

SÉRIE ESTUDOS E DOCUMENTOS

**Recriatividade: Criatividade na Área da Tecnologia
Mineral Buscando a Inovação Tecnológica**

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA

Luiz Inácio Lula da Silva

José Alencar Gomes da Silva

Vice-Presidente

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Sérgio Machado Rezende

Ministro da Ciência e Tecnologia

Luiz Antonio Rodrigues Elias

Secretário-Executivo

José Edil Benedito

Subsecretário de Coordenação das Unidades de Pesquisa

CETEM – CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

José Farias de Oliveira

Diretor

Carlos César Peiter

Coordenador de Apoio Tecnológico à Micro e Pequena Empresa

Arnaldo Alcover Neto

Coordenador de Análises Minerais

Silvia Cristina Alves França

Coordenador de Processos Minerais

Cosme Antônio de Moraes Regly

Coordenador de Administração

Ronaldo Luiz Correa dos Santos

Coordenador de Processos Metalúrgicos e Ambientais

Andréa Camardella de Lima Rizzo

Coordenador de Planejamento, Acompanhamento e Avaliação

SÉRIE ESTUDOS E DOCUMENTOS

ISSN 0103-6319

ISBN 978-85-61121-60-0

SED - 77

Recriatividade: Criatividade na Área da Tecnologia Mineral Buscando a Inovação Tecnológica

Axel Paul Noel de Ferran

D.Sc. em Engenharia Mineral - Poli USP (1998)

Especialista em Recursos Minerais - DNPM (2006)

CETEM/MCT

2010

SÉRIE ESTUDOS E DOCUMENTOS

Carlos César Peiter

Editor

Zuleica Castilhos

Subeditora

CONSELHO EDITORIAL

Francisco E. de Vries Lapido-Loureiro (CETEM), Francisco R. C. Fernandes (CETEM), Gilson Ezequiel Ferreira (CETEM), Alfredo Ruy Barbosa (consultor), Gilberto Dias Calaes (ConDet), José Mário Coelho (CPRM), Rupen Adamian (UFRJ), Saul Barisnik Suslick (UNICAMP).

A Série Estudos e Documentos publica trabalhos na área minero-metalúrgica. Tem como objetivo principal difundir os resultados das investigações técnico-científicas decorrentes dos projetos desenvolvidos no CETEM.

O conteúdo desse trabalho é de responsabilidade exclusiva do(s) autor(es).

Thatyana Pimentel Rodrigo de Freitas

Coordenação Editorial

Vera Lúcia Espírito Santo Souza

Programação Visual

Regina Martins

Editoração Eletrônica

Andrezza Milheiro da Silva

Revisão

Ferran, Axel Paul Noel de

Recriatividade: criatividade na área da tecnologia mineral buscando a inovação tecnológica / Axel Paul Noel de Ferran. ___
Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010.

80p. (Série Estudos e Documentos, 77)

1. Indústria Mineral. 2. Inovação tecnológica. I. Centro de Tecnologia Mineral. II.Série. III. Título.

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
PREFÁCIO DE ROBERTO DUAILIBI (DPZ)	9
1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Criatividade: O caminho para avançarmos, no século XXI na educação, na tecnologia e na inovação	13
1.2 Casos Escolares: O assunto não está em pauta	16
2 GENERALIDADES	19
2.1 Alguns conceitos básicos	20
2.2 Testes possíveis para a inteligência múltipla	23
2.3 Criatividade de cada sexo no Homo Sapiens	25
2.4 Motivação: a embriaguez da descoberta	27
2.5 Serendipidade	28
2.6 Inteligência artificial	29
3 ESTUDOS DE CASOS	32
3.1 Análise dos casos	32
3.2 As analogias	43
4 O PROCESSO DE INOVAÇÃO E A TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA	46
4.1 Quadro esquemático do processo de inovação	46
4.2 Os cinco princípios da geologia – Axel de Ferran – Jornal do Geólogo - 1986	48
4.3 Construção de analogias	49
4.4 Descoberta e invenção: patentear descobertas?	50

4.5 Absorção de tecnologia: O Japão de Pós-Guerra	52
4.6 Outros exemplos	52
4.7 Os foguetes alemães	53
5 A PERSONALIDADE CRIATIVA DENTRO DO GRUPO	55
5.1 Algumas características da personalidade criativa	55
5.2 Traços da personalidade criativa – Axel de Ferran – 2007	55
5.3 A receita de Leonardo da Vinci	56
5.4 As estratégias atribuídas aos gênios	57
5.5 Cruzamento das inteligências com os hemisférios cerebrais em cada indivíduo	57
5.6 Os animais criam	59
5.7 Como utilizar a iluminação em equipes de pesquisa	61
5.8 As FAQ – <i>Frequently Asked Questions</i>	62
6 EPÍLOGO	63
6.1 Inibição à criatividade	63
6.2 Eficiência <i>versus</i> eficácia	63
7 REFERÊNCIAS	66
8 APÊNDICE – ABREVIATURAS E NOMENCLATURAS	68
8.1 <i>Factors for converting SI metric units to inch/pound units</i>	68
9 FIGURA	71

RESUMO

Criatividade na área da Tecnologia Mineral, buscando a Inovação Tecnológica

O processo de desenvolvimento da criatividade na área tecnológica implica em duas atitudes mentais fundamentais que em parte se excluem mutuamente, mas que não eliminam o profundo conhecimento dos assuntos em pauta. As referidas atitudes se referem:

1- *Ao processo de dedução e,*

2- *Ao processo de indução.*

E se compõem como segue.

Processo de Inovação: Etapas do processo criativo na descoberta de jazidas minerais ou do processo de formação das mesmas; etapas nas invenções relativas a processos industriais.

Observação	Observação própria e de levantamento de dados de terceiros.	Raciocínio divergente ou indutivo e em parte dedutivo.
Analogias	Confronto da observação própria com os elementos de outras jazidas, ou de outros processos de desenvolvimento.	
Iluminação	Intuição súbita e não programada (insight) de tipo catártico, durante verbalização, ação ou sonho.	Modelo do Heureka de Arquimedes
Verificação	Metodologia decorrente da iluminação, após sua aceitação.	Raciocínio convergente ou dedutivo
Continuação	Verificado o modelo aplica-se o mesmo processo e sistemática, em casos análogos.	

Palavra-chave

Criatividade

ABSTRACT

Creativity into the área of Mineral Technology, looking for technological innovations

The mental process for developing creativity – in particularly defined in the area of mineral technology – imply two mental attitudes, that do not set aside a deep knowledge of the subject under consideration. These two mental attitudes are:

1- The deduction Process, and

2- The induction Process.

These two processes interact as follows:

Steps in inventions as to industrials processes.		
Observations	My own observations and data collected from other researchers.	Divergent reasoning partially Inductive.
Analogies	Confrontation of my observations with elements of other researchers.	
Illumination	Insight not programmed like catharsis during verbalization, action or dream.	Heureka model of Archimedes.
Verification	Methodology that derives from illumination, after its acceptance.	Deductive Reasoning.
Follow-up	After verification apply the same steps to analogous cases.	

Keyword

Creativity

PREFÁCIO DE ROBERTO DUAILIBI (DPZ)*

Duas coisas me encantam neste trabalho de Axel de Ferran. Uma, que é provavelmente a abordagem mais culta sobre criatividade que já li até hoje, com fartas referências não apenas a estudiosos desse ramo da psicologia, mas também a pessoas de outras áreas.

Outra, que é a primeira abordagem em que a criatividade não está associada à criação de anúncios e comerciais, ou ao lançamento de produtos, mas se baseia na experiência pessoal do autor, que é Engenheiro Geólogo – isto é, a criatividade aqui referida ampara-se muito em suas aplicações na Engenharia.

E quando você vê as máquinas que foram criadas nos últimos séculos, seja para perfurar a terra, em busca de riquezas minerais; seja para perfurar muros e couraças de aço, em busca da imposição de vontades na diplomacia de guerra; seja para perfurar corpos humanos, em busca do diagnóstico ou da cura, não importando que tal vasculhamento seja eletrônico, não invasivo, ou por bisturis; seja para perfurar o cosmo, através dos foguetes, dos satélites, dos grandes telescópios e da comunicação — nota-se quanto a Humanidade deve à criatividade dos engenheiros. Aliás, é sabido que os maiores avanços da medicina nos últimos tempos devem-se à Engenharia.

Face a esses importantes avanços, como parecem pequenas as vaidades daqueles que se apoderaram da palavra “criatividade” como se fora uma exclusividade de seu ofício!

Pior ainda, como parece inútil o apelido que a si mesmos, por influência da língua espanhola, se deram de “criativos.” Mas, aí sim horroroso, como soam falsas aquelas pessoas que, sob o título de Diretor de Criação, apoderam-se do trabalho de planejadores, redatores e diretores de arte, estes sim responsá-

* Para a edição anterior (2000), inédita

veis pelo surgimento da solução do problema mercadológico, ou da “recriatividade”, como diz Axel de Ferran.

Esse é outro conceito importante desse livro. A maioria das atividades chamadas “criativas” são, na verdade, “recriações”, ou seja, a elaboração, sob nova forma, de ingredientes conhecidos. De Ferran acentua, assim, a soberania do conhecimento sobre a intuição, embora não diminua a importância desta. E, na criação de comunicação, por exemplo, vemos como isso acontece repetidamente: dezenas de programas de televisão que são apenas cópias — na forma e no conteúdo, e até nos trejeitos dos apresentadores e no cenário — de outros programas levados ao ar em outros países, e que, por sua vez, são cópias de velhos programas de rádio, que por sua vez eram cópias de programas de circo, e que, por sua vez, eram imitações do script dos trovadores medievais, que aprenderam com os “almada”, ou seja, os contadores de histórias que iam de aldeia em aldeia no Oriente Médio, relatando o que ocorria nas outras aldeias, fantasiando os rumores, eternizando as lendas. Há centenas de campanhas que são, apenas em outras línguas, cópias ou adaptações de outras campanhas consagradas. O próprio Alex Periscinoto, um dos publicitários mais respeitados do Brasil, afirmava que, em propaganda, “chupar de coisa boa é aceitável”, ou seja, que uma cópia adequada pode ser melhor que uma “criação” que erra o alvo.

De Ferran aborda também essa coisa misteriosa que é o talento — ou seja, a capacidade que têm algumas pessoas de realizar alguma tarefa melhor do que as outras, e nos consola com a lista de Linda Campbell sobre os tipos de inteligência múltipla. Muitas pessoas que já estão engajadas numa carreira devem se mirar nessa tabela e ver se ainda há tempo de explorar outras habilidades.

Foi bom também descobrir que a coragem e a persistência — não importa como as obtenhamos nesse mundo que empurra a

maioria, cada vez mais, para a busca do conforto de uma tarefa seguramente repetida — continuam sendo os ingredientes mais importantes nessa recriatividade que pode levar, ainda e sempre, à surpresa criativa que faz o mundo levantar-se numa risada ou na descoberta de sua própria humanidade.

Que dizer então da criatividade que é necessária para o desempregado que tem de sustentar sua família, nessa época em que as estatísticas pedem, mais do que nunca, imaginação e ação por parte das lideranças para superar a enorme soma de sofrimento que corrói as esperanças deste país? E a antecipação do jovem atleta, que prevê mentalmente cada jogada e cada movimento, frente a adversários hábeis, famosos, mais fortes — e impiedosos? Ou a criatividade da mãe, que não se consola com as notas baixas do filho e não deseja antecipar para ele uma vida de segunda classe? Ou do empresário esmagado por juros que objetivam destruir seu negócio e não estimulá-lo? Esses são problemas da vida real e solucioná-los parece estar acima do controlável. Mas é preciso saber que o fato de solucioná-los pode ficar bloqueado por dúvidas, temores, pela incapacidade de listar as dezenas de possíveis soluções, e, como sugere De Ferran, protelar o julgamento, escolhendo aquela ideia que é surpreendentemente mais possível — ou até aquela que, exatamente por parecer impossível, faz emergir na criatura humana forças das quais ela não tinha a menor noção.

E aí a solução de problemas pode extravasar dos casos individuais, assumir a forma de luta contra a injustiça institucionalizada - e gerar uma organização política, a ideologia e, eventualmente, as armas que provocam as revoluções, a recriação mais dramática da humanidade.

Roberto Duailibi, Publicitário.

DPZ - Duailibi, Petit, Zaragoza Propaganda

Co-autor com Harry Simonsen Jr., do livro “Criatividade & Marketing”.

1 | INTRODUÇÃO

1.1 | Criatividade: O caminho para avançarmos, no século XXI na educação, na tecnologia, e na inovação

Este trabalho é um resumo de um trabalho inédito do autor dos anos 90, que não foi concluído por questões de saúde. O livro chamava-se **recriatividade**, pelo fato do processo de criar sempre partir do conhecimento anterior.

O assunto parece de boa lógica, e ainda é dúvida de nossos professores, orientadores em educação e em pesquisa, pois quando se fala em criatividade, muitos pensam que criatividade - e seu resultado a inovação - é dizer coisa que seja dedutível pelo senso comum, conceito às vezes transmutado em bom senso, expressão sem significado, totalmente relativa e própria ao indivíduo.

E aí está o grande problema. As questões de conhecimento dedutível, aquele convencional, já estão organizadas em disciplinas bem estabelecidas, gravadas em CD e DVD, e belas imagens e textos colocados em "power point", (para não se referir à biblioteca clássica) e até este ponto, qualquer indivíduo de boa cultura consegue assimilar.

Definição sintética aceita: Dedução se resume em: se $A=B$, sendo $B=C$, resulta $A=C$

Mas isto não é o bastante, pois este conhecimento não separa o anódino das ideias que têm consequência (consequentes), que se desenvolvem com lógica apenas, e que não são confundíveis com aquelas que chamamos de geniais, exatamente por trazerem a criatividade.

Quando Werner von Braun, presidente da Nasa, apresentou seu projeto de mandar um homem para a Lua, ele pensava em fazer

algo como no livro de Hergé, na série “Tintin et Milou”, em ‘Objetivo Lua’, ou seja, um foguete que saía da órbita terrestre, e ao chegar próximo a nosso satélite, invertia o sentido do foguete e pousava na Lua; depois retornava para a terra, diretamente.

Um professor universitário norte-americano escreveu para a Nasa, informando que aquilo não funcionaria, e que ele tinha uma alternativa. Chamaram-no a uma reunião e o professor trouxe uns bloquinhos de madeira imitando um foguete, um módulo de comando que trazia em seu bojo um módulo lunar dividido em duas partes, uma das quais serviria de base lunar para relançar a outra parte, a qual alcançaria o módulo de comando na volta, então em órbita lunar para o retorno. Acoplados metade do módulo lunar ao módulo de comando, os astronautas juntos no módulo de comando, retornariam à Terra.

Inicialmente, a restrita plateia foi contrária, pela complexidade envolvida, mas o professor era realmente competente. Ele tinha tido a visão clara: no estágio atual dos propelentes disponíveis, esta era a única alternativa possível. O nome do professor americano ficou perdido, logo a grande ideia que viabilizou o sistema foi dele, mas von Braun ficou com os louros e todos o conhecem.

Caso semelhante ocorreu com o projeto do navio Normandie, nos anos 1930, na França. Um professor de hidráulica da École Nationale des Arts et Métiers, ao ver um desenho da maquete do projeto num jornal de divulgação, escreveu para os construtores informando que as hélices iam cavitatar o que provocaria furos nas hélices e afinal destruiria o sistema de propulsão do navio.

Esta informação me foi repassada por meu irmão, matemático, que foi seu aluno. Não fosse por isto, o caso talvez estivesse perdido.

Foi chamado a se explicar e fez uma preleção do porquê as hélices iriam cavitatar. Mudaram o projeto!

Obs.: um caso simples de cavitação é quando você abre o ralo de uma banheira cheia e ela faz aquele ronco característico.

Em ambos os casos observamos que criatividade não prescinde de conhecimento específico, tradicional e muito pelo contrário, será cada vez mais assim, pelo aumento de complexidade do conhecimento e da sua aplicação transdisciplinar. Nos mesmos casos, a criatividade funcionou; e seus autores ficaram esquecidos.

Um caso que tive ocasião de presenciar foi o de uma colega, Engenheira Química de alta especialização, que quebrou a perna trocando uma lâmpada, que ela queria alcançar com uma cadeira de escritório de rodinhas. Ela sofreu uma fratura por torção do fêmur e teve de colocar uma placa de aço inoxidável. O organismo rejeitou a placa e ela teve de reoperar a coxa.

Sugeri que analisássemos a placa e constatamos que o aço continha arsênio em sua composição. É claro que o médico confiou no fornecedor de placas, que oferecia material mais barato, porém inadequado. Este tipo de criatividade, usar inox fora de especificação, é obviamente deletério e muitas ideias do tipo são utilizadas no Brasil atendendo ao princípio chamado de Lei de Gerson, aquela que propõe levarmos vantagem em tudo, neste caso no preço (baixo), e na qualidade (má).

Esta introdução nos mostra que a criatividade deve conduzir modificações necessárias à inovação, mas dentro do conhecimento bem delimitado e tradicional. Mostra também que criatividade exige conhecimento clássico prévio e só então, a partir daí, poderemos tentar fugir de certos padrões convencionais e tentar criar.

1.2 | Casos Escolares: O assunto não está em pauta

Minha filha foi uma criança normal na escola. Certa vez, a professora pediu a classe uma redação de tema livre - ela devia ter cerca de 6-7 anos. Então sugeri: pensei em escrever um diálogo entre a Ketty (cadela) e a Trinca (gata tricolor).

Eu lhe disse: “– Ótimo! Diga então por que vivem brigando e se é que tem um porquê.” Ela escreveu do seu jeito e depois pediu-me: “ – Pai me empresta a almofada de carimbo.”

Eu estava distraído, mas deu para perceber que lá vinha alguma travessura: “ – Almofada pra quê, senhorita?”

“ – É que eles vão assinar, como fazem os analfabetos!”

Sorri, orgulhoso dela. No rodapé do texto assinaram por impressão das patas, Ketty e Trinca. A prova foi apresentada, mas segundo minha filha, a professora não gostou muito, não. Eu teria dado ‘Muito bem, parabéns’. Esta professora deu-me assim um caso comum, resultando inibir a criatividade. Professoras destas deveriam mudar de ramo.

Hoje minha filha é bióloga, trabalha em uma empresa que faz estudos de meio ambiente, correta naquilo que faz, especializou-se no estudo do habitat de certos animais como ariranhas e lontras, animais ameaçados por viverem em áreas de barragens, que destroem seu ambiente, ao inundá-lo.

Ainda hoje leio professores que perguntam nas listas especializadas sobre Educação se devemos deixar os alunos brincarem em aula. Decerto nunca criaram gatinhos em casa e observaram como eles aprendem a se orientar...

Fui professor universitário na UFRJ durante quatro anos, na área de Geologia. Nunca tive problemas com os alunos - você só não pode ter medo deles, mas para isto você tem que saber a matéria muitas vezes mais do que eles sequer imaginam.

Neste caso, quando eles percebem que você pode trazer algo de novo, por sua experiência e sua abertura em relação ao conhecimento, ao provocar os alunos a se pronunciarem sobre a matéria, eles passam a te respeitar. Decorridos muitos anos, ainda hoje, recebo bilhetes de ex-alunos.

Eu me convenci disto quando achei estar improvisando em excesso. Neste dia coloquei na lousa uma tabela do clássico manual do professor Routhier, quando um aluno levantou a mão:

- Mestre, esta tabela não é do Prof. Routhier?

- É !

- Então deixa pra lá, que o professor X já deu.

Faltou ele dizer, O senhor também vai ficar nesta?

A criatividade é a variável esquecida na educação em geral. Dentro de sala de aula o aluno que incomoda é exatamente o criativo. Lembro-me de uma aula no Científico do Colégio Mackenzie, em São Paulo. Tínhamos um colega italiano e durante a aula discutia-se desmatamento e os problemas decorrentes. O italiano bagunçou tudo: 'é que o brasileiro, das árvores gosta apenas da sombra!' Ele caracterizou em uma frase, toda a complexidade inerente à questão.

(Caso emprestado pela professora Sandra Nicolau). Na infância eu adorava desenhar. Meus desenhos eram sempre abstratos e muito coloridos. A professora me dava péssimas notas e dizia que os meus desenhos não tinham sentido. Quando me dei conta de que ela sempre usava roupas e joias em formato ou com apliques de borboleta, comecei a desenhar borboletas em meus trabalhos. Desenhos estúpidos que eu colava de moldes de costura: as notas foram para as alturas - borboletas, borboletas de todas as cores. Que aluno maravilhoso! Nota 10.

Hoje eu estava na fila dos aposentados, e conversava com uma moça de nível normal* e que dava aula de reforço para estudantes de oitava série. Perguntei como eram e ela definiu em uma palavra: bagunceiros. Eu lhe disse, então, que este tipo de aluno tinha dificuldade de adaptação por ser criativo. Ela concordou comigo.

Na minha época, as moças estudavam normal para depois se dedicarem ao magistério. Os sucessivos modelos de ensino mudaram, as nomenclaturas alternando os nomes – de séries e de anos – querendo dizer a mesma coisa. De criatividade nada. Mas devo reconhecer que os livros didáticos melhoraram muito: são livros com ilustrações coloridas, distribuídos gratuitamente.

Meu irmão Max, quando chegamos ao Brasil, tirava 10 em matemática, 0 em Português (não sabíamos nem falar a língua) e 10 em música. Isto deixava meu pai na dúvida sobre o sistema brasileiro de ensino, pois todos nós sabíamos que a voz dele era das coisas mais desafinadas existentes, apenas comparável à da mãe. Só que era solfejo que estava sendo avaliado, que no fundo é matemática.

* Os sucessivos modelos de ensino mudaram, as nomenclaturas, idem, alternando os nomes – de séries e de anos – querendo dizer a mesma coisa.

2 | GENERALIDADES

A - O título deste trabalho já diz algo; referimo-nos à criatividade e à inovação consequente na área técnica, de maneira geral (Engenharia e Desenvolvimento Tecnológico).

B - Outra área seria a das artes (pintura, escultura, artes cênicas, música), que abordaremos 'en passant'. É aquela à qual se costuma associar a criatividade. Parece que o inconsciente coletivo de C.G. Young se adapta bem, no caso do Brasil. Veja os desfiles de Carnaval.

C - Uma terceira área, na qual se abusa frequentemente da criatividade é quando aplicada aos meios políticos quando ela envolve distorção dos valores e/ou seu uso ilegal, como temos visto frequentemente na mídia, mas que também não trataremos neste livreto.

Citamos, portanto, as três categorias de casos; A - para os engenheiros e técnicos; B - para os artistas e C - para os malandros, e nos restringiremos apenas à primeira abordagem.

Certa vez, num "brainstorm" com o pessoal de um grupo financeiro poderoso, o monitor fez uma pergunta sobre quem não gostaria de ter pessoal criativo na sua área: apenas um levantou a mão. "Qual a sua área?", perguntou o orientador. "A contabilidade.", respondeu o participante, decerto pensando na área C (três) aqui referida.

Talvez pelo fato das áreas (B e C), não necessitarem de conhecimento prévio, como na área tecnológica aqui enfocada (A), deixam uma abertura para se fazer ou dizer qualquer coisa, mesmo impertinente. E assim, muita gente criativa pensa que a área tecnológica pode dispensar conhecimento. Mas não é, e sem exceção.

2.1 | Alguns conceitos básicos

DEFINIÇÃO – *Considerando um mesmo cenário, a partir de pontos de vista diferentes, a criatividade é a operação que concilia estas visões divergentes.*

Esta definição é do autor e é a mais sintética que conseguimos elaborar.

O humor também é assim e num diálogo a observação criativa faz sorrir, mostrando a gênese comum aos dois processos. Vamos a dois exemplos:

Caso 1- Um cidadão se lamentava porque seu pai tinha terminado seus dias, no crack da bolsa de Nova York em 1929, quando suas ações se reduziram a nada, e ele se jogou pela janela.

Outro cidadão confirmou aqueles tempos, pois o pai dele perdera seus investimentos na mesma época, ao ver destruído seu carrinho de pipocas incrementado, estacionado defronte da entrada do edifício da bolsa de Nova York, quando algum investidor infeliz se jogou do balcão da sala do pregão e foi cair em cima do carrinho do pipoqueiro.

Quando vistos isoladamente, os dois cenários acima são dramáticos. Em conjunto, são cômicos.

Caso 2- Mafalda e seu amigo estão brincando de soldado. Mafalda está com uma peneira de lavar alface na cabeça, o amigo dentuço, com uma panela na cabeça, diz a ela que aquele capacete não lhe serve porque deixa passar todas as balas, ao que Mafalda retruca - mas deixa sair todas as ideias. O genial argentino Quino, que hoje mora nos Estados Unidos, construiu este desenho e o diálogo em uma época de ditadura militar na Argentina.

Esta recombinação de situações e/ou de cenários acontece também na música e na poesia. Em ambos você recombina as sílabas (na poesia) e as notas (na música), que são sempre as mesmas; no entanto existem poesias e músicas maravilhosas, e outras intragáveis. Qual a diferença? Respondo: o conhecimento do assunto e um talento que pouca gente consegue definir.

Fernando Pessoa, o grande poeta português, talvez o melhor em nossa língua, nos diz no início de um poema: *Viajar! Perder países!* Colocando o inverso do que se intenciona ao viajar, que é de conhecer países. E adiante ele diz:

*Viajar! Perder países!
Ser outro constantemente,
por a alma não ter raízes
de viver, de ver somente!
Não pertencer nem a mim!
Ir em frente, ir a seguir
a ausência de ter um fim,
e a ânsia de o conseguir!
Viajar assim é viagem.
Mas faço-o sem ter de meu
Mais que o sonho da passagem.
O resto é só terra e céu.*

O que ele quer dizer é que ao tentar conhecer um outro país temos de omitir o conhecimento do próprio, perdê-lo portanto, pois ao contrário estaríamos apenas comparando nosso país com um outro e não compreendendo esse outro!

Então, eu considero que para abordar um assunto novo, precisamos conhecê-lo bem, ou pelo menos estudá-lo. Se criar (na tecnologia) autorizasse fugir do conhecido, bastaria dizer qualquer coisa - Vocês já perceberam ignorante na matéria em

pauta, metido a criativo, nesta mesma matéria? Não somente não cria nada, como atrapalha os que estão tentando achar um caminho novo.

Como selecionar estas equipes? Este é o segredo da pesquisa e o porquê umas dão certo e outras não.

O Projeto Manhattan, que concebeu a primeira bomba atômica, tinha um administrador, General de Exército, e um diretor científico, o Físico Julius Oppenheimer, de primeira grandeza. Num caso destes, como no caso semelhante de Dornberger e von Braun em Peenemünde, o acordo entre os dois chefes necessita ser perfeito para estes mutuamente se respeitarem.

Para quem se está iniciando nesta temática, sugiro participar de sessões de brainstorm ou dinâmica de grupo. São programas de cerca de dois meses, três vezes por semana. Mas, cuidado, enquanto o método é sempre semelhante, o conhecimento é restrito aos especialistas, por isto, muitas vezes o currículo do curso não basta.

Em cursos de **Marketing**, como exemplo paralelo, comumente se dá exemplos de marketing de **produtos**, quando é mais fácil exemplificar; mas o curso foi apregoado, como sendo para a área de **serviços**. Fiz um curso destes na FGV, mostrei este problema, e percebi claramente este tipo de erro (na época).

Saber **deduzir** depende de ter lógica, mas **induzir**, que está na base da criatividade, é algo mais complexo. A complexidade é abordada pela transdisciplinaridade, que é uma interdisciplinaridade que se modifica na zona de contato, quando passamos de uma disciplina à outra, isto quando não apelamos para uma terceira disciplina de transição.

Por tudo isto, quando se fala em criar, não se deve falar em inteligência, pois a inteligência é basicamente dedutiva, mensu-

rável pelo QI; a criatividade é basicamente indutiva ou talvez melhor dizendo intuitiva, e só é mensurável pelos resultados.

Tive um colega, profissional excelente, cujos projetos eram bem estruturados, bem organizados. Não abria os projetos a palpites dos colegas. Era bem considerado e respeitado por todos. Só tinha um senão: não achava jazida.

Gardner criou o que ele chamou de multi-inteligências, tentando abraçar a variabilidade das características do comportamento humano. Mas faltou referir-se à criatividade.

As definições clássicas na área, deixam tais assuntos algo nebulosos, mas são as que encontrei mais claras, como a seguir:

***Intuição** (latim, Intuitio) ato de ver de relance, percepção. Não recorre à experiência [discordo], nem ao raciocínio. Tem principalmente a sua origem no sentimento. O conhecimento intuitivo ou, à priori, opõe-se ao conhecimento dedutivo obtido através do raciocínio.*

Lello 3 V p.1372.

***Indução** (latim, Inductio) Modo de raciocinar, que consiste em tirar dos fatos particulares uma conclusão geral: a indução tem um papel fundamental nas ciências experimentais.*

Lello 3 V p.1349.

2.2 | Testes possíveis para a inteligência múltipla

Este trabalho foi redigido no ano 2000 e apresentamo-no aqui de forma mais sintética. A grande diferença é que a abordagem como a fez Howard Gardner foi a de que as inteligências dele, como sendo em número de nove, depois de muita reflexão, talvez não caibam nesta revisão. A dúvida é se a criatividade tem relação ou não com a inteligência, pois a inteligência mascara nossa apreciação.

Se tomarmos como exemplo o jogador de futebol Garrincha, é muito difícil dizer que as habilidades e o talento dele com a bola são formas de inteligência. São certamente criativas, mas por hora poderíamos ficar neste ponto.

A psicóloga Linda Campbell estabeleceu esta lista de menus para cada um dos tipos de inteligência de Gardner, que transcrevemos na tabela a seguir.

Tabela 1: Tipos de inteligência de Gardner

Tipos de Inteligência Múltipla	Menus aplicáveis
1- Lógico-matemática	Coloque em forma de fórmula; Projete e conduza uma experiência sobre; Construa silogismo demonstrando se $a=b$, $b=c$, então $a=c$; Construa analogias para explicar.
2 – Linguística	Explique contando história; Conduza um debate sobre; Escreva um poema, uma peça, ou um novo artigo; Crie um programa de rádio sobre.
3- Espacial (Visual)	Faça uma tabela, um mapa ou um gráfico; Crie uma mostra de slides, um vídeo ou um álbum; Crie uma sequência de transparências; Ilustre, desenhe, pinte, esboce.
4- Corporal-cinestésica	Crie movimentos para explicar; Participe de uma excursão para; Trabalhe com as mãos.
5- Musical	Represente a música com acompanhamento apropriado; Faça um RAP ou uma canção que se adapte; Indique o padrão rítmico em; Explique por que a música de uma canção é parecida com.

Tipos de Inteligência Múltipla	Menus aplicáveis
6- Interpessoal	Conduza uma reunião; Ensine um tema a alguém; Forneça informação e receba feedback sobre; Adapte tecnologia existente para.
7- Intrapessoal	Descreva qualidades que você possui e o ajudarão a realizar; Persiga um objetivo para; Descreva uma das qualidades pessoais para; Escreva uma manchete sobre o assunto.
8- Naturalista	Crie um caderno de observações sobre; Descreva mudanças do ambiente local ou global; Cuide de animais, jardins ou parques; Desenhe ou fotografe objetos naturais.

Observa-se claramente que alguns casos exigem criatividade e talvez este seja o caminho para tentar construir programas realmente criativos.

2.3 | Criatividade de cada sexo, no Homo Sapiens

Neste ponto poderíamos nos perguntar por que as mulheres não seriam mais criativas que os homens, uma vez que elas trabalham com os dois hemisférios cerebrais, com o direito, dito criativo, simultaneamente ao esquerdo, dito racional.

Minha explicação é que como elas são equipadas para a maternidade, isto lhes permite ligar à atividade dos dois hemisférios (por exemplo, acordando simultaneamente ao seu nenê, com quem elas se comunicam constantemente on-line). É assim que os acidentes com nenês em piscina, com um dos pais cuidando enquanto cochila, acontecem apenas com o pai.

Nós homens, usamos um hemisfério depois do outro; geralmente pegamos a temática com o lado esquerdo e a desenvolvemos, só para então tentar intuir o conjunto pelo hemisfério direito.

Talvez neste processo eliminamos linhas de desenvolvimento *a priori* improváveis (cuidado para não jogar o nenê com a água da bacia!). E talvez por isso sejamos mais rápidos ou mais eficazes no processo. A quantidade de prêmios Nobel masculinos é muito maior; na área que estamos tratando - a criatividade tecnológica - o que confirmaria termos (os homens) certas vantagens.

Estas afirmações são é claro probabilísticas, pois estas estatísticas quando referentes a sexo, etnia e cor da pele, são altamente debatidas e discutíveis. Mas de toda a forma, se colocarmos duas crianças de mesma idade para apanhar presente em dois montes, um de bonecas, outro de carrinhos, as meninas se dirigirão ao monte de bonecas e os meninos ao monte de carrinhos, mostrando óbvias preferências.

Somos, assim, obrigados a tomar casos e tentar compatibilizá-los no contexto. A eleição de Barack Obama, homem negro mestiço na presidência dos Estados-Unidos, deixou o mundo todo atônito. Os americanos teriam evoluído tanto desde Martin Luther King?

Outra distorção seria que os assuntos criativos são muitas vezes isolados dos assuntos femininos, talvez por preconceito. O que dizer desses casos?

A asa delta Rogallo seria ideia da Sra. Rogallo, experimentando com as cortinas da sala.

A relatividade seria ideia de Mileva Maric, primeira esposa de Einstein, e única aluna do Instituto de Matemática de Zürich, na

Suíça, onde foi colega do Albert. Os primeiros trabalhos foram escritos e publicados em parceria dos dois.

Maria Montessori, foi a primeira médica formada na Itália. As ideias dela sobre educação de crianças e adolescentes, até hoje decorrido mais de meio século, são pioneiras!

Quantas descobertas que atribuímos aos homens são femininas?

Diz-se que, atrás de um grande homem, procure, e encontrará uma grande mulher.

2.4 | Motivação: a embriaguez da descoberta

Segundo Elizabeth Balbachevsky, professora do Departamento de Ciência Política da USP, a satisfação do cientista com sua profissão é um fenômeno mundial. É provável que o prazer proporcionado pelo trabalho científico não esteja vinculado apenas à liberdade e à proteção do ambiente acadêmico.

Um levantamento divulgado em 2005 pela revista norte-americana *The Scientist* avaliou a satisfação de cientistas contratados para fazer pesquisa em grandes corporações dos Estados Unidos, do Canadá e de países europeus. Os dados mostraram que eles pensam como os colegas que militam na academia tiram elevada satisfação de seu trabalho por considerá-lo muito importante.

A satisfação aumenta se outros fatores estiverem presentes, como o fato de trabalhar com colegas íntegros e nos padrões éticos demonstrados pelo grupo. **A corrupção é um dos fatores desmotivantes (Grifo do autor).** Ela, de fato, vai muito além dos valores numéricos envolvidos.

O sociólogo americano Robert Merton (1910-2003), que foi um pioneiro da sociologia da ciência, ao estudar o modo como os

cientistas se comportam e suas motivações, já havia apontado a necessidade de submeter os achados aos seus pares como característica essencial da ocupação do cientista.

Segundo Merton, entre as principais normas culturais internalizadas pelos pesquisadores estão a submissão a critérios pessoais de julgamento e a ideia de que as descobertas são produto de colaboração social, devendo, portanto, ser divulgadas e submetidas ao julgamento de seus pares. Merton mostrou a influência (negativa) da burocracia no desenvolvimento da criatividade.

Publicar, como se vê, está na essência do trabalho do cientista.

2.5 | Serendipidade

A palavra Serendipidade não existe em português e é tradução da palavra inglesa “serendipity”. E o que significa? Encontrar coisas que não se estava buscando.

A origem da palavra vem de um conto persa - os três príncipes de Serendip (antigo nome da ilha do Ceilão) – Sul da Índia, no qual os personagens são objeto de premiação se encontrarem coisas valiosas e agradáveis, mas de forma inesperada.

Para clarear um pouco o assunto, vamos a exemplos que o autor selecionou:

Abril de 1874, atelier do fotógrafo Nadar em Paris, Boulevard des Capucines, segundo andar. Alguns pintores, de pouca fama e muita fome, expõem suas telas. Um deles é Claude Monet: imagem embaçada, um sol laranja reflete-se sobre a água escura onde flutuam alguns pequenos barcos de pescadores. Título do quadro: *Impressions: soleil couchant* (1872): Impressão, sol poente. O crítico de arte Leroy, não perde a ocasião e com ironia fuzila: é uma exposição de Impressionistas... O nome ficou para a posteridade.

1931. O Padre belga Georges Lemaître divulga sua magna ideia num texto intitulado “a expansão do espaço”: segundo ele, a história cósmica é uma expansão de tipo explosivo, proveniente de desintegração radioativa de um átomo-universo. Nem Einstein concordou. Num Simpósio sobre Física em Pasadena, Califórnia, já em 1960, Hoyle acolhe Lemaître e debochadamente o apresenta a seus pares: “This is the Big Bang Man!” O apelido pretendido para o autor acabou sendo associado ao fenômeno pela brilhante síntese que representa, e por isso generalizou-se.

Ponderando sobre a não intencionalidade destas afirmações, a crítica e a ironia não seriam um primeiro passo, invertendo a relação causa-efeito para a criatividade, como nos exemplos acima? Ou dito de outra forma, a serendipidade não seria antes intuição inconscientemente intencional?

2.6 | Inteligencia Artificial

Este assunto é um problema que se insere na nossa visão da questão.

Nos filmes relacionados ao tema, fizeram sucesso alguns famosos a que certamente muitos leitores assistiram. O computador HAL do filme 2001 ‘Uma odisseia no espaço’, que tem as iniciais anteriores à IBM, e se revolta com as ordens recebidas dos humanos, no roteiro de Arthur Clarke. Um dos mais recentes é o filme Bicentennial Man, com o artista Robin Williams, baseado num livro de Isaac Azimov. As ideias contidas nestes filmes sugerem que o computador em certa altura, passa a absorver sentimentos e passa a intuir certo tipo de ação indutiva.

Como veremos logo a seguir – após o estudo de casos, nas duas primeiras etapas do preparo do processo de iluminação, o

computador certamente ajudará na análise dos casos correlatos, mas o computador não tem capacidade de intuição, e por isso não há o processo do heureka de Arquimedes.

Conversando com meu irmão matemático, Max de Ferran, já falecido, nascido na França, sempre percebi que a matemática para ele não necessitava de estudo, se bem que tirava 10 em tudo que fosse a ela relativo. Ele não tinha paciência comigo quando éramos adolescentes e eu lhe fazia perguntas tão primárias que ele nem entendia! Ele voltou à França em 1950.

Depois de eu me formar em Engenharia e Geologia em 1960, ele se interessou pela forma como eu desenvolvia a Geologia. Levei algum tempo para ele entender que Geologia tinha suas particularidades, nem no processo de desenvolvimento das questões, e nem no da sua abordagem. Poder-se-ia dizer que, a Geologia e a Engenharia de Minas são complementares, mas se opõem do ponto de vista epistemológico. Na época eu lhe disse que Geologia era uma ciência que estudava casos isolados, às vezes juntava os casos, mas cada caso era um caso. Existiam analogias, mas elas eram muito inexatas, e dois profissionais, mesmo experientes, viam analogias de forma diferente.

Toda vez que nos encontrávamos discutíamos a questão. Certa vez ele me fez uma afirmação dizendo: **A Inteligência artificial não existe!** Ele iniciou sua carreira trabalhando na Bull em Paris, e participou na construção do computador 'Gamma 60'. Quando a Bull foi comprada pela GE americana, seu chefe saiu, levou meu irmão e fundaram a Stéria, firma de serviços na qual o Max trabalhou até morrer.

Mas a assertiva dele ficou gravada na minha memória, e hoje acho que entendo por quê: nada me disse ele, mas é claro que ele tinha percebido que, para criar, era necessário utilizar a indução – intuição que ele não dominava como a dedução, esta

para ele era automática e sem esforço, como são os talentos humanos.

Como ele era uma pessoa religiosa desde muito jovem, acho que ele não excluía a intuição criadora como um sistema, fora da razão, mas relacionada à fé.

Em conclusão, a criatividade exige o conhecimento relacionado ao projeto, a arrumação dos dados e as analogias entre eles (vide quadro a seguir). Neste ponto virá a iluminação (ou não!).

Mas a iluminação não é etapa dedutiva, ela é indutiva-intuitiva, quando este modo lhe permite espocar, pois sem ela o cérebro se paraliza e o projeto termina sem solução.

Talvez os programas de computador possam aproximar-nos da etapa de iluminação. Talvez, mas por ora, não.

Recentemente eu assisti a um filme mostrando o programa Deep Blue da IBM, derrotando o enxadrista russo Andrei Kasparov. Ele não aceitou a derrota, dizendo que alguém (Homo sapiens) tinha feito a jogada que o derrotara. Isto sugere que o pensamento de Kasparov não acredita na máquina criativa.

Em conclusão, poderíamos afirmar, ***pelo menos na etapa atual do seu desenvolvimento: A Inteligência Artificial não existe!***

As consequências para as etapas do ensino e da pesquisa permitem sugerir que novos rumos não poderão omitir estas conclusões e seus derivativos. Estes serão objetivos para o século XXI.

3 | ESTUDO DE CASOS

3.1 | Análise dos Casos

Quando tentei entender como funcionava o processo criativo na nossa mente e dentro de grupos de pesquisa, comecei procurando o que os outros diziam a respeito e sinceramente não entendia bem o que eles queriam dizer.

Foi assim que, num certo momento, tive uma iluminação: por que você não reproduz os casos que você viveu e tenta achar um modelo geral que os englobe? Foi o que fiz, e agindo assim elaborei um modelo, o mais razoável possível, que aqui apresento. Posteriormente, percebi que as minhas ideias tinham precursores, se não *in totum*, pelo menos em parte.

Os exemplos a seguir são, portanto, fruto da minha experiência durante a vida profissional (mais de meio século) e os quadros esquemáticos são de minha própria leitura do que ocorreu então.

Decorridos muitos lustros* dos referidos eventos, observa-se o quanto estes parecem anódinos. Este fenômeno é bem conhecido em prospecção: a priori, tudo parece difícil; os cépticos - então na fase sarcástica - dizem que se está sonhando, a motivação fica difícil de ser mantida e o desânimo toma conta facilmente. Passam-se meses de trabalhos infrutíferos até surgir um elemento providencial que faltava e a decorrente iluminação.

Este tempo é longo, mas é necessário para se distanciar de uma situação, de um contexto. Deveria ser o prazo de nossos eleitos.

Mas, visto à posteriori, tudo é óbvio e simples e mal se entende o porquê de tanta demora! Já me referi a Einstein, que partiu da

* Lustró – quinquênio, período de 5 anos.

admissão da constância da velocidade da luz, que a experiência mostrava ser constante!

Se insisto neste ponto é porque gostaria que o leitor se desse conta da simplicidade de certas observações e da complexidade de suas consequências por aceitação das mesmas. E também de que a criação está ao alcance de todos aqueles capazes de abrir a sua mente. E que a criação deixa o individuo satisfeito, mesmo que ele se aproveite pouco dos seus resultados!

Peço desculpas ao leitor se nos exemplos a seguir às vezes me excedo no jargão especializado... Tentei explicar da melhor forma. Mas se o leitor considerar que ficou muito hermético, vá direto ao capítulo seguinte aceitando as conclusões deste sobre o desenvolvimento do processo criativo. Mas não recomendo isto, tente fazer uma forcinha, pois afinal a Geologia, como tudo que aborda a natureza, é muito bonita.

Tenho afirmado que a Geologia é feminina, pois é do jeito dela, não aceita mudanças. Já a Engenharia é masculina, voluntariosa.

Observa-se nestes casos a seguir, o conceito de analogia que nos leva por sua vez ao conceito de modelo, base da analogia. Primeiro construímos o modelo e posteriormente buscamos as semelhanças de um modelo ao outro. Isto é aproximado, e muito individual. O que complica é que os atributos necessários para formatar o modelo é variável caso a caso e depende fundamentalmente da experiência do técnico líder e/ou dos seus colaboradores.

Caso 1: Descoberta da posição exata da alcalina de Catalão- GO (1962)

A jazida de Catalão-GO era conhecida desde 1894, pois foi descrita pelo geólogo Hussak durante a missão Kruls que obje-

tivava a exploração na localidade da futura capital do Brasil, no Planalto Central.

As fotos (aéreas) da Força Aérea norte-americana - USAF - efetuadas durante a última Guerra, com uma fortaleza B-29, chamadas de Trimetrogon, constituídas por uma foto na vertical do avião e duas oblíquas de cada lado da linha de voo, o que permite cobrir fotograficamente mais área com menos voos - cobriam a área que Hussak descrevera.

Em foto examinada pelo autor na Cia Prospec em 1962, em Petrópolis, observou-se um platô elíptico de borda quartzítica, semelhante em morfologia à de outras rochas alcalinas conhecidas na região (Araxá, Tapira, Serra Negra), e se o associou à descrição de Hussak do século XIX, que comparava - pelos dados do terreno pois o avião não existia – Catalão, a Jacupiranga e Ipanema em São Paulo, conhecidos maciços de rochas alcalinas.

Esquemáticamente teremos:

Observação/ levantamento	Analogia com outras jazidas	Iluminação	Consequência
Estrutura Fotogeológica	Com rochas alcalinas	Alcalina descrita por Hussak	Posicionamento da alcalina
Descrição geológica de Hussak	Com *rochas alcalinas		

* analogia feita pelo próprio Hussak, cujo valor excepcional como pesquisador transparece por ele ter se utilizado tão somente de dados de campo, e de observação própria.

Caso 2: Jazida chumbo-zinco sedimentar de Morro Agudo- MG (1968)

Trabalhava-se em trincheiras sobre anomalia geoquímica de chumbo na região de Morro Agudo-MG e julgava-se que a

muito forte anomalia (2.000 a 3.000 ppm de Pb) fosse derivada das vênulas subverticais de galena que ocorriam nos calcários do morro em estudo, razão aliás pela qual tinha a área sido indicada por terceiros. O projeto encontrava-se numa fase de desânimo e em vias de ser abandonado, pois tais vênulas não eram economicamente lavráveis. A cada visita do Diretor*, eu mesmo ameaçava fechar o projeto e ele devolvia a bola: então feche!

Na realidade queria sair da sinuca de bico onde estava, mas de forma que pudesse livrar a minha cara e ele, raposa criada*, me deixava chafurdar no 'meu' projeto.

Um prospector da equipe, que atendia pela alcunha de Pedrinho Caruá, encontrou uma amostra de calcarenito (rocha composta de grãos de carbonato de cálcio) com galena e blenda (minérios de chumbo e zinco) disseminadas nos interstícios dos grãos, na picada 16 do levantamento geoquímico.

Entenda-se que o levantamento geoquímico era feito amostrando, a cada 25 metros, o solo da picada. As picadas paralelas foram feitas, no caso, de 100 em 100 metros. Os solos são então analisados (em ppm- partes por milhão de chumbo ou g/t) e o mapa dos valores elevados apontam onde pode estar a jazida subjacente, coberta pelo solo.

Na época, analisávamos chumbo por colorimetria, usando diti-zona. Estas análises são rápidas e baratas. Para chumbo são excelentes.

Pela amostra de calcarenito, percebi que se tratava de galena e blenda sedimentares, então desconhecida no Brasil, por analo-

* Trata-se do Diretor da época Pierre Waline, engenheiro de minas excepcional. Mantive amizade com ele. Hoje, vive aposentado em Paris.

gia com jazidas europeias (Largentière - França), de onde eu tinha recentemente retornado.

Exposto verbalmente o assunto - quando ainda se pensava em efetuar furos de sonda inclinados para interceptar os veios sub-verticais - única mineralização encontrada até então - intuiu-se, pela inclinação das rochas encaixantes, que a camada mineralizada, se sedimentar teria de ser concordante com a estrutura regional dessas rochas encaixantes e poderia estar passando por baixo das instalações de superfície, literalmente debaixo dos nossos pés.

As sondagens teriam então que ser preferencialmente verticais para interceptá-la em profundidade, o que foi confirmado quando foram executadas.

Esta é a realidade dos fatos. Outras versões são, no mínimo, fantasiosas.

Deve-se levar em conta a exposição verbal do assunto. A argumentação junto aos colegas de equipe ajuda no direcionamento da pesquisa.

A exposição verbal de um assunto ajuda a acender a iluminação. Ao comentar um raciocínio para si, reflexivo e já várias vezes consolidado, de repente produz-se uma espécie de flash e vem a seguir a intuição. Isto acontece para plateias atentas ou não; geralmente o indivíduo expondo o assunto, está na assim chamada frequência alfa do cérebro.

É de certa forma um brainstorming, e os resultados são muitas vezes inesperados. Hoje a jazida é operada pelo grupo Votorantim.

Esquemáticamente teremos:

Observação	Analogia com outras jazidas	Iluminação	Verificação possível	Consequência
Anomalia Geoquímica	Veios no calcário		Sondagem inclinada	
Amostra de Calcarenito	Chumbo-Zinco Sedimentar	Camada inclinada	Sondagem vertical	Descoberta da jazida

Caso 3: Cassiterita nos granitos de Goiás (1973)

A cassiterita é um minério de estanho, negro, muito pesado (denso) e, portanto, concentra-se facilmente na bateia.

O “Projeto Brasília”, levantamento geológico efetuado pela Companhia Prospec para o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) referia-se a certas áreas em Goiás onde ocorria cassiterita aluvionar.

Ao examinar fotos aéreas dessas áreas, discutiu-se sobre a origem de uma estrutura granítica elíptica, a chamada **Serra Branca**, com drenagem interna e com apenas um ponto de escoamento para fora da estrutura. Na época, estruturas do tipo eram interpretadas também como acomodação da cobertura de rocha quartzítica a altos do embasamento.

Após debate entre os profissionais do grupo de pesquisa (Docegeo), optou-se, por sugestão do pragmático colega Carlos Alberto Borges Rodrigues da Cunha, deixar as teorias de lado e considerar apenas o que parecia mais óbvio: tratar-se de uma intrusão de granito. A iluminação no caso foi dele.

Naquela ocasião marquei na foto aérea e na saída da drenagem, o local para que o geólogo de campo do projeto efetuasse uma cata para estudo dos minerais pesados que fossem encontrados, pois qualquer ocorrência dentro da

estrutura se refletiria na composição destes minerais pesados, naquele local.

Esta amostragem - que seria a fase de verificação – se bem que ordenada, não foi efetuada, talvez por negligência do geólogo de campo e/ou por falta de fiscalização de seu orientador, no caso, o autor.

Meses depois foi anunciada nos jornais a descoberta da jazida de cassiterita de Serra Branca feita pelos garimpeiros naquele mesmo local. Passados mais de 20 anos, ao escrever este trecho, tive um insight: teria havido vazamento ou repasse da informação a partir do escritório de Goiânia da Docegeo?

Procurando outras estruturas similares, constantes do mapa geológico do “Projeto Brasília”, foram requeridas áreas na Serra Dourada. Estas áreas não tiveram prioridade no DNPM porque alguém deve ter tido esta mesma ideia pouco antes, o que facilmente se explica: a analogia era óbvia demais.

Porém, na mesma ocasião, fiz um estudo fotogeológico buscando outras intrusões graníticas, mas sem a referida borda quartzítica que as faz se destacarem bem nas fotos aéreas e por isso talvez não sejam caracterizadas como intrusão granítica pelo fotogeólogo da Cia Prospec, que efetuara o mapa geológico para o DNPM.

Foram requeridas então para pesquisa as áreas destas estruturas situadas na região de Nova Roma, também no Estado de Goiás, na mesma província, mas mais a leste. Esquemáticamente, teremos na etapa inicial:

Observação	Analogia com outras jazidas	Iluminação
Morros graníticos de morfologia com anel quartzítico	Alcalina ou acomodação do embasamento ou granito intrusivo	Granito intrusivo

Observe-se que estamos lidando com Geologia, caso no qual os eventos já ocorreram e portanto de apenas uma maneira. Por este motivo as analogias são com uma coisa **ou** outra.

Na etapa seguinte:

Observação Consolidada	Analogia com outras jazidas	Iluminação
Granito intrusivo	Cassiterita em granito	Abrir cata

A descoberta da Serra Branca pelos garimpeiros confirmou a correta intuição anterior no item iluminação, ao abrir cata na saída da drenagem, o que, infelizmente, não tinha sido feito. Na terceira etapa, em continuação:

Observação consolidada (1)	Analogia com outras jazidas	Iluminação	Verificação possível	Continuação
Granitos estaníferos	Delimitação de novas áreas (2)	Granitos não mapeados	Estudo de pesados (3)	Novas áreas (4)

(1) Consolidada porque confirmada pela redescoberta dos garimpeiros em Serra Branca;

(2) Estas áreas tiveram prioridade no DNPM porque o raciocínio para identificá-las foi mais complexo - a analogia já não era tão evidente por ausência de anel de rocha quartzítica - de onde o pioneirismo;

(3) Esta verificação foi feita através de trabalhos de campo que detectaram anomalias de minerais pesados na drenagem (presença de cassiterita na bateia) e posteriormente afloramentos rolados e veios primários de cassiterita. A invasão pelos garimpeiros da área da Serra da Pedra Branca, uma das áreas selecionadas durante o processo, é posterior de alguns meses à esta descoberta;

(4) Pelo mesmo raciocínio foram descobertas novas áreas na mesma província.

O geólogo que efetuou o trabalho de campo foi Pedro Jacobi, formado em Porto Alegre, que se mostrou competente e confiável, e que na época trabalhava comigo na Docegeo.

Caso 4: Mineralizações exalativas de Cordón Curimil, Neuquén, Patagônia Argentina (1984)

Uma ocorrência de calcário calcítico branco em Neuquén, província Argentina da Patagônia mostrava-se de origem controversa pela temperatura de formação calculada através de inclusões fluidas como sendo de 180 °C.

O calcário é uma rocha sedimentar de origem química de carbonato de cálcio, que usualmente se precipita em temperatura ambiente. A geóloga do projeto buscava encontrar onde estava o erro na medição da temperatura, que ela mesma fazia.

Como consultor pela OEA, senti-me envolvido pelas dúvidas da colega. Como um geólogo deve fazer nestas ocasiões, fomos ao campo.

A observação de campo em Neuquén evidenciou a semelhança textural com alguns fácies do calcário de Itaboraí no Estado do Rio de Janeiro, de horizontes brancos, muito peculiares, descontínuos e imbricados. Para a origem destes calcários brancos de Itaboraí, alguns pesquisadores haviam adiantado origem exalativa, associando-os ao vulcanismo alcalino, de idade terciária, que na província ocorre. Seriam assim, calcários de fontes termais.

A origem do calcário branco de Neuquén poderia, por analogia textural com Itaboraí, ser também exalativa levando em conta a elevada temperatura de formação. Mas era preciso admitir não ter havido erro de leitura da temperatura de homogeneização das inclusões fluidas e aceitar que fosse elevada.

Como na área de Neuquén havia também um calcário fossilífero cinza sobreposto e sotoposto ao branco e de caráter nitidamente sedimentar, precipitado em temperatura ambiente, portanto, avantei - verbalizando o assunto e intuindo concomitantemente possíveis consequências - a possibilidade de ocorrer uma

tanatocenose (horizonte de conchas mortas durante a evolução de uma bacia sedimentar por mudança das condições ambientais, no caso elevação de temperatura) na base do calcário branco por morte dos organismos marinhos (conchas de lamelibrânquios), causada pelas exalações termais, o que explicaria o fato de observação de campo do calcário branco não ser fossilífero.

Esta tanatocenose - para espanto dos ouvintes do meu monólogo, até então mais do que cépticos, pois não conheciam Itaboraí e, portanto, o que eu estava lhes dizendo parecia profissão de fé - o que não é bem visto nos meios científicos - e para espanto, inclusive meu, que estava lucubrando, foi confirmada no campo durante sua busca para este fim.

Pouco antes deste instante eu disse: Ah! Se encontrássemos a base do calcário branco... a Geóloga pulou em cima da oportunidade: Eu sei de um afloramento onde se observa a base. Esfriei, pois a minha preleção estava em xeque! Fui em frente! Mas a sua descoberta evidenciou belíssimo afloramento de horizonte de conchas fossilizadas na base do calcário branco, onde, se existisse – e por salvação minha existia – deveria estar! Era a tanatocenose, mas dos lamelibrânquios!

A mudança da atitude da plateia foi instantânea pela evidência indubitável, ali nos olhos de todos, e os sorrisos irônicos de canto da boca da minha colega, se metamorfosearam em expressão de espanto, para enfim tornarem-se francos e abertos...

O conceito de exalativo foi, então, estendido às celestitas e baritas da mesma província, modificando inteiramente o conceito sobre a formação de tais jazidas, como foi apresentado e debatido no Congresso de Geologia de Bariloche daquele ano (1984).

Esquematizando:

Observação/ levantamento	Analogia com outras jazidas	Iluminação	Verificação	Continuação- extensão
Calcário branco Neuquén 180°C	Calcário exalativo	Presença de Tanatocenose	Tanatocenose	Barita, celestita
Calcário branco Itaboraí Exalativo*				

* de estudo prévio, analogia possível, admitida.

Caso 5: Substituição do aglomerante nas pelotas de minério de ferro (1996)

Este caso foi apresentado pelo Dr. Arthur Pinto Chaves, professor titular do Departamento de Engenharia de Minas da USP, ao fazer a leitura crítica deste estudo de casos. Durante a leitura, teve um insight e exclamou: tenho um caso igual a esses!

O seu desenvolvimento é realmente semelhante ao dos outros casos, agora de outra forma, da geração de invenções.

O aglomerante para finos de minério de ferro de uso mais difundido é uma argila, a bentonita. Aglomeram-se os finos (pó de minério) em bolinhas do tamanho de azeitonas - as pelotas ou pellets - para que a carga do forno de redução seja permeável e permita a passagem dos gases e a consequente e objetivada posterior fusão do minério.

Como a bentonita é adicionada em quantidades da ordem de 0,5% em peso da carga, há contaminação do minério de ferro em sílica e alumínio contidos na bentonita. Por este motivo, pesquisou-se a utilização de aglomerantes orgânicos que queimassem sem deixar resíduos minerais.

Os aglomerantes pesquisados, como CMC - carboxi-metil-celulose, melhoravam pela adição de um dispersante como STPP - tripolifostato de sódio. Pesquisaram-se, então, misturas de CMC/STPP e também a substituição de CMC por outro aglomerante.

Sabia-se de outros estudos que na aglomeração de finos de calcário, os melhores resultados eram obtidos com dispersante (barrilha), mas sem aglomerante. Tais estudos levaram à suposição, por analogia, de que as propriedades mecânicas da pelota poderiam ser devidas ao efeito do dispersante e não ao efeito do aglomerante. Veio então a iluminação: assumir que o aglomerante em nada ajudava no processo de aglomeração e, portanto, utilizar apenas dispersante, neste caso, também.

A partir deste ponto a pesquisa, restringiu-se a utilizar apenas dispersantes orgânicos, que levaram inclusive ao desenvolvimento de patente.

Esquemmatizando:

Observação	Analogia c/ pelotização de calcário	Iluminação	Continuação	Conclusão
Minério de ferro: Comportamento CMC/STPP	Diminui a quantidade relativa de aglomerante	Só dispersante	Pesquisa de dispersantes	Estabelecimento de patente
Calcário: ComportCMC/ dispersante	Só dispersante			

3.2 | As analogias

Quando me refiro à tipologia de assuntos complexos, como a dos modelos geológicos, aparece um outro conceito, que é o de

analogia. Observem-se as dúvidas que surgem e principalmente na área jurídica, pela responsabilidade envolvida. Vamos às definições:

Aurélio nos ensina em **raciocínio por analogia**.

1 - *Raciocínio pelo qual se determina o quarto termo de uma proporção, uma vez conhecidos os três outros.*

2 - *Processo de generalização fundado em semelhança de relação apresentada por elementos de totalidades diferentes, e que consiste em passar, de uma ou mais propriedades já observadas em um dos elementos à atribuição das mesmas propriedades a outro elemento de outra totalidade na qual ainda não tenham sido observadas;*

3 - *Atribuição de uma qualidade a um objeto pela presença desta qualidade em outro objeto que, como o primeiro, já apresenta qualidades comuns.*

Aurélio nos ensina em relação à **analogia**:

1 - *Ponto de semelhança entre coisas diferentes;*

2 - *Semelhança, similitude, pareçença;*

3 - *Filosofia. Identidade de relações entre os termos de dois ou mais pares;*

4 - *Filosofia. Semelhança entre figuras que só diferem quanto à escala;*

5 - *Filosofia. Semelhança de funções entre dois elementos, dentro de suas respectivas totalidades;*

6 - *Física. Relação entre dois fenômenos físicos distintos que podem ser descritos por um formalismo matemático idêntico, a qual pode existir entre um fenômeno elétrico e outro mecânico, entre um acústico e um elétrico etc.*

7 - *Jurídico. Operação lógica mediante a qual se suprem as omissões da lei, aplicando apreciação de uma dada relação jurídica às normas de direito objetivo disciplinadoras de casos semelhantes.*

7 BIS *apud* Leib Soibelman(dicionário jurídico): Aplicação da lei a casos semelhantes não previstos por ela. Analogia in Bonam partem seria para favorecer o réu. Analogia in Malam Partem - discute-se se ela invalida a anterior, por ser proibida, tornando à anterior e à discussão em aberto.

Observa-se que os dicionaristas colocam, todos, que a analogia se refere a analogias em coisas diferentes. Quando apresentei minha tese de doutorado na Universidade de Coimbra, discuti

longamente com o orientador Dr. João Manoel Cotelos Neiva, o título, que afinal ficou em “**Classificação Tipológica das jazidas auríferas do Escudo Brasileiro**”.

Na tese eu classifico usando basicamente as analogias existentes entre tipos diferentes. O critério, então, passa a ser pessoal e muito provavelmente as críticas que se podem fazer ao trabalho é de que os critérios utilizados buscam ser, mas não são universais.

Os erros que os pesquisadores podem cometer com classificações de tipos são portanto subjetivos, e enganos podem resultar em discussões estéreis.

4 | O PROCESSO DE INOVAÇÃO E A TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

4.1 | Quadro esquemático do processo de inovação

Em todos os exemplos considerados no estudo de casos do capítulo anterior, observa-se a presença das seguintes fases ora em sequência, ora imbricadas, no processo de geração de descobertas (casos 1 a 4) ou de invenções (caso 5):

Quadro 1: Processo de Inovação

Etapas do processo criativo na descoberta de jazidas minerais ou do processo de formação das mesmas; etapas nas invenções relativas a processos industriais		
Observação	Observação própria; levantamento de dados de terceiros.	Raciocínio divergente ou indutivo e parcialmente dedutivo
Analogias	Confronto da observação própria com os elementos de outras jazidas ou de outros processos	
Iluminação	Intuição súbita e não programada (insight) de tipo catártico, por verbalização, ação, sonho	Modelo do Heureka* de Arquimedes
Verificação	Metodologia decorrente da iluminação, analogias.	Raciocínio convergente ou dedutivo
Continuação	Verificado o modelo aplica-se o mesmo processo e sistemática, em casos análogos	

Este trabalho, conforme já foi dito, partiu de uma ideia surgida durante a construção de um banco de dados multimídia - O Multimin disponível na WEB - que permite otimizar as duas primeiras fases acima descritas, quais sejam a de observação (e/ou levantamento de dados, o que é de certa forma equivalente), e a de construção de analogias pelo confronto entre estes dados e/ou observações.

No Multimin, o acesso aos dados elementares é facilitado pela multimídia, pois utiliza documentos HTML, e também e em parte, sua confrontação.

No que se refere à observação, cabe aqui uma ressalva, pois é preciso salientar que a observação a que me refiro é observação refinada pela compreensão íntima da coisa, **como a da roupa no varal do desenho de Lilienthal**. O varal em questão mostra panos de prato ao vento, que se horizontalizam e tomam a forma convexa, de um aerofólio.

Citando outro exemplo: quantas orelhas tem um gato doméstico? O mais provável é que você diga duas, se satisfaça com esta resposta e considere a pergunta idiota. No entanto, se você considerar orelhas pavilhões auditivos, o que são, você vai perceber que existe uma dobra (na realidade um septo) na base e na borda externa das duas convencionais, duplicando os pavilhões. A função deve ser, a de ser mais sensível a muito baixa intensidade de som, de seletividade e talvez tornar audíveis as frequências de infrassom.

Observei na ocasião que o processo de criação era de certo modo semelhante, pois partia sempre de uma base de dados, da experiência própria ou de terceiros, confirmando que a criação necessita para se desenvolver do conhecimento prévio do existente.

Com relação ao conhecimento anterior, existe um caso referente a um parecer solicitado ao jurista Pontes de Miranda. Ele fez o parecer numa só folha de papel. Ao jurista cobrar seu preço, o solicitante se excedeu: Isto é um absurdo! Algumas linhas no papel por tanto dinheiro! O jurista então respondeu: você não entendeu - as linhas são de graça! Retomou a folha, rasgou o timbre do papel e a sua assinatura e presenteou o cliente com o texto apenas. No caso, a identificação do autor

sugeria a maturação do assunto, a enorme experiência anterior, sintetizada nas poucas linhas, mas sem tal identificação, passavam a ser apenas poucas linhas.

Nas palavras de André Malraux: toda criação provém da luta de uma forma potencial contra uma forma existente (*Toute création est, à l'origine, la lutte d'une forme en puissance contre une forme imitée*). Tentando interpretar com outras palavras: a analogia sugere uma cópia não exata, que para se encaixar no novo sistema exige e provoca a criação.

Do quadro do início do capítulo podem também ser tiradas conclusões com relação ao desenvolvimento do processo criativo lato sensu, assimilando-o ao processo de inovação. A fase de iluminação - na realidade um intervalo intermediário, de um só instante - que podemos chamar de criativa stricto sensu - necessita ser aninhada na base, pela observação e levantamento de dados, e também pelas analogias que existem entre eles.

De forma simples, poderíamos dizer que para se inovar é preciso partir do conhecimento convencional já estabelecido.

O Heureka de Arquimedes é clássico. Ele estava na banheira brincando com objetos flutuantes, quando lhe veio a famosa iluminação. Teria ele então saído nu da banheira para a rua, gritando Heureka, Heureka (descobri). No caso ele tinha intuído o princípio básico da flutuação dos corpos.

4.2 | Os Cinco Princípios da Geologia – Axel de Ferran – Jornal do Geólogo – 1986

Conversando com meu irmão Max, juntamos algumas características da Geologia, que publiquei num jornal dirigido aos colegas. Recebi algumas críticas por dizer que a Geologia era uma ciência de características femininas.

Todas as ciências se baseiam em certos princípios. A Geologia deve ter os seus, mas estes não serão cartesianos pois a Geologia é uma ciência antes subjetiva e feminina: seus princípios são probabilísticos. Assim, sugiro cinco que me parecem de aplicação corrente:

Primeiro: Princípio da Unicidade. *Existe apenas uma maneira de explicar um fenômeno Geológico. Este princípio é acaciano, mesmo porque o fenômeno já ocorreu e obviamente de uma só maneira. Em consequência, explicações alternativas de um fenômeno geológico significam que todas estão erradas ou todas estão erradas menos uma.*

Segundo: Princípio da Simplicidade. *A natureza segue sempre o caminho mais simples. Levi Strauss disse que a realidade na Psicologia como na Geologia gosta de se esconder. Mas, quando a descobrimos, de acordo com este princípio e em ambos os casos ela é simples, por mais difícil que tenha sido alcançá-la. Em consequência, se o leitor assistir a uma palestra e não estiver entendendo nada, isto não deve ser motivo de preocupações. O conferencista pode estar enganado, a menos que esteja enganando.*

Terceiro: Princípio da Convergência. *Se dois eventos independentes mostram ao pensamento a mesma direção, esta direção é provavelmente a correta. Dito em outras palavras, a coincidência em Geologia não existe, ou melhor, quando existe, não o é.*

Quarto: Princípio da Distribuição 20-80. *Em uma população homogênea, representando uma quantidade qualquer, a 20% dos elementos da população correspondem 80% da quantidade, aproximadamente. Este princípio cria um paradoxo aparente, pois afirma que a anomalia é natural. É assim que 20% das jazidas têm 80% do metal.*

Quinto: Princípio do Fatalismo Intuitivo. *Se você desconfiar que uma explicação para um fenômeno geológico está errada, é porque está errada mesmo. As consequências deste princípio são ecumênicas e são conhecidas como Leis de Murphy. Dito de outra forma: o pão com manteiga cai com o lado da manteiga para baixo.*

4.3 | Construção de analogias

Na tentativa de construção de analogias, Duailibi e Simonsen (1970) apresentaram o que chamaram de régua heurística, algoritmo circular que se propõe a encaminhar e metodizar a seleção de alternativas possíveis, partindo de perguntas

pertinentes. Resumidamente, as perguntas são decompostas como a seguir:

Por que	Rearranjar	Dimensões	Demanda
Como	Substituir	Duração	Tecnologia
Quem	Reduzir	Custo	Concorrência
O que	Ampliar	Investimento	Distribuição Legislação
Onde	Adaptar	Renda	Produto
Quando	Inverter	Espaço	Preço
	Usar de modo novo	Localização	Serviços
	Deixar	Velocidade	Comunicações
	Combinar	Energia	
		Trabalho	

A partir da referida régua heurística, que é circular ou do quadro resumo acima, pode-se montar questões, usando um termo de cada coluna, como por exemplo:

- *Por que reduzir as dimensões do produto para a demanda?*
- *Como adaptar o custo do produto para a concorrência?*
- *Como rearranjar o espaço de distribuição? etc.*

Perguntas estas preparatórias e que buscariam a ser respondidas através da iluminação, após confrontar as alternativas possíveis de solução.

Por enquanto, este caminho seria, talvez, o mais factível para encaminhar o processo de iluminação.

4.4 | Descoberta e Invenção: patentear descobertas?

A fase de iluminação é necessariamente seguida pela verificação, que confirma a restrição das alternativas a apenas uma -

quando se tratar de descoberta - e quando positiva permite a continuação do processo, agora com rumo certo e definido.

Aqui cabe um comentário. Na descoberta, nos referimos a apenas uma alternativa válida, isto porque a natureza não nos deixa margem a divagações, pois os eventos, e em particular no caso da Geologia, já ocorreram e, portanto, obviamente de uma só maneira.

Em outras disciplinas como a Infortunística, que estuda os riscos inerentes a acidentes de trabalho, também só existe uma explicação válida, pois o acidente ocorreu de apenas uma forma.

A História também é assim e se bem que sempre existam explicações alternativas, todas estão erradas ou todas estão erradas, menos uma, a verdadeira!

No caso da invenção, aí sim, existem alternativas e, nisto, ela se diferencia da descoberta.

Estas considerações levam a outra questão muito debatida no momento presente. Laboratórios, principalmente nos Estados Unidos, estão identificando genes e buscando patenteá-los. É claro que a identificação das funções dos genes está no terreno das descobertas, pois o homem apenas busca entender o que a natureza já fez. Não se inventam genes, mas apenas descobrem-se funções dos mesmos.

A diferença entre inventar e descobrir tem, portanto, significado que ultrapassa a pura conceituação e passa a ter significado econômico fundamental. Sendo assim, patentear descobertas não me parece atitude defensável. Patentear genes, então, é um pouco perpetuar a dominação de certas sociedades àquelas que têm acesso a tecnologias sofisticadas em relação às outras.

4.5 | Absorção de Tecnologia: O Japão do Pós-guerra

Consideremos o desenvolvimento de algumas tecnologias no Japão de pós-guerra: sua indústria fotográfica partiu da cópia exata da Leica 3F alemã, a melhor máquina do mundo na época. Vinda dos anos 1930 e cujas patentes, ainda de antes da 2ª Guerra, deviam estar caducas. As gerações de Canon e Nikon foram introduzindo modificações sucessivas até suplantarem a original na relação qualidade/preço e tecnologia/preço.

Caso semelhante aconteceu com a indústria de motocicletas: a partir da cópia de máquinas inglesas, evoluíram juntando tecnologias conhecidas mas não reunidas numa mesma máquina, como motores multicilíndricos, comandos de válvula no cabeçote (OHC).

Esgotada esta linha, passaram a copiar as choppers americanas, aquelas popularizadas após o filme Easy Rider...

4.6 | Outros Exemplos

Recentemente soube que uma grande empresa automobilística necessitava de um motor em certa faixa de potência que ela não tinha, então comprou vários motores dos concorrentes e desmontou-os, todos. Analisaram então por que os componentes tinham sido feitos daquele maneira, escolheram os melhores elementos e processos e fizeram o motor próprio. Observe-se que, quando se faz isso, está-se construindo um banco de dados. E quando se remonta para fazer um motor novo, está-se fazendo um projeto “tailor-made”, princípios estabelecidos no **Multimin**, do autor.

No entanto, é preciso entender não apenas como, mas sobretudo o porquê das coisas terem sido feitas daquela maneira, pois se seguirmos apenas o caminho do líder, fatalmente estaremos sempre atrás dele e portanto existe um momento no

qual é preciso ultrapassá-lo. Isto não invalida o conceito de conhecimento prévio, do que os outros fizeram, mas apenas devemos ponderar que esta condição - se bem que seja necessária - não é suficiente para a criação.

4.7 | Os Foguetes Alemães

O exemplo, talvez o mais espetacular no tema de transferência de tecnologia tenha sido o dos americanos absorvendo a tecnologia alemã. Ao findar a Segunda Guerra Mundial, estes dominavam a tecnologia de foguetes: os V2 não tinham nenhum similar à altura na época.

Wernher von Braun relata em seu livro a história que daria, aliás, um bom roteiro para Hollywood. No final de Janeiro de 1945, quando já era óbvia a próxima derrocada do Terceiro Reich de Hitler, von Braun reuniu-se com seu staff para decidir se ficariam em Peenemünde, que se situa 260 km a nordeste de Hamburgo, na borda do mar Báltico - rendendo-se às tropas russas - ou se fugiriam para Sul e tentariam fazer contato com as forças americanas. A decisão foi a de irem para Sul.

No meio da confusão do fim da Guerra, de ordens e contra ordens, von Braun e seus colaboradores mais próximos inventaram um projeto fajuto - Vorhaben zur Besonderen Verwendung - Projeto de Disposições Especiais - para iludir a Gestapo e atravessar as barragens do exército alemão.

Foi assim que, em fevereiro de 1945, Von Braun, seu staff e mais cerca de 5.000 pessoas incluindo os familiares, deixaram Peenemünde em barcos, vagões, caminhões e automóveis, levando grande quantidade de documentos, plantas e desenhos. Chegaram assim a Bleicherode, nas montanhas do Harz. Para evitar ataques aéreos, von Braun e o General Dornberger,

do comando militar de Peenemünde, resolveram espalhar este verdadeiro circo na região de Oberjoch na Bavária.

A notícia da morte de Hitler em 30 de abril de 1945 acelerou a intenção de negociar tal acervo com os americanos. Foi assim que Dornberger e von Braun enviaram como emissário Magnus von Braun, irmão de Wernher, que falava inglês. Dessa missão resultou a entrega não somente dos cientistas, de documentação, mas também de cerca de 100 foguetes V2 prontos que estavam em fábricas subterrâneas.

Quando o exército russo alcançou Peenemünde, encontrou apenas restos. Tiveram de se contentar com alguns cientistas que conseguiram levar para a então União Soviética.

Observa-se que existe uma componente ambiental, externa aos sistemas envolvidos, que é a Guerra. Ela, no caso, provocou a necessidade de se fazer algo, seja para destruir seja para construir o que estava destruído, mas de qualquer forma fazer. A guerra ocasiona a desordem criativa de Edgar Morin...

5 | A PERSONALIDADE CRIATIVA DENTRO DO GRUPO

5.1 | Algumas Características da Personalidade Criativa

Ao desmontar o processo de inovação em seus elementos constituintes, observamos que para cada etapa são necessárias características diferentes da personalidade. De Masi fala em capacidade de fantasiar e capacidade de realizar e que geralmente estas duas qualidades não coexistem na mesma pessoa e quando isso acontecer, teremos, então, o gênio e exemplifica com Michelângelo.

Das características apontadas no item anterior, selecionei algumas que parecem coexistir nas pessoas criativas, incluindo a fase de iluminação, e acrescentei outras que me pareceram cabíveis, de minhas próprias observações. A ordem das características pessoais listadas a seguir não significa prioridade.

5.2 | Traços da Personalidade Criativa – Axel de Ferran – 2007

Característica	Comentário do Autor
Competência	Competentes naquilo a que se propõem. Se não o são, buscam-na e sabem como adquiri-la.
Persistência, mas...	Embora persistentes, não se apegam a abordagens inadequadas às questões e eliminam conceitos assim que se convencem de que estão errados.
Receptiva às mudanças	Possuem autoconfiança, pois são receptivas às mudanças; não têm preconceitos, o que lhes permite mudar com facilidade.
Curiosidade	A curiosidade dominou sempre a sua vida e desde a infância são engenhosas e observadoras.
Iniciativa	Tem elevada capacidade de efetuar e gerar trabalhos: improvisam e têm iniciativa.

Característica	Comentário do Autor
Independência e Originalidade	Caracterizam-se por inconformismo, independência, originalidade. Na infância costumam apresentar rebeldia.
Comunicação	Comunicam-se, possuem fluência verbal e de ideias, mas alternam com períodos de introspecção.
Humor	Apreciam o humor. Gostam de elaborar situações cômicas. Chegam até a projetar imagem de inconsequentes e não confiáveis.
Memória	Têm a memória necessária para visualizar cenários do passado a fim de compará-los com a situação do presente.

5.3 | A Receita de Leonardo da Vinci

Sete princípios para o pensamento criativo atribuídos a Leonardo da Vinci são expostos a seguir:

Princípio (Da Vinci)	Tradução	Comentários do Autor
Curiosità	Curiosidade	Questione e permita que outros questionem.
Dimostrazione	Experimentação	Experimente para ver se dá certo.
Sensazione	Observação	Busque pelos detalhes.
Sfumato	Sensibilidade	Aceite a ambiguidade, paradoxos e incertezas.
Arte/Scienza*	Arte / Ciência	Procure o justo equilíbrio entre essas duas formas.
Corporalità	Habilidade Corporal	Desenvolva a habilidade corporal – cinestésica.
Conessione	Pensamento complexo	Identifique conexões entre assuntos dispares.

*Isto leva a considerar ambas as abordagens como análogas.

O gênio que Da Vinci era, tanto na ciência, quanto no desenho e na pintura, dão autoridade a estes princípios, que estão aproximadamente e de outra forma, descritos ao longo deste livro.

Os comentários são recomendações práticas minhas e buscam a aplicação efetiva destes princípios.

5.4 | As Estratégias Atribuídas aos Gênios

Michael Michalko, em 1998, compilou qualidades atribuídas a gênios criativos. A seguir, resumo das estratégias que eles empregariam para gerar soluções criativas:

- 1 - Encaram os problemas de várias formas possíveis;*
- 2 - Tornam as coisas visíveis através de tabelas, gráficos;*
- 3 - São produtivos;*
- 4 - Formam combinações novas;*
- 5 - Fazem relações em assuntos aparentemente dispares;*
- 6 - Pensam no oposto;*
- 7 - Construem metáforas;*
- 8 - Não param no primeiro fracasso.*

Estas características não fogem ao modelo geral aqui apresentado, corroborando o conceito de que criatividade do indivíduo deriva de certas atitudes perfeitamente normais perante às questões que são a ele apresentadas.

5.5 | Cruzamento das inteligências com os hemisférios cerebrais em cada indivíduo

Surge agora uma nova questão: como se cruzam as múltiplas inteligências de Gardner com as faculdades de cada um dos dois hemisférios do cérebro.

Exemplificando, pode-se separar as seguintes habilidades:

Hemisfério esquerdo	Hemisfério direito
Linguística	Espacial – visual
Lógica matemática	Musical
Corporal cinestésica	Intra e Interpessoal
	Naturalista

Como os dois hemisférios interagem, principalmente nas mulheres, as coisas não devem se passar de forma tão esquemática. Com efeito, o exemplo de imagem colorida de tomografia computadorizada em tempo real, mostra que para a habilidade linguística, sem dúvida superior nas mulheres, elas usam simultaneamente os dois hemisférios.

O assunto deverá ser preocupação de psicólogos, neurobiólogos e educadores e o entendimento biológico da criatividade poderá muito provavelmente passar por uma abordagem semelhante a esta.

Entretanto, uma conclusão pode desde já ser adiantada: o hemisfério direito parece ser predominantemente a sede das ideias e da criatividade ou dos processos que a elas levam e conseqüentemente, o desenvolvimento da criatividade passará pelo desenvolvimento das atividades geralmente atribuídas a este hemisfério.

O cruzamento das inteligências, a prioridade dada a cada um dos dois hemisférios e os tipos psicológicos do Eneagrama, ou de outra sistemática objetivando a tipologia da personalidade permitiria definir a adaptabilidade das mentes criativas a sistemas existentes; objetivando a inovação.

E inversamente identificar a necessidade de modificarmos sistemas tornados inflexíveis pelo hábito, e por que não dizer pelos burocratas, em nome da eficiência no momento de sua con-

cepção, mas em detrimento da eficácia, ou mesmo da eficiência, em outro contexto?

5.6 | Os animais criam

Será que a criatividade é assunto apenas para humanos?

Biólogos dedicam-se atualmente ao Projeto Genoma Humano, mapeamento do DNA. Admite-se hoje ser provável que muitas das características psicológicas do ser humano sejam de origem genética. Disso poderia resultar a possibilidade de prever a criatividade inata, as tendências para cada indivíduo e tentar defini-la, de forma mais objetiva.

Isto pode ser verdade - mas a assertiva “isto é genético” – parece-me um conceito do tipo de outro éter, que se utilizou para demonstrar a constância da velocidade da luz, a qual experimentalmente é constante. O éter era, então, um meio no qual a luz se propagava, e para fechar a conta, em velocidade constante. Veio então a relatividade.

Mas os gatos são criativos. Alguns exemplos de observação direta:

1 - Os gatos para beber, aproximam-se do bebedouro. No caso de uma tigela transparente é possível observar que ele usa os pelos do queixo para se aproximar da água. Como ele não tem cavanhaque, todos os gatos são equipados da mesma forma, mas apenas um, no meu caso, usa este expediente: o Lyxx tem este cavanhaque!

2 - Os gatos brigam com os cachorros. Isto deve ser genético. Mas tive uma gata que passou a agir de modo diferente para proteger sua ninhada, quando foi atacada por um gambá. Ela instalou a ninhada próxima do local onde a cadela dormia;

3 - Os gatos de mesmo tamanho têm dois modos de descer escada: as patas dianteiras e traseiras de duas em duas, ou as patas alternadas, uma da frente e uma de trás.

Crio e observo meus gatos, e fico pasmo ao ver o que eles conseguem intuir. Falar em luta pela sobrevivência darwinista é certamente uma afirmativa reducionista.

O biólogo inglês Rupert Sheldrake teorizou o que ele chama de campos morfogenéticos, que seriam campos de conhecimento aos quais estaríamos condicionados, um pouco como o inconsciente coletivo de Carl Gustav Jung.

Estes campos seriam acessíveis por certas espécies, pessoas e animais cujo cérebro entraria em ressonância nestes campos, e saberiam de assuntos que, com raciocínios objetivos, não é possível detectar como o fazem.

Sheldrake está talvez muito na frente do conhecimento atual aceito.

Outro exemplo: existe a assim chamada intuição feminina, que seria uma capacidade peculiar às mulheres. Estaria ela ligada a campos morfogenéticos?

Cabe aqui, adicionalmente, um texto de Claude Bernard, médico francês (1813-1878).

Quando a hipótese é submetida ao método experimental, torna-se teoria. Enquanto submetida à lógica sozinha, torna-se um sistema.

O sistema é, pois, uma hipótese à qual se prenderam logicamente os fatos com a ajuda do raciocínio, mas sem verificação crítica experimental.

A Teoria é a hipótese verificada após ter sido submetida ao controle do raciocínio e da crítica experimental. A melhor teoria é aquela que foi verificada pelo maior número de fatos. Mas, para continuar válida, uma teoria deve sempre se modificar com o progresso da ciência e ser constantemente submetida à verificação e crítica dos fatos novos que surgem.

Se considerássemos perfeita uma teoria, e se deixássemos de verificá-la pela experiência científica cotidiana, ela se tornaria uma doutrina.

Uma doutrina é, pois, uma teoria encarada como imutável e tomada por ponto de partida de decisões ulteriores, de tal modo que se julgue dispensada de se submeter, daí por diante, à verificação experimental.

Cabem agora algumas observações:

A - Em Geologia, e em outras disciplinas como a História, as coisas já ocorreram e logicamente, de um só modo. Portanto, não há verificação experimental, mesmo porque a variável tempo não é reprodutível. Então, tudo seria sistema? Ou tudo seria doutrina?

B - Nestes casos, o único caminho é o modelo analógico, cujo estudo se faz pela tipologia. Ver Multimin no Google e clicar em ouro, onde tem uma versão em HTML da tese de doutorado do autor.

C - O que Claude Bernard chama de sistema poderia ser adaptável à tectônica de placas, por exemplo, e que levou mais de meio século para ser universalmente aceito.

5.7 | Como utilizar a iluminação em equipes de pesquisa

Observamos que algumas pessoas têm iluminações com frequência e outras não, e que isso não depende da vontade delas, nem mesmo de sua motivação. Com relação a este assunto, o genial Maquiavel observou: existem 3 tipos de cérebros - o primeiro tem ideias próprias; o segundo não as tem, mas sabe compreender as de outrem; e o terceiro não tem ideias próprias nem sabe compreender as alheias...

A estes três tipos, Bonaparte em seus comentários ao "Príncipe", acrescentou um quarto tipo, segundo ele composto por espíritos rotineiros acorrentados a seus métodos e que julgam com soberbia fazer o melhor. Observe-se que este último tipo nada mais é que um pormenor do terceiro tipo de Maquiavel, desde que se admita boa fé no indivíduo. É o tipo que aceita o convencional, acomodando-se e portanto fechando a porta de acesso ao outro universo, o da subjetividade, e que inclui, também, a criatividade.

De toda forma deveremos conciliar características diferentes, por vezes antagônicas, a fim de trabalhar de forma orquestrada e lembrando-nos de que as pessoas organizadas linearmente não costumam ser criativas, stricto sensu, e que as pessoas

criativas raramente são organizadas pelos sistemas convencionais e estabelecidos.

Aqui cabe um parêntese, pois a desordem aparente pode ser também vista como um arquivo cronológico. As pessoas tidas como desordenadas têm esta característica de recuperar a memória da posição das coisas pela sequência em que as colocaram. Por este motivo, a mãe que arruma o quarto do filho pode ouvir ter ela bagunçado tudo, contrariamente à sua intenção.

Ocorre que ambas pessoas são necessárias ao desenvolvimento do processo criativo como um todo, aquele que arruma e aquele que bagunça. A verificação inclusive, controle que é, faz parte deste sistema.

5.8 | As FAQ- *Frequently Asked Questions*

Sempre que lidamos com um instrumento qualquer, um dispositivo mecânico ou eletrônico ou um processo de como abordar um problema, é comum deparar-nos com um manual de operações. (Em química e na medicina temos a receita!). Muitas vezes este manual tem um item no qual constam as FAQ – Perguntas mais frequentes – onde constam as dúvidas mais comuns a pessoa é defrontada.

Certa vez, num curso de envase de água mineral, o monitor apresentou um FAQ para orientar o operador do engarrafamento da água. Perguntei-lhe então por que não citava as perguntas menos frequentes e ele respondeu exatamente que as menos frequentes eram casos isolados. Mas ora, é no meio das perguntas menos frequentes que estão as perguntas criativas.

Um caso comum de contornar a criatividade buscando a padronização e evitar complicarmos o raciocínio convencional, o que nos remete ao item a seguir.

6 | EPÍLOGO

6.1 | Inibição à criatividade

Os assuntos podem ser abordados, seja pelo lado de como fazer, seja pelo lado de como não fazer. Já disse ao longo deste livroeto que considero qualquer pessoa apta a participar de uma certa etapa do processo de inovação. No entanto, existem algumas atitudes que ultrapassam o indivíduo e inundam o ambiente, limitando-o ou o esterilizando.

Assim, a criatividade é inibida por interação destrutiva do indivíduo para o ambiente e do ambiente para o indivíduo, quase sempre relativa a atitudes receosas do indivíduo com relação ao grupo e vice-versa, como por exemplo:

- *Ter receio de ser excluído por emitir ideias não convencionais.*
- *Ter receio de que participantes do grupo o utilizem para se promover.*
- *Ter receio de ser desvalorizado pelo grupo em função de conceitos imaturos emitidos.*
- *O grupo buscar a exclusão de um elemento por sentir-se agredido devido a suas atitudes que poderiam modificar o atual equilíbrio no grupo - e as posições relativas de poder.*
- *Desconfiar dos parceiros estarem se aproveitando de suas ideias para uso próprio.*
- *Perguntas proibidas: Onde você leu isto? Como você sabe?*

6.2 | Eficiência versus Eficácia

O título deste artigo é **criatividade tecnológica** e se refere a **criar** na área de Engenharia de Minas e Geologia, Metalúrgica e Química, principalmente.

*Não confundir **eficácia**, que se refere a **resultados**, com **eficiência**, que é bem trabalhar, obedecendo a padrões **predefinidos**, considerados ótimos.*

Mas a eficácia não é predefinida, por ser pós-resultado!

Como constituir equipes de pesquisa que sejam eficazes?
Escolher indivíduos por:

Por que o sujeito é sortudo?

Por resultados positivos passados?

Por diplomas ?

Pelo sexo ?

Pela beleza?

Talvez o assunto tenha a ver com talentos íntimos do indivíduo, que as vezes não transparecem, interagindo com a qualidade do grupo, como no futebol, onde ocorre algo semelhante. Alguns jogadores não brilham, mas marcam gols.

Os casos são semelhantes, mas descobrir jazidas ou inovar em processos tecnológicos é muito raro, e muitos profissionais se aposentam sem ter descoberto qualquer coisa econômica, talvez por infelicidade e/ou por falta de oportunidades. Na área em que trabalhei no passado e que me serve de exemplo, a da prospecção de jazidas minerais, consegui resultados positivos palpáveis.

Outra dificuldade está em manter a eficácia sem deixar a eficiência destruí-la; mas também sem deixar a anarquia tomar conta do processo!

Tudo é um pouco como educar uma criança. Se você for tolerante demais, a criança pode se desviar. Se você for intolerante e radical, você inibe a criatividade.

Quem estiver interessado neste assunto sugiro ler textos da pedagoga italiana, Maria Montessori, a primeira mulher a se formar em medicina na Itália. Ela iniciou sua vida tratando crianças com problemas, definiu parâmetros de ensino eficazes e

posteriormente universalizou-os. Infelizmente, trabalhou apenas na primeira metade do século XX e, como todos os gênios costumam dizer verdades muito antes da hora, ela se apagou muito cedo!

Descobrir jazidas é partir de um ponto onde poderia estar a jazida e defini-la na área circundante a este ponto, que a envolve, que pode ser um país, um território, um estado, um município, uma província, ou afinal uma jazida. No processo de seleção de áreas é preciso excluir as áreas onde não há a jazida que buscamos, pois caso contrário, estaremos jogando fora a água da bacia, juntamente com o bebê.

Nas outras áreas semelhantes com relação à criatividade, **acho** que é a mesma coisa. Mas nestes casos estou postulando. Não sou artista, nem músico, nem malandro. Mas talvez deva-se utilizar das recomendações de Leonardo da Vinci, que produziu resultados evidentes na tecnologia e nas artes, e que inseri na tabela.

Encerramos, para aqueles inibidos em criar, com a observação de Einstein: Qualquer pessoa que nunca cometeu erros, nunca experimentou nada novo.

7 | REFERÊNCIAS

- Amabile, Tereza M. 1998. How to Kill Creativity. Harvard Business Review, September-October 1998, p. 77-27.
- Bachelard G. 1934. Le Nouvel Esprit Scientifique. Presses Universitaires de France.
- Beaudot A. 1973. Vers une Pédagogie de la Créativité. Les Éditions ESF.
- Beveridge, W.I.B. 1981. Sementes da Descoberta Científica. EDUSP, tradução de S.R. Barreto.
- Bonder, N. 1995. O Segredo Judaico de Resolução de Problemas. Editora Imago.
- Bush, V. 1945. As we may think. The Atlantic Monthly, July. <http://www.theatlantic.com.unbound.flashbks/computer/bushf.htm>
- Damásio, António. 1994. O Erro de Descartes - Emoção, Razão e o Cérebro Humano. Companhia das Letras.
- De Bono, E. 1967. O Pensamento Lateral. Editora Record.
- De Masi, D. 1997. A Emoção e a Regra. José Olympio.
- Duailibi R. & Simonsen Jr. H. 1970. Criatividade: a Formulação de Alternativas em Marketing. Co-edição Abril – McGraw-Hill do Brasil.
- Faraday, Ann. 1972. O Poder do Sonho. Editora Artenova S.A.
- FGV. 1977. Fundação Getúlio Vargas - Curso de Administração de Empresas. Apostila do curso Dinâmica de Grupo. Inédito.
- Gardner, Howard. 1996. The Seven Types of Intelligence. http://klingon.util.utexas.edu.TAG/7_Intelligences.html
- Gat-Coppe/UFRJ. 1999. Um país em Leilão. A Privatização da Vale do Rio Doce.
- Goleman, D. 1995. Inteligência Emocional. Editora Objetiva

- Machado, A. 1998. Neuroanatomia Funcional. Editora Atheneu.
- Morin, Edgar. 1998. Les grands défis de la complexité. Conferência no 1º Congresso Inter-latino do Pensamento Complexo, Proceedings, UNESCO - Universidade Cândido Mendes. Rio de Janeiro.
- Novaes, M.H. 1971. Psicologia da Criatividade. Editora Vozes.
- Penrose, R. 1989. The Emperor's New Mind. Oxford University Press.
- Revista Time. 1995. The Mind; unravels the best-kept secrets of the human brain. July 31, pp. 35-42.
- Ricúpero, Rubens. 2000. Ouse Inovar! Caderno Dinheiro do Jornal Folha de São Paulo de 6 de agosto, página B2.
- Shammi & Stuss. 1998. Humour appreciation: a role of the right frontal lobe. Department of Psychology, University of Toronto, Canada. - Rotman Research Centre, Baycrest Centre for Geriatric Care, Toronto, Canada. Inédito.
- Schank, Roger, 2000. Top Ten Mistakes in Education - www.ils.nwu.edu/~e_for_e/people/RCS.html
- Sokal, A & Brincmont, J. 1999. Imposturas Intelectuais – O abuso da Ciência pelos Filósofos pós-modernos. Editora Record.
- Spies, K. 1991. Creativity Promotion in a Methodological Way in Engineering Sciences. Apostila do curso da EPUSP, inédito.
- Vidal de Carvalho, L.A. 1996. As teorias da mente. Resumo publicado no Jornal do Brasil - "Caderno Ideias" em 12 de outubro de 1996.
- Von Braun, W. & Ordway, F. 1966. History of Rocketry & Space Travel. J.G. Ferguson Publishing Company - Chicago.
- Waiselfisz, J. 1998. Mapa da Violência. UNESCO - Instituto Ayrton Senna. Editora Garamond.
- Weil, P. 1987. Nova Linguagem Holística. Coedição Espaço e Tempo/CEPA. Rio de Janeiro.

8 | APÊNDICE – ABREVIATURAS E NOMENCLATURAS

Desrespeitar padrões não é criatividade!

Ao longo da sua vida profissional, o autor teve oportunidades de trabalhar no Brasil, mas também na América Latina, principalmente na Argentina, Uruguai, Chile, Colômbia.

Foi possível observar que os técnicos latino-americanos apreciam utilizar abreviaturas que eles inventaram. Sempre sublinhei, como agora faço, que abreviar metros como **mts**, quilos como **K**, não significava ser criativo, mas apenas ignorante.

Os elementos a seguir foram extraídos da IMAR6 - Industrial Minerals and Rocks – six edition de 1994, copyright da SMME, Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc.

(OBS: SI=International System of Units)

Sugiro respeitar estas normas.

8.1 | *Factors for converting SI metric units to inch/pound units*

OBS: as frações decimais estão separadas por ponto. No Brasil usamos vírgula. Alguns dados foram omitidos.

To convert	To	Multiply by
-----	Length	-----
Millimeter (mm)	Inch (in)	0.0397
Meter (m)	Foot (ft)	3.281
"	Yard (yd)	1.094
Kilometer (km)	Mile (mi)	0.6214
"	Nautical mile (nmi)	0.5400
-----	Area	-----

To convert	To	Multiply by
Meter ² (m ²)	Foot ² (ft ²)	10.76
"	Yard ² (yd ²)	0.196
"	Acre	0.0002471
Hectare	Hm ²	
-----	Volume	-----
Centimeter ³ (cm ³)	Inch ³ (in ³)	61.02
Liter = Decimeter ³	L	
Decimeter ³ (dm ³)	Pint (pt)	2.113
	Quart (qt)	1.057
	Gallon (gal)	0.2642
	Foot ³ (ft ³)	0.03531
(1bbl oil =42 gal)	Barrel (bbl)	6.290
Hectometer ³ (hm ³)	Acre-foot (acre-ft)	0.0008107
-----	Mass	-----
Gram	Ounce troy	0.03527 (oz troy)
Kilogram (kg)	Pound avoirdupois	2.205 (lb avdp)
Megagram (Mg)	ton, short (2 000 lb)	1.102
	ton, long(2 240 lb)	0.9842
-----	Pressure	-----
Kilopascal (kPa)	Atmospherestd (atm)	0.009869
	Pound-force/inch ²	0.1450
	Inch of Hg at 60°F	0.2961

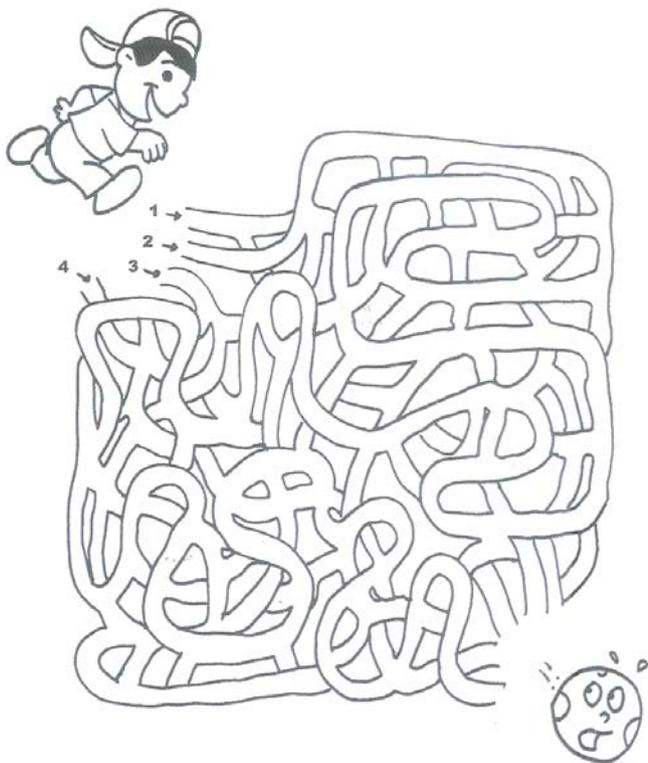
Multiplication factor	prefix	SI symbol
10 ¹⁸	Exa (Quintillion)	E
10 ¹⁵	Peta (Quadrillion)	P
10 ¹²	Tera (Trillion)	T

Multiplication factor	prefix	SI symbol
10^9	Giga (Billion)	G
10^6	Mega (Million)	M
10^3	Kilo (Thousand)	K
10^2	Hecto	H
-----	-----	-----
10^1	Deka	DA
10^{-1}	Deci	D
10^{-2}	Centi	C
10^{-3}	Mili	M
10^{-6}	Micro	M
10^{-9}	Nano	N
10^{-12}	Pico	P
10^{-15}	Femto	F
10^{-18}	Atto	A

Busca justicia. Lo demas te será añadido.

9 | FIGURA

Qual caminho o menino pode escolher para chegar até a bola?



Ou ainda: a inversão no raciocínio não seria também a construção da imagem?

SÉRIES CETEM

As Séries Monográficas do CETEM são o principal material de divulgação da produção científica realizada no Centro. Até o final do ano de 2010, já foram publicados, eletronicamente e/ou impressos em papel, cerca de 200 títulos, distribuídos entre as seis séries atualmente em circulação: Rochas e Minerais Industriais (SRMI), Tecnologia Mineral (STM), Tecnologia Ambiental (STA), Estudos e Documentos (SED), Gestão e Planejamento Ambiental (SGPA) e Inovação e Qualidade (SIQ). A Série Iniciação Científica consiste numa publicação eletrônica anual.

A lista das publicações poderá ser consultada em nossa homepage. As obras estão disponíveis em texto completo para download. Visite-nos em <http://www.cetem.gov.br/series>.

Últimos números da Série Estudos e Documentos

SED-76 - Avaliação da Potencial Acumulação de Mercúrio em Peixes dos Reservatórios (previstos) de Jirau e de Santo Antônio, Rio Madeira, RO. Zuleica Carmen Castilhos e Ana Paula de Castro Rodrigues, 2008.

SED-75 - Mineral production clusters evaluation through the sustainability matrix. Carlos Cesar Peiter e Roberto Cerrini Villas Boas, 2008.

SED-74 - A grande mina e a comunidade: estudo de caso da grande mina de ouro de crixás em goiás. Francisco Rego Chaves Fernandes, Maria Helena Machado Rocha Lima e Nilo da Silva Teixeira, 2006.

SED-73 - Grandes minas e comunidade: algumas questões conceituais. Francisco Rego Chaves Fernandes, Maria Helena R. Lima e Nilo Teixeira da Silva, 2007.

INFORMAÇÕES GERAIS

CETEM – Centro de Tecnologia Mineral

Avenida Pedro Calmon, 900 – Cidade Universitária

21941-908 – Rio de Janeiro – RJ

Geral: (21) 3867-7222 - Biblioteca: (21) 3865-7218 ou 3865-7233

Telefax: (21) 2260-2837

E-mail: biblioteca@cetem.gov.br

Homepage: <http://www.cetem.gov.br>

NOVAS PUBLICAÇÕES

Se você se interessar por um número maior de exemplares ou outro título de uma das nossas publicações, entre em contato com a nossa biblioteca no endereço acima.

Solicita-se permuta.

We ask for interchange.