importância da incitação do desenvolvimento do pensamento lógico durante toda a vida escolar de um aluno e, principalmente, durante os cursos de engenharia. Mas a falta de estímulos e atividades que motivem os alunos a desenvolverem sua criatividade, pensando de forma diferente da usual, pode estar contribuindo negativamente com sua capacidade de encontrar soluções inovadoras para os problemas.

5 CONCLUSÃO

A disciplina de metodologia de projetos envolve várias áreas do conhecimento com objetivo em preparar os alunos para resolverem problemas através de atividades fundamentadas em técnicas e princípios científicos. A criatividade tem sido considerada uma habilidade fundamental para engenheiros. Diante disto, torna-se cada vez mais necessário fomentar o desenvolvimento da criatividade em alunos de engenharia, devendo ser abordada no ensino fornecendo aos alunos um bom entendimento do processo criativo e das ferramentas de criatividade.

A criatividade tem sido abordada na disciplina de metodologia de projetos para alunos de engenharia mecânica e mecatrônica da Unicamp há mais de vinte anos. Algumas ferramentas de criatividade são apresentadas na disciplina como forma de sistematizar o processo de criação e facilitar o surgimento de soluções originais para os problemas apresentados. A importância do ensino das ferramentas de criatividade está no fato de que a utilização de cada método pode contribuir positivamente ou negativamente com o desenvolvimento da solução, dependendo em qual fase da metodologia a ferramenta é aplicada. Ou seja, o entendimento das ferramentas de criatividade permite que os alunos obtenham melhores benefícios da aplicação de cada método.

Uma das ferramentas de criatividade apresentadas em sala de aula é o Brainstorming, ferramenta que foi selecionada para realização deste estudo por se tratar do método menos estruturado em relação às demais ferramentas apresentadas aos alunos e trabalhadas em laboratórios, ou seja, em exercícios de criatividade.

Através do laboratório de criatividade aplicado aos alunos de graduação, foi possível a verificação de pontos importantes que têm dificultado a aplicação dos métodos e a geração de ideias para a solução de problemas. Também é interessante mencionar que essa dificuldade pode não ser apenas dos alunos que aplicam as ferramentas de criatividade pela primeira vez, mas, também, de pessoas que utilizam tais ferramentas dentro das empresas, em processos de desenvolvimento.

A análise verificou uma limitação dos alunos de graduação em engenharia em proporem ideias absurdas para a solução de problemas, mesmo que o objetivo tenha sido gerar um número mais elevado possível de ideias para, através disso, praticarem o desenvolvimento de soluções inéditas. Segundo afirmado por Osborn (1975) e Souza e Corrêa (1985), importância da geração e manifestação de ideias desprovidas de lógica se justifica na possibilidade destas ideias originarem soluções inéditas, inovadoras e aplicáveis para resolver um problema.

Foi observado que a escassez de ideias implausíveis foi causada pelo julgamento das ideias, por parte dos alunos, que ocorreu simultaneamente ao processo de geração de ideias. Este fato foi percebido não só pela alta proporção de soluções viáveis e promissoras em relação às absurdas apresentadas para o problema, mas, também, pelos próprios alunos que afirmaram não terem listado as ideias absurdas durante a realização do exercício.

Durante a aplicação de um Brainstorming, a ausência de avaliação das ideias no momento em que são geradas deve ser enfatizada para que, além de se estimular um maior número possível de soluções para um problema, se obtenha um maior número de ideias originais. A ausência de julgamento é uma das características de pessoas naturalmente originais.

A originalidade como característica pessoal pode ser positiva no perfil profissional de um engenheiro ou qualquer pessoa que atue na resolução de problemas e necessite solucioná-los com base em ideias inovadoras e inusitadas. Com o resultado deste trabalho, mostra-se importante a ênfase da criatividade nas disciplinas de metodologia de projetos. Uma das possibilidades para se promover a criatividade é orientar os alunos a sempre buscarem informações fora do contexto original do problema em questão e procurarem sempre pensar de forma diferente da usual, evitando caminhos conservadores e estereotipados para a solução dos problemas.

O resultado desta análise pode contribuir para o desenvolvimento de uma proposta de abordagem da criatividade na metodologia de desenvolvimento de produtos em sala de aula, direcionada para o perfil dos estudantes de engenharia.

6 AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

7 REFERÊNCIAS

- Acar, S.; Burnett, C. and Cabra, J. F., 2017, "Ingredients of Creativity: Originality and More", *Creativity Research Journal*, Vol. 29, No. 2, pp. 133–144.
- Atman, C.J.; Adams, R.S.; Cardella, M.E.; Turns, J.; Mosborg, S. and Saleem, J., 2007, "Engineering Design Processes: A Comparison of Students and Expert Practitioners", *Journal of Engineering Education*, Vol. 96, No. 4, pp. 359–379.
- Barron, F., 1955, "The disposition toward originality", *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, Vol. 51, No. 3, pp. 478–485.

- Baxter, M., 2011, “Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos”, 3 ed., Ed. Edgard Blucher, São Paulo, Brazil.
- Bourgeois-Bougrine, S.; Buisine, S.; Vandendriessche, C.; Glaveanu, V. and Lubart, T., 2017, “Engineering students’ use of creativity and development tools in conceptual product design: What, when and how?”, *Thinking Skills and Creativity*, Vol. 24, pp. 104–117.
- Cordeiro, G.A., 2016, “Uma visão sobre encadeamento lógico entre gerenciamento e metodologia de projetos”, Master thesis, University of Campinas – Unicamp, Campinas, Brazil.
- Daly, S.R.; Mosyjowski, E.A. and Seifert, C.M., 2014, “Teaching creativity in engineering courses”, *Journal of Engineering Education*, Vol. 103, No. 3, pp. 417–449.
- De Masi, D., 2000, “O ócio criativo”, 4. ed., Ed. Sextante, Rio de Janeiro, Brazil.
- Dedini, F.G. and Cavalcá, K.L., 2000, “Aplicação de metodologia e sistemática de projeto em disciplina do curso de engenharia mecânica”, 28th Congresso Brasileiro De Educação Em Engenharia – COBENGE, Ouro Preto, Brazil.
- Diedrich, J.; Benedek, M.; Jauk, E. and Neubauer, A.C., 2015, “Are creative ideas novel and useful?”, *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, Vol. 9, No. 1, pp. 35–40.
- Dym, C.L.; Agogino, A.M.; Eris, O.; Frey, D.D. and Leifer, L.J., 2005, “Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning”, *Journal of Engineering Education*, Vol. 94, No. 1, pp. 103–120.
- Grohman, M G.; Silvia, P.; Ivcevic, Z. and Kaufman, S.B., 2017, “The role of passion and persistence in creativity”, *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, Vol. 11, No. 4, pp. 376–385.
- Guilford, J.P., 1967, “The nature of human intelligence”, Ed. McGraw-Hill, New York, United States.
- Helson, R.; Roberts, B.; Agronick, G., 1995, “Enduringness and change in creative personality and the prediction of occupational creativity”, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 69, No. 6, pp. 1173–1183.
- Hsiao, S.W.; Chou, J.R., 2004, “A creativity-based design process for innovative product design”, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 34, No. 5, pp. 421–443.
- Li, Y.; Wang, J.; Li, X. and Zhao, W., 2007, “Design creativity in product innovation”, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 33, No. 3–4, pp. 213–222.
- Norton, R.L., 2003, “Design of Machinery: an introduction to the synthesis and analysis of mechanisms and machines”, 3ed., Ed. McGraw-Hill, New York, United States.
- Osborn, A.F., 1975, “O poder criador da mente: princípios e processos do pensamento criador e do ‘Brainstorming’”, 4 ed., Ed. Ibrasa, São Paulo, Brazil.
- Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J. and Grote, K.H., 2007, “Engineering design: a systematic approach” 3 ed., Ed. Springer-Verlag, London, England.
- Pereira, D.S.G. and JUNG, C.F., 2014, “Fatores de bloqueio à criatividade e inovação: Um estudo com acadêmicos de engenharia da região do Vale do Paranhana”, *Revista Espacios*, Vol. 35, No. 4, pp. 20-39.
- Rozenfeld, H.; Forcellini, F.A.; Amaral, D.C.; Toledo, J.C.; Silva, S.L.; Alliprandini, D.H. and Scalice, R.K., 2006, “Gestão de desenvolvimento de produtos: Uma referência para a melhoria do processo”, Ed. Saraiva, São Paulo, Brazil.
- Runco, M.A. and Jaeger, G.J., 2012, “The Standard Definition of Creativity”, *Creativity Research Journal*, Vol. 24, No. 1, pp. 92–96.
- Souza, J.M. and Corrêa, C.J., 1985, “Dos principais fatores que influenciam a criatividade e de como acolhê-la no ensino de engenharia”, *Revista de Ensino de Engenharia*, Vol. 4, No. 2, pp. 151–156.
- Sprugnoli, G.; Rossi, S.; Emmendorfer, A.; Rossi, A.; Liew, S.; Tatti, E.; Lorenzo, G.; Pascual-Leone, A. and Santarneckchi, E., 2017, “Neural correlates of Eureka moment”, *Intelligence*, Vol. 62, pp. 99–118.

8 RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

THE CREATIVITY IN THE TEACHING OF PROJECT METHODOLOGY FOR ENGINEERING COURSES

Fernanda Carretta, fernandacarretta@gmail.com¹
Adriana Yumi Sato Duarte, adriana.duarte@ceunsp.edu.br²
Ludmila Corrêa de Alkmin e Silva, ludmila@fem.unicamp.br¹
Franco Giuseppe Dedini, dedini@fem.unicamp.br¹

¹University of Campinas (UNICAMP), Laboratory for Integrated Systems (LabSIn), Rua Mendeleev, 200 – Cidade Universitária “Zeferino Vaz” – Campinas/SP, Brazil. CEP: 13083-860.

²Centro Universitário Nossa Senhora do Patrocínio (CEUNSP), Praça Antônio Vieira Tavares, 73 – Centro – Salto/SP, Brazil. CEP: 13320219

Abstract. *Studies have shown that there is an opportunity of improvement in the incitement of the creativity in engineering courses with an approach that meet the needs of the students. The main purpose of this paper is to assess the difficulty of the engineering students in proposing spontaneous and creative ideas for troubleshooting. We analyze the results gathered with a Brainstorming task applied in a mechatronic engineering class, after a lecture on creativity. The evaluation criterion used was the proportion of viable, promising and unfeasible ideas resulting from the exercise and classified by the students themselves. The flow of thought incited by this tool induces the fact that unfeasible ideas encourage new paths. In their turn, these tend to give rise to logic solutions, applicable and unpublished in the field of the project. After analysis of the task results, we verified within the class of students a limitation in proposing unfeasible ideas for problem solving; even provided that the goal of this exercise was to generate a high number of ideas. This fact may have been caused by the judgement of the ideas, which apparently occurred wrongly while the process of generation of ideas was proceeding. Judgement skills are encouraged in most activities in education, which contribute to the decrease of the student's creativity along the development of his life. The results of this study can contribute to the development of a new approach to increase the creativity in class, directed to the needs of the engineering students.*

Keywords: *creative processes, creativity tools, brainstorming*