

6

A Metodologia IDEATRIZ para a Ideação de Novos Produtos

“A simplicidade é o extremo da sofisticação”. Leonardo da Vinci

Neste capítulo, é abordada a metodologia para a ideação de novos produtos proposta neste trabalho, denominada IDEATRIZ. Inicialmente, é apresentado o levantamento das necessidades realizado e o processo pelo qual se chegou à metodologia. No restante do capítulo, a mesma é descrita e são apresentados resultados de avaliações realizadas.

6.1 LEVANTAMENTO DAS NECESSIDADES RELATIVAS À METODOLOGIA IDEATRIZ

Ao se conceber um novo produto, processo ou serviço, as melhores práticas indicam que se deveria iniciar o trabalho procurando identificar as partes interessadas e suas necessidades (PMI, 2004).

Para a metodologia objeto deste trabalho, há três partes interessadas: o autor e os orientadores, a academia e os usuários.

O autor e os orientadores têm a expectativa de que o trabalho seja interessante (motivação) e realizável (capacidade de realização).

A academia tem a expectativa de que o trabalho seja inovador, de modo a contribuir para o corpo do conhecimento da Engenharia de Produção (originalidade).

Dentre as partes interessadas, aquela com necessidades menos claras corresponde ao conjunto dos potenciais usuários. Uma vez que não foram encontradas informações suficientemente detalhadas na literatura a ponto de esclarecer as necessidades deste grupo, decidiu-se fazer uma pesquisa de campo não estruturada, por telefone e correio eletrônico. Assim, nos meses de outubro e novembro de 2005, foram entrevistados 22 dirigentes de empresas industriais de médio porte, situadas na Grande Curitiba, atuantes nas áreas da alimentação, vestuário, mobiliário e metal-mecânica. As entrevistas foram divididas em duas partes, sendo que a primeira consistiu de apresentação, explicação acerca da finalidade do estudo e questionamento acerca das necessidades específicas da empresa em relação à ideação de novos produtos. Assim, foram identificadas as necessidades resumidas no Quadro 6.1.

Quadro 6.1 – Necessidades em relação à metodologia de ideação

Parte interessada	Necessidade	Exigência	Desejo
Autor e orientadores	Capacidade de realização	x	
	Motivação		x
Academia	Originalidade	x	
Potencial usuário	Eficácia	x	
	Simplicidade		x
	Clareza	x	
	Completeza		x
	Foco	x	
	Imediatismo	x	
	Geração de interesse		x
	Aprendizado rápido	x	
	Independência		x
	Universalidade		x
	Integrabilidade	x	
	Intuitividade		x
	Baixa obsolescência		x
	Baixo custo operacional	x	

Uma segunda rodada de consulta aos potenciais usuários também foi feita, com o envio por correio eletrônico da lista de necessidades compilada e consulta telefônica, para estabelecer as categorias “exigência” e “desejo”. Exigência corresponde às necessidades de maior importância, sem as quais os consultados consideram que haveria pouco interesse no uso da metodologia de ideação. Desejos são as necessidades menos importantes, não mandatórias.

Em resumo, para os potenciais usuários, a metodologia deve ser eficaz; ter a menor quantidade possível de passos e iterações; ser de fácil compreensão; considerar os aspectos e variáveis relevantes; não considerar aspectos e variáveis que não sejam relevantes; ser de fácil aplicação; produzir resultados imediatos; gerar e manter interesse no uso; ser de fácil aprendizado; depender o mínimo de apoio externo (consultor, por exemplo) para ser aplicada; ser universal, ou seja, aplicável em várias áreas; ser integrável com outras metodologias e ferramentas utilizadas pela empresa; não ficar obsoleta em pouco tempo; e ter baixo custo operacional. Estas necessidades foram uma das diretrizes principais na concepção da metodologia IDEATRIZ.

6.2 A CONCEPÇÃO DA METODOLOGIA IDEATRIZ

Para atingir o objetivo definido, de criação de uma metodologia eficaz para a ideação, procurou-se:

- identificar, dentre os métodos abordados na revisão da literatura, quais os mais adequados para a ideação de novos produtos;
- definir as etapas da metodologia; e
- criar e/ou adaptar métodos para realizar as etapas.

Estas atividades são descritas no decorrer deste segmento do trabalho.

6.2.1 Experimentação em Situações de Ensino

As experiências com os métodos de ideação em situações de ensino são resumidas no Quadro 6.2 e no Quadro 6.3.

Quadro 6.2 – Resumo da experiência do autor na aplicação dos métodos

Disciplina ou curso	Semestre (S.) / ano	No. de turmas / alunos	Métodos de interesse aplicados	No. de casos
Projetos Mecânicos (EIM – UTFPR)	S. 2 / 1996 ao S. 2 / 2001	11 / 307	<i>Brainstorming</i> , <i>brainwriting</i> , <i>synectics</i> , pensamento lateral, galeria, morfológico	51
Metodologia do Projeto (EIM – UTFPR)	S. 1 / 1999 ao S. 2 / 2005	14 / 375	<i>Brainstorming</i> , <i>brainwriting</i> , <i>synectics</i> , pensamento lateral, galeria, AV, morfológico MPI	79 55
Projetos 3 (TM – UTFPR)	S. 1 e 2 / 2001	2 / 46	<i>Brainstorming</i> , <i>brainwriting</i> , AV, morfológico	10
Projeto Conceitual (GDP ³ – UTFPR)	2005 a 2007	3 / 66	<i>Brainstorming</i> , <i>brainwriting</i> , <i>synectics</i> , AV, morfológico, MPI	11
Metodologia do Projeto (Extensão – UTFPR)	2000 a 2005	3 / 63	<i>Brainstorming</i> , <i>brainwriting</i> , <i>synectics</i> , AV, morfológico, MPI	9
TRIZ (Aditiva)	2005 a 2007	5 / 107	MPI, MS, PPE, 121H, TEs, análise Su-Campo, ARIZ	14
Total	–	31 / 811	<i>Brainstorming</i> <i>Brainwriting</i> <i>Synectics</i> Pensamento lateral Galeria AV Morfológico MPI MS, PPE, 121H, TEs, análise su-campo, ARIZ	160 160 150 130 130 109 160 89 14

As experiências relatadas neste segmento referem-se à aplicação de métodos de ideação em disciplinas dos cursos EIM (Engenharia Industrial Mecânica), TM (Tecnologia em Mecânica) e GDP³ (Especialização em Gestão do Desenvolvimento de Produtos) da UTFPR, bem como em cursos de extensão e em cursos ministrados por meio da Aditiva Consultoria, conduzidos pelo autor. As estatísticas de interesse são as apresentadas no Quadro 6.3.

Quadro 6.3 – Estatísticas referentes às aplicações dos métodos de ideação

Método	Número de casos estudados	Amostra		Idéias geradas		Idéias originais (não encontradas em produtos no mercado nacional)		Idéias úteis (atendem a necessidades genuínas dos potenciais clientes)		Idéias criativas (idéias que atendem tanto ao critério de originalidade como ao de utilidade)		Tempo da sessão (minutos)		Porcentagem de idéias criativas	Idéias geradas por minuto
		m	dp	m	dp	m	dp	m	dp	m	dp	m	dp		
Brainstorming	160	30	58,5	13,9	33,9	10,5	25,5	4,3	10,1	4,2	49	10	17,3	1,4	
Brainwriting	160	30	91,3	8,1	45,3	13,9	27,2	8,5	15,5	8,2	75	10	17,0	1,2	
Synectics	150	27	44,5	8,7	30,8	9,3	13,5	4,1	9,2	3,7	64	11	20,6	0,7	
P. lateral	130	25	27,8	6,3	18,9	6,2	12,8	5,2	4,5	2,1	39	7	16,2	0,7	
Galeria	130	25	49,1	9,7	24,6	6,8	11,0	5,8	6,3	3,8	54	12	12,8	0,9	
AV	109	20	22,3	7,1	12,7	5,9	15,4	4,4	5,2	1,8	78	13	23,3	0,3	
Morfológico	160	30	20,8	6,6	6,2	3,2	12,2	3,6	4,2	2,0	140	19	20,1	0,1	
MPI	89	17	23,1	6,3	15,7	5,1	13,8	4,2	7,6	3,2	49	11	32,9	0,5	
MS	14	3	18,5	4,2	12,3	3,4	8,0	3,7	6,4	2,6	37	8	34,6	0,5	
PPE	14	3	14,3	4,4	11,2	3,1	6,7	2,3	5,2	1,8	25	5	36,3	0,6	
121H	14	3	27,5	8,2	17,9	6,2	12,2	5,2	8,5	2,6	70	13	30,9	0,4	
TEs	14	3	55,0	12,1	30,3	9,6	17,3	7,2	15,2	3,2	150	21	27,6	0,4	
An. su-campo	14	3	13,5	3,2	7,5	3,3	6,0	2,2	7,2	2,7	47	9	53,3	0,3	
ARIZ	14	3	14,2	3,5	6,4	3,0	5,3	2,0	7,4	2,1	125	12	52,1	0,1	

No Quadro 6.3, são tabulados o número total de casos, a amostra a partir da qual foram retiradas as estatísticas (cerca de 30% dos casos) e as estatísticas propriamente ditas: média (m) e desvio padrão (dp) para o número de idéias geradas, número de idéias originais, número de idéias úteis, número de idéias criativas e tempo da sessão. Além disso, o Quadro contém a estatística mais importante, que se refere à eficácia dos métodos: porcentagem de idéias criativas (razão entre as médias das quantidades de idéias criativas e de todas as idéias geradas para cada método). Uma medida da produtividade associada aos métodos também foi incluída (idéias geradas por minuto).

Uma ideia foi considerada criativa nos casos em que era, ao mesmo tempo, útil e original. Uma ideia útil é aquela direcionada para atender a uma necessidade genuína dos clientes, mesmo que tal necessidade seja potencial e ainda não explicitada pelos mesmos. Uma ideia original é aquela que ainda não foi materializada através de soluções disponíveis para os clientes, no mercado.

A variação no número de casos para cada método deveu-se às diferenças nos conteúdos programáticos dos cursos ministrados.

Cada aplicação foi precedida de orientações, por parte do autor, a respeito de cada método, feitas pela forma escrita e oral. As orientações referiram-se a cada método em si, bem como à forma como ele deveria ser aplicado (moderação, programação das atividades no tempo, entre outras informações). A execução acontecia, então, em equipes, tipicamente de 4 a 6 pessoas. Para aplicar os métodos, cada equipe recebia um ou mais formulários.

O autor, neste momento, gerenciava o processo, acompanhando, dirimindo dúvidas e redirecionando as atividades das equipes, caso necessário. No Apêndice 1, é apresentado um exemplo das orientações dadas, para o caso do *brainstorming*. Um exemplo de formulário, utilizado na aplicação do MPI, está no Apêndice 2.

No caso do *brainstorming*, as experiências realizadas indicam que o método fomenta a produção de uma quantidade relativamente elevada de ideias: média de 1,4 ideias por minuto. A quantidade de ideias criativas geradas numa sessão de *brainstorming* está na média dos 17,3%. Muitas ideias geradas por meio do *brainstorming* são originais (média de 33,9 ou 57,9% do total), mas, tendem a não ser tão úteis (média de 25,5 ou 43,6% do total), ou de implementação muito difícil. Por exemplo, numa sessão realizada com foco na ideação de novos produtos para remover tinta, foram geradas as ideias “Usar gatos (que arranham a tinta)” e “Aplicar removedor nanotecnológico”¹⁹. Tipicamente, numa sessão de *brainstorming*, são geradas várias ideias que negam ou fogem do objetivo estabelecido no início da sessão. No mesmo caso citado, são exemplos as ideias “Usar materiais que dispensem pintura”, “Não pintar” e “Eliminar as paredes”²⁰. A experiência mostra que o método é muito dependente do perfil das pessoas da equipe, bem como da competência do moderador, para produzir resultados úteis. No caso supracitado, com o tema “remover tinta”, quatro equipes de alunos da disciplina Metodologia do Projeto do curso de EIM trabalharam com o mesmo objetivo e geraram, num período de uma hora, 23, 27, 31 e 50 ideias. O tempo demandado para a análise e seleção das melhores ideias geradas numa sessão de *brainstorming* tende a ser maior que o dobro do tempo investido na ideação.

Os resultados obtidos com o *brainwriting* foram muito similares aos alcançados com o *brainstorming*: 17,0 contra 17,3 pontos percentuais, em termos de percentual de ideias criativas produzidas.

Quanto ao método *synectics*, observou-se que ele demanda uma disciplina maior por parte da equipe de trabalho do que o *brainstorming*, bem como um adequado trabalho de moderação. Por outro lado, o método favorece o aprofundamento da análise do problema original – na verdade, o *synectics* parte de uma sessão de *brainstorming*, seguida de uma reformulação do problema – e conduz a equipe a buscar informações oriundas de domínios análogos e a levá-las para dentro do domínio do problema. Com isto, as ideias geradas tendem a ser em menor quantidade do que acontece no *brainstorming*, mas, melhor qualidade, ou seja, mais criativas (20,6% contra 17,3%). Isto, provavelmente, decorre do incentivo das analogias ao mecanismo mental da associação, o que também é fortemente utilizado nos métodos da TRIZ. A geração de um menor número de ideias facilita o processo de avaliação.

As aplicações realizadas do pensamento lateral demonstraram elevada capacidade do método em conduzir à geração de ideias originais (média de 18,9 ideias originais, ou 68%). O resultado em termos de ideias criativas, entretanto (16,2%), é similar ao obtido com o *brainwriting*.

19 Este tipo de ideia, embora não possa ser qualificada como criativa (útil e original) é coerente com o processo do *brainstorming*, que incentiva a geração livre de ideias, sem críticas. Tais ideias podem servir como disparadoras de ideias criativas.

20 De forma similar à nota anterior, este tipo de ideia não pode ser qualificada como criativa, mas, reconhece-se que pode induzir a equipe a ideias criativas.

Quanto ao método da galeria, notou-se desempenho inferior aos demais métodos intuitivos avaliados (*brainstorming*, *brainwriting*, *synectics* e pensamento lateral): 12,8% de ideias criativas, contra uma média de 17,8% para os demais. Não se tem uma explicação conclusiva para este desempenho, mas, acredita-se que pode advir de uma maior tendência do método a criar padrões de pensamento, nos quais a equipe envolvida entra e tem dificuldades para sair.

Nas aplicações realizadas com uso da análise do valor, percebeu-se que o método tende a resultar em ideias criativas (23,3%), que atingem questões relevantes a serem resolvidas no produto considerado e não em número excessivo, resultando em facilitação do processo de avaliação. Por outro lado, as ideias tendem a ser focalizadas no projeto de configuração e projeto detalhado, sendo mais raro uma equipe chegar a questionar os princípios de funcionamento centrais que compõem a concepção do produto e seus problemas associados.

Um exemplo característico é apresentado na Ilustração 6.1 (Da Costa *et al.*, 2002). Neste caso, desenvolvido na disciplina Metodologia do Projeto do curso de EIM, foi analisado um furador de papel (A). Três exemplos de ideias geradas são apresentados (B, C e D). Nota-se que as ideias B e C são, essencialmente, racionalizações do produto, principalmente do ponto de vista do uso de materiais. A ideia D foi a mais original gerada nesta aplicação em especial e envolve, além do uso de novos materiais, a modificação da própria concepção do furador. Entretanto, o princípio de funcionamento relacionado com a execução da função principal (furar papel, ou, ampliando um pouco o foco, furar materiais) permanece o mesmo: cisalhamento, com uso de um punção e uma matriz. Esta solução está sujeita ao mesmo problema de desgaste que ocorre na grande maioria dos furadores. O papel é um material abrasivo e, em pouco tempo, desgasta o par punção/matriz, resultando em furação deficiente e no conhecido problema da “mastigação” do papel.

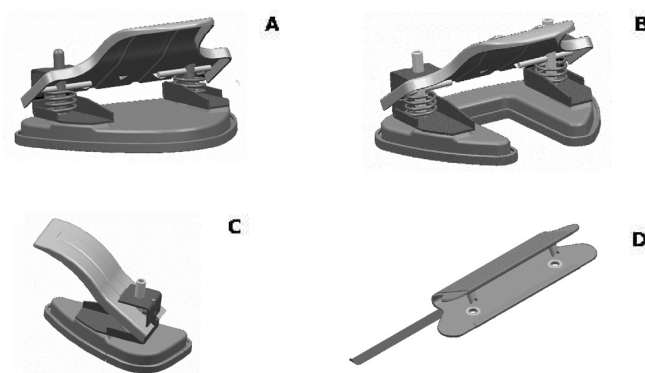


Ilustração 6.1 – Ideias geradas na análise do valor de um furador de papel de mesa (da Costa *et al.*, 2002)

O método morfológico depende da qualidade da definição dos parâmetros, da pesquisa por soluções existentes para os mesmos e da adequada geração de ideias para cada um dos parâmetros, a qual pode ser feita livremente ou com o auxílio de outros métodos de ideação (*brainstorming*, *synectics*, método dos princípios inventivos, entre outros). O número de alternativas teoricamente possíveis é elevado, mas, na prática, a equipe envolvida logo percebe que há combinações teoricamente possíveis, mas, que são incompatíveis

e/ou absurdas. Por exemplo, em geral, não faz sentido combinar um princípio de solução que envolva acionamento hidráulico com outro que envolva o provimento de energia elétrica ou pneumática. Mesmo dispensando-se as combinações obviamente incompatíveis e/ou absurdas, o número de variantes que podem ser geradas (na verdade, que deveriam ser geradas para a exploração mais completa possível do espaço de soluções) tende a permanecer elevado, o que demanda, em geral, grande esforço de avaliação²¹. Notou-se, ainda, que, se o uso do método morfológico for precedido por uma pesquisa exaustiva por soluções existentes, tende a crescer a tendência do grupo à inércia psicológica, ou seja, a não conseguir descolar-se do que foi pesquisado, para poder gerar ideias originais. Dependendo da qualidade das ideias geradas por meio de outras técnicas e da habilidade com que são feitas as combinações, entretanto, o método pode levar à produção de ideias criativas. O valor alcançado pelo método morfológico foi de 20,1% de ideias criativas.

No caso do MPI, na comparação com os demais métodos, percebe-se uma relativamente pequena quantia de ideias geradas, mas, que tendem a ser criativas. O valor alcançado foi dos mais elevados: 32,9%.

Os demais métodos associados da TRIZ avaliados (MS, PPE, 121H, TEs, Análise Su-Campo e ARIZ) também alcançaram elevados valores percentuais de ideias criativas, sendo o mais elevado o conseguido com a Análise Su-Campo (53,3%). Percebe-se que estes métodos estão entre os de aplicação mais demorada, mas, oferecem resultados compensadores em termos de ideias criativas.

Por ordem decrescente do percentual de ideias criativas geradas, os métodos classificam-se desta forma: Análise Su-campo, ARIZ, PPE, MS, MPI, 121H, TEs, AV, *Synectics*, Morfológico, *Brainstorming*, *Brainwriting*, Pensamento lateral e Galeria. Uma metodologia de ideação eficaz deveria utilizar, preferencialmente, os métodos com mais alta pontuação. Entretanto, algumas considerações adicionais precisam ser feitas.

Análise Su-Campo, ARIZ, PPE, MS, MPI e 121H são métodos para resolver problemas específicos de sistemas técnicos. Não foram criados para a ideação de novos produtos. Boa parte de suas heurísticas, entretanto, podem ser adaptadas para esta finalidade.

As TEs já são, na forma atual, adequadas para a ideação de novos produtos, como ficou claro nas estatísticas e em aplicações realizadas pelo autor e/ou sob sua orientação desde 2004, detalhadas no próximo item.

A AV tem a vantagem de focalizar a atenção da equipe no que interessa para os clientes, que é a maximização do valor.

Considerando os resultados obtidos na avaliação dos métodos de ideação, bem como outros estudos comparativos (ALTSHULLER, 1956, 1979, 1986; HOROWITZ & MAIMON, 1997; HOROWITZ, 1998), decidiu-se basear a IDEATRIZ nos métodos heurísticos, bem como na diretriz apontada pelo conceito de valor (MILES, 1961).

21 Nas aplicações realizadas do método morfológico, foi utilizado o processo de avaliação proposto por Ullman (1992), que inclui três avaliações iniciais mais grosseiras, nas quais se busca a convergência para uma quantidade menor de ideias, as quais são, então, avaliadas por meio de uma ferramenta multicritério.

6.2.2 Experimentação em Situações de Pesquisa

Além dos experimentos realizados em ambientes de ensino, foram realizadas aplicações de métodos de ideação em trabalhos de iniciação científica e de pós-graduação *lato sensu*.

Inicialmente, suspeitava-se que uma metodologia eficaz de ideação poderia derivar do uso das TEs, associadas às tendências mercadológicas. Assim, foram realizados trabalhos pelo próprio autor ou sob sua orientação, no sentido de conhecer em detalhe os modos de operação, vantagens e desvantagens destas abordagens (DA ROCHA, 2004; DA ROCHA *et al.*, 2004; BOGÉA, 2005; BOGÉA *et al.*, 2005; KAUS *et al.*, 2005; DE CARVALHO *et al.*, 2006; DE CARVALHO *et al.*, 2007).

Percebeu-se que o proposto por Altshuller (1979), Polovinkin (1985), Altshuller *et al.* (1989), Salamatov (1991), Linde & Hill (1993), Invention Machine (1995), Savransky (2000), Zlotin & Zusman (2001), Mann (2002), Petrov (2002), Clausing & Fey (2004) e Zakharov (2004) é, se considerado como abordagem de ideação, essencialmente, a mesma coisa: usar tendências, organizadas a partir de patentes e literatura referente à história da tecnologia, para imaginar como um sistema poderá vir a ser, no futuro.

Por meio dos estudos realizados verificou-se que, em síntese, as TEs têm a vantagem, em relação às abordagens intuitivas e mesmo sistemáticas, de orientar a ideação para direções provavelmente mais promissoras, pelo menos do ponto de vista tecnológico. Por outro lado, a ideação com uso das TEs carece de propósito: muitas das ideias geradas não têm conexão com os interesses mercadológicos. Deste modo, muito trabalho é deixado para a etapa posterior à de ideação, que é a de avaliação.

Quanto às tendências mercadológicas, a pesquisa feita na literatura relevante (POPCORN, 1993; POPCORN & MARIGOLD, 1997; HILL, 2003) demonstrou que elas são muito genéricas, embora possam ser úteis como subsídio para métodos de ideação como o *brainstorming*, por exemplo. Chegou-se a iniciar a configuração de uma ferramenta que cruzaria as TEs com as tendências mercadológicas para a ideação de novos produtos, buscando atender aos dois lados do objetivo desta pesquisa (ideias criativas e de potencial mercadológico), mas, no meio deste processo, surgiu a ideia, considerada de maior potencial, de aplicar o conceito de valor.

6.2.3 Definição das Fases e Ferramentas da IDEATRIZ

Neste momento da pesquisa, havia fortes indicações para utilizar, na metodologia de ideação a ser proposta:

- o conceito de valor (MILES, 1961; SOBOLEV, 1987), uma vez que a maximização do valor é o principal objetivo a ser perseguido pelas organizações, de modo a alcançar suas metas particulares;
- a proposta da VDP (GOLDENBERG & MAZURSKY, 2002), como forma de aportar conhecimento mercadológico à ideação²²;

²² Lembrando que, de acordo com Goldenberg & Mazursky (2002), o conhecimento mercadológico está embutido no “DNA” dos produtos existentes de uma empresa.

- o conceito de inovação disruptiva (CHRISTENSEN, 2000), de modo a considerar que a inovação não deve voltar-se somente para mais e melhores características, mas, também para o baixo mercado e para o não-mercado; e
- as ferramentas da TRIZ para a ideação, uma vez que, nos experimentos realizados, elas demonstraram ser as que conduzem a um maior percentual de ideias criativas.

A partir destas premissas, o raciocínio lógico levou à concepção da IDEATRIZ com uma fase de decisão a respeito do produto a ser ouvido, uma fase de ideação, com uso de heurísticas e uma fase de avaliação.

Para a fase de decisão, foi criada a matriz de valor e potencial de lucro, discutida mais adiante. O objetivo de criar tal ferramenta foi o de estabelecer uma matriz de fácil compreensão, na qual os produtos atuais de uma empresa podem ser posicionados e se pode estabelecer qual o item prioritário para análise.

De forma a definir o ferramental para a fase de ideação, foi realizada uma varredura em todas as heurísticas conhecidas dentro da literatura relacionada com TRIZ: Tendências da Evolução, Princípios Inventivos, 121 Heurísticas, Princípios de Separação, Padrões Inventivos e Heurísticas do Método SIT. Cada uma das heurísticas foi analisada e, a partir desta análise, montou-se uma hierarquia, associando formas de maximizar o valor com heurísticas que provoquem ideias criativas. Dentre as heurísticas analisadas, somente foram incluídas na IDEATRIZ aquelas que puderam ser associadas genericamente à maximização do valor (V). A TE “Aumentar o uso da cor”, por exemplo, pode conduzir a soluções criativas, mas, não implica obviamente em aumento do valor e, portanto, não faz parte das heurísticas da IDEATRIZ.

Quanto à avaliação, verificou-se na literatura que existem diversas abordagens para avaliar ideias de novos produtos. Na IDEATRIZ, decidiu-se utilizar a avaliação multicritério (URBAN & HAUSER, 1993; MANN, 2004).

Uma vez definidas as fases de decisão, ideação e avaliação, realizou-se um teste, com auxílio de uma aluna de iniciação científica, simulando a aplicação da metodologia na geração de ideias com foco num portão residencial automatizado. Percebeu-se, nesta aplicação:

- a necessidade de incluir uma etapa de elaboração das ideias geradas (Formular e Resolver Contradições), logo após a aplicação das heurísticas, uma vez que algumas ideias, embora interessantes, têm desvantagens óbvias, que resultariam na sua subsequente desclassificação (na fase de avaliação);
- a necessidade de incluir uma avaliação mais grosseira (votação) inspirada no preconizado pela Técnica Nominal de Grupo (BRASSARD & RITTER, 1994), antes da avaliação multicritério, de modo a limitar a quantidade de ideias a ser considerada na mesma.

Além disso, decidiu-se incluir, na fase de ideação, subsídios para a definição da forma a ser adotada para maximizar o valor. Deste modo, chegou-se à configuração final da metodologia, sintetizada na Ilustração 6.2 e descrita a seguir.

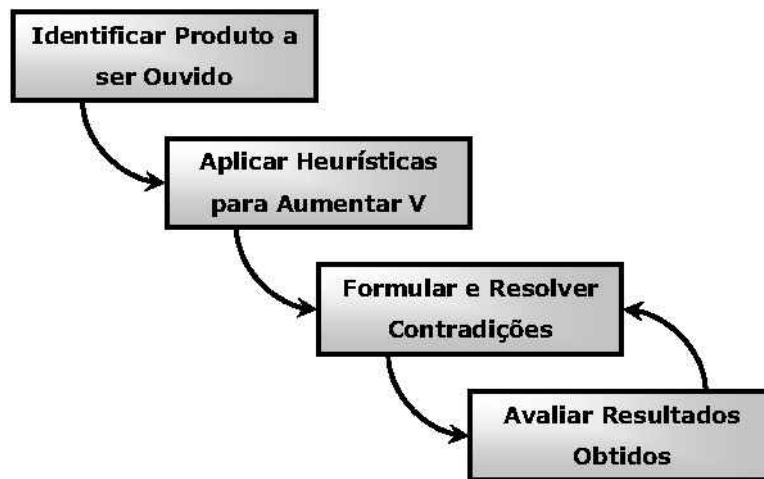


Ilustração 6.2 – Fases da metodologia IDEATRIZ

6.3 METODOLOGIA IDEATRIZ

A TRIZ preconiza que os sistemas técnicos evoluem no sentido do aumento da idealidade. A IDEATRIZ baseia-se no fato de que, em termos mercadológicos²³, os sistemas evoluem no sentido do aumento da funcionalidade e da redução do uso de elementos necessários para o provimento da funcionalidade. Na análise de valor, tais elementos são representados pelo custo. Na IDEATRIZ, este conceito é substituído pelo que se define como conexões, como estabelecido por Yezersky (2006).

Mais especificamente, conexões são interfaces, ou seja, condutos que possibilitam a existência de fluxos de energia, matéria e sinal entre elementos um sistema. Por exemplo, numa escova de dentes simples, existem dois elementos principais: cabo e cerdas. O cabo conecta-se com as cerdas e com as mãos do usuário. O cabo recebe energia e informação das mãos e as conduz até às cerdas e recebe informação das cerdas e a transmite até às mãos. Um exemplo de conexão ou interface não sólida é aquela que existe entre a televisão e o telespectador.

A ideação de novos produtos está posicionada na fase de Planejamento de Produto do modelo de Pahl & Beitz (1988), como definido no Capítulo 1. Nesta fase, informações referentes a custo são pouco disponíveis e pouco confiáveis. Por este motivo, considerou-se que faz mais sentido utilizar no denominador da definição de valor o conceito de conexão do que o de custo, que é o aplicado na Análise de Valor.

Na IDEATRIZ, portanto, Valor é diretamente proporcional às funções e inversamente proporcional às conexões:

$$\text{Valor} = \text{Função} / \text{Conexão}, \text{ ou } V = F / C \quad (\text{Eq. 1})$$

²³ Esta afirmação é válida para a maioria dos produtos industriais e não é válida para objetos de arte, artigos de moda, produtos de *griffe* e outros produtos para os quais o valor de estima (status), ou o apelo emocional é muito elevado em relação ao valor de uso.

As fases da metodologia IDEATRIZ e seus métodos associados são representados graficamente na Ilustração 6.3. A aplicação da metodologia consiste na identificação de um produto existente, na aplicação de heurísticas para aumentar V, na formulação e resolução de contradições e, finalmente, avaliação dos resultados obtidos.

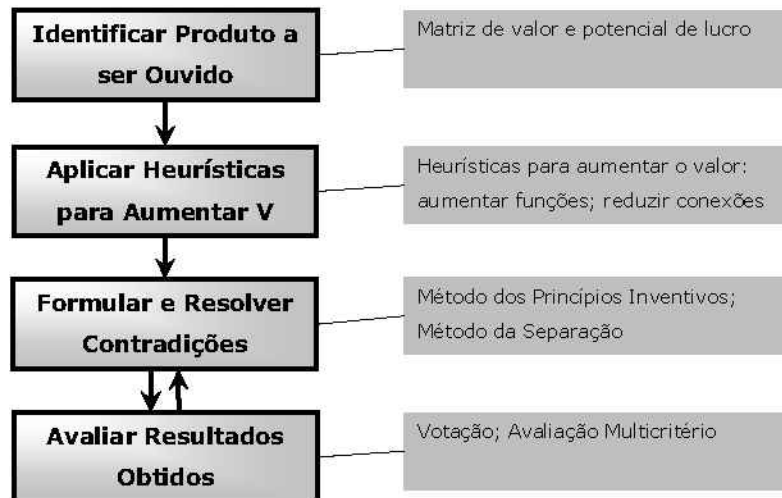


Ilustração 6.3 – Fases e ferramentas da metodologia IDEATRIZ

Cada um dos elementos da metodologia é explicado a seguir.

6.3.1 Identificar Produto a ser Ouvido

Coerente com a abordagem da Voz do Produto, a aplicação da IDEATRIZ sempre é focada num produto existente, que pode ser qualquer produto de interesse para a organização usuária da metodologia. Para a otimização do uso do tempo e dos recursos, entretanto, são oferecidas ferramentas para a escolha do produto a ser analisado.

A matriz de valor e potencial de lucro, apresentada na Ilustração 6.4, é uma ferramenta que pode apoiar a decisão sobre o produto a ser escolhido como foco da ideação. Os aspectos a considerar para posicionar produtos na matriz são o potencial de lucro e o valor atualmente oferecido.

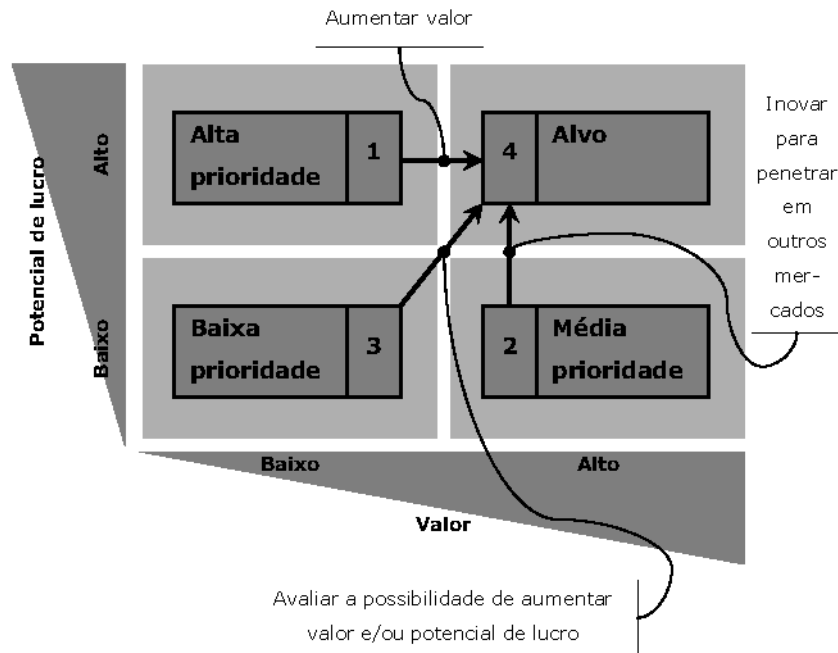


Ilustração 6.4 – Matriz de valor e potencial de lucro

O quadrante alvo é o 4, no qual estão produtos posicionados que oferecem alto valor para os clientes e estão num mercado de elevado potencial de lucro. Os produtos prioritários para análise são, em ordem decrescente, os dos quadrantes 1, 2 e 3. No caso dos produtos do quadrante 1, há a necessidade de aumentar o valor oferecido, para que se possa chegar ao quadrante alvo. Os produtos do quadrante 2 já oferecem elevado valor em relação aos concorrentes, mas, precisam penetrar em novos mercados, de modo a aumentar o potencial de lucro. Os produtos do quadrante 3 são os de menor nível de prioridade, uma vez que, neste caso, é necessário aumentar tanto o potencial de lucro como o valor antes de chegar ao quadrante 4.

Produtos antigos, que encontram-se na fase de declínio em seus ciclos de vida no mercado posicionam-se nos quadrantes 2 ou 3.

Outras indicações que podem ser utilizadas para a definição dos produtos a serem analisados com uso da IDEATRIZ são:

- produtos que não chegaram a ser introduzidos no mercado, por não terem sido considerados viáveis, mas, cujo momento de lançamento possa ter chegado (KARANJIKAR, 2007);
- produtos de empresas concorrentes.

6.3.2 Aplicar Heurísticas para Aumentar V

O aumento de V pode ser obtido, fundamentalmente, pelo aumento de F e/ou pela diminuição de C. Nesta fase, é importante a consideração das cinco formas para aumentar V, resumidas na Ilustração 6.5 e decisão por uma delas.

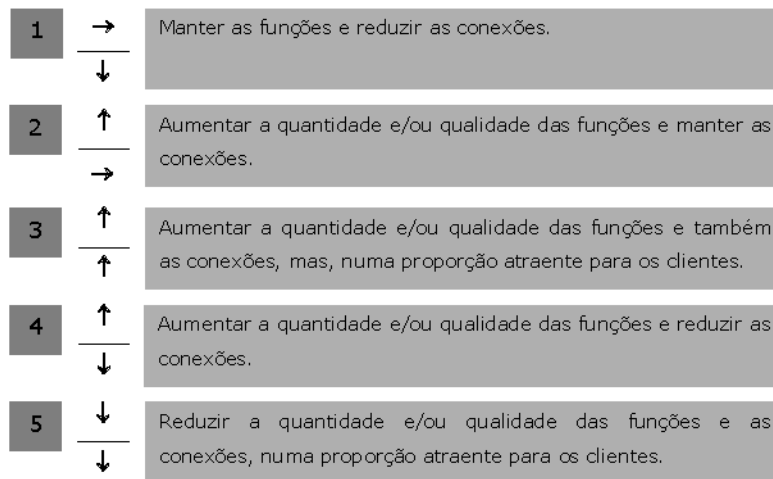


Ilustração 6.5 – Formas possíveis para maximizar V

As heurísticas da metodologia IDEATRIZ são sintetizadas na Ilustração 6.6, bem como explicadas e exemplificadas a seguir. As heurísticas são sublinhadas no texto.

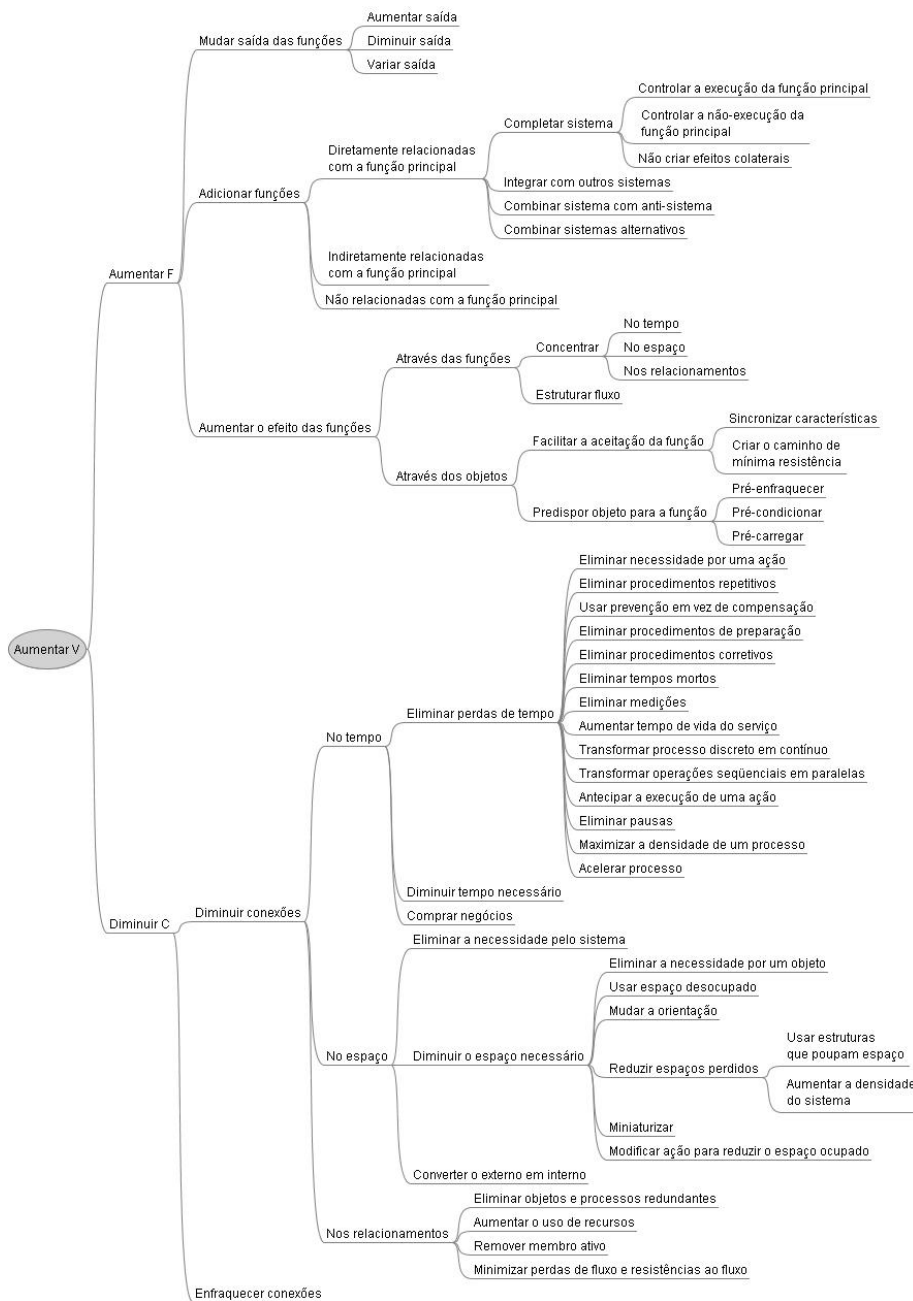


Ilustração 6.6 – Heurísticas da metodologia IDEATRIZ

6.3.2.1 Heurísticas para Aumentar F

A heurística Aumentar F pode ser implementada com as ações Mudar saída das funções, ou seja, do resultado que pode ser obtido com as funções existentes, Adicionar funções ou Aumentar o efeito das funções.

A heurística Mudar saída das funções pode ser realizada por meio das ações de Aumentar, Diminuir ou Variar a saída.

Aumentar saída consiste em identificar a função a ter sua saída aumentada, formas pelas quais isso pode ser realizado e características que são pioradas com isso. Uma das

maneiras pelas quais pode acontecer o aumento de funções é em acordo com a TE Monobi-poli (similares), descrita no Capítulo 5. As contradições técnicas devem ser resolvidas com o uso do Método dos Princípios Inventivos. Preferencialmente, o aumento da saída funcional deve acontecer sem o acréscimo de conexões. Por exemplo, a saída a ser aumentada num carrinho de mão é a de sua função principal: transportar materiais. Para transportar mais materiais, uma possibilidade é aumentar a capacidade de carga do carrinho. As características prejudicadas com isso são ergonomia e manobrabilidade. As contradições que precisam ser resolvidas são: capacidade de carga versus ergonomia e capacidade de carga versus manobrabilidade. Novas soluções que resolverem estas contradições terão maior probabilidade de sucesso mercadológico do que aquelas atualmente encontradas nas lojas de materiais e ferramentas para construção.

Na IDEATRIZ, Diminuir saída não significa deteriorar, mas, buscar espaço para uma tecnologia interruptiva (CHRISTENSEN, 2000) – um nicho no qual um produto com saída funcional menor seja aceitável. Por exemplo, a empresa Vtech decidiu sair do mercado de telecomunicações e entrar no de brinquedos. Sua tecnologia era considerada ruim para uso na telefonia (estava causando uma quantidade muito grande de reclamações de clientes), mas, é suficiente para o mercado de brinquedos.

Variar saída corresponde à tentativa de casar o provimento da função com a variação da demanda por ela. Esta heurística pode ser implementada, entre outras possibilidades, por meio de heurísticas da TRIZ como Aumento da Controlabilidade, Dinamização, Materiais inteligentes e Segmentação. Um ventilador de teto tem como função principal “movimentar ar”. A possibilidade de variação da saída desta função é interessante para os usuários, porque permite que o ventilador possa ser usado numa gama maior de condições meteorológicas.

As transformações associadas à heurística Adicionar Funções são as mostradas na Ilustração 6.7. As funções a serem adicionadas podem ser direta ou indiretamente relacionadas com a função principal, ou, ainda, não ter relacionamento com a função principal.

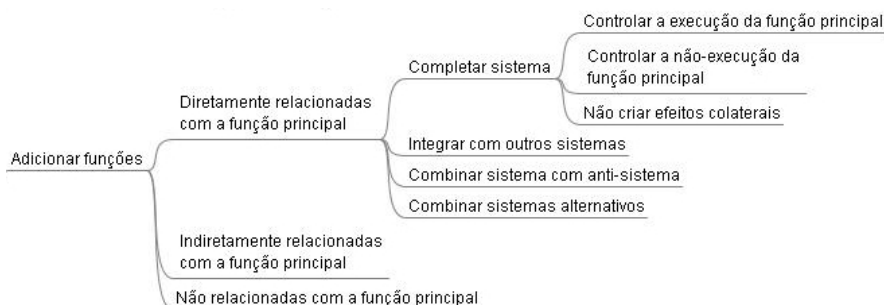


Ilustração 6.7 – Adicionar funções e heurísticas associadas

Quanto à completeza funcional de um sistema, postula-se aqui que um sistema não está funcionalmente completo enquanto não há controle sobre a execução da função principal e sobre a não-execução da função principal, bem como a ausência de efeitos colaterais.

O controle sobre a função principal exige o preenchimento de algumas condições nas quais deve acontecer o controle. Devem ser controláveis o momento de início, a direção, o modo e o período de execução, assim como o momento de término. Além disso, o sistema

deve evitar a perda de controle e restaurar o controle, caso ele tenha sido perdido. Pode-se notar que raros são os sistemas funcionalmente completos de acordo com estas definições, ou seja, somente este conjunto de heurísticas abriga uma vasta gama de possibilidades de adição de funções úteis. Por exemplo, num portão de residência típico, acionado por motor elétrico, roda dentada e cremalheira, o momento de início, a direção, o modo e o período de execução e o momento de término são controlados, seja pela própria configuração do sistema, seja por meio de um controle remoto. Entretanto, o sistema não evita a perda de controle (seja por falha ou coação) nem restaura o controle, caso ele tenha sido perdido. Estas são funções que, se implementadas com sucesso, podem diferenciar um novo sistema do tipo, a ser lançado no mercado.

A adição de funções com uso da heurística Integrar com outros sistemas propõe adicionar, ao sistema em análise, a estrutura de um outro sistema, responsável por executar a função que se pretende acrescentar. O histórico indica que a adição de funções relacionadas²⁴ com as funções principais do sistema original tende a ser melhor aceita pelo mercado que a adição de funções não-relacionadas, ou seja, o processo de integração funcional deve ter um objetivo claro, não devendo ser realizado a esmo. Neste sentido, alguns exemplos de sucessos e fracassos são oferecidos no Quadro 6.4.

Quadro 6.4 – Exemplos de adição de funções por integração

Integração de funções relacionadas - sucessos	Integração de funções não-relacionadas - fracassos
Chapéu com protetor de orelhas (sistemas relacionados com proteção).	Chapéu-bolsa (um sistema relacionado com proteção e outro com transporte).
Carteira com porta-moedas e/ou com estojo para telefone celular ou computador de mão (sistemas relacionados com transporte).	Carteira com relógio (um sistema relacionado com transporte e outro com informação).
Rádio-relógio (sistemas relacionados com informação).	Rádio com luminária (um sistema relacionado com informação e outro com iluminação).
Telefone celular com computador de mão (sistemas relacionados com informação).	Telefone celular com arma de choque (um sistema relacionado com informação e outro com defesa pessoal).

Combinar sistema com anti-sistema é uma forma especialmente interessante de acrescentar funções, porque, muitas vezes, soluciona contradições previamente existentes. Esta heurística tem relação com a TE Mono-bi-poli (aumento das diferenças), abordada no Capítulo 5. Um exemplo de combinação de sistema e anti-sistema é a guerra química: o agressor protege-se, previamente, contra a substância a ser utilizada no ataque. Outros exemplos são o lápis-borracha e a máquina de lavar carpetes, que molha o carpete com água e detergente e aspira a mistura, juntamente com a sujeira.

A Hibridização, vista no Capítulo 5, é a forma de implementar a heurística Combinar sistemas alternativos. Esta heurística relaciona-se com a TE Mono-bi-poli (diversos).

A adição de funções Indiretamente relacionadas com a função principal pode ser implementada em 4 passos:

²⁴ Na verdade, sempre se pode encontrar um relacionamento entre duas funções, uma vez que tudo está, de alguma forma, inter-relacionado no Universo. Para efeitos práticos, por função relacionada, entende-se uma função próxima da função original.

- 1) Identificar a função principal do sistema;
- 2) Identificar super-funções alternativas do sistema (funções que contêm aquela identificada no passo 1);
- 3) Identificar outras sub-funções alternativas, que estejam posicionadas abaixo da super-função do sistema;
- 4) Verificar a possibilidade e utilidade de fazer a adição.

Por exemplo, fraldas descartáveis cumprem a função principal absorver substância. Super-funções desta podem ser manter limpeza, ou prover higiene. Outras sub-funções de manter limpeza ou prover higiene são: limpar pele, neutralizar odores e prover cheiro agradável. Estas são funções indiretamente relacionadas com a função absorver substância, e que poderiam ser adicionadas a novos produtos.

A adição de funções Não-relacionadas com a função principal tende a ser a heurística menos eficaz deste ramo, pelo menos ao considerar-se a história. Produtos compostos por elementos sem relacionamento funcional próximo tendem a tornar-se fracassos de mercado, como exemplificado no Quadro 6.4.

O Aumento do efeito das funções é resumido na Ilustração 6.8. Ele pode ser alcançado por meio das funções e/ou de objetos sobre os quais são executadas as funções.

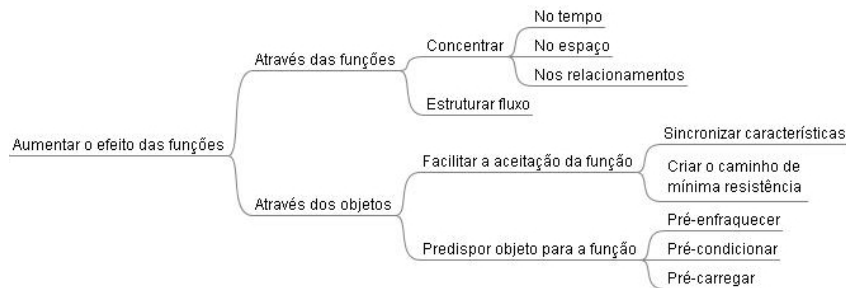


Ilustração 6.8 – Aumento de V pelo aumento do efeito das funções

Por meio das funções, as possibilidades de aumento do efeito são Concentrar (no tempo, no espaço e nos relacionamentos²⁵) e Estruturar fluxo. Exemplos de concentração e de estruturação são apresentados no Quadro 6.5.

Quadro 6.5 – Exemplos de Aumentar o efeito das funções – Por meio das funções

Heurísticas	Exemplos
Concentrar no tempo	Explosões, choques, impulsos.
Concentrar no espaço	Leite condensado, detergente, <i>pen drive</i> .
Concentrar nos relacionamentos	Medicamentos de ação seletiva.
Estruturar fluxo	Autopistas com limites de velocidade diferentes conforme a faixa.

O aumento do efeito das funções por meio dos objetos pode ter duas finalidades: fazer com que não haja grande resistência para a execução das funções (Facilitar a aceitação da função) ou tornar as funções mais facilmente controláveis (Predispor objeto para a função). No Quadro 6.6, são fornecidos exemplos destas heurísticas.

²⁵ As ações no tempo e no espaço são de fácil compreensão. As ações nos relacionamentos são aquelas que acontecem em ou entre elementos de um sistema.

Quadro 6.6 – Exemplo de Aumentar o efeito das funções - Por meio dos objetos

	Heurísticas	Exemplos
Facilitar a aceitação da função	Sincronizar características	Teclado ergonômico para computadores.
	Criar o caminho de mínima resistência	Papel toalha.
Predispor objeto para a função	Pré-enfraquecimento	Fusíveis.
	Pré-condicionamento	Condicionador capilar, amaciante de roupas.
	Pré-carregamento	Concreto protendido, fusos de esferas pré-carregadas usados em máquinas operatrizes (eliminação de folgas).

6.3.2.2 Heurísticas para Diminuir C

O lado complementar ao aumento da funcionalidade, ou seja, a diminuição de conexões (Diminuir C) pode ser alcançado pela redução do número de conexões necessárias para a realização das funções e pelo enfraquecimento das conexões existentes.

A redução do número de conexões pode ser obtida no tempo, no espaço e nos relacionamentos. Em geral, a redução de C não deve interferir com o aumento de F, exceto quando o objetivo é:

- explorar um novo nicho de mercado, de acordo com o conceito da tecnologia interruptiva (CHRISTENSEN, 2000), como, por exemplo, no caso de automóveis ou eletrodomésticos populares;
- adicionar uma nova função útil, como no caso de produtos descartáveis.

As heurísticas básicas para a redução do número de conexões no tempo são Eliminar perdas de tempo e Diminuir tempo necessário. Estas heurísticas e suas sub-heurísticas são apresentadas e exemplificadas no Quadro 6.7.

Quadro 6.7 – Exemplos de Diminuir conexões – No tempo

	Heurísticas	Exemplos
Eliminar perdas de tempo	<u>Eliminar necessidade por uma ação</u>	Refeições prontas; sucos prontos; digitalização de textos com reconhecimento de caracteres.
	<u>Eliminar procedimentos repetitivos</u>	Batedeira; liquidificador; lavadora de louças.
	<u>Usar prevenção em vez de compensação</u>	Cerca elétrica; sistemas de vigilância; cintos de segurança.
	<u>Eliminar procedimentos de preparação</u>	Modelos pré-definidos para a criação de páginas <i>html</i> ou <i>blogs</i> ; configurações de imagem pré-definidas em televisores; roupas ajustáveis (eliminam a necessidade de ajuste das costuras).
	<u>Eliminar procedimentos corretivos</u>	Função de autocorreção em processadores de texto; exames preventivos de saúde; vacinação.
	<u>Eliminar tempos mortos</u>	Rotinas noturnas pré-programadas de <i>backup</i> de computadores; manutenções realizadas em horários não produtivos; luminárias com painéis solares, que carregam suas baterias durante o dia.
	<u>Eliminar medicações</u>	Medicamentos embalados nas doses prescritas; arroz em saquinhos.
	<u>Aumentar tempo de vida do serviço</u>	Sementes de mostarda aplicadas em pontos de acupuntura e presas com adesivos; aplicação de cera após a lavagem de um veículo; aerossol fixador para cabelos.
	<u>Transformar processo discreto em contínuo</u>	Robô cortador de grama: corta continuamente pequenas quantidades de grama.
	<u>Transformar operações seqüenciais em paralelas</u>	Buchas auto-perfurantes para alvenaria e gesso (substituem os processos seqüenciais de furar e montar as buchas).
Eliminar perdas de tempo	<u>Antecipar a execução de uma ação</u>	Função pré-lavar em máquinas de lavar roupas ou louças.
	<u>Eliminar pausas</u>	Estojo afiador para tesouras: a cada vez que a tesoura é usada e guardada, ela é afiada, dispensando o tempo de espera por uma afiação.
	<u>Maximizar a densidade de um processo</u>	Transmissão de dados em banda larga.
	<u>Acelerar processo</u>	Esterilização de batatas por meio da aplicação de uma chama durante um período de tempo muito curto.
	<u>Diminuir tempo necessário</u>	Tinta ou cimento de secagem rápida.

A diminuição de conexões também pode acontecer no espaço, conforme as heurísticas ilustradas no Quadro 6.8 e no Quadro 6.9, a seguir.

Quadro 6.8 – Exemplos de Diminuir conexões – No espaço

Heurísticas		Exemplos
<u>Eliminar a necessidade pelo sistema</u>		PCs eliminaram, em muitos casos, a necessidade por computadores de grande porte; a educação e conscientização das pessoas pode eliminar a necessidade do uso de dispositivos anti-furto.
<u>Diminuir o espaço necessário</u>	<u>Eliminar a necessidade por um objeto</u>	Trator sem chassis (o conjunto motor, caixa de câmbio e unidade hidráulica executam, também, a função de suportar e transmitir o peso às rodas e ao solo).
	<u>Usar espaço desocupado</u>	Mezanino (aproveitamento da altura, anteriormente não aproveitada, na configuração de um ambiente).
	<u>Mudar a orientação de um objeto</u>	Laminadores, utilizados na indústria metalúrgica, são, em geral, horizontais e ocupam grandes áreas. No Japão, são comuns laminadores verticais.
	<u>Diminuir perdas de espaço – usar estruturas que poupam espaço</u>	Estacionamento para automóveis ou marina com arranjo em prateleira (um automóvel ou embarcação é armazenado em cima de outro).
	<u>Diminuir perdas de espaço – aumentar a concentração (densidade) do sistema</u>	Adensamento, utilizado em algumas culturas agrícolas; aparelhos de som; lojas na forma de quiosques em <i>shopping centers</i> .
	<u>Miniaturizar</u>	Componentes eletrônicos. Micro e nanomotores.
	<u>Modificar uma ação de forma a reduzir o espaço ocupado</u>	Em <i>shopping centers</i> , o compartilhamento do espaço (praça de alimentação) modifica a ação do cliente e elimina a necessidade por salões individuais para cada restaurante.
<u>Converter o externo em interno</u>		Absorção da função do cadeado pela porta (porta com fechadura). Absorção da função do cavalo pela carruagem (automóvel).

Quadro 6.9 – Exemplos de Diminuir conexões – Nos relacionamentos

Heurísticas	Exemplos
<u>Eliminar objetos e processos redundantes</u>	Disco rígido externo para computadores <i>laptop</i> : a energia para o funcionamento vem da porta USB, tornando desnecessária alimentação externa.
<u>Aumentar o uso de recursos</u>	Turbocompressor: energia anteriormente desperdiçada passa a ser aproveitada para aumentar o rendimento volumétrico de um motor de combustão interna.
<u>Remover elemento ativo</u>	Piloto automático: remove a ação de controle do piloto durante a maior parte de um voo comercial.
<u>Minimizar perdas de fluxo e resistências ao fluxo</u>	Eliminação de fugas de corrente numa instalação elétrica.
<u>Diminuir a densidade dos objetos</u>	Componentes da indústria aeronáutica, cada vez mais leves e com resistência igual ou maior.
<u>Limitar uso de objetos nobres</u>	Ferramentas diamantadas: o diamante é utilizado minimamente, somente na região de corte.

A última heurística para Diminuir C é Enfraquecer conexões, ou seja, reduzir a intensidade das conexões que não possam ser completamente eliminadas.

6.3.3 Formular e Resolver Contradições

Ao se aplicar as heurísticas para a ideação, é frequente que surjam ideias com potencial de aumentar V , mas, que possuem desvantagens que podem tornar difícil a sua adoção. Nestes casos, é recomendado formular e resolver contradições.

As ideias geradas e suas correspondentes desvantagens podem produzir dois tipos de contradição: técnica ou física. Dentro da IDEATRIZ, as ferramentas para resolver contradições técnicas e físicas adotadas são, respectivamente, o Método dos Princípios Inventivos e o Método da Separação.

6.3.3.1 MPI

A aplicação do MPI para a resolução de contradições técnicas segue o descrito no item 5.2. Particularmente, no caso da resolução de contradições decorrentes de ideias geradas com as heurísticas, ao se considerar as desvantagens da implementação de uma ideia, tem-se uma ou mais contradições praticamente formuladas.

Como visto no item 6.3.2.1, aumentar a saída da função principal de um carrinho de mão envolve transportar mais materiais. Para transportar mais materiais, uma possibilidade é aumentar a capacidade de carga do carrinho. As características prejudicadas com isso são ergonomia e manobrabilidade. As contradições que precisam ser resolvidas são: capacidade de carga versus ergonomia e capacidade de carga versus manobrabilidade.

Considerando o contido no Apêndice 4 – Parâmetros de Engenharia, pode-se fazer a conversão das características contraditórias como indicado no Quadro 6.10.

Quadro 6.10 – Conversão de características contraditórias produzidas por ideias geradas com as heurísticas para parâmetros de engenharia

	Características	Parâmetro(s) de engenharia correspondente(s)
Característica(s) a ser(em) melhorada(s) – CM	Capacidade de carga	Volume do objeto móvel (7) Esforço ou pressão (11) Quantidade de substância (26) Produtividade (39)
Característica(s) piorada(s) – CP	Ergonomia	Forma (12) Facilidade de operação (33) Fatores prejudiciais gerados pelo objeto (31)
	Manobrabilidade	Facilidade de operação (33) Adaptabilidade ou versatilidade (35)

As etapas seguintes são a consulta à matriz de contradições (Anexo), para verificar os Princípios Inventivos a serem utilizados e sua aplicação para resolver cada uma das contradições.

6.3.3.2 MS

No caso do MS, como visto no item 5.4, é preciso formular, a partir do problema identificado, uma contradição física. No caso do aumento da capacidade do carrinho de mão, a contradição física mais evidente é “o carrinho precisa ser grande e pequeno”.

Em seguida, recomenda-se utilizar o Quadro 6.11 para escolher o Princípio ou Princípios de Separação aplicáveis. Características A e –A são as características contraditórias.

Quadro 6.11 – Quadro orientativo do uso dos Princípios de Separação

Princípio	Questões	Se a resposta for "sim"	Se a resposta for "não"
Separação no espaço	É necessário que as características A e -A estejam presentes em todos os lugares?	Tentar outro princípio de separação	Usar o princípio da separação no espaço
	Há algum lugar em que as características A ou -A possam não estar presentes?	Usar o princípio da separação no espaço	Tentar outro princípio de separação
Separação no tempo	É necessário que as características A e -A estejam presentes todo o tempo?	Tentar outro princípio de separação	Usar o princípio da separação no tempo
	Há algum momento em que as características A ou -A possam não estar presentes?	Usar o princípio da separação no tempo	Tentar outro princípio de separação
Separação conforme a condição	É necessário que as características A e -A estejam presentes sob todas as condições?	Tentar outro princípio de separação	Usar o princípio da separação conforme a condição
	Há alguma condição em que as características A ou -A possam não estar presentes?	Usar o princípio da separação conforme a condição	Tentar outro princípio de separação
Separação no sistema	É necessário que as características A e -A estejam presentes em todas as partes do sistema?	Tentar outro princípio de separação	Usar o princípio da separação no sistema
	Há alguma parte do sistema em que as características A ou -A possam não estar presentes?	Usar o princípio da separação no sistema	Tentar outro princípio de separação

Finalmente, é preciso realizar a aplicação dos Princípios de Separação para solucionar a contradição física ou contradições físicas identificadas.

6.3.4 Avaliar Resultados Obtidos

Na quarta e última fase da metodologia IDEATRIZ, os resultados do processo de ideação precisam ser avaliados, para que as ideias de maior potencial possam ser identificadas e, posteriormente, implementadas.

O processo de avaliação da IDEATRIZ deve ser desenvolvido por uma equipe de cerca de 5 pessoas, entre as quais deve estar representada a alta direção da empresa. O processo deve acontecer em quatro etapas. Inicialmente, as ideias geradas devem ser apresentadas. Neste momento, o foco não deve ser em julgar, mas, em compreender as ideias. Opiniões sobre as ideias não devem ser expressas neste momento, mas, os participantes devem ser incentivados a anotar suas opiniões, as quais poderão ser úteis nas etapas seguintes.

Caso o número de ideias gerado tenha sido maior do que 15, o processo de avaliação deverá acontecer em duas etapas, sendo a primeira uma votação e a segunda, avaliação

multicritério. Se o número de ideias tiver sido menor ou igual a 15, poderá ser usada diretamente a avaliação multicritério.

Na votação, cada participante terá 15 votos. Cabe a cada participante distribuir seus votos entre as ideias consideradas melhores. A distribuição dos votos não tem limites: um participante pode distribuir seus votos por até 15 ideias, ou concentrá-los numa única ideia. As 15 ideias mais votadas devem ser numeradas e seguir para avaliação multicritério.

A avaliação multicritério é baseada nos critérios de avaliação listados no Quadro 6.12, sendo cinco os níveis de avaliação possíveis: muito ruim, ruim, média, boa e muito boa. A matriz a ser utilizada para a avaliação está no Apêndice 5.

Uma vez avaliadas as ideias, é necessário verificar se a equipe está satisfeita com o resultado. Caso isto não tenha acontecido, o processo de avaliação deverá ser revisto, até que haja consenso. Com isto, espera-se fomentar o comprometimento dos participantes com a implementação.

Quadro 6.12 – Critérios para avaliação das ideias de novos produtos na metodologia IDEATRIZ

Critérios	Questões a considerar na avaliação
Atratividade e benefícios	O mercado para o qual a ideia é voltada é atrativo para a empresa, em termos de tamanho e taxa de crescimento? Qual a probabilidade de retorno sobre o investimento? Qual a recompensa financeira esperada? Existem benefícios adicionais, como o cumprimento de exigências legais ou o domínio de conhecimento para aplicar em futuros projetos?
Alinhamento	A ideia tem alinhamento com a estratégia da empresa? Há sinergias com o portfólio de produtos e serviços atual? A tecnologia para aplicação no ciclo de vida do produto é dominada pela empresa?
Originalidade	A ideia é original? Há vantagens claras, facilmente perceptíveis, para os potenciais clientes em relação às demais ofertas existentes?
Precocidade	Qual o tempo estimado para implementação da ideia? E para o estabelecimento no mercado? Existe a perspectiva de pioneirismo?
Durabilidade da vantagem	Qual a dificuldade que as outras empresas terão para lançar ofertas alternativas (barreira de entrada)? Em quanto tempo pode-se esperar que surjam cópias? É possível proteger a ideia, por meio de patente ou outra forma?
Duração do ciclo de vida	Em que posição o mercado está no seu ciclo de vida? Qual o tempo estimado do ciclo de vida do produto resultante da ideia?
Investimento	Qual o investimento necessário para viabilizar a ideia, considerando o ciclo de vida do produto?
Sustentabilidade	Como a ideia se posiciona em termos de sustentabilidade ambiental, social e econômica?
Risco	Quais os riscos associados com a ideia? Ela poderá ser viabilizada? Qual o risco de criação de normas ou leis adversas?

A documentação de todo o processo IDEATRIZ é importante, para que ocorra o registro formal e não haja desperdício de ideias que não possam ser implementadas de imediato, mas, que tenham potencial para aproveitamento futuro.

6.3.5 Avaliação da Metodologia IDEATRIZ

A avaliação da metodologia IDEATRIZ teve a finalidade de verificar sua eficácia na ideação de novos produtos.

Os resultados reportados no item 6.2 apontaram que, comparativamente com os demais, os métodos associados à TRIZ tendem a produzir um número relativamente pequeno de ideias e a demandar um tempo maior no processo de ideação, mas, também, a produzir mais ideias criativas. Entretanto, a maior parte dos métodos da TRIZ avaliados não é adequada à ideação de novos produtos, mas, à resolução de problemas. Por isto, foi realizado um trabalho de análise destes métodos e organização dos mesmos em função daquilo que se considerou a finalidade da ideação – maximizar o valor. Disto resultou a obtenção das heurísticas que formam a parte central da IDEATRIZ.

Uma vez criada a metodologia, tornou-se necessário avaliar sua eficácia na prática. Tal avaliação consistiu na realização de sessões de ideação de novos produtos, utilizando as heurísticas da IDEATRIZ. Para estabelecer termos de comparação, também foram aplicados o *brainstorming* e as Tendências da Evolução propostas por Mann (2002).

De forma análoga com o relatado no item 6.2, as sessões de avaliação da IDEATRIZ aconteceram num evento de treinamento. Um total de quatorze indivíduos participou das sessões. Destes, 5 eram profissionais com formação de segundo grau atuantes nas áreas mecânica e elétrica e 9 eram profissionais, sendo 2 engenheiros de produção, 3 engenheiros mecânicos e 4 designers de produto. O curso teve uma duração total de 20h, sendo as primeiras 8h teóricas e as demais 12h, sessões de ideação com uso dos métodos. Para as aplicações, os participantes foram divididos em duas equipes. Cada equipe aplicou os três métodos de ideação definidos para o comparativo. O tema da ideação (no caso do *brainstorming*) foi “ideias para uma nova escova dental”. No caso das TEs e da IDEATRIZ, foi definida uma escova dental dentre os modelos mais simples como o “produto a ser ouvido”. Os resultados são detalhados no Apêndice 6 e resumidos no Quadro 6.13. Procurou-se utilizar métricas similares àquelas anteriormente utilizadas, com a diferença de que, aqui, não foram utilizadas médias e desvios padrão, mas, os valores reais obtidos pelas equipes 1 e 2.

A classificação das ideias geradas foi feita com o auxílio de dois profissionais da área odontológica, respectivamente com 8 e 12 anos de experiência clínica. Eles foram consultados pelo autor, que lhes explicava as ideias geradas e deles recebia a classificação.

Quadro 6.13 – Resultados da ideação com uso do brainstorming, TEs e heurísticas da IDEATRIZ

Método	Ideias geradas		Ideias originais		Ideias úteis		Ideias criativas		Tempo da sessão		Ideias por minuto		% Ideias criativas	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Equipe														
<i>Brainstorming</i>	57	91	37	55	32	50	12	17	63	72	0,9	1,3	21	19
TEs	54	65	25	35	47	50	18	17	130	140	0,4	0,5	33	26
IDEATRIZ	99	87	59	50	94	80	55	47	170	155	0,6	0,6	56	54

No caso do *brainstorming*, percebeu-se coerência em termos de percentual de ideias criativas em relação aos testes realizados anteriormente: 21% e 19% de ideias criativas aqui, contra um percentual anterior de 17,3%.

A mesma coerência foi percebida no caso das TEs: 33% e 26% aqui, contra 27,6% anteriores.

O resultado obtido com a IDEATRIZ foi expressivamente superior, com 56% e 54% de ideias criativas geradas. Nota-se que este resultado é coerente com os valores obtidos na avaliação anterior com a Análise Su-campo (53,3% de ideias criativas geradas).

Os resultados da avaliação realizada indicam que a estratégia de aproveitar as heurísticas da TRIZ para a ideação, dentro de uma estrutura coerente com o objetivo de maximizar o valor, foi bem sucedida em gerar ideias criativas e que a IDEATRIZ é uma metodologia eficaz de ideação de novos produtos.

Quanto ao potencial mercadológico das ideias geradas, foram consultados 2 empresários que possuem empresas de médio porte e atuam na área de produtos odontológicos. Ambos concordaram que virtualmente todas as ideias avaliadas como criativas têm potencial de mercado, em algum grau.

Observou-se a geração de uma pequena quantidade e variedade de ideias com as heurísticas para diminuir C, em relação às obtidas com as heurísticas para aumentar F. Acredita-se que o motivo para isto foi o próprio tema da ideação. A escova de dentes é um sistema “aparado”, na linguagem da TRIZ, ou seja, um produto racionalizado. Se um produto mais complexo e com mais subsistemas tivesse sido o foco da ideação, as heurísticas para diminuir C poderiam ter sido mais úteis.

Olhando além dos resultados estatísticos, um aspecto digno de nota foram os comentários dos participantes envolvidos na avaliação comparativa. Muitos já conheciam o *brainstorming*, que, portanto, não foi uma novidade. Quanto às TEs, um aspecto comentado foi que muitas das tendências exigem conhecimentos aprofundados em áreas específicas (tecnologia de materiais, por exemplo), que não estavam disponíveis nas equipes. Um ponto citado como interessante nesta técnica foi a avaliação do potencial evolutivo, que, nas palavras de um dos participantes, “estabelece um alvo para a equipe atingir”.

A maior parte dos participantes afirmou ter apreciado a abordagem da IDEATRIZ. Um comentário que resume a abordagem nas opiniões dos alunos é que ela é “muito lógica”, ou seja, uma vez que se compreenda bem uma heurística, as ideias associadas a ela são geradas quase que diretamente. Uma sugestão feita foi aumentar a quantidade e variedade de exemplos para cada heurística, de modo a facilitar a compreensão.

Neste capítulo, foi apresentado o processo de concepção da IDEATRIZ, a metodologia propriamente dita e as avaliações realizadas. No próximo capítulo, são feitos comentários conclusivos e referentes à continuidade desta pesquisa.

