

SOLUÇÃO INVENTIVA DE PROBLEMAS E ENGENHARIA AUTOMOTIVA - A ABORDAGEM DA TRIZ

Marco Aurélio de Carvalho, Eng. Mec., M.Eng.

CEFET-PR - DAMEC - NuPES

Kazuo Hatakeyama, Ph.D., Eur.Ing., C.Eng., MIEE, MASME, MABCM

CEFET-PR - PPGTE

1. RESUMO

A inovação tecnológica e uma de suas bases de implementação - a solução criativa de problemas - são, cada vez mais, necessárias para o sucesso de organizações envolvidas com o desenvolvimento de produtos. Os métodos tradicionais para a solução criativa de problemas (métodos intuitivos e sistemáticos) nem sempre são suficientes. Neste artigo, descrevemos como os conceitos da TRIZ (sigla russa para Teoria da Solução Inventiva de Problemas) e dois de seus métodos - o Método dos Princípios Inventivos e o Método da Separação - podem ser utilizados na solução de problemas na engenharia automotiva (e, também, em outras áreas). Inicialmente, apresentamos um breve histórico da TRIZ e seus conceitos mais importantes. Em seguida, descrevemos o Método dos Princípios Inventivos e o Método da Separação e apresentamos exemplos de aplicação destes métodos para a solução de problemas relacionados à Engenharia Automotiva.

2. INTRODUÇÃO

Muito tem se escrito e falado sobre inovação e criatividade. Diz-se, mesmo, que a década de 90 foi a década da qualidade e a década atual é a da inovação. Mas, como inovar? E como ser criativo?

Existem diversas fontes de inovação. Idéias criativas são uma das possíveis fontes de inovação. Com idéias criativas, consegue-se produzir soluções originais e - em muitos casos - radicalmente mais eficazes que as convencionais. A propósito, neste assunto, os brasileiros não estão mal. Na verdade, eles são mundialmente conhecidos por sua criatividade. Afinal, o carnaval brasileiro é o maior espetáculo da Terra e o Brasil já ganhou 5 Copas do Mundo por conta da criatividade de seus jogadores de futebol. Ainda assim, há indícios de que esta habilidade natural pode ser melhorada com o uso de métodos.

Através de aplicações de métodos para a solução criativa de problemas no desenvolvimento de produtos e processos e na resolução de problemas de qualidade, os autores têm verificado que, dentre as centenas de métodos existentes, destacam-se na prática industrial alguns, como o *brainstorming*, o 8D (ou MASP), o pensamento lateral, a sinergia, as analogias, a análise de valor e o método morfológico, cada qual com suas vantagens e desvantagens. O que se pretende neste artigo é apresentar uma abordagem diferenciada das demais - a da TRIZ (Teoria da Solução Inventiva de Problemas) - e mostrar como ela pode ser aproveitada para a geração de idéias criativas.

3. TRIZ - A TEORIA DA SOLUÇÃO INVENTIVA DE PROBLEMAS

A TRIZ começou a ser desenvolvida em 1946, por G. S. Altshuller, na antiga URSS. Altshuller trabalhava na Marinha da URSS e era, ele próprio, um inventor. Desde o início, a abordagem de Altshuller diferiu dos métodos desenvolvidos no Ocidente, como o *brainstorming*, o método morfológico e a análise de valor. Isto porque Altshuller focalizou-se não no estudo do processo de solução de problemas ou nas personalidades criativas, mas, nos produtos do processo criativo: as patentes. Ele procurou definir e analisar os processos envolvidos na obtenção das soluções inventivas contidas nas patentes (veja a Figura 1).

Hoje, existem muitos praticantes da TRIZ no mundo inteiro, estando a maior parte deles em países da antiga URSS. Devido à falta de intercâmbio de informações com os países ocidentais durante o regime comunista da antiga URSS, a difusão da TRIZ no Ocidente somente se iniciou em 1990, mas, vem sendo rápida, como pode ser observado pelo leitor em artigos e relatos disponíveis, por exemplo, no TRIZ Journal (<http://www.triz-journal.com>).

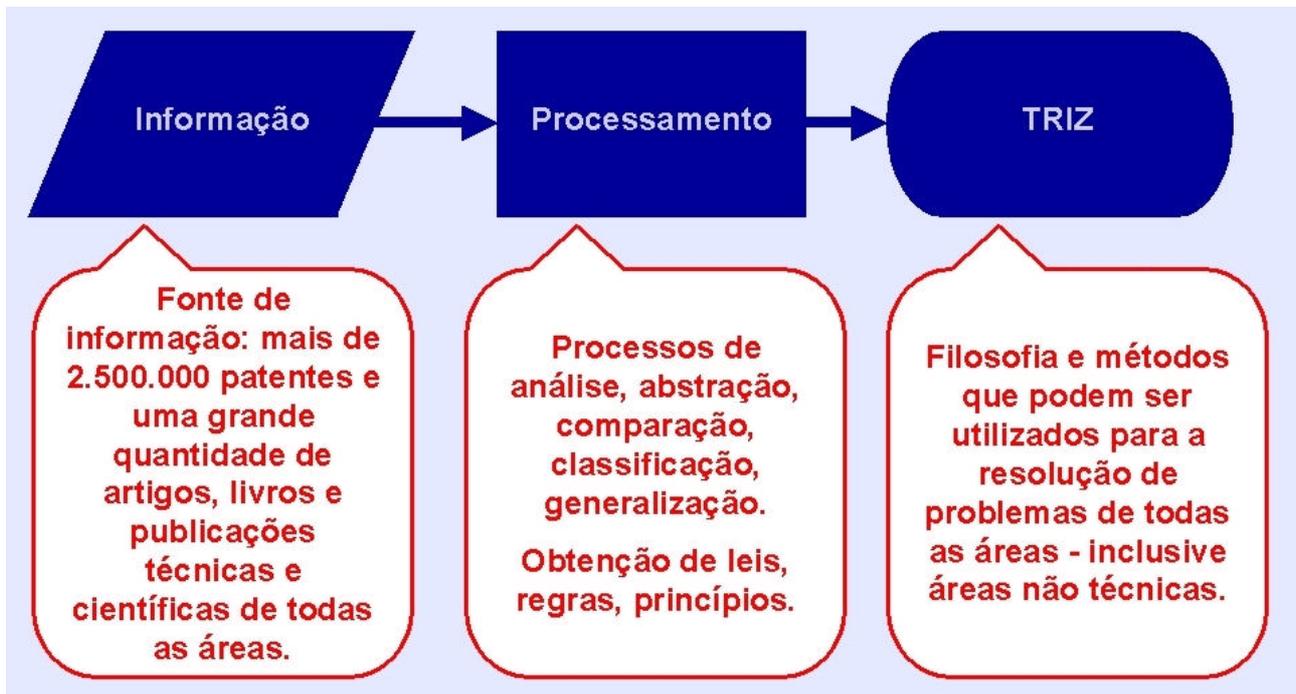


Figura 1 - Processo de criação da TRIZ

4. AS DESCOBERTAS DE ALTSHULLER

A pesquisa de Altshuller (1969, 1974, 1979, 1980, 1989) e de seus associados levou à descoberta dos fatos relevantes referentes ao processo de inovação tecnológica descritos a seguir.

4.1. Problemas, bem como suas soluções, tendem a repetir-se em diversas áreas e situações tecnológicas

Este fato levou Altshuller à conclusão de que, embora os problemas sejam de áreas específicas, as suas soluções são genéricas. Tal constatação levou à pesquisa e criação de diversos princípios, derivados dos bancos de patentes, que são soluções genéricas para problemas. Abordaremos os Princípios Inventivos e os Princípios da Separação nos itens 5 e 6 deste artigo.

4.2. Soluções criativas envolvem a resolução de contradições

Contradições são requisitos conflitantes - a melhora de um causa a piora de outro. Por exemplo, num motor de automóvel, deseja-se elevado desempenho e reduzido consumo de combustível. Podemos imaginar soluções extremistas, soluções de compromisso e soluções genuinamente criativas para este conflito. As soluções extremistas são aquelas que privilegiam um dos requisitos, em detrimento do outro. No nosso exemplo, ter-se-ia o motor muito potente e com elevado consumo ou muito econômico, porém com baixo desempenho. Nenhuma das soluções extremistas atende às necessidades do cliente. As soluções de compromisso buscam um meio-termo entre os requisitos conflitantes. Trata-se de tentar contornar a contradição. Em nosso exemplo, isto levaria ao estabelecimento de um nível de desempenho "razoável", que implicasse num consumo de combustível "aceitável". Na falta de algo melhor, muitas vezes, o cliente obriga-se a aceitar a solução extremista ou a de compromisso. A solução criativa é aquela que atende aos dois parâmetros conflitantes, sem extremismo nem compromisso. Para o conflito de nosso exemplo, uma solução deste tipo é a descrita no resumo da patente de Carney Jr. (1999) - Veículo Elétrico Conservador de Energia:

"Um veículo e um sistema veicular contendo: células de bateria recarregável, chaves, circuitos elétricos, meios de controle, uma transmissão e um ou mais dispositivos motores-geradores tais que, para cada dispositivo motor-gerador, o motor-gerador opera, alternadamente, tanto: a) como um motor, a uma voltagem mais alta, para impelir o veículo e, b) como um gerador, a uma voltagem mais baixa, transformando a energia cinética do veículo em energia elétrica armazenada nas células de bateria recarregável, enquanto o motor-gerador funciona como um freio, para

desacelerar e parar o veículo, conservando e reutilizando, assim, energia que é dissipada e perdida por outros veículos."

Uma ilustração do veículo proposto por Carney Jr. (1999) é apresentada na Figura 2. O veículo pode não ter sido um sucesso mercadológico (pelo menos até agora), mas, consegue prover bom desempenho e baixo consumo, ou seja, soluciona uma contradição e é uma solução criativa.

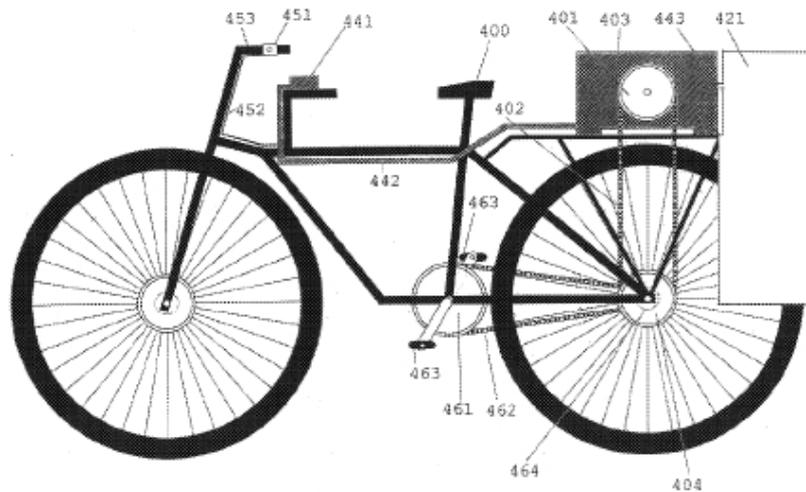


Figura 2 - Veículo Elétrico Conservador de Energia (Carney Jr., 1999)

4.3. Soluções criativas envolvem o uso de recursos

Os recursos de um sistema podem ser definidos como quaisquer elementos do sistema ou das cercanias do mesmo, que ainda não foram utilizados para a execução de funções úteis no sistema. Frequentemente, a simples identificação de recursos num sistema leva a soluções inventivas. Existem diferentes classes de recursos: internos, externos, naturais, sistêmicos, funcionais, espaciais, temporais, de campo, de substância, de informação, etc. Um exemplo do uso de recursos do sistema foi a criação do turbocompressor para motores de combustão interna, que transforma parte da energia dos gases de combustão (antes jogada fora) em sobrepressão do ar alimentado. Outro exemplo é o aproveitamento dos gases de combustão ou da energia elétrica da bateria para elevar um veículo e trocar um pneu - soluções utilizadas em alguns elevadores de automóveis.

4.4. Produtos e processos evoluem

Este fato refere-se ao aperfeiçoamento contínuo dos sistemas técnicos, o qual acontece no sentido do aumento da idealidade. Na TRIZ, idealidade é a razão entre o número de funções desejadas realizadas por um sistema e o número de funções indesejadas executadas pelo mesmo. Quanto mais próximo do ideal, ou seja, quanto mais evoluído o sistema técnico, menor é esse "preço". Assim, a TRIZ recomenda que, na solução de um problema, formule-se um Resultado Final Ideal (RFI), ou seja, o objetivo ao qual se pretende chegar, o qual deve estar mais próximo do sistema técnico ideal que a solução atual.

4.5. A evolução tecnológica segue certos padrões

A partir da análise de patentes e de literatura relativa à história da tecnologia, Altshuller concluiu que a evolução dos sistemas técnicos é um processo governado por padrões. Alguns exemplos dos padrões da evolução tecnológica identificados são os seguintes: aumento do grau de fragmentação do sistema técnico, aumento da controlabilidade do sistema técnico e convolução dos sistemas técnicos (aumento da complexidade, seguido por simplificação do sistema técnico). Tais padrões podem ser úteis para a previsão tecnológica.

4.6. Efeitos geométricos, físicos, químicos e biológicos podem levar à solução de problemas

Através do estudo de patentes, Altshuller descobriu que, com frequência, efeitos físicos, químicos, geométricos e biológicos são as chaves para a solução de problemas técnicos. Parte da dificuldade de encontrar a solução dos problemas técnicos deriva do esquecimento ou desconhecimento de certos efeitos pelas pessoas envolvidas em sua solução. Assim, Altshuller e seus colaboradores criaram listas de efeitos, organizadas conforme a função que se pretende realizar. As listas de efeitos compiladas podem ser encontradas na literatura (Altshuller et al., 1989; Salamatov, 2000) e em programas de computador como Invention Machine Lab (Invention Machine, 1999) e IWB (Ideation International, 1999). A título de exemplo, na Tabela 1 são mostrados alguns efeitos para executar a função "gerar energia elétrica".

Tabela 1 - Efeitos para executar a função transformar energia

Função	Efeitos físicos	Efeitos químicos
Gerar energia elétrica	Indução eletromagnética Efeito piezoelétrico Efeito piroelétrico	Efeito Dorn Fotocromia

Na Figura 3, é apresentada a forma geral de aplicação da TRIZ para a solução de problemas.

Nos itens 5 e 6, abordaremos dois dos métodos para a solução de problemas mais populares da TRIZ - o Método dos Princípios Inventivos e o Método da Separação - e exemplos dos mesmos.

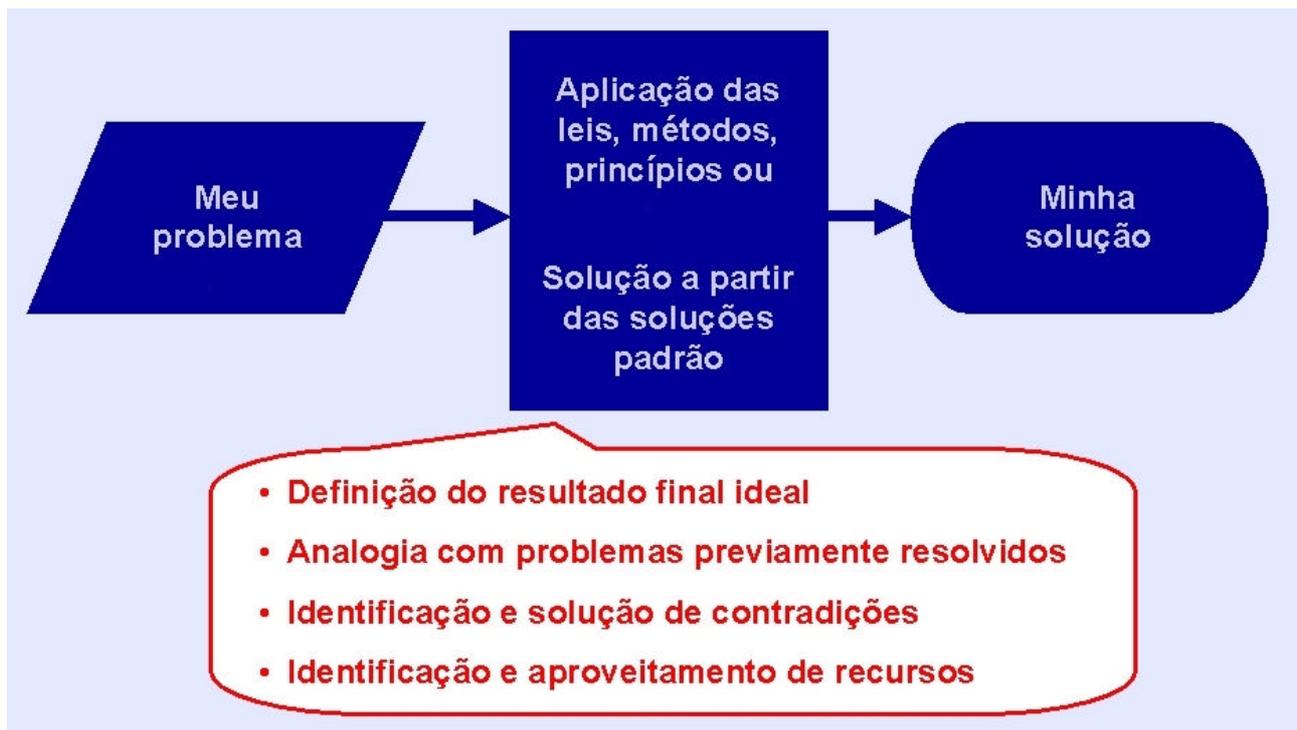


Figura 3 - Forma genérica de aplicação da TRIZ

5. MÉTODO DOS PRINCÍPIOS INVENTIVOS

O Método dos Princípios Inventivos serve para a solução de contradições técnicas (contradições entre dois parâmetros de um mesmo sistema técnico) e é o mais conhecido da TRIZ. Os Princípios Inventivos são heurísticas, ou, mais popularmente, dicas ou sugestões de possíveis soluções para um determinado problema. Tais Princípios foram obtidos a partir da generalização e agrupamento de soluções repetidamente utilizadas na criação, desenvolvimento e

melhoria de sistemas técnicos de diferentes áreas. Esse trabalho foi feito a partir da análise de uma grande quantidade de patentes. Os Princípios Inventivos são apresentados na Tabela 2.

A forma mais simples de utilização dos princípios inventivos é o uso direto, que consiste na análise de cada um dos Princípios Inventivos e tentativa de aplicá-los para a melhoria do ST.

Uma segunda opção é tentar aplicar os Princípios Inventivos na ordem da frequência de uso dos mesmos no levantamento original de Altshuller, que é a seguinte: 35 - o mais utilizado, 10, 1, 28, 2, 15, 19, 18, 32, 13, 26, 3, 27, 29, 34, 16, 40, 24, 17, 6, 14, 22, 39, 4, 30, 37, 36, 25, 11, 31, 38, 8, 5, 7, 21, 23, 12, 33, 9 e 20 - o menos utilizado.

A terceira forma de aplicação dos Princípios Inventivos envolve a identificação de contradições, a modelagem das mesmas em termos de parâmetros de engenharia conflitantes, o uso da matriz de contradições¹ para identificar os Princípios Inventivos com maior potencial e sua aplicação. Os parâmetros de engenharia são mostrados na

Um exemplo de aplicação do Método dos Princípios Inventivos é apresentado no item 7 deste trabalho.

Tabela 3. Os parâmetros de engenharia correspondem a grandezas genéricas, presentes em problemas de diferentes áreas. Segundo esta forma de uso dos Princípios Inventivos, as contradições existentes no problema original devem ser traduzidas em termos de um primeiro parâmetro de engenharia, o qual se deseja melhorar e de um segundo, que é piorado em função da melhora do primeiro. A melhora de um parâmetro de engenharia pode implicar em seu aumento ou diminuição, dependendo da situação problemática.

Tabela 2 - Princípios Inventivos (Altshuller, 1969)

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

Um exemplo de aplicação do Método dos Princípios Inventivos é apresentado no item 7 deste trabalho.

¹ O leitor pode encontrar a descrição detalhada, com exemplos, de cada um dos Princípios Inventivos, bem como a Matriz de Contradições, em <http://www.nupes.cefetpr.br/~marco>.

Tabela 3 - Parâmetros de engenharia (Altshuller, 1969)

1. Peso do objeto em movimento	2. Peso do objeto parado
3. Comprimento do objeto em movimento	4. Comprimento do objeto parado
5. Área do objeto em movimento	6. Área do objeto parado
7. Volume do objeto em movimento	8. Volume do objeto parado
9. Velocidade	10. Força
11. Tensão ou pressão	12. Forma
13. Estabilidade da composição	14. Resistência
15. Duração da ação do objeto em movimento	16. Duração da ação do objeto parado
17. Temperatura	18. Brilho
19. Energia gasta pelo objeto em movimento	20. Energia gasta pelo objeto parado
21. Potência	22. Perda de energia
23. Perda de substância	24. Perda de informação
25. Perda de tempo	26. Quantidade de substância
27. Confiabilidade	28. Precisão de medição
29. Precisão de fabricação	30. Fatores indesejados atuando no objeto
31. Fatores indesejados causados pelo objeto	32. Manufaturabilidade
33. Conveniência de uso	34. Manutenibilidade
35. Adaptabilidade	36. Complexidade do objeto
37. Complexidade de controle	38. Nível de automação
39. Capacidade ou produtividade	

6. MÉTODO DA SEPARAÇÃO (MS)

O método da separação é utilizado para a solução de contradições físicas. Contradições físicas correspondem a requisitos contraditórios referentes a um mesmo sistema (por exemplo, um pneu precisa ser "mole" e "duro" ao mesmo tempo, para ter grande aderência e grande durabilidade). Para atender aos requisitos contraditórios numa situação deste tipo, uma separação das características contraditórias deve ocorrer. Inicialmente, Altshuller estabeleceu onze princípios de separação. Posteriormente, os onze princípios de separação iniciais foram resumidos em quatro princípios gerais de separação: separação no espaço, separação no tempo, separação no sistema e separação de acordo com condições específicas, conforme mostrado na Tabela 4.

Tabela 4 - Princípios de separação (Savransky, 2000)

	Condição de Zf, Tf, Zp e Tp			
	Quando Zf e Zp estão separadas	Quando Tf e Tp estão separados	Por vezes, quando Zf e Zp ou Tf e Tp interceptam-se	Por vezes, quando Zf e Zp ou Tf e Tp tocam-se
Princípio de separação a utilizar	Separação no espaço	Separação no tempo	Separação entre as partes e o todo (separação no sistema)	Separação conforme a condição
Possibilidades de separação	Característica é aumentada num local e diminuída em outro.	Característica é aumentada num período e diminuída em outro.	Característica tem um valor no nível do sistema e valor oposto no nível de componentes.	Característica é aumentada sob uma condição e diminuída sob outra.
	Característica está presente em um local e ausente em outro.	Característica está presente em um período e ausente em outro.	Característica existe no nível do sistema e não existe no nível dos componentes.	Característica existe sob uma condição e inexistente sob outra

Produto é o elemento passivo envolvido numa situação problemática e ferramenta é o elemento ativo. De acordo com Savransky (2000), há seis possibilidades para os tempos e zonas de operação do produto (Tp, Zp) e da ferramenta (Tf, Zf): estes tempos e zonas podem estar separados, tocar-se ou interceptar-se. A utilização deste método pode partir de uma definição do princípio de separação a utilizar conforme a disposição de Zp, Zf, Tp e Tf (Tabela 4) ou

não. Para uma mesma situação problemática, mais de um princípio de separação pode apontar para soluções interessantes.

Um exemplo de uso do método da separação é apresentado no item 7.

7. EXEMPLOS

Neste segmento, são apresentados dois exemplos - um de projeto e um de processo - para ilustrar os métodos dos princípios inventivos e da separação.

Uso dos Princípios Inventivos

No projeto de uma superfície aerodinâmica, é conhecida a necessidade de obter a máxima força de sustentação possível, associada ao menor arrasto. Esta é uma contradição para a qual já se geraram inúmeras soluções. A aplicação do Princípio Inventivo no. 14 - Recurvação poderia ter levado à solução patenteada por Blood (1991) - Projétil com uma Matriz de Cavidades em sua Superfície:

"Uma superfície aerodinâmica melhorada para o exterior de veículos que se movem através de um gás e veículos que utilizam tais superfícies melhoradas. Os objetivos da utilização de tais superfícies melhoradas são a redução da resistência do ar e aumento da sustentação. A superfície melhorada inclui uma série de depressões ou indentações formadas em partes das superfícies do veículo. A superfície melhorada é mais beneficentemente localizada num bordo de ataque, onde o veículo primeiro penetra a piscina de ar através da qual se movimenta, ou em superfícies que tendem a movimentar a piscina de ar, para acomodar a presença do próprio veículo ou em superfícies do veículo às quais o projetista deseja prover uma função de sustentação. Asas, ailerons e superfícies de lemes são exemplos de superfícies às quais uma função de sustentação são mais aplicáveis. O veículo pode ser da natureza de um automóvel, um avião, um foguete, um míssil ou um projétil atirado por uma arma de fogo. A invenção também é aplicável à superfície interna de tubos para o transporte de fluido."

A solução proposta por Blood (1991) é mostrada na Figura 4. É interessante notar que, muitas vezes, uma solução inventiva possui efeitos extras, ou seja, pode ser aplicada numa diversidade de outras situações problemáticas, como fica claro no texto da patente supracitada.

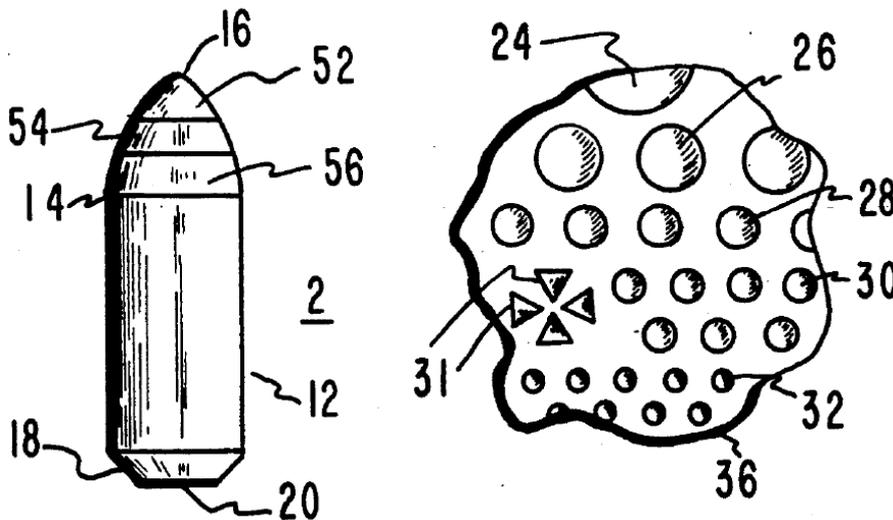


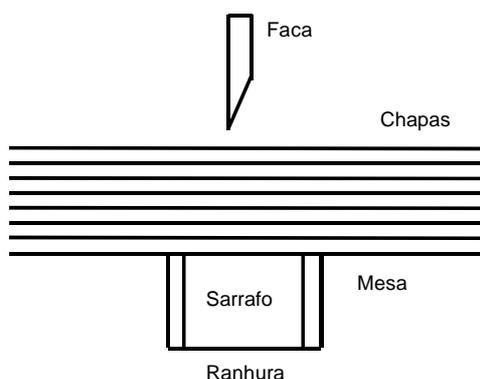
Figura 4 - Projétil com uma Matriz de Cavidades em sua Superfície (Blood, 1991)

Uso do Método da Separação

Este exemplo refere-se a uma guilhotina (De Carvalho, 2001), a qual é utilizada para cortar chapas de plástico, a partir das quais serão produzidas peças para o interior de um automóvel. Um esquema do problema é mostrado na Figura 5. Um manipulador coloca uma pilha de chapas de plástico sobre a mesa da máquina. A pilha é comprimida por

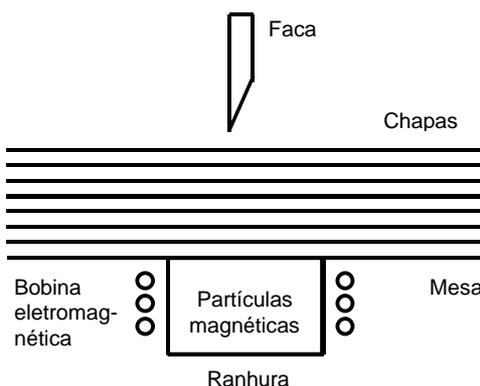
um pressionador, até que um limitador é acionado. Então, a faca desce e corta as chapas. Para garantir o corte perfeito das chapas de plástico, a faca precisa atravessá-las completamente. Verificou-se, experimentalmente, que a faca precisa ultrapassar a chapa inferior em cerca de 2 mm, para que ocorra um bom corte. A mesa que apóia as chapas é de aço, e a faca também. Se a faca bate na mesa, acaba deformando-se ou quebrando. A solução paliativa encontrada foi usinar uma ranhura e colocar sarrafos dentro dela, sob a pilha de chapas. Os sarrafos duram cerca de meio turno de trabalho. Já se tentou utilizar borracha, em vez de madeira, mas, a qualidade do corte é prejudicada, porque a borracha deforma-se com o impacto, causando imprecisão, trincas e rebarbas nas chapas cortadas.

Figura 5 - Corte de chapas na guilhotina



Analisando o problema dado, percebemos a existência de uma contradição física: o sarrafo precisa ser duro (para garantir um corte sem defeitos) e macio (para não danificar a faca). O Princípio da Separação no Espaço sugere que o sarrafo seja duro em algumas partes e macio em outras. Esta é a própria solução paliativa encontrada (mesa de aço com uma ranhura, na qual é colocado um sarrafo de madeira). O Princípio da Separação no Tempo sugere que o sarrafo seja duro em alguns momentos e macio em outros, o que não nos inspirou nenhuma idéia². Com o Princípio da Separação no Sistema, chegamos à idéia apresentada na Figura 6: o sarrafo é duro em suas partes (partículas magnéticas), mas, macio como um todo. Este é um "sarrafo" que produz suporte adequado para as chapas de plástico e pode ser regenerado após a penetração da faca.

Figura 6 - Sarrafo magnético



8. CONCLUSÕES

Neste trabalho, foram apresentados conceitos da TRIZ, bem como dois de seus métodos para a solução de problemas - o Método dos Princípios Inventivos e o Método da Separação. Para ilustrar os conceitos e métodos apresentados, foram utilizados exemplos.

² Os autores convidam o leitor a tentar imaginar outras soluções para o problema, utilizando os Princípios da Separação no Tempo e Separação Conforme a Condição.

Em aplicações junto aos alunos do CEFET-PR e em casos práticos da indústria, os autores têm percebido a utilidade da TRIZ para modelar problemas com precisão, identificar os pontos cruciais dos mesmos - as contradições e identificar e alavancar recursos que podem levar à solução dos mesmos, no sentido do desenvolvimento de soluções mais próximas do ideal.

Os autores acreditam que num País com tantos desafios e oportunidades como o Brasil, a solução criativa de problemas e metodologias como a TRIZ precisam ser mais difundidas e aplicadas e têm trabalhado neste sentido.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTSHULLER, G. S. Innovation Algorithm. Worcester: Technical Innovation Center, 1999 (1a ed. russa, 1969).
- ALTSHULLER, G. S. Forty Principles. Worcester: Technical Innovation Center, 1998 (1a ed. russa, 1974).
- ALTSHULLER, G. S. Creativity as An Exact Science - The Theory of The Solution of Inventive Problems. 1a. ed. Luxemburg: Gordon & Breach, 1984 (1a ed. russa, 1979).
- ALTSHULLER, G. S.; SELJUZI, A. Flügel für Ikarus - Über die Moderne Technik des Erfindens. Moscou: Mir, 1980.
- ALTSHULLER, G. S.; ZLOTIN, B.; ZUSMAN, A.; PHILATOV, V. Searching for New Ideas: From Insight to Methodology - The Theory and Practice of Inventive Problem Solving. Kishinev: Kartya Moldovenyaska, 1989 (Publicado em inglês como Tools of Classical TRIZ. Southfield: Ideation International, 1999).
- BLOOD, C. L., EUA. Projectile having a matrix of cavities on its surface. Classificação F42B6/00, US5200573, 1991.
- CARNEY JR., Robert S., EUA. Energy conserving electric vehicle. Classificação B62D61/02, US6260649, 1999.
- DE CARVALHO, M. A. Modelo Prescritivo para a Solução Criativa de Problemas nas Etapas Iniciais do Desenvolvimento de Produtos. Florianópolis: UFSC, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), UFSC.
- DE CARVALHO, M. A. Notas de Aula da Disciplina Metodologia de Projetos. Curitiba: CEFET-PR, 2001.
- INVENTION MACHINE. IM-Lab. Disponível no URL <http://www.invention-machine.com>, 1999.
- IDEATION INTERNATIONAL. IWB. Disponível no URL <http://www.ideationtriz.com>, 1999.
- SALAMATOV, Y. P. TRIZ: The Right Solution at the Right Time - A Guide to Innovative Problem Solving. Hattem: Insytec, 1999.
- SAVRANSKY, S. D. Engineering of Creativity - Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving. CRC Press: Boca Raton, 2000.

10. ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Marco Aurélio de Carvalho, CEFET-PR / DAMEC / NuPES, Av. Sete de Setembro, 3165, 80230-901, Curitiba, PR, fone 41-310-4770, fax 41-310-4753, e-mail marco@nupes.cefetpr.br.