

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
ENGENHARIA ELÉTRICA
RAFAEL VILLEFORT CAMPOS JORDÃO REIS**

**ANÁLISE DOS ASPECTOS REFERENTES À PERCEPÇÃO DA CRIATIVIDADE
NOS CURSOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA E DE PRODUÇÃO**

**Varginha
2016**

RAFAEL VILFERT CAMPOS JORDÃO REIS

**ANÁLISE DOS ASPECTOS REFERENTES À PERCEPÇÃO DA CRIATIVIDADE
NOS CURSOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA E DE PRODUÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob a orientação do Prof^o Me. Josué Alexandre Aquino e Co-Orientação do Prof. Dr. Vinícius Miranda Pacheco e Prof^o Esp. Roger Antonio Rodrigues.

Varginha

2016

RAFAEL VILFERT CAMPOS JORDÃO REIS

**ANÁLISE DOS ASPECTOS REFERENTES À PERCEPÇÃO DA CRIATIVIDADE
NOS CURSOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA E DE PRODUÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob a avaliação da banca:

Aprovado em: 07/12/2016

Profº Me. Josué Alexandre Aquino

Profº Esp. Roger Antonio Rodrigues

Profº Me. Ivana Prado de Vasconcelos

OBS:

Dedico esse trabalho às pessoas que buscam inovar e ousar em suas pesquisas na área da Engenharia, procurando novos meios de ensiná-la, compatíveis com o crescente desenvolvimento da atividade humana na Terra.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente preciso agradecer à Luz, que me guia e me faz uma pessoa melhor, sem a centelha dela, nada disso seria possível de ser realizado. Minha família foi fundamental nessa jornada, eles que estiveram integralmente ao meu lado, mesmo nos momentos mais difíceis, onde o nível de estresse era elevado e a cobrança era intensa. Amigos, o que seria da vida sem nossos irmãos e irmãs de alma? Seria difícil citar todos aqui, mas guardo comigo todos aqueles que nunca deixaram de me apoiar, criticar ou aconselhar sobre minha caminhada nesse curso. Haja paciência neles para me suportar durante os períodos mais intensos de trabalhos e provas. Há também aquelas pessoas que mesmo distantes, tornam nossas vidas menos árduas de viver, sem a lembrança destas, muito da minha força de vontade não existiria ou não seria direcionada para meu futuro. Dentro de sala de aula, como também fora dela, conheci pessoas incríveis as quais me ensinaram mais do que simplesmente conteúdo programado. Ensinaram-me a ser um bom profissional e um bom ser humano, meu agradecimento também alcança estas pessoas. Acredito que esse trabalho seja apenas o começo de uma nova jornada e, novamente, agradeço a todos pelos conhecimentos adquiridos durante todos esses anos.

“Continue procurando ideias novas que outros tenham usado com êxito. Sua ideia tem que ser original somente na adaptação a seu problema.”

Thomas Edison

RESUMO

Atualmente, a dinâmica do mundo globalizado faz surgir uma nova demanda para profissionais de todas as áreas, e na Engenharia não poderia ser diferente. Devido à facilidade de encontrar uma vasta gama de conteúdo teórico-técnico na Internet, a sociedade está procurando mais indivíduos com o pensar de Engenharia, ou seja, profissionais que utilizam o poder da criatividade para solucionar os problemas que lhe são apresentados. Logo, o problema encontra-se em conciliar uma metodologia de ensino adequada a uma nova geração de estudantes, onde este último torna-se um componente ativo do processo de aprendizagem. Sendo assim, este trabalho visa mostrar a importância do desenvolvimento criativo durante o curso de Engenharia. Para tanto, foram estudados dois métodos de ensino que buscam utilizar da resolução de problemas para desenvolver um pensamento criador, o PBL (*Problem-Based Learning*) ou ABP (Aprendizado Baseado em Problemas) e o TRIZ (Teoria para Resolução de Problemas Criativos). Posterior à fundamentação teórica aplicou-se um questionário ao corpo discente da Instituição de Ensino dos cursos de Engenharia Elétrica e de Produção a fim de obter-se a percepção dos envolvidos neste tipo de aprendizado, além de buscar perceber, através da utilização dos métodos acima citados, que é possível que o estudante finalize o curso conhecendo práticas de pensamentos inventivos que são capazes de funcionar como um ponto de partida para processos de projeto de sistemas de controle e de *design thinking*. Em posse das respostas dos 134 alunos participantes foi possível plotar gráficos que evidenciaram um profundo enraizamento cultural de que a criatividade é um dom ou talento. Também foi verificado que a utilização de Metodologias Ativas vem sendo algo constante, mas que necessita de atenção para melhorias em alguns pontos. Além destes pontos, também se percebeu que os alunos têm ciência que aplicação destas Metodologias Ativas acarreta em maior responsabilidade e maturidade por parte deles, mas que também torna o ensino mais atrativo. Portanto, é possível concluir que a criatividade é um pilar fundamental para a Engenharia, devendo desenvolvida pelos estudantes, afinal, se todos os problemas pudessem ser resolvidos pelo método mais simples ou mais fácil, não seriam necessários Engenheiros na sociedade para solucionar seus problemas.

Palavras-chave: Criatividade. Solução de problemas. Ensino. Pensamento criador. Aprendizado Baseado em Problemas.

ABSTRACT

Currently the dynamics of the globalized world has given rise to a new demand for professionals in all areas and in Engineering is no different. Due to the ease of finding a wide range of theoretical and technical content on the Internet, society is looking for more people to think of Engineering, ie professionals who use the power of creativity to solve problems that are presented. Therefore, the problem lies in reconciling an appropriate teaching methodology to a new generation of students, where the latter becomes an active component of the learning process. Thus, this work aims to show the importance of the creative development during the course of Engineering. For this, was studied two teaching methods that seek to use problem solving to develop a creative thought, the PBL (Problem-Based Learning) and TRIZ (Theory Troubleshooting Creatives). After the theoretical foundation closed questionnaire was conducted in order to obtain the perception of the students involved in this type of learning, as well as seeking to realize through the use of the tools mentioned above it is possible that the students finish the course knowing inventive thoughts methods they are able to function as a starting point for the control system design process and design new products and services. With the responses of the 134 participants, it was possible to draw graphs that showed a deep cultural rootedness that creativity is a gift or talent. It was also verified that the use of Active Methodologies has been something constant, but that needs attention for improvements in some points. In addition to these points, it was also noticed that students are aware that the application of these Active Methodologies entails greater responsibility and maturity on their part, but also makes teaching more attractive. Therefore, it is possible to conclude that creativity is a fundamental pillar for Engineering and should be developed by students, after all, if all problems could be solved by the simplest or easiest method, it would not be necessary Engineers in society to solve their problems.

Keywords: *Creativity. Problem solving. Learning. Creative thought. Problem-Based Learning.*

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Divisão por Período	34
Gráfico 2 - Divisão por gênero e curso.....	35
Gráfico 3 - Criatividade é uma característica fundamental para um Engenheiro?	36
Gráfico 4 - Fatores desenvolvedores de criatividade.....	36
Gráfico 5 - Fatores inibidores de criatividade	37
Gráfico 6 - Fatores que inibem a criatividade dentro do curso de Engenharia	38
Gráfico 7 - Percentual de alunos já submetidos a uma Metodologia diferenciada de Ensino..	39
Gráfico 8 – O objetivo do professor foi alcançado?.....	40
Gráfico 9 - Qual foi a maior dificuldade percebida na aplicação deste método?	40
Gráfico 10 - TRIZ: Metodologia científica ou Incentivador da criatividade	41
Gráfico 11 - Vantagens PBL x Ensino Tradicional	42
Gráfico 12 - Desvantagens PBL x Ensino Tradicional.....	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVO	13
3 ESTRUTURAÇÃO DO PENSAMENTO	14
3.1 Imaginação	14
3.2 Fatores que influenciam na criatividade	15
3.3 Fatores restritivos	17
3.4 Meios de incentivo à criatividade	19
4 PBL (<i>PROBLEM-BASED LEARNING</i>)	21
5 TRIZ – TEORIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS CRIATIVOS	24
6 PROCESSO DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....	28
7 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA E METODOLOGIA	31
7.1 O problema.....	31
7.2 Proposta de trabalho	32
7.3 Metodologia.....	32
8 ANÁLISE DOS RESULTADOS	34
9 CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIAS	45
APÊNDICE	47

1 INTRODUÇÃO

Em virtude do modelo tradicional de ensino, as relações de ensino-aprendizagem necessitam de mudanças para acomodar à nova geração de estudantes que “[...] vivem em um ambiente mais concorrido, com a intensificação da imprevisibilidade no mundo dos negócios e com a evolução tecnológica.” (BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014, p. 01).

De acordo com Lauria, Alves e da Matta (2001), a Engenharia está vinculada com a criatividade, assim, com a definição da palavra Engenharia é possível perceber o que a sociedade busca ganhar com essa atividade ou serviço. Abaixo seguem três definições distintas no foco, mas complementares entre si.

A primeira definição é oriunda de um Conselho de Engenharia dos Estados Unidos da América e pode ser descrita como a aplicação criativa dos princípios técnicos-científicos para projetar equipamentos ou processos, ou também a análise do comportamento de sistemas sob determinadas condições, além de questões relativas à economia e segurança das pessoas e bens materiais envolvidos. (LAURIA, 2006, apud VERTICCHIO, 2006).

A definição legal brasileira, com base na Lei nº 5194/66, que regula as profissões de arquiteto e engenheiros, define em seu artigo 7º, as atividades e atribuições desses profissionais. Pode-se citar o planejamento ou projeto em geral de regiões, zonas, cidades, obras, estruturas, transportes, exploração de recursos naturais e desenvolvimento da produção industrial e agropecuária e, produção técnica especializada, industrial ou agropecuária (BRASIL, 1966).

A terceira definição conecta tecnologia, pesquisa, engenharia, fabricação e consumo, definindo Engenharia como “[...] o elemento que transforma tecnologia, ciência, bens e homem em tecnologia.” (COLENCI, 2000, p. 12).

Logo, a Engenharia é responsável por fornecer à sociedade pessoas que buscam “[...] continuamente ampliar seus conhecimentos, destrezas e aptidões técnicas, de comunicações e relações humanas, a fim de contribuir com o desenvolvimento global da sociedade [...] através da teorização, do desenvolvimento e produção de processos, estruturas e máquinas de valor prático e econômico.” (COLENCI, 2000, p. 13).

Explicitadas as definições de Engenharia, o problema encontra-se em como conectar o ensino da Engenharia com a criatividade que lhe é intrínseca e fundamental, ou segundo Lauria (2001, p. 07), “criatividade é o processo de tornar-se sensível a problemas, deficiências e lacunas no conhecimento, desarmonia [...]; buscar soluções, formulando hipóteses a respeito de e retestar estas hipóteses; e, finalmente, comunicar os resultados.”

A primeira seção do trabalho discorre sobre a estruturação do pensamento, a importância na imaginação como ferramenta da criatividade, seus fatores influentes e restritivos, além de meios para incentivá-la.

Na sequência a definição sobre o PBL, com dados sobre sua origem, meios de utilização, diferenças entre o Ensino Tradicional e o PBL, metodologia de aplicação em aula e o cenário brasileiro de uso desta ferramenta.

Na próxima seção aborda-se o TRIZ, outra ferramenta de resolução de problemas, este mais focado em problemas de ordem técnica, utilizando o conceito de contradição para diminuir a área de procura pela solução específica desejada.

Em seguida será exposto o problema dos cursos de Engenharia não incentivarem a faculdade inventiva dos alunos em virtude do método tradicional de ensino e seus reflexos no comportamento dos alunos.

A metodologia utilizada será descrita na seção 6, onde estará descrita a aplicação de questionário de questões fechadas, aplicados ao corpo discente dos cursos de Engenharia Elétrica e de Produção sobre a percepção dos envolvidos neste processo de ensino-aprendizagem, em relação à criatividade e sobre a utilização de Metodologias Ativas em sala de aula.

Na seção 8 os resultados do questionário realizado estarão tabulados e avaliados quantitativamente e qualitativamente, na forma de gráficos para melhor visualização dos dados obtidos.

E por fim, na seção 9, a conclusão do trabalho, ideias de continuação dessa pesquisa e as ponderações finais de acordo com os resultados obtidos a partir dos dados coletados.

2 OBJETIVO

A criatividade como ferramenta mental tem sido muito admirada em diversas áreas do conhecimento, no entanto, para a Engenharia, ela costuma ser negligenciada para focar em questões de natureza raciocinativa, lógica e de memorização de conceitos e conteúdos. Conforme descrito na Introdução do Trabalho, criatividade e Engenharia estão fortemente interligadas em suas origens, tornando necessário um resgate desta primeira na aplicação e ensino desta última.

A ideia do Trabalho em questão permeia a teoria de que a criatividade é fundamental para a formação de um Engenheiro mais completo e adequado às demandas da sociedade, portanto, através dos dados coletados, buscar as análises pertinentes à visão dos estudantes de Engenharia sobre o que os incentivam e inibem.

Buscar entender como os alunos veem a criatividade e sua interação com um curso extremamente voltado para a memorização e lógica matemática é também um dos desafios para analisar a partir das informações que os formulários retornarem.

Além disso, outra intenção do Trabalho é perceber uma visão macro da utilização de Metodologias Ativas e as impressões e impactos das tentativas nos alunos dos cursos analisados neste Trabalho.

Ainda sobre Metodologias Ativas, tentar identificar as possíveis deficiências na aplicação destes métodos, na visão dos alunos, também se torna um objetivo secundário, passivo de análises mais profundas em outra oportunidade, considerando também a visão dos docentes para um cruzamento de dados para informações mais concisas.

Paralelamente, este Trabalho também tem como objetivo abrir as portas para um diálogo sobre quais medidas podem ser tomadas para que o ensino se torne mais dinâmico e torne o aluno protagonista de seu aprendizado.

Em resumo, o objetivo desse trabalho é mostrar a importância do desenvolvimento da criatividade nos cursos de Engenharia para que os alunos finalizem a graduação atendendo às expectativas da sociedade, ou segundo, Zakon (2003) citado por Verticchio (2006, p. 09), “o autor da transformação da ciência em tecnologia.”

3 ESTRUTURAÇÃO DO PENSAMENTO

Toda a estruturação descrita a seguir inicia-se em um ponto: o pensamento. O pensamento ou o ato de pensar é o que torna o ser humano capaz de julgar o mundo e alterá-lo. Etimologicamente falando, a palavra pensar remete ao ato de avaliar o peso de algo, expandindo este significado temos que o pensamento é algo que permite ao ser humano avaliar e moldar a realidade que o cerca.

3.1 Imaginação

A história da civilização cifra-se, em essência, no registro da capacidade criadora do homem. Antes de começar como é estruturado o pensamento criador, é necessário compreender que a criatividade é uma ação do ser humano, e para toda ação é necessária uma ferramenta, que neste caso será a imaginação (OSBORN, 1972).

Segundo Osborn (1972), é possível classificar nossas habilidades mentais, de forma simplificada, conforme abaixo:

- a) Absortiva: habilidade de observar e de aplicar atenção, ou seja, o grau de concentração que dedicamos à determinada informação;
- b) Retentiva: habilidade da memória em gravar e lembrar; e agrega um valor alto para o processo criador, pois a maior parte das ideias possui alguma correlação em lembranças que possuímos;
- c) Raciocinativa: habilidade de analisar e julgar, habilidade a qual é classicamente desenvolvida nos cursos de graduação no Brasil;
- d) Criadora – habilidade de visualizar (ou ver mentalmente), prever e gerar ideias; o alicerce do pensamento criador está contido nessa habilidade.

Nota-se que estas habilidades mentais não devem ser utilizadas isoladamente, todas são necessárias para a formação de ideias através da imaginação. Historicamente falando, desde a Idade da Pedra o ser humano já buscou soluções criativas para sua vida na Terra, seja na descoberta do fogo ou na invenção da roda, são os pequenos feitos que nos permitiram distinguir dos outros animais (OSBORN, 1972).

O poder da imaginação por si só é imensurável, sendo de fato, a mais poderosa ferramenta que o ser humano possui para resolver todos os problemas que cercam sua vida, pois, a partir do momento que não temos barreiras físicas para utilização da mesma, projetar mentalmente novas vertentes de solução torna-se mais viável.

3.2 Fatores que influenciam na criatividade

Existem vários fatores que influenciam a capacidade de criar do ser humano, a idade, o sexo, o grau de instrução e finalmente, o esforço dedicado à solução influenciam cada qual a sua maneira o processo de criação.

Em relação à idade, “a experiência tira mais do que dá” (OSBORN, 1972, p.16), no entanto é possível perceber que em grande parte dos casos, principalmente se a mesma já obteve sucesso anteriormente, preferindo manter sua zona de conforto a aventurar-se em invenções, que se cria a impressão que a idade reduz o potencial criador. No entanto, a idade por si só possui um papel positivo no processo criador por termos à disposição mais memórias e lembranças para ser utilizada, com o limite de idade sendo a questão biológica do envelhecimento dos neurônios que compromete a habilidade retentiva. W. Sommerset Maughan disse que “A imaginação aumenta com o exercício, e, contrariamente à opinião corrente, é mais forte nas pessoas maduras do que nas jovens.” (OSBORN, 1972, p.19)

O sexo da pessoa também mostra variações no processo criativo, não por questões biológicas e sim socioculturais, embora essa diferença esteja se tornando quase imperceptível devido aos avanços da igualdade de gêneros. A diferença está mais ligada à atividade executada tipicamente pelos gêneros do que os gêneros em si. Assim, pessoas que possuem atividades rotineiras limitam seu campo criador, enquanto aquelas que realizam funções com maiores oscilações de problemas tendem a ter um maior grau de poder criador.

“Ser extremamente inteligente não é o mesmo que ser bem dotado em poder criador.” (OSBORN, 1972, p.21), ou seja, o grau de instrução não influencia diretamente na capacidade do ser humano em criar algo inovador. Como exemplo Morse, o qual o código Morse recebeu o nome, era pintor profissional de retratos e inventou o telégrafo. Da mesma forma, a educação formal não constitui fator de disparidade em relação à aptidão criativa com pessoas sem o processo de educação formal, da mesma idade (OSBORN, 1972).

E finalmente, o esforço ou energia mental dedicada. O desenvolvimento da imaginação é exercício, e quanto mais energia você dispense, maior será seu progresso, semelhantemente à habilidade raciocinativa onde a mesma é aprimorada também através de repetição. Algumas pessoas naturalmente conseguem utilizar desta energia com uma facilidade incrível, enquanto outros precisam de alguns gatilhos para engrenar e começar a criar com o esforço funcionando da mesma forma, sendo mais importante que o talento inato ou o conhecimento prévio.

Em acréscimo a estes fatores gerais, Alencar (2008) apurou certos fatores que os entrevistados (alunos de graduação) consideravam relevantes para o desenvolvimento da capacidade de pensar e gerar novas ideias. Os resultados constam na Tabela 1, abaixo:

Tabela 1 - Frequência e Porcentagem das Respostas referentes a Fatores que mais Favorecem a Expressão da Criatividade Pessoal

Fatores Facilitadores	<i>f</i>	%
Preparação	18	15,9
Incentivo (Ser Incentivado)	16	14,1
Características Cognitivas e de Personalidade	15	13,3
Liberdade Para se Expressar	14	12,4
Oportunidade	9	8,0
Características do Ambiente do Trabalho (Como Confiança dos Colegas e Flexibilidade da Empresa)	9	8,0
Tempo	7	6,2
Recursos (Financeiros, Equipamentos)	5	4,4
Necessidade	5	4,4
Motivação (Estar Motivado)	5	4,4
Ter Inspiração	3	2,7
Outros	7	6,2
Total	113	100

Fonte: (ALENCAR, 2008).

Como é possível observar, os quatro primeiros itens apontados correspondem à 55,7% da frequência, sendo itens formados por formação e experiência acumulada (Preparação), recebimento de estímulos externos (Incentivo), características pessoais e oportunidade de exposição das ideias (Liberdade para se expressar), no entanto Alencar (2008) também constatou que a concepção da criatividade como um dom, algo que a pessoa já traz ao nascer, foi citado em três respostas à sua entrevista, denotando um senso comum de que a criatividade é um dom e não uma habilidade mental a ser trabalhada.

3.3 Fatores restritivos

Inicialmente, é preciso definir dois conceitos importantes sobre como o cérebro humano processa informações através de duas formas: o pensamento judicioso e o pensamento criador; enquanto o primeiro analisa, compara, escolhe e gera um julgamento, o segundo figura, prevê, idealiza e propõe inovações através da imaginação (OSBORN, 1972). Cotidianamente trabalhamos muito mais o julgamento do que a imaginação e apesar de trabalharem de forma semelhante elas se chocam para alcançar o produto final desejado.

O julgamento deve surgir após a criação da ideia e não durante, pois tende a sufocá-la. Para isso é necessário desligar o julgamento durante o processo inflamado que é a inspiração e depois de feito ser crítico no próprio julgamento para saber exatamente se alcançou o objetivo ou a solução do problema.

Enquanto o pensamento judicioso possui de certa forma uma atitude negativa na visualização do problema, gerando perguntas como: O que pode dar errado? Qual a consequência disso? Entre outras, o pensamento criador necessita de entusiasmo, energia e confiança na própria capacidade criadora.

Assim, o primeiro fator restritivo que é o hábito, com o tempo, principalmente em virtude daquelas ações já explicitamente corretas que nos moldam, ao se deparar com um problema o qual não pode ser resolvido através deste hábito a chama criadora é inibida, mas não se apaga totalmente, pois é possível formar novas soluções a partir de fragmentos de hábitos distintos, ou seja, sair da zona de conforto para montar a solução.

Outro perigo para a criação de ideias é o desânimo próprio e por consequência a conformação. Muitas vezes o conhecimento nesse ponto pode ser um fator negativo no processo criador, pois fatos engessados e conhecimentos há muito tempo consolidados limitam e nos colocam temerosos de experimentar alguma combinação nova.

A timidez também se revela um veneno para as raízes criadoras, e a modéstia pode ser negativa nessa situação. É comum funcionários tornarem-se tímidos em frente a seus superiores, mas conseguem falar abertamente de suas ideias com pessoas de mesma hierarquia, “tais dúvidas são traiçoeiras, e nos fazem perder o bem que muitas vezes poderíamos alcançar pelo temor que temos de tentar.” (OSBORN, 1972, p.33)

Alencar (2008) tabulou respostas de universitários em relação a fatores que os mesmos consideravam inibidores da criatividade pessoal e conforme a Tabela 2 é possível perceber que os valores mais representativos são fatores ligados à “[...] características cognitivas/personalidade/emocionais, especialmente o medo de errar, ser criticado ou se

expressar, seguido por falta de motivação, falta de incentivo e características do ambiente de trabalho. (ALENCAR, 2008, p.6).

Tabela 2 - Frequência e Porcentagem das Respostas de Estudantes de Engenharia referentes a Fatores Inibidores à Expressão da Criatividade Pessoal.

Fatores Inibidores em Estudantes de Engenharia <i>f %</i>		
Características Cognitivas/Personalidade/Emocionais (Como Medo de Errar, da Crítica, Falta Flexibilidade)	21	20,8
Falta de Motivação (Estar Desmotivado)	15	14,8
Falta de Incentivo	14	13,8
Características do Ambiente de Trabalho (Como Burocracia, Barulho e Competição Excessiva)	14	13,8
Falta de Preparação	12	11,9
Falta de Oportunidade	7	6,9
Falta de Recursos (Especialmente Financeiros)	8	7,9
Falta de Tempo	4	4,0
Práticas Pedagógicas Inadequadas Utilizadas Pelos Professores	2	2,0
Outros	4	4,0
Total	101	100

Fonte: (ALENCAR, 2008).

Logo, é possível perceber que muitos fatores restritivos estão enraizados na sociedade e na prática do ensino que fornecem uma falta de criatividade consequente ao “decorar tudo” para as provas, aprimorado e incentivado ao longo de mais de uma década. O maior reflexo de tal comportamento se evidencia no interesse exclusivamente voltado para provas. “Se um professor ousa afirmar que um determinado assunto não “cairá na prova”, a sala se esvazia.” (LAURIA, 2001, p.11). As condições de ensino das Instituições de Ensino também se mostrou um fator decisivo em relação a fatores que inibem a criatividade no curso de Engenharia, segundo Alencar (2008), conforme Tabela 3:

Tabela 3 - Frequência e Porcentagem dos Fatores Inibidores à Expressão da Criatividade de Estudantes de Engenharia

Fatores Inibidores em Estudantes de Engenharia	f	%
Condições da Universidade e do Curso de Engenharia	20	27,8
Elementos De Natureza Emocional (Como Autocrítica, Timidez)	13	18,0
Falta de Tempo	11	15,3
Falta de Preparação	4	5,6
Falta de Recursos	3	4,2
Falta de Motivação	9	12,5
Falta de Incentivo	6	8,3
Falta de Oportunidade	1	1,4
Outras	5	6,9
Total	72	100

Fonte: (ALENCAR, 2008).

3.4 Meios de incentivo à criatividade

Existem atividades que impulsionam e auxiliam na manutenção e aprimoramento da criatividade, em todos os meios citados abaixo, deve-se ter em mente que o estímulo pós-esforço, mesmo sem ter alcançado o objetivo final, mostra-se importante para que a fluência de ideias possa ocorrer com maior frequência.

O primeiro meio é a própria experiência de vida que fornece combustível para a imaginação e são as mais fáceis de serem acessadas na memória, principalmente se a própria pessoa tiver presenciado o evento, por exemplo, viagens para lugares novos normalmente são facilmente fixadas na memória, e o próprio ato de viajar parece libertar o cérebro das atividades rotineiras que sufocam o processo criador.

Lidar com crianças também auxilia na criatividade, foi notado que professores dos níveis básicos de ensino possuem uma faculdade mais criativa do que os demais professores, de acordo com Osborn (1972), isso se deve ao fato de que para ganhar a confiança das crianças os professores têm de se imaginarem como uma criança, caso contrário, se adotar uma postura “de cima” as crianças tendem a ficarem tímidas e em silêncio, impedindo a vazão de ideias.

Auxilia também a criatividade os jogos ou atividades que propõem a solução de enigmas, e as charadas são o exemplo mais antigo desse tipo de atividade. Nessa categoria também podemos citar o RPG (Jogo de Interpretação de Papéis), onde a pessoa tem sua capacidade de improviso, criatividade e imaginação trabalhadas constantemente. Não são apenas os jogos de tabuleiro ou de esforços puramente mentais que concedem benefícios, esportes ao ar livre também contribuem para a produção de soluções inovadoras, por exemplo, um jogador de futebol deve sempre criar novas soluções conforme a situação do jogo varia, além disso, essas soluções ainda possuem o agravante de ser muito velozes e mutáveis, forçando o cérebro a trabalhar a imaginação constantemente.

Assim como os jogos, as artes em geral são grandes incentivadores do processo de criação, artes manuais estão intimamente ligadas à atividade mental criadora (OSBORN, 1972). As belas-artes, podendo ser citadas, a música, escultura, pintura e dança os maiores exemplos de criatividade aplicada a todo instante.

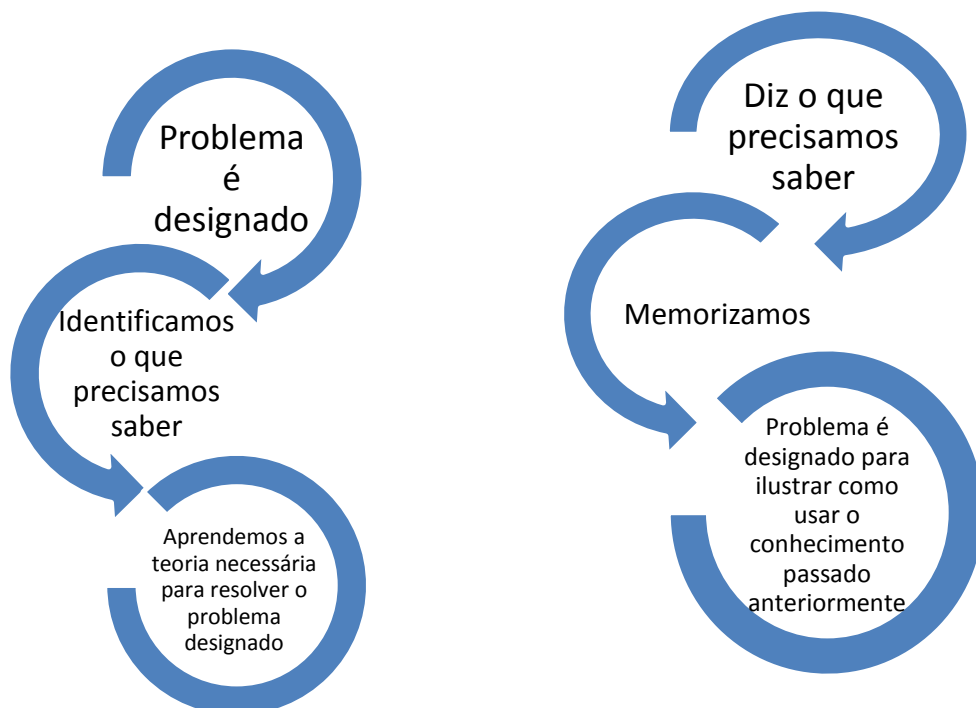
Complementar às artes acima citadas, o processo de criação literário também mostra um grande componente imaginativo, escrever não é simplesmente amontoar-se em palavras, é transmitir fatos, sentimentos e fazer com que o leitor sinta-se imerso naquilo que lê, uma leitura que faz pensar está entre as mais valorosas formas de imaginação também.

4 PBL (*PROBLEM-BASED LEARNING*)

O PBL (do inglês, *Problem Based Learning*) é um método de ensino diferente do método clássico que normalmente é utilizado na educação como um todo, tendo ganhado destaque há 50 anos e sendo desenvolvida desde então. Inicialmente concebida como para utilização no ensino de medicina, vem se espalhando para outras áreas que necessitam de desenvolverem o pensamento crítico, habilidades para solução de problemas e adquirirem conhecimento sobre os principais conceitos da área em questão (ANDRADE, 2011).

O PBL muda o foco do ensino onde o professor é detentor absoluto do conhecimento para o aluno, fazendo que este último trabalhe de forma autônoma, construindo seu próprio conhecimento através dos problemas propostos pelos docentes. O objetivo do PBL não é simplesmente chegar à solução, é construir uma base sólida de conhecimento para que o aluno possa desenvolver sua criatividade e capacidade de solução de problemas.

Figura 1 – Comparação entre PBL e Ensino Tradicional



Fonte: Adaptado de Tate e Domb (2013).

Embora concebida para o ensino da medicina, o PBL vem sendo utilizado em outras áreas, como nas engenharias. A aplicação na engenharia se dá por meio de um modelo adaptado, de forma parcial, em disciplinas isoladas, dentro do currículo convencional, ou em

partes de uma disciplina. Exemplos de sucesso na utilização da PBL em cursos de Engenharia podem ser observados no curso de Engenharia Elétrica da Universidade de Tecnologia de Delf na Holanda; no Curso de Engenharia de Computação da Universidade de Aalborg na Dinamarca. Apesar dessa variedade de aplicações, todos os formatos de PBL têm em comum o fato de o problema sempre anteceder a teoria. Na literatura descreve-se um conjunto de atividades para que se possa determinar a solução do problema conforme abaixo:

- a) Apresenta-se um problema aos alunos que, em grupos, organizam suas ideias e tentam defini-lo e solucioná-lo com o conhecimento que possuem;
- b) Através de discussão, os estudantes levantam e anotam questões de aprendizagem (*learning issues*, no termo original) acerca dos aspectos do problema que não compreendem;
- c) Priorizam as questões levantadas pelo grupo e planejam quem, como e quando estas serão investigadas para serem posteriormente compartilhadas;
- d) Quando se reencontram, exploram as questões de aprendizagem prévias, integrando seus novos conhecimentos ao contexto do problema;
- e) Depois de terminado o trabalho, avaliam a si mesmos e seus pares de modo a desenvolverem habilidades de auto-avaliação e avaliação construtiva de colegas (ANDRADE, 2011).

Nota-se de acordo com as atividades acima citadas, que o PBL necessita de adequações na grade curricular, na forma como as disciplinas são tratadas e na associação de conteúdos interdisciplinares para melhor absorção para que os problemas possam ser resolvidos pelos alunos. Outro fator importante é o incentivo dos professores ao trabalho em equipe e a constante utilização de *brainstorming* para alcançar a solução de um determinado problema.

Segundo Escrivão Filho (2009), para ser efetiva a utilização do PBL é necessário contemplar em todo o processo três características-chave:

- a) deve ser de fim aberto, ou seja, comportar várias respostas, todas igualmente válidas (mesmo não havendo uma resposta correta única, é claro que pode haver uma melhor solução);
- b) deve ser relevante ao exercício profissional dos alunos;
- c) deve ser típico, quer dizer, pode ser facilmente encontrado na prática profissional.

Escrivão Filho (2009) diz que a característica mais importante do PBL seja a sua fraca estruturação, ou seja, quando o problema não determina um único caminho a ser percorrido é onde os alunos são capazes de refletir, filtrar, analisar e redefinir o problema de acordo com as suas necessidades.

Todos os esforços para viabilizar o PBL nos cursos de Engenharia têm como objetivo adequar o aluno recém-formado aos requisitos dos empregadores que listam alguns atributos profissionais desejáveis entre os engenheiros, entre os quais é possível citar:

- a) conhecimentos: ciência e tecnologia, computação, administração, impactos ambientais e sociais da tecnologia etc.;
- b) habilidades: desenvolvimento de projetos, solução de problemas, comunicação, trabalho em equipe, auto-avaliação e avaliação de pares, etc.;
- c) atitudes: ética, responsabilidade para com colegas, sociedade e profissão, iniciativa, flexibilidade, empreendedorismo, motivação para o aprendizado autônomo ao longo da vida, dentre outras.

O maior problema enfrentado pelas instituições de ensino é como desenvolver todas as habilidades desejadas sem estender ou sobrecarregar a matriz curricular dos cursos e o PBL auxilia de forma contundente para essa construção mais completa do futuro profissional engenheiro.

Essas exigências também podem ser vistas nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, publicada em nove de abril de 2002. Basicamente, a resolução define novos métodos de resolução e aplicação do conteúdo aos alunos, tendo como foco o desenvolvimento social e crítica, ao invés de simplesmente conhecimento específico consolidado.

Estudos de caso mostram uma melhoria em relação ao interesse dos alunos pelo método adotado, principalmente refletido na intensidade dos *brainstorming* e também na qualidade dos relatórios apresentados ao professor.

O PBL mostra um futuro promissor para a Engenharia, embora suas desvantagens como adequação das Instituições de Ensino ao método adotado, correções nas matrizes curriculares e organização das avaliações dos discentes possam ser um empecilho, as vantagens alcançadas por esse novo método de disseminação do conhecimento parece muito relevante para o mercado profissional e para o desenvolvimento pessoal dos alunos.

5 TRIZ – TEORIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS CRIATIVOS

O TRIZ, sigla vindo do russo que em português significa Teoria de Resolução de Problemas Criativos surgiu a partir do estudo de inúmeras patentes registradas em todo o mundo a fim de encontrar alguns pontos em comum no processo de criação ou invenção. Genrich Altshuller, um cientista russo, e seus colaboradores desenvolveram esse método durante os anos 50 com objetivo de resolver problemas técnicos e atualmente tem se expandido pelo mundo e em todas as áreas do conhecimento (LÓPEZ, 2004).

Todas as ciências conhecidas (com exceção da matemática e da filosofia) podem ser classificadas em três grandes grupos segundo Savransky (2000), disciplinas que estudam a natureza, as que estudam comportamento humano e a sociedade e aquelas que estudam objetos artificiais. O que torna o TRIZ único é que esse método combina o conhecimento de todos os grupos citados anteriormente, possuindo conceitos de filosofia, psicologia, fenômenos naturais e trabalha a percepção heurística e princípios de *design* para desenvolvimento tecnológico.

Inicialmente, definem-se quatro etapas típicas para alcançar a solução de forma criativa:

- a) Preparação
- b) Incubação
- c) Iluminação
- d) Verificação ou refinamento

Na fase de Preparação é definido o problema e procura-se o maior número de recursos possíveis para sua solução. A Incubação é uma fase em que a pessoa, conscientemente ou não, trabalha esse problema, analisando-o sem amarras racionais ou lógicas. A Iluminação é o momento onde o quebra-cabeça é parcialmente ou totalmente resolvido e por fim a Verificação é onde a pessoa é capaz de fazer pequenos ajustes para chegar à forma final requerida.

Inicialmente, Altshuller (1984) classificou o nível de criatividade de cada patente estudada em cinco níveis. As patentes de nível um e dois não são consideradas invenções reais, mas apenas problemas cotidianos de projeto (aparelho ou método não muda) e correspondem juntas, a 67% das patentes avaliadas.

Uma concepção básica do TRIZ é que qualquer problema técnico está definido por suas contradições, ou seja, se não existe contradição, não existe problema. Nesse caso, normalmente quando melhoramos alguma característica ou parâmetro, faz-se com que outro

tenha seu desempenho piorado. Em geral, encontramos uma chamada solução de compromisso, mas frequentemente tais soluções não são criativas. (ALTSHULLER, 1984)

Como por exemplo, Durante a decolagem e aterrissagem de um avião, suas asas precisam ser grandes para lhe garantir estabilidade. Porém, durante o voo, asas grandes aumentam o atrito com o ar e diminuem a velocidade do avião. A solução de compromisso, asas de tamanho médio, não é revolucionária. É preciso que o avião tenha asas grandes durante a decolagem e aterrissagem e asas pequenas durante o voo! A contradição se resolve adicionando asas que são expandidas na decolagem e aterrissagem e recolhidas durante o voo (LÓPEZ, 2004).

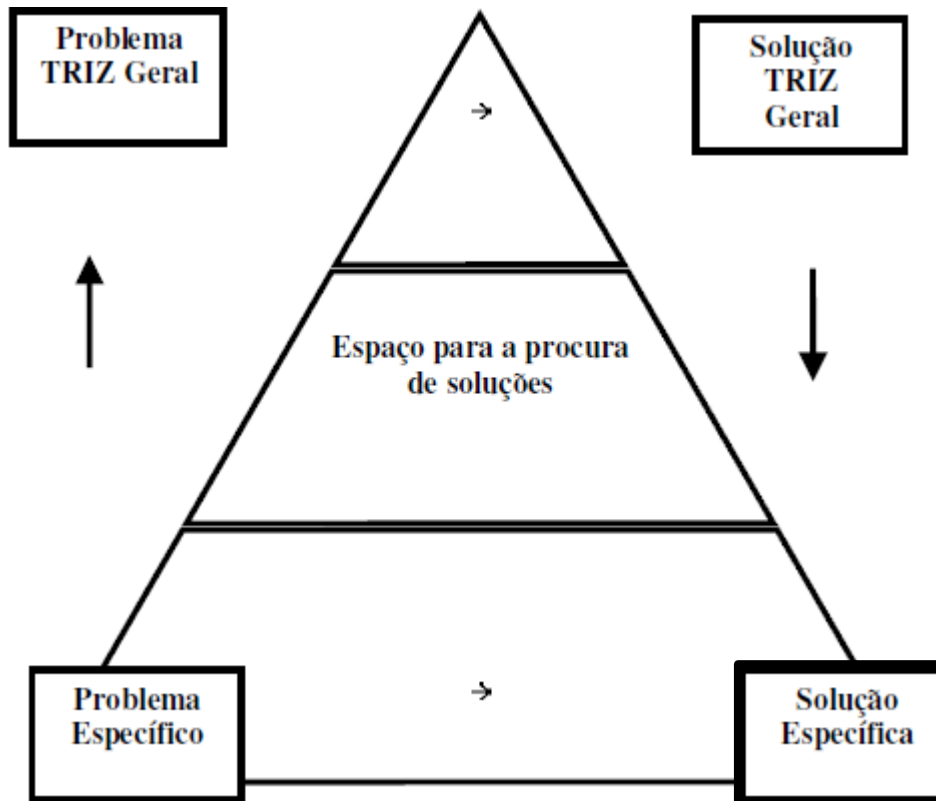
Um dos procedimentos para a solução TRIZ consiste em:

- a) Identificar o problema específico;
- b) Descobrir o problema geral TRIZ;
- c) Associar o problema geral à solução geral TRIZ;
- d) A partir da solução geral TRIZ modelar para solucionar o problema específico

O que o método TRIZ faz é simplesmente organizar o problema específico em um problema geral e procurar padrões relevantes para solucionar esse tipo de problema. Como procuramos a solução em nível conceitual, a área de procura de soluções é reduzida (ALTSHULLER, 1984).

A Figura 2 a seguir ilustra o método de solução TRIZ.

Figura 2 - Pirâmide Triz



Fonte: (LÓPEZ, 2004).

A partir desse método o TRIZ utiliza-se dos princípios criativos como ferramenta para alcançar a solução específica. Existem 40 princípios criativos catalogados que auxiliam a busca pela resposta, conforme tabela abaixo.

Quadro 1 - Os princípios inventivos

1. Segmentação ou fragmentação	2. Remoção ou extração
3. Qualidade localizada	4. Assimetria
5. Consolidação	6. Universalização
7. Aninhamento	8. Contrapeso
9. Compensação prévia	10. Ação prévia
11. Amortecimento prévio	12. Equipotencialidade
13. Inversão	14. Recurvação
15. Dinamização	16. Ação parcial ou excessiva
17. Transição para nova dimensão	18. Vibração mecânica
19. Ação periódica	20. Continuidade da ação útil
21. Aceleração	22. Transformação de prejuízo em lucro
23. Retroalimentação	24. Mediação
25. Auto-serviço	26. Cópia
27. Uso e descarte	28. Substituição de meios mecânicos
29. Construção pneumática ou hidráulica	30. Uso de filmes finos e membranas flexíveis
31. Uso de materiais porosos	32. Mudança de cor
33. Homogeneização	34. Descarte e regeneração
35. Mudança de parâmetros e propriedades	36. Mudança de fase
37. Expansão térmica	38. Uso de oxidantes fortes
39. Uso de atmosferas inertes	40. Uso de materiais compostos

Fonte: (CARVALHO; BACK, 2001).

É comum a objeção que se faz ao TRIZ alegando que o mesmo tenta substituir a criatividade humana por uma metodologia científica, no entanto, o TRIZ não faz nada mais do que potencializar a criatividade inerente do ser humano através da organização e da utilização de padrões de sucesso (CARVALHO; BACK, 2001).

6 PROCESSO DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Savransky (2000) diz que o método mais antigo e prevalente para resolução de problemas é o método da tentativa e erro, independente de sua natureza, pois é simples, bem-definido e possui um fluxo de processo fechado. No entanto, apresenta algumas desvantagens significativas ao trabalhar com problemas mais complexos, como por exemplo, o alto desgaste mental, demanda de tempo e recursos vários para lidar com parâmetros desconhecidos.

Primeiramente é preciso analisar o que são problemas e seus tipos, de acordo com Holtzapple e Reece, (2006) é possível dividi-los em:

- a) Problemas de pesquisa: basicamente uma comprovação de hipótese. Ex: Hipótese dos Efeitos do Campo Eletromagnético das Linhas Transmissão na saúde do ser humano;
- b) Problemas de conhecimento: uma pessoa se depara com uma situação que não entende. Ex: resfriamento dos trocadores de calor na chuva (investigação);
- c) Problemas de defeitos: Quando equipamentos se comportam de maneira inesperada. Ex: Variação da velocidade do motor em condições normais;
- d) Problemas matemáticos: Descrever o fenômeno físico através de modelos matemáticos. Se for feito com exatidão, as ferramentas matemáticas ajudarão na solução;
- e) Problemas de recursos: Tempo, dinheiro, pessoal, equipamentos. Profissionais que conseguem superar estes problemas tendem a ser altamente valorizados;
- f) Problemas sociais: escassez de mão-de-obra por falta de escolaridade;
- g) Problemas de projeto: Cerne da Engenharia. Exige criatividade, trabalho em equipe e amplo conhecimento.

Definido o conceito de problema, o primeiro passo a fim de solucioná-lo é a objetivação. A objetivação visa focar detalhadamente no problema, sendo que problemas maiores devem ser divididos em problemas menores até que encontre a causa fundamental do mesmo. Trabalhar com o problema de forma fragmentada permite o encontro de várias pequenas soluções as quais através das formas de associação pode-se deduzir algo novo que possa resolver o problema de forma menos laboriosa do que a análise do problema como um todo.

- a) Passo 1 - Entender o problema: Qual a incógnita? Quais são os dados? Quais são as condições? Qual é a causa fundamental?

Esse questionamento inicial é fundamental, pois um problema mal interpretado tende a ser mal resolvido chegando a resultados indesejados.

b) Passo 2 - Buscar conexões entre dados e a incógnita: Você já presenciou esse problema anteriormente? Alguma experiência anterior permite associar ao problema atual e reformular o mesmo?

Aqui, podemos começar a usar nossa experiência e métodos de associação de dados para traçar similaridades entre o problema e dados passados.

c) Passo 3 – Executar o plano: Faça as ações passo-a-passo verificando a consequência de cada uma delas. Você consegue notar soluções? Consegue provar que o passo está correto? Neste ponto entra a ideia de que cada aprimoramento de uma solução ou invenção é uma nova porta que se abre e não deve ser descartada nenhuma melhoria realizada sobre a solução.

d) Passo 4 – Examinar a solução obtida: Você conseguiu verificar o resultado? É capaz de obter o mesmo resultado de outra maneira?

A partir de um resultado satisfatório, entra o pensamento judicioso para analisar o resultado e assim, tentar repeti-lo sob outras condições para buscar novas relações entre a solução e o problema.

Através desses quatro passos é possível ir trabalhando o pensamento criativo. A utilização de analogias é uma das abordagens mais comuns para início da solução de problemas e também à medida que resolvemos mais problemas nossa lista de analogias também cresce aumentando assim a possibilidade de correlações e similaridades para cada novo problema que surgir.

Além disso, a dificuldade de um determinado problema é definida pelo número de variáveis envolvidas nele (SAVRANSKY, 2000). Outro conceito também definido por Savransky (2000) é o de espaço de solução onde é caracterizado pela unicidade das soluções aceitáveis. Partindo desse conceito subdivide-se o espaço de solução entre fechado e aberto, onde o primeiro é válido para quando um determinado problema possui uma quantidade finita de soluções corretas, enquanto o segundo são caracterizados quando inúmeras soluções corretas são possíveis para resolver o problema.

Pode-se inferir também que o método para desenvolvimento de projeto de sistemas de controle deriva deste método de pensamento voltado a soluções de problemas. Onde, em sistemas de controle é necessário, inicialmente, modelar fielmente o sistema a ser trabalho, em seguida, verificar se o mesmo atende às especificações desejadas e trabalhar tendo estes parâmetros em vista, até que ele responda de maneira satisfatória.

O processo de Design de Novos Produtos também é uma derivação do método de solução de problemas utilizando criatividade, pois tende a exigir um maior grau de

objetivação do problema a ser suprimido por um novo produto do que gerenciar algo que já existe.

Definir se a solução do problema vai ser genérica ou particularizada é fundamental. Enquanto a primeira é a mais simples de ser trabalhada por possuir já soluções pré-aprovadas, esse método pode não satisfazer determinada condição do seu problema. Já a segunda abordagem, embora geralmente mais complexa, é mais fiel ao problema e permite realizar simulações em seu modelo matemático que permitem verificar alguma falha ou divergências.

O trabalho em equipe também é necessário para a solução de problemas de forma criativa, a experiência de cada indivíduo é única e complementar para o grupo inserido. No entanto é necessário ser cauteloso nos momentos de *brainstorming*, pois é necessário “desligar” o pensamento judicioso durante a etapa inicial da fluência de ideias, além disso, censurar ou reduzir ideias não é recomendado porque é mais fácil reduzir a intensidade delas do que aumentá-las depois de uma censura em momento indevido (OSBORN, 1972).

O esforço mental também é um componente essencial na produção de soluções criativas para problemas, pois em grupo é necessário mais energia para que os pensamentos alinhem em torno do mesmo objetivo ou problema.

Apesar de não existir uma fórmula pronta para resolver problemas e existirem correntes de pensamento que defendem que seguir instruções limita a criatividade do indivíduo, os métodos citados anteriormente não dizem o que deve ser feito e sim como deve ser pensado, partindo do princípio básico da objetivação, a partir desse ponto, você começa a procurar analogias, verossimilhança, associações e outras formas de conexão de experiências e fatos para montar sua solução.

7 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA E METODOLOGIA

Apesar de ser aplicado em inúmeras instituições de ensino por ser um método já solidificado de ensino, é possível perceber que em virtude das inovações tecnológicas, o modelo atualmente praticado lentamente torna-se obsoleto e incapaz de preparar os estudantes nos diversos âmbitos do conhecimento.

7.1 O problema

Dado o modelo de ensino atual focado na memorização de informações para ser aplicada em avaliações, muitas vezes a inspiração criativa é sufocada devido ao foco que é dado ao processo de memorização. Não apenas nos cursos de graduação, mas em todo ciclo acadêmico anterior, a falta de incentivo à criatividade acarreta em profissionais menos aptos a resolverem problemas de forma criativa. Segundo Alencar (2008, p.03), “[...] no contexto escolar, apesar do reconhecimento da importância da criatividade, é comum nos depararmos com uma educação estática, que privilegia a reprodução e memorização de conhecimentos.”

Contrário do que seriam esperados, os avanços tecnológicos os quais estão facilitando a vida dos engenheiros e tornando rápidas suas tarefas profissionais que deveriam abrir espaço e tempo para o desenvolvimento da criatividade estão sendo utilizados como uma fórmula de utilização para resultados imediatos e definitivos, sem questionamentos ou críticas.

Dos anos 70 para os dias atuais, houve uma mudança no trinômio da Engenharia como um todo, o que antes era composto por engenheiro, prancheta e régua de cálculo, foram atualmente substituídos pelo trinômio engenheiro, computador e software de engenharia (LAURIA, 2001). A vantagem desta substituição foi uma significativa redução do trabalho monótono e exaustivo dos cálculos e esboços manuais, mas que em contrapartida limitava a vazão criativa. Então, agora os Engenheiros dispõem de uma tecnologia que facilita muito os processos matemáticos e não é desenvolvido o processo imaginativo nos alunos de Graduação.

Então, o problema a ser discutido nesse trabalho é: como os alunos dos Cursos de Engenharia Elétrica e de Produção percebem a importância do uso e desenvolvimento da criatividade perante a Metodologia de Ensino Tradicional utilizada?

7.2 Proposta de trabalho

A proposta do presente trabalho é obter as percepções dos alunos graduandos de Engenharia Elétrica e de Produção em relação à criatividade e sua importância para o curso. Para tanto, faz-se necessário um instrumento de coleta de dados no intuito de mensurar a partir da ótica do corpo discente o processo de ensino e importância da criatividade.

Em posse deste instrumento deseja-se obter informações referentes à:

- (a) Dados biográficos da amostra;
- (b) Fatores considerados mais relevantes para a expressão da criatividade pessoal;
- (c) Fatores que inibem a expressão da capacidade de criar bem como aqueles que mais frequentemente inibem a capacidade de criar dos estudantes de Engenharia; (ALENCAR, 2008)
- (d) Questões referentes à metodologia ativa de ensino, com foco no PBL e TRIZ.

Os resultados após tabulação servirão como ponto de partida para análises acerca das facilidades e dificuldade encontradas para aplicação da criatividade nas Engenharias estudadas.

7.3 Metodologia

Para obtenção dos dados acima citados foi aplicada uma pesquisa de opinião na forma de questionário a fim de captar a visão de alunos de Engenharia em relação à criatividade. Criado na plataforma *online* Google Forms, o ambiente gera gráficos e planilhas com as respostas inseridas referentes às questões aplicadas.

O universo de amostragem foram dois cursos de Engenharia do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG, sendo eles Engenharia Elétrica e Engenharia de Produção. Também foi restringido o universo amostral para apenas os três últimos anos dos cursos selecionados, apesar de alunos nos anos iniciais serem mais propensos a aceitarem metodologias diferenciadas, o foco do trabalho é na percepção do curso, portanto os alunos dos períodos escolhidos já apresentam uma maturidade desejada para julgarem questões referentes à percepção da criatividade, além de já possuírem uma noção maior do curso como um todo.

O formulário era do tipo fechado, onde o pesquisador define as alternativas que serão respondidas (Borochovicus, 2014). Utilizando-se também das categorias criadas através de

unidades de significação por Alencar (2008), na análise e compilação dos dados das entrevistas aplicadas em seu trabalho.

A aplicação foi *in loco*, ou seja, nas salas de aula, no período noturno na terceira semana de Outubro de 2016, decisão tomada por permitir uma chance maior de captura de informações diretamente das dúvidas eventuais dos pesquisados, dado também que essa semana não estava no período de aplicação de avaliações, o que poderia causar uma dispersão na atenção dos alunos e um comprometimento no resultado final.

Além disso, o instrumento de coleta utilizado estará disponível no Apêndice ao final deste trabalho, contendo todas as perguntas realizadas para os alunos.

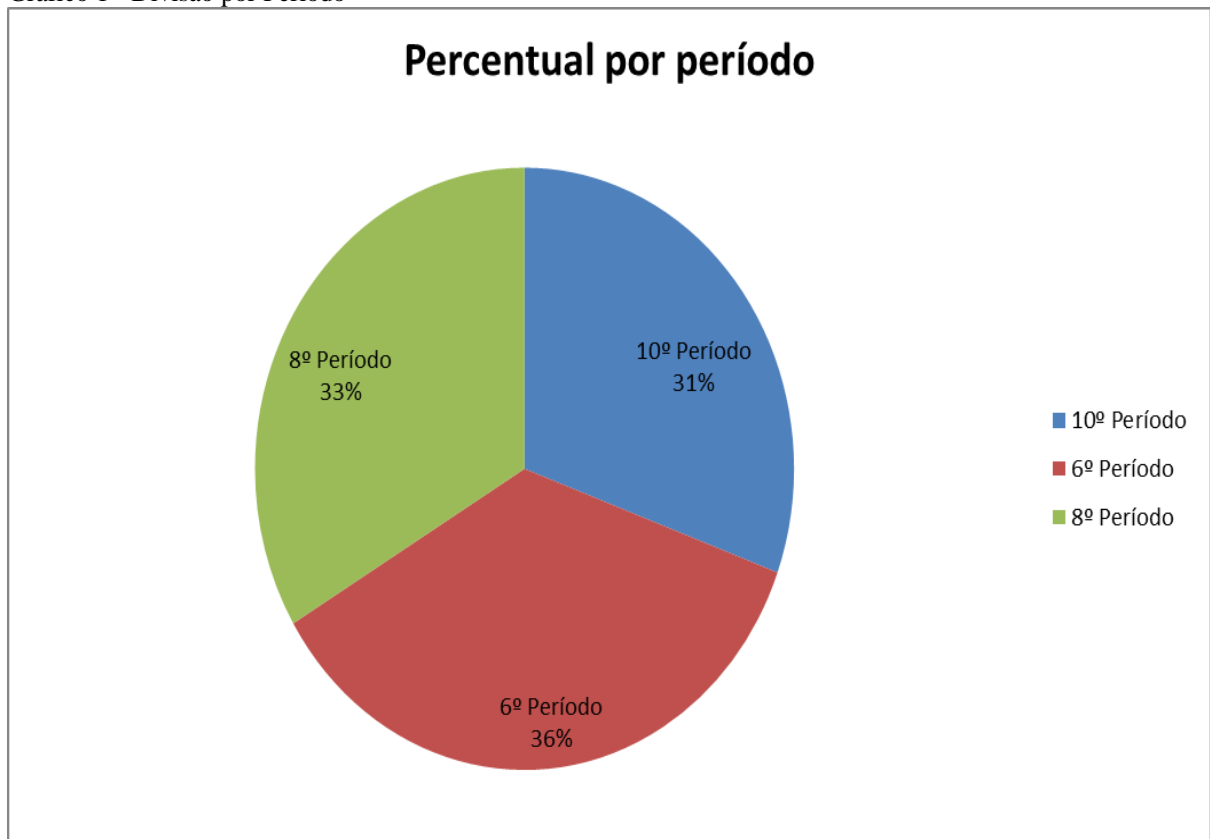
8 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Através dos dados coletados após a execução das sessões espera-se que os participantes apresentem suas percepções perante a criatividade na Engenharia, além de apontar os fatores inibidores e facilitadores do desenvolvimento dessa ferramenta.

Inicialmente, foi obtida uma amostra de 134 alunos os quais responderam a pesquisa de opinião aplicada (n=134), sendo estes divididos entre seis turmas de Engenharia, três delas Engenharia de Produção e as outras turmas de Engenharia Elétrica. Os períodos também foram iguais para ambos os cursos, a saber: sexto, oitavo e décimo períodos.

Dos 134 pesquisadas obteve-se uma divisão aproximadamente uniforme entre os três períodos analisados, conforme Gráfico 1 abaixo:

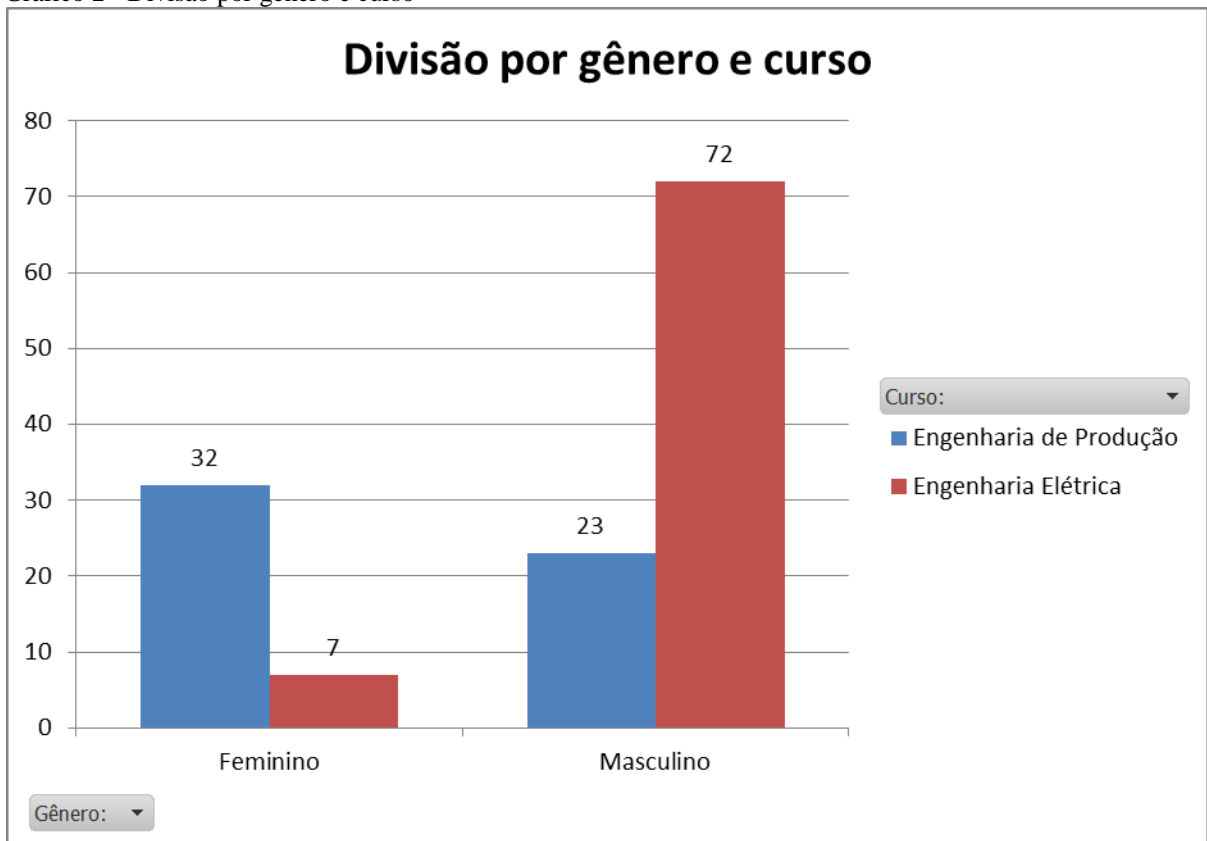
Gráfico 1 - Divisão por Período



Fonte: O autor

Além disso, é possível notar também uma maioria significativa de homens cursando Engenharia ainda, apesar de que o curso de Engenharia de Produção também ter apresentado um índice elevado de mulheres na pesquisa, de acordo com o indicado no Gráfico 2:

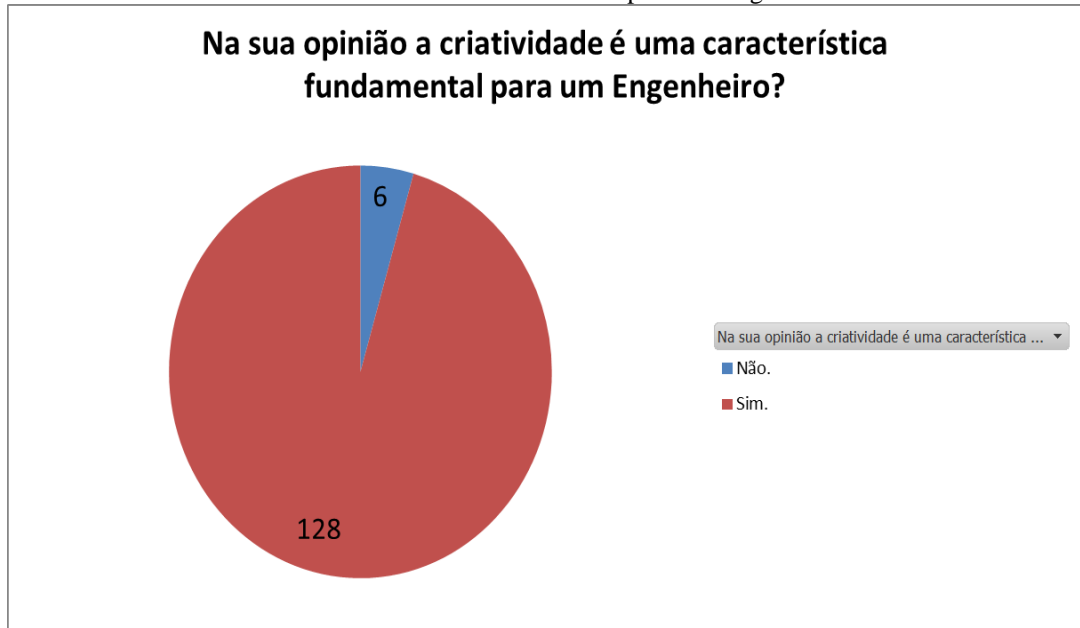
Gráfico 2 - Divisão por gênero e curso



Fonte: O autor

Analisando a primeira resposta envolvendo criatividade foi possível notar uma maioria quase absoluta de pesquisados que acreditam que a criatividade é uma característica fundamental para o Engenheiro, sendo que, apenas 4,47% dos pesquisados acreditam que não seja fundamental para o exercício da Engenharia. O Gráfico 3 ilustra a análise anterior.

Gráfico 3 - Criatividade é uma característica fundamental para um Engenheiro?

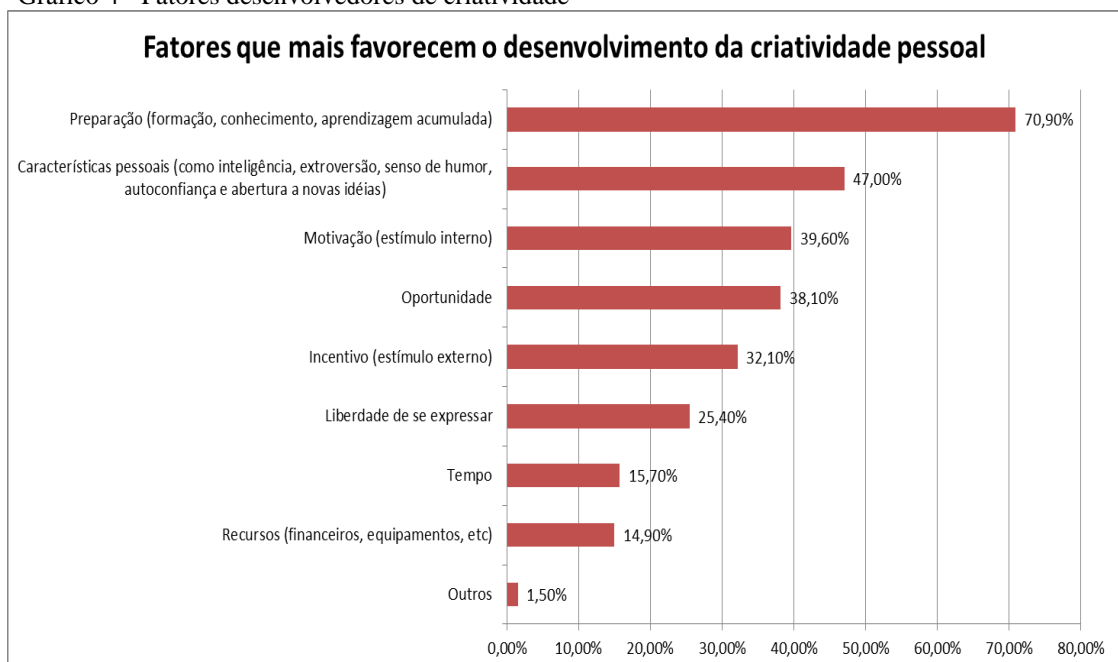


Fonte: O autor

Esse número expressivo ressalta de imediato a visão que os alunos possuem da característica criatividade, julgando-a como necessária para o exercício da profissão de Engenheiro.

Em seguida, foi questionado “[...] quais fatores mais favorecem o desenvolvimento da criatividade pessoal?”, os pesquisados deveriam escolher entre uma e três alternativas que eles mais consideravam de importância nesse questionamento, os resultados pode ser conferido conforme Gráfico 4.

Gráfico 4 - Fatores desenvolvedores de criatividade

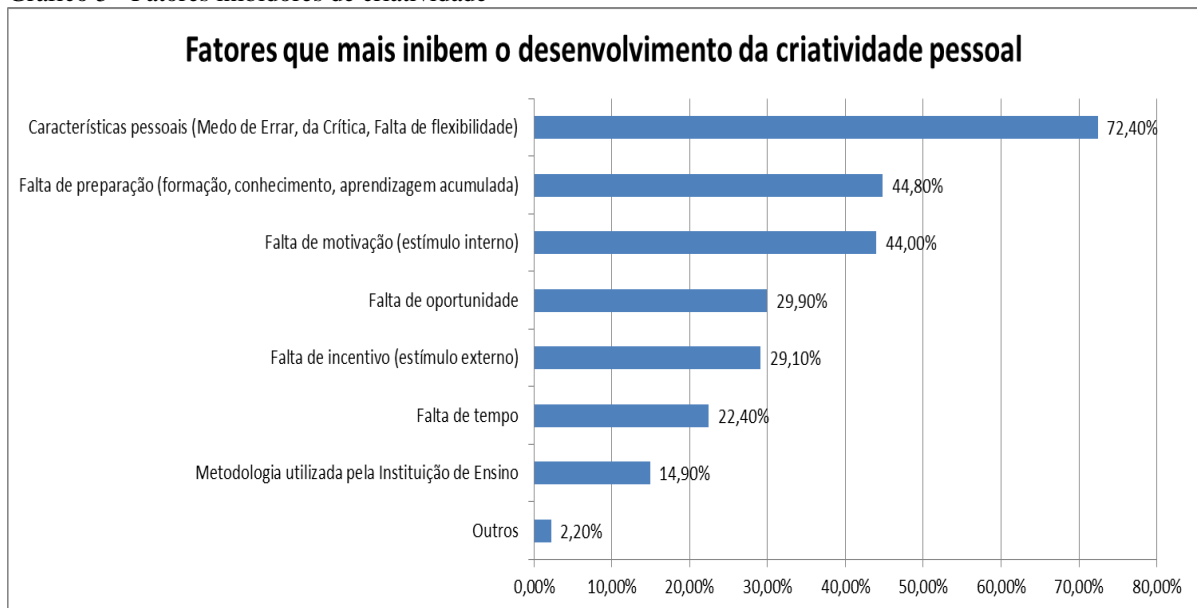


Fonte: O autor

De acordo com os dados do Gráfico 4 é possível definir que grande parte dos alunos (70,9%) considera a experiência de vida como fator de peso no desenvolvimento da criatividade pessoal, demonstrando o que Osborn (1972) afirmou que ao adquirir mais recursos para associar ideias, melhor será nossa capacidade de desenvolvermos soluções criativas. No entanto, quase metade dos pesquisados (47%) disseram que as características pessoais do indivíduo constituem fator importante para desenvolver a criatividade, mas de acordo com Osborn (1972) e Alencar (2008) a criatividade é uma atividade mental que se desenvolve da mesma maneira que o esforço mental dispendido para resolvermos problemas matemáticos, ou seja, todas as pessoas são capazes de desenvolver o cerne criativo, basta simplesmente exercitar nosso cérebro com esse tipo de atividade.

Na sequência, a pergunta era “Em relação a fatores inibidores de criatividade pessoal, quais você considera de maior relevância?”, podendo escolher entre uma a três alternativas, o Gráfico 5 mostra os números obtidos.

Gráfico 5 - Fatores inibidores de criatividade



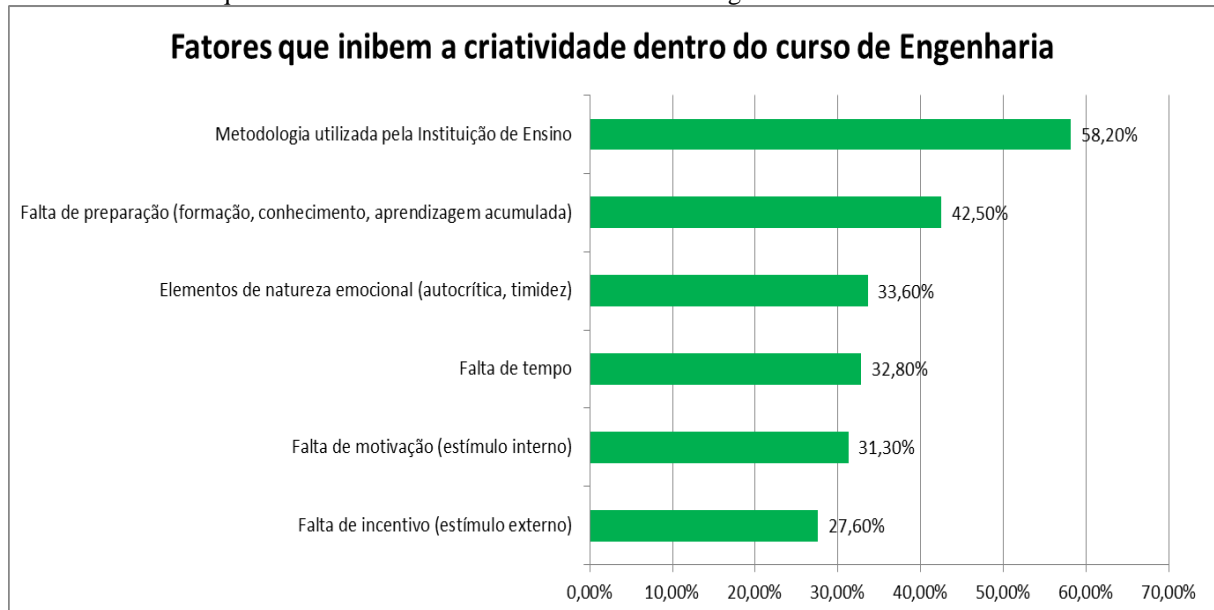
Fonte: O autor

Conforme dados do Gráfico 5, é possível compreender ao analisar em conjunto com a resposta anterior que os alunos consideram como fator determinante, tanto para estimular, quanto para inibir, as características pessoais, alternativa escolhida por 72,40% dos pesquisados. Esta informação permite verificar que a visão dos alunos sobre a criatividade ainda baseia-se na mesma como um dom ou um talento adquirido ao nascer. Outro ponto importante a ser notado é que as três primeiras alternativas mais escolhidas, todas são características cognitivas/personalidade/emocionais, o que, de acordo com o trabalho de

Alencar (2008), confirma essa visão de inibição da criatividade ser intrínseca e binária, ou seja, ou você possui criatividade ou não.

Uma pergunta similar foi feita posteriormente, onde se desejava perceber fatores inibidores que criatividades dentro do curso de Engenharia, e chegamos aos seguintes resultados mostrados no Gráfico 6.

Gráfico 6 - Fatores que inibem a criatividade dentro do curso de Engenharia



Fonte: O autor

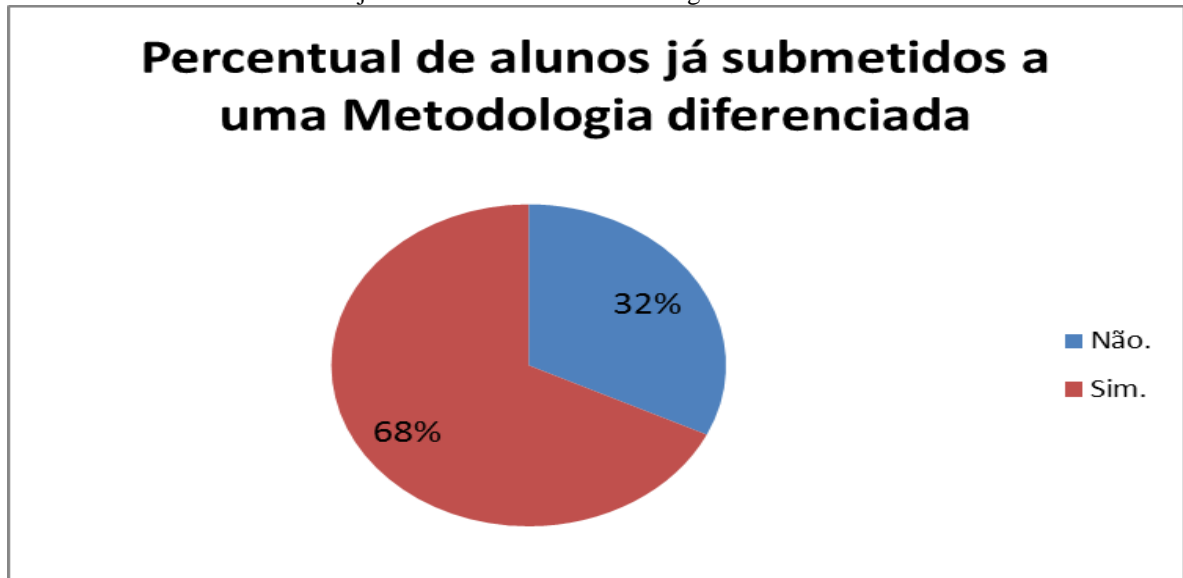
Pouco mais da metade dos estudantes pesquisados (58,2%) apontaram que o fator mais inibidor da criatividade dentro do curso de Engenharia é a própria Metodologia de Ensino utilizada. O que é naturalmente compreensível, dado que o modelo atual, focado no professor e não no aluno, é um método ultrapassado e que não desperta a curiosidade, muito menos o interesse dos alunos com facilidade, confirmando com as informações dispostas anteriormente em outras seções deste trabalho. Estes números também demonstram que, apesar dos fatores cognitivos terem obtido uma importância considerável, ao julgarem dentro do curso de Engenharia, a Metodologia possui um peso maior no momento de desenvolver a criatividade.

Logo, o resultado anterior é a chave para adentrar na próxima pauta do questionário, Metodologias Ativas de ensino, onde foi questionado sobre alguns pontos-base conforme será abordado a seguir.

Partindo do questionamento anterior, o instrumento de coleta de dados perguntava na sequência se “Algum professor já chegou a transmitir o conhecimento na forma de designar um problema a ser resolvido antes de passar o conteúdo em si para que fossem pesquisados os

conhecimentos necessários para resolvê-lo?”, com o intuito de verificar se, apesar das amarras do modelo atual, algum professor já tenha realizado tentativas alternativas de ensino, e o resultado pode ser conferido abaixo, no Gráfico 7.

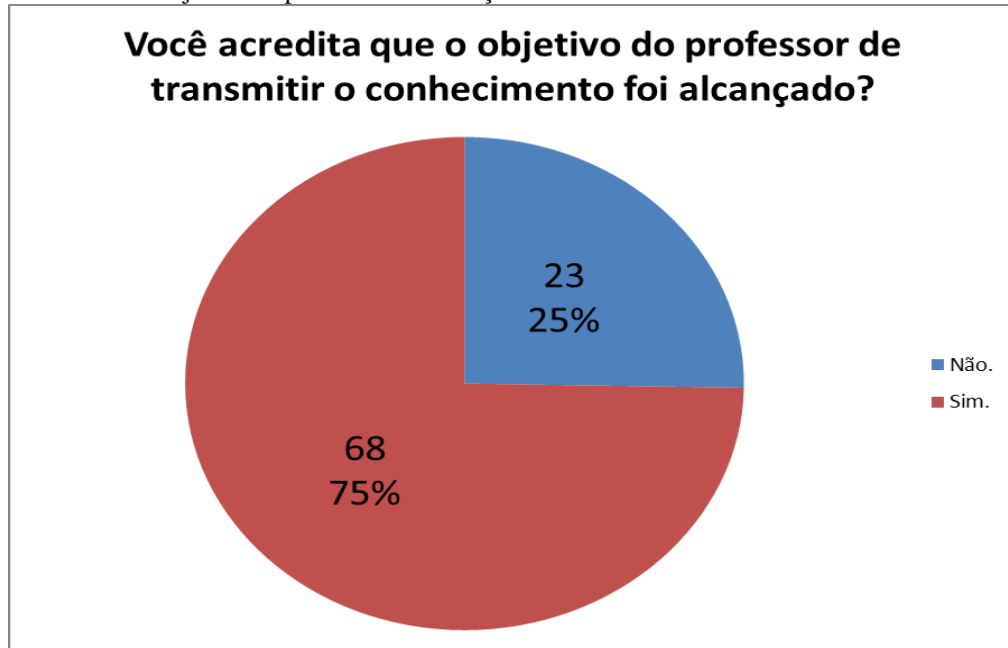
Gráfico 7 - Percentual de alunos já submetidos a uma Metodologia diferenciada de Ensino



Fonte: O autor

Pode-se afirmar pelo Gráfico 7 que muitos dos pesquisados (68%) já passaram por uma experiência de tentativa de transmissão de conhecimento diferenciada, um indicativo positivo de que os professores estejam também notando a defasagem do ensino atual em relação à velocidade da geração atual e procurando alternativas de estreitar essa diferença. No entanto, será que estas tentativas foram bem sucedidas, e se não foram, o que os alunos consideram que foi o fator que impediu o alcance do objetivo? As próximas duas perguntas do questionário abordaram estas questões e os resultados podem ser conferidos nos Gráfico 8 e Gráfico 9 a seguir.

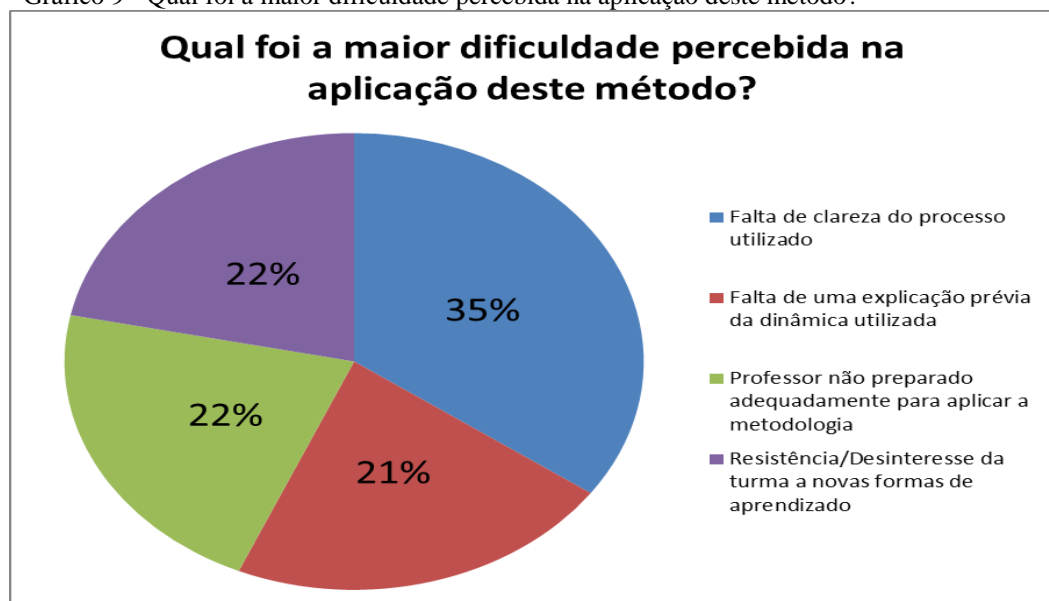
Gráfico 8 – O objetivo do professor foi alcançado?



Fonte: O autor

Dos 91 pesquisados que responderam essa questão, um número significativo (75% ou 68, em números absolutos) confirma com sucesso a tentativa de ensino diferenciado do professor, mostrando o potencial deste tipo de abordagem no Curso de Engenharia, mas para conseguirmos uma constante melhoria nesse processo é necessário também entender o que os 23 pesquisados que responderam negativamente, o motivo que eles acreditam que o professor não tenha obtido sucesso na tentativa, esta informação é mostrada no Gráfico 10.

Gráfico 9 - Qual foi a maior dificuldade percebida na aplicação deste método?



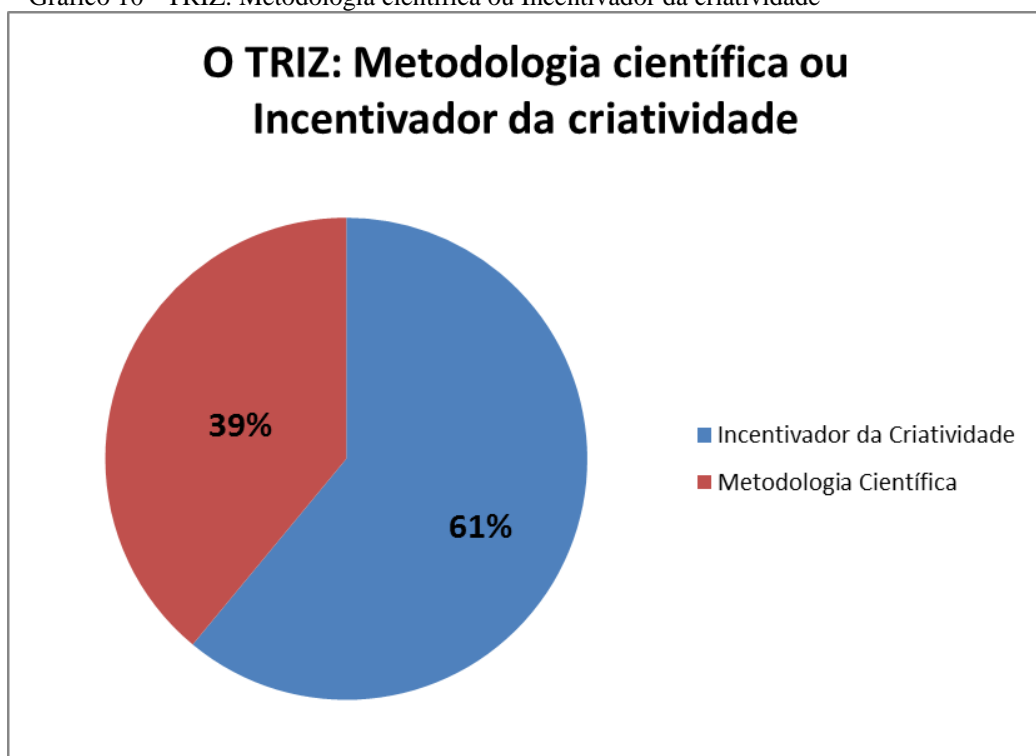
Fonte: O autor

Embora o resultado esteja pulverizado entre as quatro alternativas, é justamente este tipo de comportamento das respostas que mostra o quão multifacetado e complexo é a aplicação de uma Metodologia Ativa em uma turma, necessitando atenção especial em todos os itens apontados como falhas para uma crescente melhoria na aplicação destes métodos, sendo que o único item que não depende exclusivamente do professor, que seria a resistência/desinteresse da turma, pode ser controlado e melhorado a partir de uma relação mais próxima entre o corpo discente e docente.

A pergunta subsequente era sobre uma percepção superficial da Metodologia TRIZ, abordada em uma seção anterior neste trabalho, onde se desejava saber se os pesquisados consideravam esta Metodologia como um processo científico ou incentivador da criatividade. Um questionamento comum perante o TRIZ, pois ao colocar em tabelas e quadros e procurar soluções de maneira organizada, cria-se uma aparente sensação de que não existe esforço criativo para busca das soluções.

O resultado, que pode ser conferido no Gráfico 10, mostra que 61% dos pesquisados acreditam que o TRIZ é uma ferramenta de criatividade, enquanto o restante (39%) o considera uma metodologia científica, sendo compreensível a posição desta parcela, porque o TRIZ tenta gerar padrões de resolução de problemas para reduzirmos o campo de busca por soluções criativas.

Gráfico 10 - TRIZ: Metodologia científica ou Incentivador da criatividade

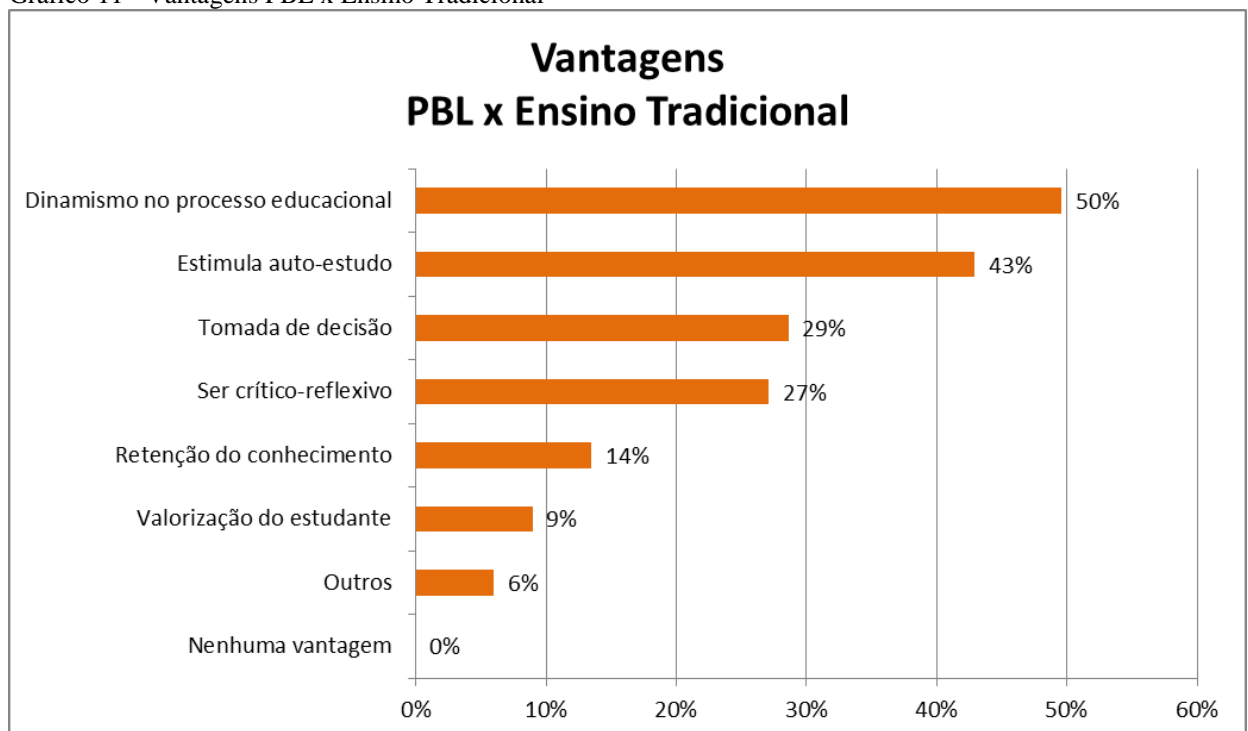


Fonte: O autor

As duas últimas perguntas foram pertinentes ao PBL e, utilizando da Figura 1 deste trabalho, pediu-se para que os pesquisados apontassem as maiores vantagens entre o PBL e o Ensino Tradicional, e na pergunta seguinte, as maiores fraquezas também. Os resultados podem ser encontrados abaixo.

Em relação às vantagens, conforme Gráfico 11 abaixo, pode-se perceber que a resposta mais marcada foi o dinamismo no processo educacional (50%), ou seja, os alunos acreditam que uma metodologia de ensino nos moldes do PBL realmente agrega uma maior dinâmica e conseqüentemente um maior interesse para o conteúdo lecionado. A outra opção mais escolhida foi que metodologias como o PBL também estimulam o auto-estudo (43%), tornando assim, o aluno protagonista de seu aprendizado, mudança de comportamento que também torna atrativo para o aluno o conhecimento a ser transmitido.

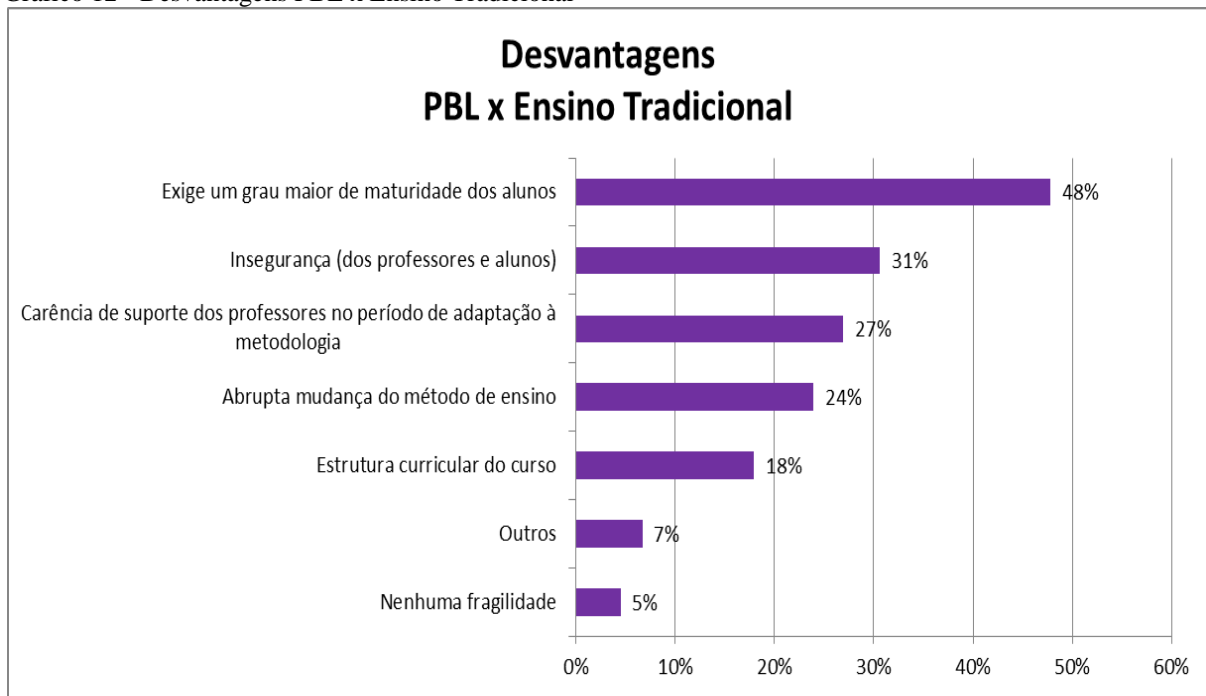
Gráfico 11 - Vantagens PBL x Ensino Tradicional



Fonte: O autor

No campo das desvantagens, os resultados também apontaram em uma direção determinada, onde a opção mais escolhida foi “Exige um grau maior de maturidade dos alunos”, com 48% dos pesquisados escolhendo essa alternativa, sendo seguida pela “Insegurança dos professores e alunos” com 31% das escolhas. O Gráfico 12 abaixo contém todos os dados referentes a essa questão.

Gráfico 12 - Desvantagens PBL x Ensino Tradicional



Fonte: O autor

Os números acima demonstram que os próprios alunos possuem certa noção de como funciona o PBL, sabem que ao utilizar dessa metodologia diferenciada, eles próprios assumem uma responsabilidade maior no contexto educacional, saindo de meros espectadores absorvendo conteúdo, para ativamente absorver e aplicar o conhecimento.

Em suma, os números obtidos foram satisfatórios tanto em quantidade de pesquisados alcançados, pois um espaço amostral maior consegue absorver uma pluralidade de opiniões maior também, tanto qualitativamente, pois foi possível perceber que em praticamente todas as perguntas alguma resposta se destacando, sendo ela, geralmente, o alvo da análise realizada nos parágrafos anteriores.

Além disso, analisando os dados como um todo, além da própria sensação que foi possível captar enquanto os questionários eram aplicados, é que os alunos enxergam a necessidade de uma mudança no método de ensino, no entanto, também sabem que qualquer mudança gera resistência e também dificuldades no início, e que para eles, a responsabilidade aumenta também.

9 CONCLUSÃO

Ao fim deste trabalho é possível concluir que, de fato, a criatividade para a Engenharia é uma característica primordial para o desenvolvimento pleno, completo e plural do Engenheiro, para certificar de atender uma sociedade cada vez mais exigente e que se desenvolve rapidamente.

Também foi possível perceber que muitos alunos ainda consideram a criatividade como um dom ou talento, o que mostra um enraizamento profundo deste pensamento na nossa cultura, afinal a criatividade é uma atividade mental que pode ser desenvolvida, potencializada e utilizada a fim de resolver problemas diversos, e que quanto mais utilizarmos dela, melhor ela se torna. Assim, um dos objetivos da Instituição de Ensino é procurar formas de incentivar a criatividade dos seus alunos, pois a criatividade não agrega apenas valor profissional, mas também pessoal e social.

Outro ponto de análise refere-se no âmbito das Metodologias Ativas, é inegável o fato da necessidade de uma mudança, os próprios alunos percebem isso, assim, a sugestão de mudança é uma aplicação parcial de Metodologias Ativas, pois se utilizando de uma mescla entre o novo e o Tradicional, o impacto nos estudantes será reduzido e também a readequação das grades não exigirá mudanças bruscas, podendo gradativamente, de acordo com a avaliação da Instituição de Ensino, progredir até a implantação total de uma Metodologia Ativa para a Engenharia.

Por fim, este trabalho é o passo inicial para aprofundamentos neste assunto, sendo que a ideia de sequência deste trabalho inclui as perspectivas do corpo docente da Instituição de Ensino, criação de grupos de alunos onde os mesmos serão submetidos a metodologias diferenciadas com o intuito de progressivamente ser possível chegar a uma metodologia ótima de ensino, onde ambas as partes envolvidas, professor e aluno, sejam capazes de apresentar e absorver o conhecimento, no objetivo de graduar Engenheiros criativos, atendendo a demanda da sociedade e às expectativas dos próprios alunos quando ingressam em um curso superior de ensino.

Então, de acordo com o objetivo proposto inicialmente, de avaliar as percepções dos alunos em relação à criatividade, conclui-se que ela deve ser incentivada ao longo do curso de Engenharia, utilizando-se de métodos de ensino que potencializem essa habilidade mental dos alunos, confirmando assim a necessidade de um foco no âmbito referente à aplicação de Metodologias Ativas de ensino.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, E. M. L. S. de. Criatividade no Contexto Educacional: Três Décadas de Pesquisa. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 23 n. especial, p. 045-049, 2007.

ALENCAR, E. M. L. S., FLEITH, D. S. Criatividade pessoal: fatores facilitadores e inibidores segundo estudantes de engenharia. **Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación**, v.01, n.01, p. 113-126, 2008.

ALTSHULLER, G.S. **Creativity as an exact science**: the theory of the solution of inventive problems. Nova Iorque: Gordon and Breach Publishers, 1984.

ANDRADE, A. G. P. de; SANTOS JR., F. A. C. dos; PIMENTAL J. M.; BITTENCOURT, J. N. C., SANTANA, T. B. de,. **Aplicação do Método PBL no Ensino de Engenharia de Software: Visão do Estudante**, Feira de Santana, Departamento de Tecnologia Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), 2011.

BONINI, L. A; SBRAGIA, R.. O modelo de Design Thinking como indutor da inovação nas empresas: Um estudo empírico. **Revista de Gestão e Projetos - GeP**, São Paulo,v.2, n.1, , p 03-25, 2011.

BOROCHOVICIUS, E; TORTELLA, J. C. B.. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Ensaio: avaliação política pública de Educação**, Rio de Janeiro, v.22, n. 83, p. 263-294, 2014.

BRASIL. Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966. Regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 dez. 1966. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5194.htm>. Acesso em: 26 abr. 2016.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura - MEC. **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**. Resolução CNE/CES 11 de 11 de março de 2002, Brasília, 2002.

BURINI, E. R. V; PINHEIRO, A C. F. B. O Aprendizado Baseado em Problemas como metodologia de ensino nos cursos de engenharia. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA - COBENGE**, 31, 2003, Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Educação de Engenharia – ABENGE, 2003.

CARVALHO, M. A. de, BACK, N.. Uso dos Conceitos Fundamentais da Triz e do Método dos Princípios Inventivos no Desenvolvimento de Produtos. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO - CBGDP**, 3, 2001, Florianópolis: Instituto de Gestão de Desenvolvimento de Produto – IGDP, 2001.

COLENCI, A. T.. **O Ensino de Engenharia como uma Atividade de Serviços - A Exigência de atuação em novos patamares de qualidade acadêmica**. 2000. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

ESCRIVÃO FILHO, E.; RIBEIRO, L.R. de C.. Aprendendo com PBL – Aprendizagem Baseada em Problemas: Relato de uma Experiência em Cursos de Engenharia da EESC-USP. **Revista Minerva**, São Carlos, v.04, n. 01, p.23-30, 2009.

HOLTZAPPLE, M. T; REECE, W.D. **Introdução a Engenharia**. São Paulo: Editora LTC, 2006.

LAURIA, D.; ALVES, V. A. O. ; MATTA, E. N. da. O desafio da criatividade na formação e atuação do engenheiro. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA – COBENGE**, 29, 2001, Porto Alegre: Associação Brasileira de Educação de Engenharia – ABENGE, 2001.

LÓPEZ, J.; ALMEIDA, R. L. de; ARAUJO-MOREIRA, F.M. TRIZ: Criatividade como uma ciência exata? **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Salinas,v. 27, n. 2, p. 205-209, 2005.

OSBORN, A. F.. **O PODER criador da MENTE: Princípios e Processos do Pensamento Criador e do “Brainstorming”**. 3. ed..São Paulo, IBRASA, 1972.

SAVRANSKY, S. D.. **Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving**. Nova Iorque: CRC Press LLC, 2000.

TATE, K.; DOMB, E.. **The TRIZ Journal: 40 Inventive Principles and Examples**. Disponível em: <<http://triz-journal.com/40-inventive-principles-examples/>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

TEIXEIRA, N. G.; AMORIM, A. A. M. de ; MARTINS TEIXEIRA, R.. Utilizando o Aprendizado Baseado em Problemas no Curso de Engenharia Elétrica/Telecomunicações da Universidade Gama Filho. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA – COBENGE**, 32, 2004, Brasília: Associação Brasileira de Educação de Engenharia – ABENGE, 2004.

VERTICCHIO, N. de M.. **Análise Comparativa das Habilidades e Competências necessárias para o Engenheiro na visão da indústria, dos discentes e dos docentes**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais – (UFMG), 2006.

APÊNDICE

PERCEPÇÕES À CERCA DA IMPORTÂNCIA DA CRIATIVIDADE PARA O CURSO DE ENGENHARIA

Questionário elaborado para corpo discente de Engenharia Elétrica e de Produção do UNIS-MG com intuito de avaliar as percepções deste grupo em relação à Importância da Criatividade na graduação em Engenharia.

Dados Biográficos

Informações gerais dos participantes.

Gênero:

- Masculino
- Feminino

Curso:

- Engenharia Elétrica
- Engenharia de Produção

Período:

- 5º Período
- 6º Período
- 7º Período
- 8º Período
- 9º Período
- 10º Período

Criatividade

Criatividade pode ser definida como a capacidade do ser humano de criar, produzir ou inventar coisas novas. Criatividade não necessariamente significa criar alguma coisa do zero, muitas vezes significa inovar, ou seja, melhorar alguma coisa já existente também.

Na sua opinião, a criatividade é uma característica fundamental para um Engenheiro?

- Sim.
- Não.

Na sua opinião, quais fatores mais favorecem o desenvolvimento da criatividade pessoal? (escolha no mínimo 1 e no máximo 3 alternativas)

Considere fatores que favorecem a criatividade como fatores que auxiliam positivamente no momento de pensar em novas ideias.

- Preparação (formação, conhecimento, aprendizagem acumulada)
- Incentivo (estímulo externo)
- Características pessoais (como inteligência, extroversão, senso de humor,
- autoconfiança e abertura a novas idéias)
- Liberdade de se expressar
- Oportunidade
- Tempo
- Recursos (financeiros, equipamentos, etc)
- Motivação (estímulo interno)
- Outros

Em relação a fatores inibidores de criatividade pessoal, quais você considera de maior relevância? (escolha no mínimo 1 e no máximo 3 alternativas)

Considere que fatores que inibem a criatividade, toda e qualquer situação que atrapalhe no momento de pensar em novas ideias.

- Características pessoais (Medo de Errar, da Crítica, Falta de flexibilidade)
- Falta de motivação (estímulo interno)
- Falta de incentivo (estímulo externo)
- Falta de preparação (formação, conhecimento, aprendizagem acumulada)
- Metodologia utilizada pela Instituição de Ensino
- Falta de tempo
- Falta de oportunidade
- Outros

Em relação à fatores que inibem a criatividade dentro do curso de Engenharia, quais são mais influentes? (escolha no mínimo 1 e no máximo 3 alternativas)

Considere nessa questão os fatores que atrapalham o desenvolvimento da criatividade enquanto estudante de Engenharia.

- Metodologia utilizada pela Instituição de Ensino
- Elementos de natureza emocional (autocrítica, timidez)
- Falta de tempo
- Falta de preparação (formação, conhecimento, aprendizagem acumulada)
- Falta de motivação (estímulo interno)
- Falta de incentivo (estímulo externo)

Metodologias Ativas

Questões referentes ao conhecimento e importância do uso de Metodologias Ativas e seu impacto no processo de aprendizado.

Algum professor já chegou a transmitir o conhecimento na forma de designar um problema a ser resolvido antes de passar o conteúdo em si para que fosse pesquisado os conhecimentos necessários para resolvê-lo?

- Sim.
- Não.

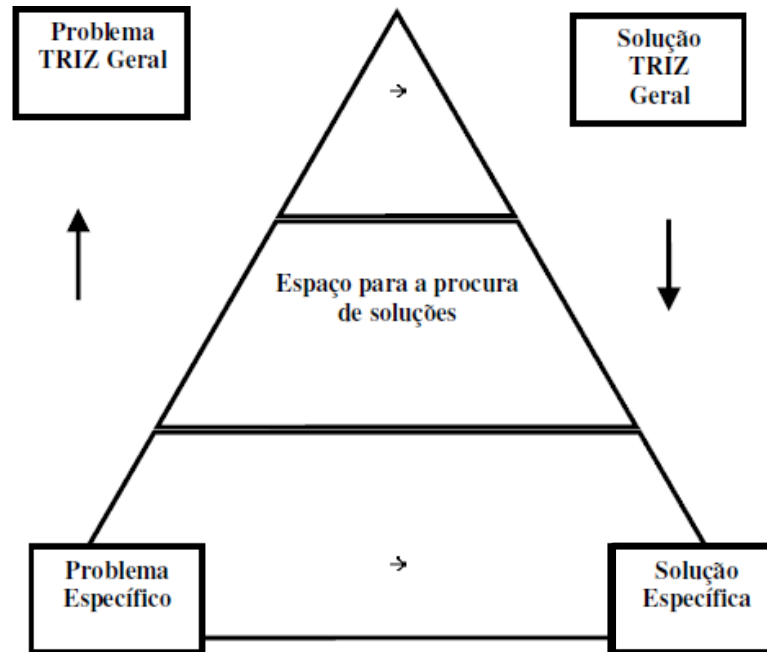
Se a resposta anterior foi "Sim", acredita que o objetivo do professor de transmitir o conhecimento foi alcançado?

- Sim.
- Não.

Caso a resposta tenha sido "Não" na pergunta anterior, qual foi a maior dificuldade percebida na aplicação deste método?

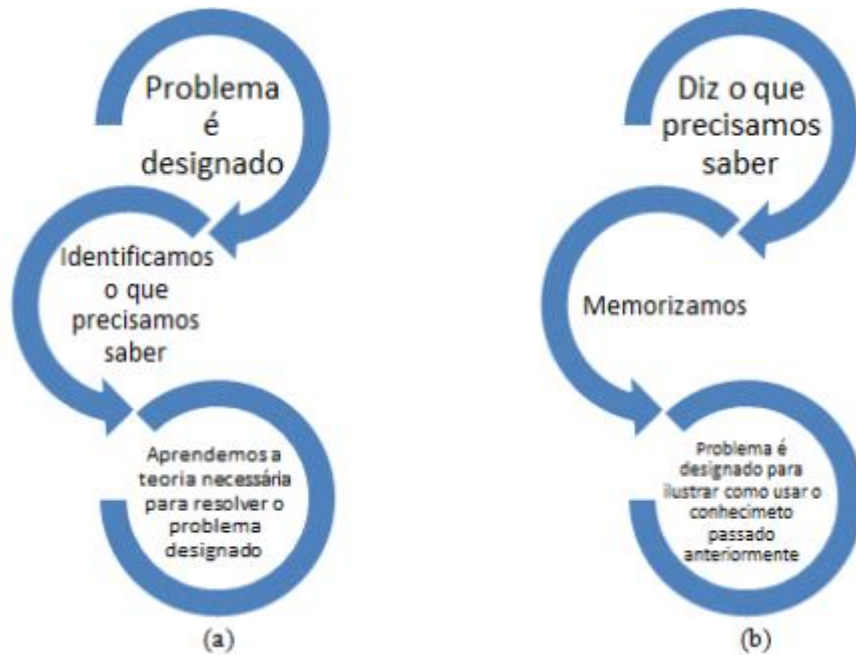
- Resistência/Desinteresse da turma a novas formas de aprendizado
- Falta de clareza do processo utilizado
- Falta de uma explicação prévia da dinâmica utilizada
- Professor não preparado adequadamente para aplicar a metodologia

O TRIZ é um método que baseia sua resolução de problemas técnicos na contradição. Como por exemplo, a seguinte contradição: Durante a decolagem e aterrissagem de um avião, suas asas precisam ser grandes para lhe garantir estabilidade, mas durante o voo, asas grandes aumentam o atrito com o ar e diminuem a velocidade do avião. Partindo desse princípio, você considera que o método incentiva a criatividade ou tenta substituir a criatividade por uma metodologia científica?



- () Incentivador da criatividade.
- () Metodologia científica.

As figuras abaixo representam o fluxo básico de uma Metodologia Ativa (a) e o fluxo do Ensino Tradicional (b). Analisando as imagens, quais as maiores vantagens do processo (a) em relação ao (b)? (escolha no máximo 2 alternativas)



- () Dinamismo no processo educacional
- () Valorização do estudante
- () Ser crítico-reflexivo
- () Estimula auto-estudo
- () Tomada de decisão
- () Retenção do conhecimento
- () Outros
- () Nenhuma vantagem

Ainda em relação a imagem anterior, quais são as maiores fragilidades do processo (a) em relação ao (b)? (escolha no máximo 2 alternativas)

- () Abrupta mudança do método de ensino
- () Insegurança (dos professores e alunos)
- () Exige um grau maior de maturidade dos alunos
- () Carência de suporte dos professores no período de adaptação à metodologia
- () Estrutura curricular do curso
- () Outros
- () Nenhuma fragilidade