

CENTRO UNIVERSITÁRIO METROPOLITANO DE SÃO PAULO
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS

ANTÔNIO DOS SANTOS ALVES NETO RA: 12170001

WELLINGTON CUNHA DE ALMEIDA RA 12170022

**BIOMIMÉTICA: UMA FERRAMENTA DE INVOCAÇÃO PARA
NOVOS MERCADOS E NEGÓCIOS**

ANTÔNIO DOS SANTOS ALVES NETO RA: 12170001
WELLINGTON CUNHA DE ALMEIDA RA 12170022

**BIOMIMÉTICA: UMA FERRAMENTA DE INVOCAÇÃO PARA
NOVOS MERCADOS E NEGÓCIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Administração da FIG/UNIMESP - Centro Universitário Metropolitano de São Paulo como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel em Administração de Empresas.

Orientador: Prof. Ms. Paulo José Lopes Folgueral

Nome: NETO, Antônio dos Santos Alves; ALMEIDA, Wellington Cunha
Biomimética: uma ferramenta de invocação para novos mercados e negócios

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Administração da FIG/UNIMESP - Centro Universitário Metropolitano de São Paulo como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel em Administração de Empresas.

Orientador: Prof. Ms. Paulo José Lopes Folgueral

Guarulhos, ____/____ de 2020.
Nota __, __ (_____)

Orientador Prof. Ms. Paulo José Lopes Folgueral

Guarulhos
2020

NETO, A. S. A; ALMEIDA, W. C. **Biomimética**: uma ferramenta de invocação para novos mercados e negócios. 2020. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração de Empresas), Guarulhos-SP: Centro Universitário Metropolitano de São Paulo - FIGUNIMESP, 2020.

RESUMO

Biomimética é a imitação de modelos, sistemas e elementos da natureza com o objetivo de resolver problemas humanos complexos, como os seres humanos impactaram fortemente a natureza com industrialização e extração de recursos, a Biomimética poderá auxiliar na mudança desse padrão capitalista. Esta pesquisa tem como principal objetivo o de analisar como a Biomimética pode ser uma ferramenta efetiva no processo de invocação para novos mercados e negócios. E nos objetivos específicos, será realizado a descrição da trajetória da Biomimética e suas aplicações em diversos contextos e a análise da importância da Biomimética em empreendimentos. Na metodologia, baseou-se na exploração bibliográfica, buscando-se artigos científicos, teses, dissertações e livros.

Palavras-Chave: Biomimética; Ferramenta de invocação; Novos mercados; Negócios; Administração.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Máquina voadora de Leonardo da Vinci (1452-1519).....	10
Figura 2 - Irmãos Wright pilotaram um avião baseado em observações de pombos em voo ..	11
Figura 3 - Biomimética e suas aplicações	16
Figura 4 - Velcro	17
Figura 5 - Aerodinâmica de pássaros	18
Figura 6 - Paciente tratado com curativo biológico oclusivo com pele da Tilápia-do-Nilo.....	19
Figura 7 - Paciente submetido ao tratamento convencional com hidrofibra com prata (Aquacel AG®).....	20
Figura 8 - Pijama Inteligente Xenoma lançado em 2018	21
Figura 9 - SkinzWraps	21
Figura 10 - Maxixe em Londres, inspiração na forma do Cesto de Flores de Vênus	23
Figura 11 - Fachada Waagner-Biro	24

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
CAPÍTULO 1 - CONCEITO E DEFINIÇÃO DE BIOMIMÉTICA	10
CAPÍTULO 2 - CONCEITO E DEFINIÇÃO DE INOVAÇÃO	14
1. Copiar a natureza uma maneira de inventar	14
2. Biomimética: suas aplicações	16
3. Exemplos de biomiméticos na indústria.....	17
3.1. Velcro	17
3.2. Aeronaves	18
3.3. Tilápia para queimaduras.....	19
3.4. Pijama inteligente	20
3.5. SkinzWraps.....	21
4. Biomimética em arquitetura	22
CAPÍTULO 3 - MERCADOS QUE UTILIZAM A BIOMIMÉTICA	25
1. Biomimética para gestão de negócios	25
2. Biomimética conforme os princípios da nature da BCI	25
2.1. Construir resiliência.....	25
2.2. Otimizar	26
2.3. Adaptar	26
2.4. Integrar sistemas	26
2.5. Navegar por valores.....	26
2.6. Suporte de vida	27
3. Biomimética para construir resiliência	27
3.1. De acordo com o BCI.....	27
3.2. O que é resiliência?.....	27
3.3. Auto desafiador	29
4. Biomimética na descentralização e emergência	30

5.	Biomimética na alavancagem e liderança catalisadora	33
5.1.	Variedade.....	33
5.2.	Redundância	34
5.3.	Otimizar	34
5.4.	Estratégias de puxar.....	35
6.	Biomimética e os modelos de negócios baseados em soluções	35
6.1.	Versatilidade e distribuição	36
6.2.	Especialização e integração	37
6.3.	Adaptar	38
6.4.	Aproveitando o feedback das partes interessadas.....	38
6.5.	Respondendo aos clientes.....	39
6.6.	Alavancando clientes e fornecedores para inovação e promoção	39
6.7.	Engajamento dos funcionários.....	40
6.8.	Recursos naturais e tecnológicos.....	41
6.9.	Integrar sistemas	41
7.	Biomimética na <i>Keystone</i> (pedra angular) e organizações de nicho	43
7.1.	Trabalho em rede	43
7.2.	Além das partes interessadas do negócio	44
8.	Biomimética e seus valores	45
8.1.	Valores fornecem orientação	46
8.2.	Valores se traduzem em valor e sustentabilidade.....	47
8.3.	Os valores devem permanecer adaptativos.....	47
8.4.	Valor de aplicação	48
8.5.	Suporte à vida	49
8.6.	Pessoas.....	49
8.7.	Planeta	50
2.	METODOLOGIA DA PESQUISA.....	52

3. CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

1. INTRODUÇÃO

É possível encontrar referências às maravilhas da engenharia da natureza nos primeiros escritos gravados e o desejo paralelo de importar as ideias e mecanismos para a tecnologia atual. O primeiro sucesso provavelmente foi o voo, pressagiado pelos esboços de da Vinci, o próximo eram fibras poliméricas na forma de nylon. Em 1957, Otto Schmitt, que cunhou a palavra "biomimética", disse: "A biofísica não é tanto um assunto, mas um ponto de vista. É uma abordagem para problemas da ciência biológica utilizando a teoria e a tecnologia das ciências físicas (HWANG *et al.*, 2015).

Por outro lado, a biofísica é também a abordagem de um biólogo para os problemas das ciências físicas e da engenharia, embora esse aspecto tenha sido amplamente negligenciado. "Expandir a primeira dessas frases à luz da segunda leva ao seguinte: 'A biomimética não é um assunto tão importante importa como é um ponto de vista (HWANG *et al.*, 2015).

É uma abordagem para problemas de tecnologia que utilizam a teoria e a tecnologia das ciências biológicas. "A palavra biônica foi cunhada por Jack Steele, da Força Aérea dos EUA em 1960, em uma reunião na Base da Força Aérea Wright-Patterson em Dayton, Ohio, EUA. Ele definiu como ciência a ciência de sistemas que possuem alguma função copiada da natureza 'ou que representam características dos sistemas naturais ou de seus análogos (BHUSHAN, 2009).

Em outra reunião em Dayton em 1963, Schmitt disse: 'Vamos considerar o que biônica passou a significar operacionalmente e o que ou alguma palavra assim (prefiro biomimética) deve significar para fazer bom uso das habilidades técnicas dos cientistas especialização, ou melhor, devo dizer, desespecialização nesta área de pesquisa (BHUSHAN, 2009).

Presumivelmente, nosso interesse comum é examinar a fenomenologia biológica na esperança de obter insight e inspiração para o desenvolvimento de sistemas à imagem da vida. A palavra biomimética fez sua primeira aparição pública no dicionário Webster em 1974, acompanhada pelo seguinte definição: O estudo da formação, estrutura ou função de substâncias e materiais biologicamente produzidos (como enzimas ou seda) e mecanismos e processos biológicos (como síntese ou fotossíntese de proteínas), especialmente com o objetivo de sintetizar produtos similares por mecanismos artificiais que imitar os naturais.

Portanto, a pesquisa se justifica pela necessidade de ampliação nas formas de atuação do mercado, compreendendo-se como biomimética pode ser fonte de inspiração para novos negócios e mercados, já que possui um forte potencial de criação de mercados, porém, é

importante ressaltar a análise de como os "Princípios da natureza" são suportados pela literatura de negócios , oferecendo uma perspectiva crítica sobre esse tipo de estrutura.

Conforme descrito por Marconi & Lakatos (2003, p. 219) o objetivo geral “está ligado a uma visão global e abrangente do tema” Em que o pesquisador a pesquisa de forma geral. Com isso, a pesquisa tem como objetivo principal analisar como a Biomimética pode ser uma ferramenta efetiva no processo de invocação para novos mercados e negócios.

E para Andrade (2009), os objetivos específicos podem ser definidos como etapas necessárias para o êxito da pesquisa. Portanto, nos objetivos específicos pretende-se descrever a trajetória da Biomimética e suas aplicações em diversos contextos e analisar a importância da Biomimética em empreendimentos.

CAPÍTULO 1 - CONCEITO E DEFINIÇÃO DE BIOMIMÉTICA

Biomimética é a imitação de modelos, sistemas e elementos da natureza com o objetivo de resolver problemas humanos complexos. Os termos "biomimética" e "biomimética" derivam do grego antigo: *βίος* (bios), vida e *μίμησις* (*mīmēsis*), imitação, de *μιμεῖσθαι* (*mīmeisthai*), para imitar, de *μῖμος* (mimos), ator. Um campo intimamente relacionado é a biônica.

Os organismos vivos desenvolveram estruturas e materiais bem adaptados ao longo do tempo geológico através da seleção natural. A biomimética deu origem a novas tecnologias inspiradas em soluções biológicas em macro e nanoescala. Os seres humanos têm procurado na natureza respostas para problemas ao longo de nossa existência. A natureza resolveu problemas de engenharia, como habilidades de autocura, tolerância e resistência à exposição ambiental, hidrofobicidade, automontagem e aproveitamento da energia solar.

Um dos primeiros exemplos de biomimética foi o estudo de aves para permitir o voo humano. Embora nunca tenha conseguido criar uma "máquina voadora", Leonardo da Vinci (1452–1519) foi um observador aguçado da anatomia e do voo dos pássaros, e fez inúmeras anotações e esboços em suas observações, bem como esboços de "máquinas voadoras".

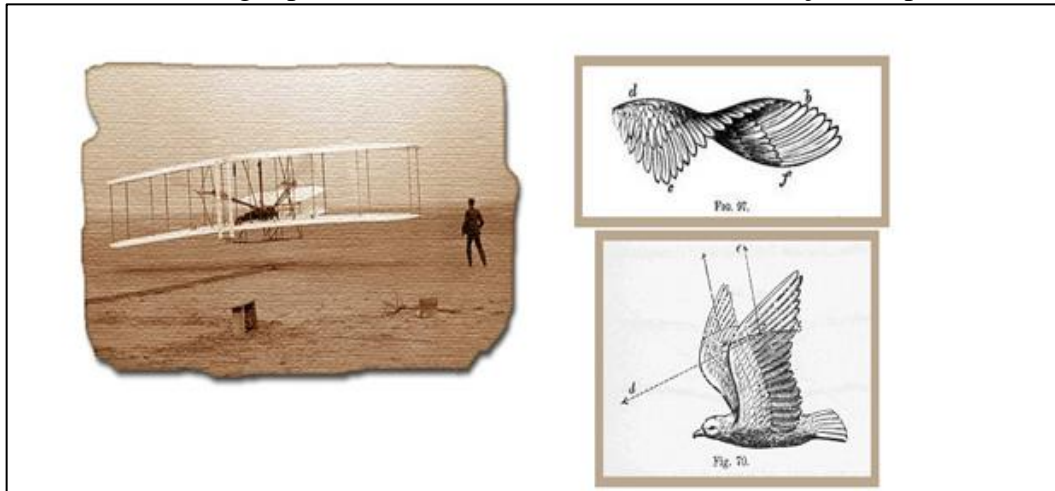
Figura 1 - Máquina voadora de Leonardo da Vinci (1452-1519)



Fonte: Adaptado de Bhushan (2009).

Os irmãos Wright, que conseguiram pilotar o primeiro avião mais pesado que o ar em 1903, supostamente inspiraram-se em observações de pombos em voo.

Figura 2 - Irmãos Wright pilotaram um avião baseado em observações de pombos em voo



Fonte: Elaboração própria (2020).

Nos anos 50, o biofísico e polímata americano Otto Schmitt desenvolveu o conceito de "biomimética". Durante sua pesquisa de doutorado, ele desenvolveu o gatilho Schmitt estudando os nervos das lulas, tentando projetar um dispositivo que replicasse o sistema biológico de propagação nervosa. Ele continuou a se concentrar em dispositivos que imitavam sistemas naturais e, em 1957, havia percebido uma conversa com a visão padrão da biofísica na época, uma visão que ele chamaria de biomimética.

A biomimética gravita em torno de uma ideia central: reconhecer que a natureza, seus organismos e ecossistemas, está um passo à frente da humanidade quando se trata de resolução de problemas (LEONARD VINCI, 2020).

De acordo com Bar-Cohen (2005), do Jet Propulsion Lab, Instituto de Tecnologia da Califórnia (EUA), a natureza aprendeu após bilhões de anos de evolução o que funciona, o que é apropriado e o que duraria. Além disso, aprendeu a usar os recursos mínimos para alcançar o desempenho máximo e criou várias soluções duradouras. Os seres humanos sempre procuraram imitar a natureza e alcançamos níveis impressionantes que incluem imitar parte do processo de pensamento humano em computadores, imitando características humanas como tomar decisões e operar autonomamente.

Ao adaptar mecanismos e capacidades da natureza, as abordagens científicas ajudaram os seres humanos a entender os fenômenos relacionados e os princípios associados, a fim de projetar novos dispositivos e melhorar sua capacidade. A estrutura baseada em células, que

compõe a maioria das criaturas biológicas, oferece a capacidade de crescer com tolerância a falhas e autorreparo, enquanto faz todas as coisas que caracterizam os sistemas biológicos.

Portanto, estruturas de engenharia feitas de várias células permitiriam o design de dispositivos e mecanismos impossíveis com as capacidades atuais. As nanotecnologias emergentes estão possibilitando cada vez mais o potencial de tais capacidades. Algumas das implementações comerciais do progresso em biomimética podem ser vistas em lojas de brinquedos, nas quais os brinquedos aparecem e se comportam como criaturas vivas (por exemplo, cães, gatos, pássaros e sapos).

Segundo o mesmo autor, os benefícios mais sérios da biomimética incluem o desenvolvimento de implantes protéticos que se parecem muito com a origem biológica e mecanismos de auxílio sensorial que estão em interface com o cérebro para auxiliar na audição, visão ou controle de instrumentos. Através da evolução, a natureza “experimentou” várias soluções para seus desafios e melhorou as soluções bem-sucedidas. Os organismos criados pela natureza, capazes de sobreviver, não são necessariamente ótimos para o desempenho técnico.

Efetivamente, tudo o que eles precisam fazer é sobreviver o tempo suficiente para se reproduzir. Os sistemas vivos arquivam as informações evoluídas e acumuladas, codificando-as nos genes das espécies e transmitindo as informações de geração em geração através da autorreplicação. Assim, através da evolução, a natureza, ou biologia, experimentou os princípios da física, química, engenharia mecânica, ciência dos materiais, mobilidade, controle, sensores e muitos outros campos que reconhecemos como ciência e engenharia.

O processo também envolveu a escala de nano e macro, como no caso de bactérias e vírus, para macro e mega, incluindo nossa escala de vida e os dinossauros, respectivamente. Embora ainda haja dúvidas quanto à razão pela qual criaturas como o mamute foram extintas, pode-se argumentar que o experimento na evolução da biologia terrestre em grande escala falhou. Enquanto criaturas marinhas como as baleias sobreviveram, o experimento com biologia terrestre de grande porte terminou com a extinção das mega criaturas pré-históricas (por exemplo, dinossauros e mamutes). Tais criaturas agora podem ser encontradas apenas em locais de escavação e museus de história natural.

Em 1960, Jack E. Steele cunhou um termo semelhante, biônica, na Base da Força Aérea Wright-Patterson, em Dayton, Ohio, trabalhava. Steele definiu biônica como "a ciência dos sistemas que têm alguma função copiada da natureza ou que representam características dos sistemas naturais ou seus análogos".

Jack E. Steele (27 de janeiro de 1924 - 19 de janeiro de 2009) era um médico americano e coronel aposentado da Força Aérea dos EUA, mais conhecido por cunhar a palavra biônica. Steele nasceu Jack Ellwood Steele em Lacon, Illinois. Frequentou a Mendota High School (Mendota, Illinois) e depois estudou engenharia geral na Universidade de Illinois e no Instituto de Tecnologia de Illinois. Ele serviu no exército dos EUA de 1943 a 1946, que o cursou medicina na Universidade de Minnesota em 1944. Ele recebeu seu MD da Northwestern University em 1950. Ele passou um ano lá como pesquisador e professor de neuro-anatomia antes ingressando na Força Aérea dos EUA em 1951, onde atuou até a aposentadoria em 1971. Inicialmente, atuou como Oficial da Divisão de Psiquiatria e Neurologia até ingressar no 6570º Laboratório de Pesquisa Médica Aeroespacial em 1953. Lá, ele investigou os efeitos do estresse de movimentos, sons e rajadas de vento, mas seu foco principal era a biônica, termo que ele cunhou em 1958.

Em 1969, Otto Herbert Schmitt usou o termo "biomimética" no título de um de seus artigos e, em 1974, quando entrou no Dicionário Webster, a biônica entrou no mesmo dicionário no início de 1960 como "uma ciência preocupada com a aplicação de dados". sobre o funcionamento de sistemas biológicos para a solução de problemas de engenharia".

Otto Herbert Schmitt (6 de abril de 1913 - 6 de janeiro de 1998) foi um inventor, engenheiro e biofísico americano conhecido por suas contribuições científicas à biofísica e por estabelecer o campo da engenharia biomédica. Schmitt também cunhou o termo biomimética e inventou ou co-inventou o gatilho Schmitt, o amplificador diferencial e o amplificador estabilizado por helicóptero. Foi agraciado com a medalha John Price Wetherill em 1972.

Biônico assumiu uma conotação diferente quando Martin Caidin fez referência a Jack Steele e seu trabalho no romance *Cyborg*, que mais tarde resultou na série de televisão de 1974 *The Six Million Dollar Man* e seus *spin-offs*. O termo biônico passou a ser associado ao "uso de partes do corpo artificiais operadas eletronicamente" e "ao ter poderes humanos comuns aumentados por, ou como se fossem pela ajuda de tais dispositivos". Porque o termo biônico assumiu a implicação da força sobrenatural, a ciência comunidade em países de língua inglesa abandonou-a em grande parte.

O termo biomimética apareceu em 1982. A biomimética foi popularizada pela cientista e autora Janine Benyus em seu livro de 1997 *Biomimética: Inovação Inspirada pela Natureza*. A biomimética é definida no livro como uma "nova ciência que estuda os modelos da natureza e depois imita ou se inspira nesses projetos e processos para resolver problemas humanos". Benyus sugere olhar para a natureza como um "modelo, medida e mentor" e enfatiza a sustentabilidade como um objetivo da biomimética.

Um dos exemplos mais recentes de biomimética foi criado por Johannes-Paul Fladerer e Ernst Kurzmann pela descrição de "managemANT". Este termo (uma combinação das palavras "manejo" e "formiga") descreve o uso de estratégias comportamentais de formigas em estratégias econômicas e de manejo.

CAPÍTULO 2 - CONCEITO E DEFINIÇÃO DE INOVAÇÃO

Bharat Bhushan (2009) do Laboratório Nanoprobe de Bio-Nanotecnologia e Biomimética, Universidade Estadual de Ohio (EUA), afirmou que a natureza passou por uma evolução acima dos 3,8 bilhões de anos, uma vez que se estima que a vida tenha aparecido na Terra nesta época.

A natureza desenvolveu objetos com alto desempenho usando materiais comumente encontrados. Estes funcionam na macroescala para a nanoescala. A compreensão das funções fornecidas pelos objetos e processos encontrados na natureza pode nos guiar a imitar e produzir nanomateriais, nanodispositivos e processos. O design ou adaptação ou derivação da natureza biologicamente inspirada são referidos como 'biomiméticos'. Significa imitar a biologia ou a natureza.

Conforme o mesmo autor, os materiais biológicos são altamente organizados da molecular à nanoescala, à microescala e à macroescala, geralmente de maneira hierárquica com intrincada nanoarquitetura que, em última análise, compõe uma infinidade de elementos funcionais diferentes. A natureza usa materiais comumente encontrados. As propriedades dos materiais e superfícies resultam de uma interação complexa entre a estrutura da superfície e a morfologia e as propriedades físicas e químicas. Muitos materiais, superfícies e dispositivos oferecem multifuncionalidade.

Dispositivos de escala molecular, superhidrofobicidade, autolimpante, redução de arrasto no fluxo de fluidos, conversão e conservação de energia, alta adesão, adesão reversível, elevação aerodinâmica, materiais e fibras com alta resistência mecânica, automontagem biológica, antirreflexo, coloração estrutural, térmica mecanismos de isolamento, autocura e ajuda sensorial são alguns dos exemplos encontrados na natureza que são de interesse comercial.

1. Copiar a natureza uma maneira de inventar

A palavra biomimética é relativamente nova; no entanto, nossos ancestrais procuraram a natureza em busca de inspiração e desenvolvimento de vários materiais e dispositivos muitos séculos atrás. Por exemplo, os chineses tentaram fabricar seda artificial cerca de 3000 anos atrás. Leonardo da Vinci, um gênio de sua época, estudou como os pássaros voam e propôs projetos de máquinas voadoras.

No século XX, vários produtos, incluindo o design de aeronaves, foram inspirados pela natureza. Desde a década de 1980, a inteligência artificial e as redes neurais na tecnologia da informação foram inspiradas pelo desejo de imitar o cérebro humano. A existência de biocélulas e DNA serve como fonte de inspiração para os nanotecnologistas, que esperam um dia construir dispositivos de escala molecular auto-montados.

Na biomimética molecular, as proteínas estão sendo usadas para controlar a formação de materiais na engenharia prática em direção à estrutura de materiais funcionais e auto-montados. Desde meados dos anos 1990, o chamado efeito lótus tem sido usado para desenvolver uma variedade de superfícies para super-hidrofobicidade, auto-limpeza, redução de arrasto no fluxo de fluido e baixa adesão (BHUSHAN, 2009). A replicação da capacidade dinâmica de escalada de lagartixas foi realizada para desenvolver robôs para escalar paredes.

Existem muitos grupos de pesquisa que estão tentando entender os mecanismos subjacentes responsáveis pelo desempenho de materiais, objetos e processos naturais. Vários materiais e objetos inspirados na biomimética estão sendo fabricados em laboratórios em todo o mundo, e alguns encontraram aplicações industriais. O número de publicações continua a crescer exponencialmente. Estima-se que os 100 maiores produtos biomiméticos tenham gerado aproximadamente US\$ 1,5 bilhão ao longo dos anos de 2005 a 2008. As vendas anuais devem continuar a aumentar drasticamente.

A replicação da pele de tubarão foi usada para desenvolver objetos em movimento com baixo arrasto, e, maiôs de corpo inteiro. A arquitetura em nanoescala usada na natureza para reflexão óptica e anti-reflexo tem sido usada para desenvolver superfícies refletivas e anti-reflexo.

No campo dos materiais biomiméticos, existe uma área de cerâmica bioinspirada baseada em conchas do mar e outros materiais biomiméticos. Inspiradas nas peles do urso polar, peles artificiais e tecidos foram desenvolvidos. A autocura dos sistemas biológicos encontrados na natureza é de interesse para a autocorreção. A biomimética também está orientando o desenvolvimento de dispositivos de auxílio sensorial (BHUSHAN, 2009).

A natureza tem um enorme conjunto de invenções que passaram no teste rigoroso de praticidade e durabilidade em mudanças no ambiente. Para aproveitar ao máximo as invenções da natureza, é fundamental estabelecer uma ponte entre os campos da biologia e da engenharia. Esse esforço de ligação pode ser a chave para transformar as invenções da natureza em recursos, ferramentas e mecanismos de engenharia.

Para abordar a natureza em termos de engenharia, é necessário classificar as capacidades biológicas em categorias tecnológicas usando uma estrutura de cima para baixo

ou vice-versa. Ou seja, pode-se considerar cada aspecto das características biologicamente identificadas e buscar uma analogia em termos de uma tecnologia artificial.

O surgimento de nanotecnologias, microprocessadores em miniatura altamente capazes e rápidos, armazenamento de energia eficaz, memória compacta e rápida de acesso rápido, comunicação sem fio e muitos outros estão tornando a imitação das capacidades da natureza significativamente mais viável. Uma razão para isso é porque as estruturas naturais e artificiais dependem das mesmas unidades fundamentais de átomos e moléculas (BARCOHEN, 2020).

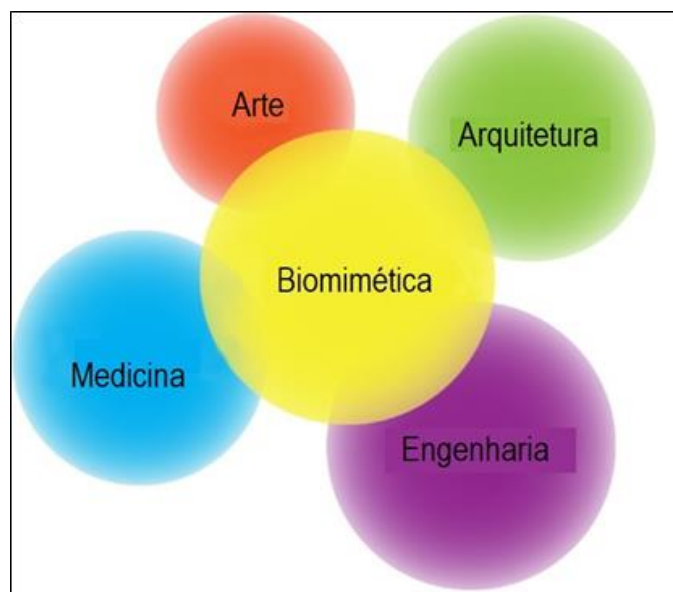
2. Biomimética: suas aplicações

Conforme Hwang *et al.* (2015), os seres humanos impactaram fortemente a natureza com industrialização e extração de recursos, no entanto, a biomimética pode ajudar a evitar esse padrão. A biomimética vai além do simples uso de propriedades naturais como base para inovação de novos produtos.

Esses produtos podem ser projetados para desempenhar um papel na indústria em geral, bem como para proporcionar conveniência humana nas áreas de química, biologia, arquitetura, engenharia, medicina e engenharia biomédica (Figura 3).

Essa relação simbiótica desempenha um papel crítico na coexistência dos seres humanos com a natureza, e a extensão de sua aplicação pode ser ilimitada. Portanto, é fundamental entender essas áreas e exemplos para cada uma delas.

Figura 3 - Biomimética e suas aplicações



Para Gallo (2010):

O modo pelo qual abordamos o design é procurando alcançar o máximo com o mínimo. Estamos totalmente absorvidos na tentativa de desenvolver uma solução que é muito simples, pois, como seres físicos, entendemos a clareza (GALLO, 2010, p. 139).

Portanto, entende-se que o processo de inovação ocorre por meio de uma equipe que trabalha em harmonia, buscando o mesmo propósito, e as ideias, antes complexas, se tornam facilmente aplicáveis, em que grandes ideias solitárias tem menor chance de sucesso do que as que são compartilhadas, entendendo-se sua utilização em diversas áreas de estudo.

3. Exemplos de biomiméticos na indústria

3.1. Velcro

O nome Velcro, um prendedor comum, vem das palavras francesas para veludo, "veludo" e gancho, "crochê".¹⁴ No início dos anos 40, o engenheiro suíço George de Mestral notou a tendência do fruto de a rebarba (*Xanthium strumarium*, uma espécie de planta com flor pertencente à família *Asteraceae*.) para grudar nos pelos de cães e usou um microscópio para observar os ganchos das frutas que se prendem aos pelos dos animais.

Figura 4 - Velcro



Fonte: Elaboração própria (2020).

Ele descobriu que uma **fruta** elíptica com 1 cm de comprimento tinha projeções densamente compactadas em forma de gancho. Elas se prendiam aos cabelos das pessoas ou

aos animais, permitindo que as sementes fossem dispersadas amplamente. Inspirado por essa rebarba, De Mastral usou nylon para criar prendedores de velcro.

Para aprimorar as habilidades adesivas, o velcro consiste em uma tira com argolas redondas e uma tira com ganchos semelhantes a rebarbas. Por sua pequena área de superfície, o velcro possui excepcional resistência adesiva e é amplamente utilizado como um substituto simples e prático para botões ou ganchos em roupas e sapatos.

3.2. Aeronaves

O surgimento de aviões realizou o sonho antigo da humanidade de voar, mas também era uma forma inovadora de transporte. A estrutura básica das asas dos aviões consiste em uma superfície curva de tamanho diferente na parte superior e inferior da asa, que cria forças **hidrodinâmicas** explicadas pelo efeito Bernoulli. Através dessa estrutura hidrodinâmica, a velocidade da corrente de ar é mais rápida na parte superior das asas e mais lenta na parte inferior das asas.

A pressão mais alta da parte inferior das asas e a velocidade do avião permitem que o avião de 100 toneladas voe. Esse foi o princípio que levou os irmãos Wright a ter sucesso em seu primeiro voo, mas também foi o resultado de numerosos anos de pesquisa biomimética sobre a estrutura e o design das asas dos pássaros e suas penas. Além dos pássaros individuais, um bando de gansos selvagens voa em uma formação em V, criando uma corrente de ar ascendente, permitindo que os que voam para trás voem com menos esforço (HWANG *et al.*, 2015).

Figura 5 - Aerodinâmica de pássaros



Fonte: Adaptado de Womack & Jones (1994).

3.3. Tilápia para queimaduras

De acordo com Lima-Junior *et al.* (2017), em um estudo com o intuito de avaliar a utilização da pele de tilápia do Nilo como curativo em queimaduras de segundo grau superficial e profunda em ratos. No método, o estudo verificou 40 ratos machos que foram submetidos a cirurgia que provocaram propositalmente queimaduras, sendo acompanhados durante 22 dias. Verificou-se que a pele da tilápia apresenta boa aderência na pele com queimaduras, auxiliando no processo de cicatrização.

Em outro estudo, Miranda & Brandt (2019), analisaram a eficácia da utilização da pele da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) como curativo biológico em queimaduras de 2º grau em seres humanos adultos. O estudo analisou 30 pacientes aleatoriamente, em que metade foi tratado com pele da Tilápia-do-Nilo e a outra parcela com hidrofibra com prata Aquacel Ag®¹.

O estudo concluiu que as peles de tilápias são extremamente eficazes no tratamento de queimaduras, tornando-se uma opção de curativo biológico viável em termos econômicos, já que realiza o processo de cicatrização em menor tempo e com maior efetividade do que o curativo convencional, conforme visualizado nas Figura 6 e 7, em que o estudo clínico utilizou pele da Tilápia-do-Nilo e hidrofibra com prata Aquacel Ag®.

Figura 6 - Paciente tratado com curativo biológico oclusivo com pele da Tilápia-do-Nilo



Fonte: Miranda & Brandt (2019).

¹ Curativo de uso tradicional no tratamento de queimaduras, possui fibras de hidrocolóide com poder antimicrobiano, macio, esterilizado por raios gama e impregnado com íons de prata que rompem e destroem a matriz de polissacarídeos, expondo e eliminando as bactérias, incluindo bactérias muito resistentes graças ao seu reservatório de prata.

Figura 7 - Paciente submetido ao tratamento convencional com hidrofibra com prata (Aquacel AG®)



Fonte: Miranda & Brandt (2019).

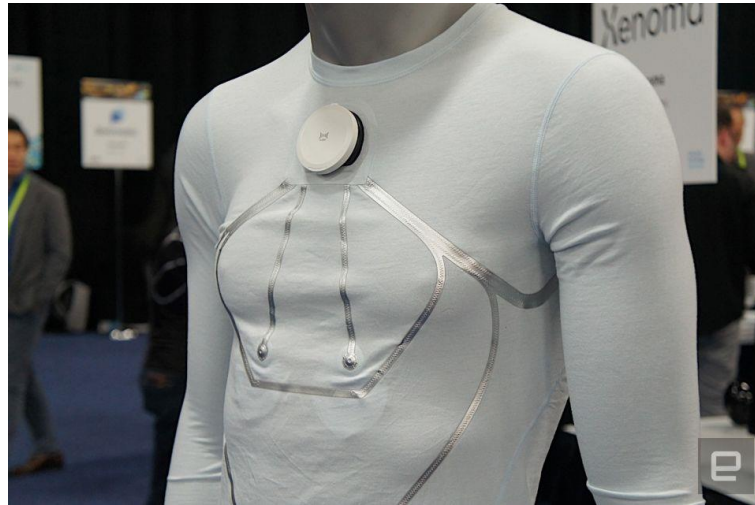
Conforme descrito por Vitor (2019), no Brasil o SUS – Sistema Único de Saúde poderá implantar a pele de tilápia no tratamento de queimados, de acordo com os resultados emitidos pela pesquisa do Dr. Marcelo José Borges de Miranda da Universidade do Ceará, descrevendo que a pele de tilápia é rica em colágeno, sendo duas vezes mais que a do ser humano, além de ser mais hidratada, elástica e resistente.

3.4. Pijama inteligente

Conforme descrito por Siqueira (2019), na Conferência e Exposição da *American Chemical Society* apresentou-se o Pijama Inteligente, que tem a função de monitorar o ciclo do sono, trazendo informações sobre a ação e reação do organismo dos ser humano. Os pijamas possuem sensores que acompanham desde a pulsação até a postura do sono.

E no Japão, criou-se a o Pijama Inteligente Xenoma, que possui sensores localizados no quadril e pernas do paciente, e leem os sinais vitais do organismo humano, o tecido suporta até 100 lavagens e foi desenvolvido para pacientes que apresentam demência, afim de evitar o monitoramento contínuo do paciente por profissionais de saúde, conforme Figura 8 (CANALTECH, 2018).

Figura 8 - Pijama Inteligente Xenoma lançado em 2018



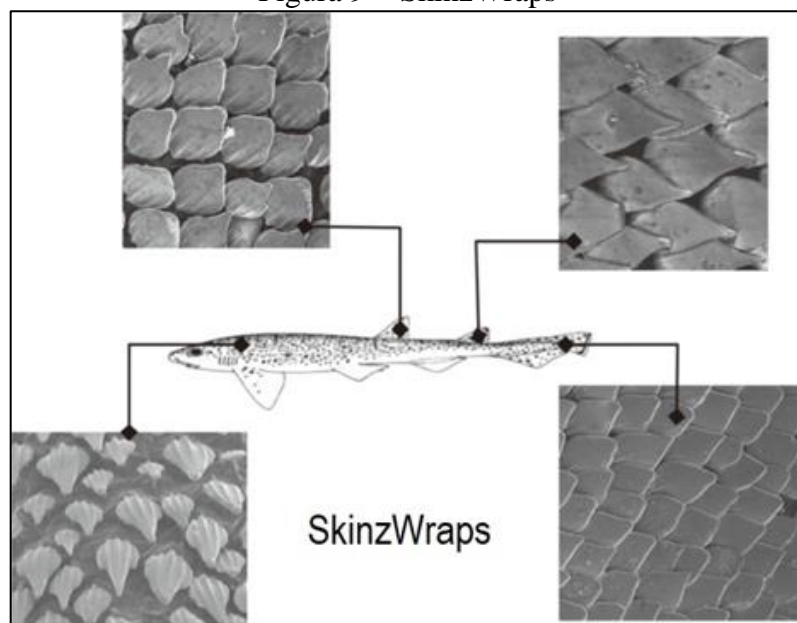
Fonte CanalTech (2018).

3.5. SkinzWraps

SkinzWraps, um filme inspirado nas microprojeções na pele de tubarão para repelir germes (Figura 9).

O **filme plástico** de PVC transparente constitui uma das maneiras mais práticas e higiênicas de proteger alimentos: ele permite conservar as características físicas e químicas. Por exemplo, suas frutas, uma vez embaladas com o filme, não ficarão contaminadas com odores da geladeira (HWANG *et al.*, 2015).

Figura 9 - SkinzWraps



Fonte: Hwang *et al.* (2015).

O uso do SkinzWraps em automóveis reduziu a poluição dos carros e aumentou a eficiência de combustível em 18% a 20%. Também foi aplicado em trajes de banho, trazendo resultados efetivos para os atletas (HWANG *et al.*, 2015).

4. Biomimética em arquitetura

Em Chayaamor-Heil *et al.* (2020), diante dos desafios do desenvolvimento sustentável e de seu impacto no meio ambiente, o setor da construção enfrenta a necessidade de inovação. Em setembro de 2015, o Conselho Econômico, Social e Ambiental emitiu um parecer intitulado "Biomimética: inspirado na natureza para inovar de forma sustentável".

A arquitetura é apresentada como um dos campos de aplicação promissores e há menção a uma atividade emergente de projeto arquitetônico de inspiração bio capaz de atender aos desafios ambientais atuais. De fato, espécies animais e vegetais sabem como implementar estratégias para se adaptar ao meio ambiente e suas transformações, formando um ecossistema sustentável.

Os avanços técnicos na observação em uma escala muito pequena permitem hoje ter um conhecimento mais profundo do funcionamento da natureza e oferecer uma nova fonte de conhecimento e inspiração para a arquitetura. Certamente, os arquitetos sempre foram inspirados pela natureza, esse ainda é o caso hoje e, sem dúvida, será no futuro, mas devemos distinguir uma bioinspiração principalmente formal com um objetivo estético ou simbólico de uma bioinspiração, cujo objetivo é a sustentabilidade. Também é necessário distinguir, entre as atividades de design bioinspiradas voltadas para a sustentabilidade, aquelas que são verdadeiramente biomiméticas e que podem levar a inovações reais.

De fato, se existem muitos exemplos de produções arquitetônicas de inspiração bio, aquelas baseadas em uma atividade de design biomimético são raras. O mesmo vale para atividades de pesquisa em projetos arquitetônicos de inspiração bio. Alguns têm o objetivo de desenvolver metodologias ou ferramentas para o eco-design arquitetônico sem, estritamente falando, serem metodologias biomiméticas de design arquitetônico.

As formas e morfologias da natureza são o resultado de milhares de anos de evolução. A esse respeito, o mundo da construção se inspira nos aprendizados da natureza. Se dermos uma olhada em todo o mundo, os exemplos mais espetaculares tornaram-se famosos no mundo todo: o Swiss Re Building em Londres, também conhecido como o Maxixe, inspirou-se na forma do Cesto de Flores de Vênus, uma esponja marinha do mar que é altamente resistente.

Figura 10 - Maxise em Londres, inspiração na forma do Cesto de Flores de Vênus



Fonte: Adaptado de Womack & Jones (1994).

A arquitetura há muito tempo considera a natureza uma fonte de inspiração. Muitas palavras, incluindo o prefixo bio-, foram associadas à arquitetura, criando grande confusão e ambiguidade terminológica. Esses termos aparentemente próximos têm significados diferentes, mas podem ser agrupados sob o termo genérico de inspiração biológica.

Refere-se a ser inspirado pela natureza para criar objetos ou processos que não estão naturalmente presentes lá. A arquitetura biomórfica² corresponde a um design diretamente influenciado pelas formas orgânicas de animais, plantas e corpo humano. Tem suas raízes no movimento Art Nouveau. É uma questão de imitar a natureza, realizando associações formais e simbólicas (CHAYAAMOR-HEIL *et al.*, 2020).

² É um estilo de pintura e escultura baseado em curvas ou motivos que evocam seres vivos.

Figura 11 - Fachada Waagner-Biro



Fonte: Adaptado de Womack & Jones (1994).

Fachada Waagner-Biro de dupla pele sendo montada em *One Angel Square, Manchester* (situado em Manchester – Reino Unido). A fachada externa marrom pode ser vista sendo montada na fachada branca interna através de suportes. Esses suportes criam uma passagem entre as duas "peles" para ventilação, proteção solar e manutenção.

CAPÍTULO 3 - MERCADOS QUE UTILIZAM A BIOMIMÉTICA

A degradação ambiental e o tópico da sustentabilidade tornaram-se um tema comum nas organizações em escala global. "As empresas são consideradas por muitos como os principais atores na criação de problemas ambientais e sociais e, portanto, uma fonte de falta de sustentabilidade na sociedade". Ao mesmo tempo, negócios e indústria são as únicas instituições grandes, poderosas e persuasivas o suficiente para trazer mudanças à nossa atual passagem de destruição.

No entanto, para estimular qualquer forma de organização de desenvolvimento sustentável, é essencial que primeiro a administração dessas organizações opere da melhor maneira possível. Os gerentes procuram constantemente novos métodos e técnicas que possam ser usados em sua organização. Um desses conceitos que vem ganhando atenção é conhecido como biomimética. Simplesmente definido "biomimética é a aplicação tecnológica de projetos já utilizados na natureza para resolver problemas em engenharia, ciência dos materiais, medicina e outros campos" (WANINGEN UNIVERSITY & RESEARCH, 2020).

1. Biomimética para gestão de negócios

Segundo Eric Dargent (2011) da Universidade de Exeter (Reino Unido) como uma dissertação sobre o grau de Master of Business Administration, intitulado "Biomimética para negócios?", no entanto, apenas recentemente desde que surgiu o movimento da biomimética, a gestão de negócios foi abordada. 'Biomimética para Inovação Criativa' (BCI, do inglês *Biomimicry for Creative Innovation*) é um coletivo de agentes de mudança profissionais, biólogos e profissionais de design fundada em 2009 que traduziram os 'Princípios da Vida' da Associação de Biomimética em uma estrutura mais orientada para os negócios: a 'BCI dos Princípios da Natureza' também propôs um processo transformacional em cinco etapas e um modelo de estudo de caso.

2. Biomimética conforme os princípios da nature da BCI

2.1. Construir resiliência

É mais eficaz criar resiliência do que corrigir decisões ruins baseadas em risco que foram tomadas com informações parciais. A natureza cria resiliência ao:

- Usar mudança e perturbação como oportunidades, em vez de temê-las como ameaças;

- Descentralizar, distribuir e diversificar conhecimentos, recursos, tomada de decisão e ações;
- Promoção da diversidade de pessoas, relacionamentos, ideias e abordagens.

2.2. Otimizar

A otimização oferece mais resultados efetivos do que a maximização ou minimização.

A natureza faz isso por:

- Criar formulários adequados às funções, e não o contrário;
- Incorporar multiplicidade em funções e respostas;
- Criando complexidade e diversidade usando componentes e padrões simples.

2.3. Adaptar

Ser adaptável compensa mais do que manter um curso fixo, a natureza se adapta:

- Criação de loops de feedback para detectar e responder em todos os níveis do sistema;
- Antecipar e integrar processos cíclicos.
- Ser engenhoso e oportunista quando a disponibilidade de recursos mudar.

2.4. Integrar sistemas

Com recursos limitados e um ambiente em mudança, é melhor ser baseado em sistemas, de maneira bastante independente. A natureza trabalha com sistemas inteiros:

- Promovendo sinergias dentro das comunidades;
- Promover sinergias nas redes de energia, informação e comunicação;
- Criação de sistemas estendidos para reciclar continuamente resíduos em recursos.

2.5. Navegar por valores

Em tempos de incerteza, é melhor basear-se em uma bússola de valores do que em um ponto de destino fixo ou em um conjunto de métricas predefinidas. A natureza reflete valores por:

- Saber o que é realmente importante para as comunidades em que você vive, interage e causa impacto;
- Usar valores como o principal impulsionador de resultados positivos;

- Medir o que é avaliado em vez de avaliar o que é medido.

2.6. Suporte de vida

A longo prazo, é preciso menos esforço e menos recursos para apoiar as atividades de construção de vida do que para ser prejudicial ou tóxico e, posteriormente, aumentar o custo.

A natureza apoia atividades de construção de vida por:

- Aproveitar a informação e a inovação, em vez de energia e materiais;
- Criar suporte para componentes individuais que possam suportar todo o ecossistema e apoiar o ecossistema para que ele possa dar suporte ao indivíduo;
- Tornar os produtos à base de água, renováveis, de base biológica e biodegradáveis.

Esta seção analisaremos sucessivamente os seis "Princípios da natureza" - criar resiliência, otimiza, adaptar, integrar sistemas, navegar por valores, suporte à vida - à luz da teoria comercial existente.

3. Biomimética para construir resiliência

3.1. De acordo com o BCI

É mais eficaz desenvolver resiliência do que corrigir más decisões baseadas em risco que foram tomadas com informações parciais.

A natureza cria resiliência ao:

- Usar mudança e perturbação como oportunidades, em vez de temê-las como ameaças;
- Descentralizar, distribuir e diversificar conhecimentos, recursos, tomada de decisão e ações;
- Promoção da diversidade de pessoas, relacionamentos, idéias e abordagens.

3.2. O que é resiliência?

Por volta de 500 a.C., o filósofo grego Heráclito observou que "você não pode entrar duas vezes no mesmo rio, pois outras águas fluem continuamente". A mudança é inevitável e constante. As organizações devem, portanto, aceitar a ideia de que "não existe um estado" ideal "sustentável de um ecossistema, sistema social ou mundo".

Além disso, grandes tendências como globalização, tecnologia e mudanças climáticas estão aumentando o ritmo da mudança, bem como a ocorrência de “eventos não planejados de baixa probabilidade e alto impacto” ou “eventos do cisne negro”. Nesse contexto, o conceito de resiliência está recebendo mais atenção de acadêmicos e profissionais.

A Teoria do Cisne Negro ou a teoria dos eventos do cisne negro é uma metáfora que descreve um evento que é uma surpresa, tem um efeito importante e é muitas vezes racionalizado de maneira inadequada após o fato, com o benefício da retrospectiva. O termo é baseado em um ditado antigo que presumia que os cisnes negros não existiam - um ditado que foi reinterpretado para ensinar uma lição diferente depois que os cisnes negros foram descobertos na natureza. A teoria foi desenvolvida por Nassim Nicholas Taleb para explicar: 1. O papel desproporcional de eventos de alto perfil, difíceis de prever e raros, que estão além do âmbito das expectativas normais em história, ciência, finanças e tecnologia; 2. A não computabilidade da probabilidade dos eventos raros consequentes usando métodos científicos (devido à própria natureza das pequenas probabilidades); 3. Os preconceitos psicológicos que cegam as pessoas, individual e coletivamente, à incerteza e ao papel maciço de um evento raro nos assuntos históricos. Ao contrário do "problema do cisne negro" anterior e mais amplo da filosofia (isto é, o problema da indução), a "teoria do cisne negro" de Taleb refere-se apenas a eventos inesperados de grande magnitude e consequência e seu papel dominante na história. Tais eventos, considerados extremos, desempenham coletivamente papéis muito maiores do que ocorrências regulares. Mais tecnicamente, na monografia científica "Silent Risk", Taleb define matematicamente o problema do cisne negro como "decorrente do uso de meta-probabilidade degenerada".

A maioria das definições de resiliência descreve a capacidade de se adaptar continuamente a mudanças constantes e previsíveis, bem como a tendências mais profundas e a superar grandes choques perturbadores. A idéia de capacidade significa que a resiliência não é um plano nem uma lista de verificação, mas é "incorporada nas rotinas e processos organizacionais". Subjacente a essas definições está a capacidade de transformar distúrbios em oportunidades, de “estar aberto a problemas e soluções inesperados porque eles contêm as sementes de um novo desenvolvimento”.

O objetivo da resiliência é alternativamente definido como manter a mesma identidade ou função - às vezes limitada à lucratividade da organização - ou apenas como sobrevivência, o que abre as portas para várias interpretações. A literatura sugere que os principais fatores de resiliência são redundância, distribuição, variedade e a capacidade da organização de ser desafiadora e descentralizada. Outros fatores-chave são parcerias e valores abordados nos "Integrar sistemas" e "Navegar por valores", respectivamente.

3.3. Auto desafiador

O ponto central da resiliência é a conscientização da organização sobre sua situação e vulnerabilidades principais: seus pontos fortes, fracos, as oportunidades e ameaças que ela enfrenta e pode enfrentar. Isso requer a capacidade de "enfrentar os fatos brutais", de acordo com Jim Collins e especialmente os mais desafiadores - "as coisas que você não gosta no que vê" quando se olha no espelho.

James C. "Jim" Collins (nascido em 1958) é um pesquisador, autor, palestrante e consultor americano focado no assunto de gestão de negócios e sustentabilidade e crescimento da empresa.

As organizações, portanto, precisam ter a capacidade de refletir sobre suas habilidades operacionais, desafiar o status quo e normas e práticas consideradas como garantidas". Isso exige um compromisso com a melhoria contínua em toda a força de trabalho - a filosofia kaizen japonesa - que está no coração do Gerenciamento da Qualidade Total, promovida por Edwards Deming e Joseph Juran.

William Edwards Deming (14 de outubro de 1900 a 20 de dezembro de 1993) foi um engenheiro, estatístico, professor, autor, conferencista e consultor de administração americano. Educado inicialmente como engenheiro elétrico e, posteriormente, especializado em física matemática, ele ajudou a desenvolver as técnicas de amostragem ainda usadas pelo Departamento de Censo dos EUA e pelo *Bureau of Labor Statistics*.

Joseph Moses Juran (24 de dezembro de 1904 - 28 de fevereiro de 2008) foi um engenheiro e consultor de administração americano nascido na Romênia. Ele foi um evangelista pela qualidade e gestão da qualidade, tendo escrito vários livros sobre esses assuntos.

As organizações também devem ser cautelosas com seu viés cognitivo e ficar totalmente livres de "negação, nostalgia e arrogância" - o que Margaret Hofferan chama de "cegueira intencional".

Margaret Heffernan (nascida em 1955) é uma empresária, executiva, escritora e palestrante. Atualmente, é professora em tempo parcial na Universidade de Bath School of Management, na Inglaterra. Heffernan é ex-diretor executivo de cinco empresas e é escritora de cinco livros que exploram negócios e liderança eficaz. Ela ensina empreendedorismo, mentores executivos como parte de uma empresa de desenvolvimento de liderança e fala com empresas, associações e universidades sobre inovação contínua e o papel que os líderes têm em ajudar os funcionários recém-contratados. Enquanto os dois primeiros livros de Heffernan se concentraram nessas questões e em como elas afetam as mulheres no local de trabalho, seu tema principal é reconhecer e liberar o talento que muitas vezes está enterrado nas organizações, subvalorizado e mal recompensado por não ser convencional. A voz de Heffernan é principalmente um desafio crítico, tendo pouco em valor e questionando regularmente a sabedoria recebida.

Isso requer a capacidade de refletir sobre "os paradigmas, metáforas, mentalidades ou modelos mentais que sustentam como a organização opera e para desenvolver novos quando apropriado". Esse aprendizado de loop duplo é fundamental para as organizações de aprendizado promovidas por Argyris, Schon e Senge.

Aprendizagem organizacional e pensamento sistêmico: Argyris, Schön, Senge, Nonaka e Takeuchi

O aprendizado organizacional, frequentemente associado ao campo de desenvolvimento organizacional, fornece uma perspectiva e um conjunto de ferramentas com as quais refletir não apenas no mundo objetivo, mas também em nossas percepções, suposições e teorias sobre como é o mundo. O aprendizado organizacional pressupõe que uma organização é capaz de detectar mudanças nos sinais de seu ambiente (interno e externo) e se adaptar de acordo. Argyris e Schön fazem a distinção entre teorias adotadas e teorias em uso ao observar a lacuna inconsciente entre o que as pessoas dizem e o que fazem. Como narramos o que estamos fazendo muitas vezes não é reflexivo (...)

Essa prática auto-reflexiva também exige que os membros da organização acessem novos pontos de vista. Cérebros humanos e organizações são realmente atraídos pelo que é familiar e semelhante. A diversidade na seleção de parceiros e no recrutamento de funcionários é, portanto, desafiadora, mas vital para combater o viés cognitivo e evitar a complacência. Opiniões diversas e desafiadoras também serão encontradas fora da caixa da organização, conforme desenvolvido na seção "Adaptar". Nas grandes organizações, também pode exigir que os principais gerentes contrabalancem os filtros de sua própria hierarquia e procedimentos.

Eventualmente, o viés cognitivo também é resultado da mentalidade do silo, conforme descrito na seção "Otimizar". O aprimoramento contínuo não apenas requer a capacidade de reflexão, mas também uma cultura de experimentação, de tentativa e erro, onde indivíduos ou pequenas unidades têm espaço para inovar e a falha é aceita. "As organizações resilientes assumem riscos, mas os consideram, e tomam decisões com base em uma lógica de negócios clara". Empresas como a 3M ou o Google oferecem exemplos vívidos de tais filosofias.

4. Biomimética na descentralização e emergência

O auto aperfeiçoamento por meio do kaizen e do aprendizado de loop duplo requer envolvimento em toda a organização. No entanto, o engajamento e as iniciativas individuais são desencorajados pelo antigo paradigma de planejar, comandar e controlar. Com base na teoria da burocracia de Weber e no gerenciamento científico de Taylor, o gerenciamento ocidental tradicional implica uma cadeia mecanicista de ordens, tarefas especializadas e uma separação de pensadores - que decidem e planejam - dos executores - que executam.

De acordo com a **Teoria Burocrática de Max Weber**, a burocracia é a base para a formação sistemática de qualquer organização e é projetada para garantir eficiência e efetividade econômica. É um modelo ideal para a gerência e sua administração colocar a estrutura de poder de uma organização em foco.

Taylorismo ou Administração Científica é o modelo de administração desenvolvido pelo engenheiro norte-americano Frederick Taylor, considerado o pai da administração científica e um dos primeiros sistematizadores da disciplina científica da administração de empresas.

Esse modelo foi adaptado para um ambiente estável e previsível, amplamente reconhecido por ser cada vez mais excepcional. Em um ambiente complexo e imprevisível, autores sugerem que o planejamento - prescritivo e rígido - deve dar lugar ao mapeamento - que é descritivo e acomoda mudanças - e emergência.

Enquanto o planejamento requer centralização, o mapeamento envolve uma variedade de perspectivas e entendimento das nuances locais - ou seja, conhecimento descentralizado. O surgimento implica uma auto-organização intencional através da tomada de decisão descentralizada. Vamos dar uma olhada nos dois conceitos essenciais de emergência e descentralização.

As teorias do caos e dos sistemas ensinaram que pequenas mudanças podem ter grandes efeitos, o que foi traduzido em termos de negócios no conceito de 'alavancagem': a idéia de que "ações pequenas e bem focadas às vezes podem produzir melhorias significativas e duradouras".

A **Teoria do Caos** é um campo de estudo em matemática, com aplicações em várias disciplinas, incluindo física, engenharia, economia, biologia e filosofia.

Foi estudado gerenciamento de mudanças em empresas como Taco Bell ou Semco e demonstrado como, mesmo quando as aspirações são grandes, é mais provável que as mudanças surjam por meio de "iniciativas de pequena escala que se baseiam umas nas outras e desenvolvem impulso ao longo do caminho". A mudança pode ser radical se houver uma lacuna entre a organização e seu ambiente - seja devido a desvios estratégicos ou devido a uma grande interrupção - ou pode ser incremental, pois a organização está constantemente se adaptando ao seu ambiente em mudança. A adaptação deve, portanto, ser um processo emergente, ocorrendo através da descentralização.

Dar mais autonomia a níveis mais baixos de hierarquia permite aproveitar sua experiência prática, inovações e paixão, enquanto diminui a carga de trabalho e a complexidade no topo. Vineet Nayar fala sobre "libertar o poder de muitos e [afrouxar] o

domínio de poucos, aumentando assim a velocidade e a qualidade da inovação e da tomada de decisões onde mais importa - na zona de valor - todos os dias”.

Vineet Nayar (nascido em 1962) é um executivo de negócios, autor e filantropo indiano. Ele é o ex-diretor executivo da HCL Technologies (2007-2013), presidente fundador e CEO da Sampark Foundation e autor do livro de gestão aclamado pela crítica "Funcionários em primeiro lugar, clientes em segundo: transformando o gerenciamento convencional de cabeça para baixo" (Harvard Business Press, junho de 2010), que já vendeu mais de 100.000 cópias.

O fabricante de aço americano Nucor fornece um exemplo clássico. Em 1998, essa empresa da Fortune 500 tinha 6.900 funcionários, vendas de US \$ 4,3 bilhões, mas sede de apenas 22 pessoas. A empresa exigiu relatórios KPI muito sucintos de suas plantas e incentivou a equipe a investir em tecnologia e impulsionar a inovação (AL-BAIK & MILLER, 2019).

A idéia de empoderamento está no cerne do '*lean*', promovido por Womack e Jones (1994, 1996), e anda de mãos dadas com o kaizen. É, portanto, no Japão, mas também na Alemanha, que essa filosofia de gestão pode ser mais amplamente observada. Ambas as indústrias têm uma tradição de mão-de-obra qualificada e engajada e relacionamento social harmonioso. O Kaizen envolve ainda investir no desenvolvimento das pessoas por meio de treinamento (AL-BAIK & MILLER, 2019).

Loop Kaizen Integrativo Duplo (IDKL): Rumo a uma Cultura de Aprendizado Contínuo e Melhorias Sustentáveis para Organizações de Software

Nas últimas décadas, as organizações de software contam com a implementação de métodos de melhoria de processos para melhorar a qualidade, a produtividade e a previsibilidade de seus esforços de desenvolvimento e manutenção. No entanto, esses métodos provaram ser um desafio para implementar em muitas situações e, quando implementados, seus benefícios geralmente não são sustentados. Geralmente, a força de trabalho exige orientação durante a implantação inicial, mas o que acontece depois que a orientação é interrompida? Por que os métodos tradicionais de melhoria não oferecem os resultados desejados? E como mantemos as melhorias quando elas são realizadas? Em resposta a essas perguntas, Al-Baik e Miller (2019) combinaram métodos de aprendizado social e organizacional com a filosofia de melhoria contínua de Lean, Kaizen, que resultou em um modelo IDKL que promoveu com sucesso o aprendizado e a melhoria contínuos. A IDKL evoluiu por meio de um projeto da vida real com um parceiro industrial; o estudo empregou pesquisa-ação etnográfica com 231 participantes e durou quase três anos. A IDKL exige que os funcionários apliquem continuamente pequenas melhorias nas rotinas diárias dos procedimentos de trabalho. As pequenas melhorias por si só são discretas. No entanto, a IDKL ajudou o parceiro industrial a implantar a melhoria contínua como um hábito diário. Isso levou à realização de melhorias sustentáveis e visíveis. As descobertas mostram que, em média, o lead time caiu 46%, a eficiência do ciclo de processos aumentou 137%, o rendimento do processo de primeira passagem aumentou 27% e a satisfação do cliente aumentou 25%.

A tomada de decisão descentralizada não é apenas crucial para mudanças emergentes, mas também diante de crises perturbadoras imprevisíveis. No nível local, células ou indivíduos podem reagir rapidamente, ser oportunistas e engenhosos - o que tem sido chamado de “capacidade incomum de improvisar”.

5. Biomimética na alavancagem e liderança catalisadora

O contexto de emergência e descentralização obviamente requer um novo tipo de liderança. O papel dos líderes deve ser o de definir uma direção para o futuro e criar as condições que permitam às pessoas se auto-refletir (*cf kaizen* e aprendizado em *loop* duplo) e tomar iniciativas questionando, desafiando e instilando uma cultura de experimentação, de acordo com Gareth Morgan, que chama esses líderes de "cupins estratégicos".

Gareth Morgan (nascido em 22 de dezembro de 1943) é um teórico organizacional britânico / canadense, consultor de gestão e professor de pesquisa ilustre na Universidade de York, em Toronto. Ele é conhecido como criador do conceito de "metáfora organizacional" e escritor do livro de 1979 *Paradigmas Sociológicos e Análise Organizacional* com Gibson Burrell e o best-seller de 1986 *Imagens da Organização*.

Isso é perfeitamente ilustrado pela filosofia de liderança da gigante indiana Tata. “A Tata deseja que seu pessoal seja capaz de agir sem sempre receber ordens diretas”, diz Satish Pradhan, chefe de recursos humanos do grupo na Tata Sons. "Não estamos aqui para tomar decisões para as pessoas", diz ele. “Nosso papel é ajudar as pessoas a se tornarem mais capazes de tomar as decisões corretas.

Não queremos crédito pelo que eles fazem. Queremos que eles possam dizer: 'Nós mesmos fizemos isso'. O CEO da Nucor, John Correnti, dá outro exemplo de liderança em serviço: “Nossa empresa é a pirâmide de cabeça para baixo; 6.800 pessoas não trabalham para mim, eu trabalho para 6.800 pessoas”.

5.1. Variedade

A variedade é outro fator chave de resiliência, conforme destacado na literatura. De acordo com a teoria dos sistemas e o princípio da variedade necessária - originalmente formulada pelo cibernético inglês W. Rosh Ashby - “a diversidade interna de qualquer sistema autorregulador deve corresponder à variedade e complexidade de seu ambiente para lidar com os desafios colocados por eles. esse ambiente ”.

A subseção "Auto-desafiador" mostrou anteriormente como a variedade ajuda as organizações a obter uma compreensão mais precisa e abrangente de si mesmas e de seu ambiente. Também é crucial em termos de respostas a esse ambiente. Hamel e Välikangas traduziram, assim, o princípio da variedade necessária em estratégia: "Se o leque de alternativas estratégicas que sua empresa está explorando for significativamente mais estreito do que a amplitude de mudança no ambiente, sua empresa será vítima de turbulência".

A implicação é que, para aumentar sua resiliência, as organizações devem testar uma ampla gama de experimentos estratégicos de baixo risco - ou estratos - em vez de se concentrarem na construção de uma grande estratégia. "A aritmética é clara: são necessários milhares de idéias para produzir dezenas de estratos promissores para obter alguns sucessos enormes - o sucesso é sempre uma exceção".

5.2. Redundância

O último fator principal para a resiliência é a redundância sem a qual os sistemas são "fixos e completamente estáticos" e, portanto, não podem se adaptar a mudanças constantes ou responder a grandes interrupções. O excesso de recursos na forma de estoque, capacidade ou prazos de entrega, em primeiro lugar, abre espaço para inovação e desenvolvimento. Eles permitem a experimentação sem comprometer outros aspectos do negócio. Em segundo lugar, atuam como um amortecedor em caso de interrupção da cadeia de suprimentos.

A redundância não implica apenas a idéia de backup através de recursos em excesso, mas também a diversidade de respostas adequadas à mesma necessidade ou situação. portanto, os recursos de segurança também podem ser criados distribuindo recursos - conforme coberto na seção "otimizar" - e diversificando a base de fornecedores, conforme sugerido na seção "integrar sistemas".

5.3. Otimizar

De acordo com o BCI, a otimização oferece resultados mais efetivos do que a maximização ou minimização. A natureza faz isso por:

- Criar formulários adequados às funções, e não o contrário;
- Incorporar multiplicidade em funções e respostas;
- Criando complexidade e diversidade usando componentes e padrões simples.

O antigo paradigma de negócios era baseado na fabricação linear de produtos lançados no mercado, com ênfase em volume e lucro - maximização de vendas e minimização de custos. O novo paradigma está focado em soluções e flexibilidade e requer um equilíbrio de versatilidade e especialização.

5.4. Estratégias de puxar

As empresas tradicionalmente têm como alvo um segmento de mercado e fabricam produtos que depois alimentam no mercado. A ênfase está frequentemente no custo e no volume, com o objetivo de maximizar os lucros brutos. Esse foco no produto foi desafiado por Hamel e Prahalad, cuja abordagem de competência central influenciou enormemente o pensamento estratégico moderno.

Competência Central é um conceito introduzido por C. K. Prahalad e Gary Hamel na teoria da administração. Pode ser definido como "uma combinação harmonizada de vários recursos e habilidades que distinguem uma empresa no mercado" e, portanto, são a base da competitividade das empresas.

Foi sugerido que "no mundo de hoje, onde nada é previsível e concorrentes desconhecidos emergem de direções inesperadas no pior momento possível, uma empresa deve pensar em si mesma como uma coleção de recursos em evolução, não apenas como uma coleção" de produtos e empresas, que fornecem a flexibilidade necessária para embarcar em novas direções. A estratégia corporativa deve fornecer uma estrutura para orientar a seleção, desenvolvimento e exploração desses recursos ”.

Inspirada pelos fabricantes japoneses que mudaram seu foco para velocidade e flexibilidade, essa estratégia responsiva requer um profundo compromisso com o aprendizado coletivo e o trabalho além das fronteiras organizacionais.

6. Biomimética e os modelos de negócios baseados em soluções

A segunda grande mudança de paradigma está relacionada ao processo linear tradicional - conhecido como “pegar, fabricar e desperdiçar” - pelo qual as empresas extraem materiais e energia, transformam parte em um produto enquanto geram resíduos e vendem esse produto para os clientes. Os clientes usam o produto e o descartam quando está desgastado ou obsoleto. Os materiais e a energia incorporados no produto são perdidos tanto para o produtor quanto para o consumidor, e há pouco espaço para adaptar o produto às necessidades específicas do cliente (personalização) ou à constante mudança no sabor ou na tecnologia (atualização). Em um modelo de negócios baseado em soluções, “o valor é

entregue como um fluxo de serviços - fornecendo iluminação, por exemplo, em vez de vender lâmpadas. Esse modelo implica uma nova percepção de valor, uma mudança da aquisição de bens como uma medida de riqueza para uma em que o bem-estar é medido pela satisfação contínua de mudar as expectativas de qualidade, utilidade e desempenho”.

As vantagens deste novo modelo são muitas. Ele se concentra em fornecer uma solução personalizada e atualizável e, portanto, é provável que aumente a satisfação do cliente e construa relacionamentos a longo prazo. Além de melhorar o valor do cliente, também é provável que melhore a linha de fundo, pois a empresa mantém a propriedade dos materiais e os mantém em ciclo fechado ou vende os resíduos como insumo para outra organização - conforme descrito na seção 'Adaptar' . Portanto, "alinha os interesses de ambas as partes, oferecendo recompensas por fazer mais e melhor com menos". Por fim, como destacado por James Womack, do Lean Enterprise Institute, reduz "a volatilidade na rotatividade de capital que está no centro do ciclo de negócios e, portanto, traz uma estabilidade bem-vinda aos negócios".

A InterfaceFLOR, fabricante de carpete, foi pioneira nessa abordagem de "berço a berço" e aluga serviço de revestimento de pisos por uma taxa mensal. Modelos de negócios baseados em soluções são cada vez mais adotados em uma ampla gama de indústrias, entre as quais elevadores (Schindler), ar condicionado (United Technologies Carrier) e produtos químicos (Dow).

6.1. Versatilidade e distribuição

Um modelo de negócios orientado a soluções requer uma organização que é focada em resultados. As organizações mecanicistas tradicionais têm duas falhas principais que as desviam da prestação de um serviço adequado - ambas derivadas do reducionismo. Primeiro, eles são organizados em departamentos funcionais que favorecem a mentalidade do silo.

Um silo é mais do que apenas uma estrutura física. Essas colunas estreitas e profundas existem metaforicamente, não apenas nos círculos sociais, mas também em nossas mentes - e são prejudiciais por muitas razões. Os silos em uma organização desencorajam efetivamente as pessoas de trabalharem juntas.

Em segundo lugar, eles são sufocados pelas regras e procedimentos que organizam o fluxo de processos entre departamentos funcionais e entre camadas hierárquicas. Uma organização focada nos resultados precisa quebrar as barreiras entre os departamentos, conforme recomendado na seminal *out of the Crisóis*, de Deming, e ser estruturada em torno de equipes responsáveis por todo o processo, desde o design até a entrega.

Essa idéia é central para a Reengenharia de Processos de Negócios, promovida por Michael Homer, para a organização Modelo 5 do Morgan (n.ex., Seis Modelos de Organização) ou organização holográfica e para o gerenciamento enxuto, como observado com alguns dos fabricantes japoneses mais bem-sucedidos. Nessas organizações, os recursos devem ser distribuídos, de acordo com o conceito de "partes inteiras".

As equipes devem ser holísticas e multifuncionais, as pessoas devem ser amplamente treinadas, em vez de especializadas, para que sejam intercambiáveis; os equipamentos devem ser de uso geral e organizados em células que produzam um grupo de produtos similares, e não especializados por estágio do processo.

6.2. Especialização e integração

O conceito de "partes inteiras" enfatiza a versatilidade, mas também pode resultar em uma replicação de subsistemas autônomos semelhantes e, portanto, na falta de diversidade. No entanto, ambientes complexos exigem um alto nível de especialização. A coexistência de diversas células ou indivíduos especializados em um sistema (ou seja, diferenciação) é um risco potencial de conflito e, como silos funcionais, podem dificultar a adaptabilidade da organização.

Portanto, surge uma potencial contradição entre a necessidade de distribuição e versatilidade, por um lado, e a necessidade de especialização e diversidade, por outro. Mas a distribuição não precisa resultar em clones. "Diferentes spin-offs podem desenvolver competências distintas" para se adaptar às suas especificidades locais, cuja organização holográfica inspirada no cérebro é igualmente especializada e generalizada.

Com isso, variedade e redundância precisam ser construídas em nível local. Essa é a base da "especialização flexível", um termo cunhado para descrever novas formas de organização do trabalho que desafiaram a produção em massa e são particularmente difundidas na Alemanha.

A especialização também se vincula às funções, que devem ser "departamentos de suporte, comprometidos em aprimorar o trabalho das equipes, que são seus clientes". As equipes baseadas em projetos podem, de fato, não ter a oportunidade de desenvolver e atualizar seus conhecimentos e habilidades e, por sua vez, contar com departamentos funcionais, que funcionariam como escolas internas, P&D e plataformas de rede (WOMACK & JONES, 1994).

6.3. Adaptar

Segundo a BCI: Ser adaptável compensa melhor do que “manter um curso fixo. A natureza se adapta:

- Criação de loops de feedback para detectar e responder em todos os níveis do sistema;
- Antecipar e integrar processos cíclicos;
- Ser engenhoso e oportunista quando a disponibilidade de recursos mudar.

Adaptar-se a um ambiente em constante mudança significa ter a capacidade de sentir e responder a essas mudanças. Isso implica a capacidade de se envolver com uma variedade de partes interessadas para acessar recursos materiais e de informação. Vamos agora dar uma olhada no conceito de alavancar o feedback das partes interessadas e focar nos clientes, fornecedores e funcionários antes de abordar o gerenciamento inteligente de recursos naturais e tecnológicos.

6.4. Aproveitando o feedback das partes interessadas

Conforme sugerido pela teoria do caos, é impossível para uma organização obter uma apreciação precisa de seu ambiente, pois é altamente complexo e muda constantemente. “O número de tendências e questões que podem impactar sua organização é tão grande que é impossível levar todas elas em consideração no desenvolvimento de estratégias de mudança”. Além disso, a percepção das organizações é distorcida por seu próprio viés e cultura cognitivos.

Para perceber melhor seu ambiente, as organizações precisam “se tornar hábeis em romper os limites que os separam do seu ambiente, para envolver e experimentar o ambiente da maneira mais completa possível”. O envolvimento com uma variedade de partes interessadas permite o acesso a diferentes pontos de vista e até cria "representações em miniatura do ambiente que permitem às empresas enfrentar problemas de forma holística e gerenciável".

Embora isso seja suficiente para responder a mudanças incrementais, antecipar mudanças radicais no ambiente exige entender as tendências sociais mais profundas e captar sinais fracos. Isso envolve uma investigação "fora da caixa", ou seja, envolver-se com organizações / indivíduos conectados remotamente. Sinais fracos, no entanto, geralmente resultam em informações bastante desafiadoras para o modelo de negócios, processo ou produto existente da organização e, portanto, são ignorados.

A marca das empresas mais inovadoras é a capacidade de captar esses sinais fracos e criar indústrias ou nichos de negócios completamente novos. O aproveitamento de conexões para criar conhecimento vital também é mencionado nas seções "Integrar sistemas" e "Construir resiliência".

6.5. Respondendo aos clientes

As organizações interagem com uma variedade de partes interessadas, todas com necessidades específicas. Seria altamente desafiador classificá-los por importância, mas os clientes provavelmente não viriam por último. De fato, parece crucial para uma empresa entender as expectativas dos clientes, a fim de responder o mais próximo possível dessas expectativas através do design e distribuição de produtos ou serviços.

Essa é a natureza do marketing, que se desenvolveu em um campo altamente sofisticado e vai além de apenas perceber as necessidades dos clientes para realmente influenciar seu comportamento. No entanto, o marketing nem sempre recebe toda a atenção dos principais tomadores de decisão.

Sentir e responder às necessidades dos clientes é fundamental para a filosofia lean, que recomenda fornecer '*just-in-time*' a quantidade exata exigida pelos clientes. As operações de manufatura enxuta e sua rede de suprimentos também são organizadas de acordo com o mesmo sistema '*pull*'. Uma célula de produção aguarda um sinal - 'kanban' em japonês - da célula abaixo da linha para produzir a próxima unidade. A alta capacidade de resposta está ligada à tomada de decisões descentralizada e é abordada mais amplamente na seção "Construir resiliência".

Também é fundamental para os modelos de negócios baseados em soluções, nos quais as empresas vendem um serviço e garantem um nível constante de desempenho, devendo, portanto, sentir prontamente qualquer variação e responder a ela. Os modelos de negócios baseados em soluções são abordados na seção "Otimizar".

6.6. Alavancando clientes e fornecedores para inovação e promoção

Para Damiao, Graca & Luz (2019), o conhecimento deve ser devidamente relacionado com inovação, tornando-se uma perspectiva e estratégia de negócio, além de ser imprescindível a troca de informações em um ambiente físico, o que potencializa a troca de conhecimentos e informações, e evita gastos desnecessários com deslocamentos, e falha de comunicação, por exemplo, afim de promover ideias com potencial econômico.

Ser responsivo aos clientes permite adaptar-se às suas necessidades nas fases de produção e entrega. A adaptabilidade no design do produto requer outra forma de relacionamento com o cliente. O desenvolvimento do produto deve vir como resultado da correspondência de informações de "necessidade", que são dos clientes, e informações de "solução", que são dos fornecedores.

Tradicionalmente, essa tarefa é realizada por fornecedores por meio de pesquisa de mercado dispendiosa e incerta e P&D. Organizações de recursos transferem-no para seus clientes, dando-lhes a liderança no desenvolvimento de produtos. Em 2002, C.K. Prahalad afirmou que "a convergência mais fundamental era entre o papel de produtor e o papel de consumidor em vez de tecnologias".

A inovação liderada pelo cliente ocorre na indústria pesada, como máquinas, bem como em bens de consumo, como camisetas ou computadores. Além dos clientes, "as empresas confiam cada vez mais em seus fornecedores como fonte de novos produtos e processos ou aprimoram os existentes". Existe uma tendência geral de abrir a inovação para colaboradores externos, o que reduz os custos de desenvolvimento de produtos e dá acesso a uma variedade muito maior de idéias.

A Procter & Gamble passou de "Pesquisa e desenvolvimento" para "Conecte-se e desenvolva", 50% de suas inovações em 2009 incluíram idéias de fontes externas. Agora, até os carros são projetados com o recurso de *crowdsourcing*. A inovação não é o único ganho ao aproveitar totalmente o potencial de clientes ou fornecedores.

O *Wordof-mouth* foi reconhecido como uma poderosa ferramenta de marketing: como foi demonstrado, alguns clientes são mais valiosos por meio de referências do que por compra direta. As empresas inteligentes aproveitarão suas conexões para acessar mais recursos, mais baratos ou mesmo gratuitos.

6.7. Engajamento dos funcionários

Obviamente, as organizações não devem apenas estar cientes dos interessados externos. Sentir e responder às suas necessidades e motivação de seus funcionários melhorará seu engajamento e, conseqüentemente, o desempenho das organizações, conforme abordado na seção "Vida de suporte".

Além disso, a descentralização da tomada de decisões para o nível de funcionário aprimora muito a capacidade da organização de detectar e responder às mudanças em seu ambiente, conforme abordado na seção "Construir resiliência". Além disso, a diversidade e a

criatividade dos funcionários são uma fonte de inovação em termos de processo e produto, conforme explicado pelo presidente da Nucor Ken Iverson: “A tecnologia está avançando muito rapidamente em muitas frentes. Nenhum pequeno grupo de executivos pode se manter totalmente informado”.

6.8. Recursos naturais e tecnológicos

Ser adaptável requer uma gestão inteligente dos recursos naturais e tecnológicos. Há uma “necessidade de uma mudança conceitual fundamental, afastando-se dos atuais projetos de sistemas industriais, que geram fluxos de material tóxicos, unidirecionais, do berço ao túmulo”, e em direção a um sistema do “berço ao tórax” alimentado por energia renovável, no qual fluxo de materiais em ciclos seguros, regenerativos e de malha fechada”. Esse conceito é inspirado diretamente na natureza, onde não há desperdício, pois é desperdício de alimentos.

Assim, "nos sistemas de produção em circuito fechado, modelados nos desenhos da natureza, toda produção é devolvida inofensivamente ao ecossistema como nutriente, como composto, ou se torna um insumo para a fabricação de outro produto". A fabricação benigna garantirá que a produção biológica possa ser reciclada inofensivamente, e o 'design para desmontagem' garantirá que a reciclagem de qualquer produção seja técnica e economicamente viável. O ciclo fechado pode ocorrer dentro de uma organização conforme evocada na seção "Otimizar" ou dentro de um sistema no caso de ecologia industrial evocada na seção "Integrar sistemas".

6.9. Integrar sistemas

De acordo com a BCIM, com recursos limitados e um ambiente em mudança, é melhor ser baseado em sistemas um pouco independente. A natureza trabalha com sistemas inteiros:

- Promovendo sinergias dentro das comunidades;
- Promover sinergias nas redes de energia, informação e comunicação;
- Criação de sistemas estendidos para reciclar continuamente resíduos em recursos.

A teoria dos sistemas permeou o pensamento dos negócios, que agora considera organizações "pouco interconectadas" que fazem parte de ecossistemas empresariais complexos. “Traçar os limites precisos de um ecossistema é um exercício acadêmico

impossível e, em qualquer caso,”, mas é provável que inclua fornecedores de finanças, tecnologia, produtos e serviços terceirizados, complementadores, concorrentes e clientes, agências reguladoras e meios de comunicação.

Além disso, os limites organizacionais tradicionais foram obscurecidos pela terceirização ou joint ventures. A teoria dos negócios, por sua vez, destacou a importância da interdependência e da co-evolução, reconhecendo que o desempenho e a sobrevivência das empresas dependem da saúde dos sistemas aos quais pertencem, independentemente de sua própria força.

Isso leva as empresas a reconsiderar suas interações nesses diferentes sistemas. Esta seção examinará primeiro as relações entre compradores e fornecedores, antes de passar para as relações com outras entidades comerciais e, finalmente, com o mundo não comercial. O relacionamento comprador-vendedor Os relacionamentos comerciais tradicionais são "ganha-perde" com "empresas que [usam] suas posições de liderança para extrair vantagem dos parceiros *upstream* e *downstream*" (WOMACK & JONES, 1994).

Mas pressionar os fornecedores por preços mais baixos não traz vantagem competitiva sustentável e custa à qualidade ou aos prazos de entrega. As cadeias de suprimentos também se tornaram redes de suprimentos. Eles são muito mais complexos e suas interdependências maiores do que nunca, exigindo um nível mais alto de colaboração.

A teoria dos negócios está, portanto, considerando as vantagens de se afastar da mera transação baseada em preço - descommoditização - para desenvolver parcerias. A tradição industrial japonesa e a filosofia lean - na qual “os relacionamentos com fornecedores devem ser de longo prazo e cooperativos” - oferecem inúmeros exemplos de tais práticas. "Cresça com a Toyota", o slogan do fabricante de automóveis por trás de sua filosofia de gerenciamento de suprimentos é apenas um exemplo. Colaboração, confiança, transparência e compromisso com a melhoria do relacionamento (kaizen) são destacados como as chaves para parcerias fortes, estáveis e mutuamente benéficas.

Parcerias fortes podem, no entanto, ser uma faca de dois gumes, uma vez que a “falha inesperada de um fornecedor principal pode ser desastrosa”. As organizações precisam ter um conhecimento profundo de seus parceiros para antecipar perturbações e até apoiar seus parceiros para evitar qualquer interrupção. Isso enfatiza ainda mais a importância da transparência e da colaboração e sugere que as empresas também precisam de uma extensa rede para encontrar rapidamente fontes alternativas, caso a interrupção seja inevitável.

O sucesso das organizações depende da saúde de seus fornecedores, mas também de seus clientes, o que pode ser mais difícil de avaliar no caso de um grande número de pequenos

clientes. A crise financeira de 2007-2010 ou a crise do setor de TI nos EUA no início dos anos 2000 mostrou que setores inteiros podem entrar em colapso devido à prática insustentável de fornecedores que destruíram sua própria base de clientes.

7. Biomimética na *Keystone* (pedra angular) e organizações de nicho

O conceito de interdependência é central para a empresa enxuta, como defendido por Womack & Jones: "um grupo de indivíduos, funções e empresas legalmente separadas, mas operacionalmente sincronizadas". Enquanto eles argumentam que a empresa enxuta é apenas uma construção teórica, parece muito próxima dos ecossistemas de negócios, conforme observado e descrito pelos autores.

Como na natureza, os ecossistemas comerciais, incluindo organizações / espécies-chave e organizações de nicho / espécies. As organizações da *Keystone* controlam ativos - distribuição, tecnologia ou marca - que são vitais para seus ecossistemas. Essa posição central permite que eles negociem uma parcela maior do valor total produzido pelo ecossistema. Os players de nicho representam a maior parte do ecossistema e fazem sua diversidade.

Eles são responsáveis pela maior parte da criação de valor e inovação e fornecem ao sistema uma "capacidade de absorver choques externos". Eles dependem dos ativos dos *keystones* e geralmente são bloqueados por causa dos investimentos que fizeram na construção de um relacionamento com os *keystones*. Estes últimos, por sua vez, dependem do valor criado pelas organizações de nicho e precisam investir para manter e melhorar os ativos estruturais, incentivar conexões e inovação.

As pedras angulares, portanto, exercem "uma forte influência sobre os processos co-evolutivos". Em 1993, foi dado o exemplo de duas pedras fundamentais na indústria de TI: Apple e Tandy. Tandy foi verticalmente integrado, controlou toda a cadeia de valor e desencorajou qualquer iniciativa independente fora de seu controle. Por fim, sufocou seu próprio ecossistema, enquanto a Apple incentivou players independentes a se unirem a ele e alavancou suas inovações.

7.1. Trabalho em rede

Assim como no relacionamento comprador-vendedor, o conceito de interdependência é central no relacionamento de nicho-chave. Além dessas relações críticas, há espaço para uma ampla gama de interações mutuamente benéficas. Eles podem ser amplamente descritos como redes, em favor dos quais foram sugeridos quatro argumentos principais: eficiência

coletiva, aprendizado e tomada de riscos e a interseção de diferentes conjuntos de conhecimentos. Isso também se refere à noção de clusters, conforme descrito.

As empresas unem forças com concorrentes ou organizações fora do setor direto quando compartilham interesses em comum. Eles podem precisar mutualizar investimentos dispendiosos ou iniciativas estruturais, como pesquisa de mercado, influência de regulamentos ou opinião pública. Eles também podem compartilhar segmentos de clientes com complementadores.

Em seu livro '*Coopetition*' (1997), Brandenburger e Nalebuff cunharam esse termo para "referir-se a organizações que vendem produtos que aumentam o valor dos produtos de outra empresa para os clientes. Exemplos são empresas que vendem hardware de computador colaborando com empresas de software e postos de gasolina vinculados a empresas de fast-food".

Outro tipo de rede é a ecologia industrial, que, como os clusters, implica proximidade física: as empresas "cooperam usando os resíduos de cada um e os fluxos de energia desperdiçados como recursos". Isso, por sua vez, reduz a quantidade de matérias-primas ou energia extraída, bem como o fluxo de resíduos. Essas práticas industriais do "berço ao berço" também são abordadas nas seções "Adaptar" e "Suporte à vida".

7.2. Além das partes interessadas do negócio

Além dos interesses comerciais, a teoria dos negócios reconheceu que as empresas operam em sistemas socioecológicos mais amplos, que estão aninhados em sistemas maiores e fazem parte de um sistema finito: o planeta. De acordo com John Kay, "os negócios existem para servir a propósitos sociais e gozam de legitimidade a curto prazo e sobrevivência a longo prazo apenas na medida em que esses negócios atendam a esses fins".

John Kay é um dos principais economistas da Grã-Bretanha. Seus interesses se concentram nas relações entre economia e negócios.

As empresas, ele destaca, são organizações complexas interagindo com um ambiente complexo e respondendo a vários e às vezes interesses conflitantes. Algumas empresas foram estabelecidas com princípios filantrópicos, como a gigante indiana Tata. Para o fundador Jamsetji Tata "em uma empresa livre, a comunidade não é apenas outra parte interessada no negócio, mas é, de fato, a própria razão de sua existência".

No entanto, devido ao crescente foco no desempenho financeiro, uma grande maioria das empresas perdeu gradualmente o contato com seus objetivos sociais, criando tensões nos

níveis social e ambiental. As iniciativas de Responsabilidade Social Corporativa começaram a abordar a questão e agora estão transformando estratégias de negócios, graças a uma crescente preocupação com a sustentabilidade.

Os líderes empresariais agora são aconselhados a desenvolver “metas compartilhadas com um amplo conjunto de partes interessadas - clientes, grupos de interesse e até concorrentes e adversários”, gerentes da cadeia de suprimentos para “colaborar com membros não tradicionais, como ONGs, reguladores, concorrentes e membros da comunidade. ”E“ tratam essas entidades como fornecedores de conhecimento, não como fontes potenciais de problemas ”.

Portanto, as empresas são convidadas a olhar além do ecossistema de negócios para os sistemas mais amplos dos quais dependem. Isso foi muito bem articulado em torno do conceito de valor compartilhado, que defende Responsabilidade Social Corporativa estratégica ou iniciativas filantrópicas que melhoram as condições da estrutura de suprimentos da empresa (infraestrutura, saúde e educação etc.) e atendem às comunidades de fornecedores e aos interesses da empresa.

O não envolvimento com as partes interessadas corre o risco de não fazer parte da co-evolução do sistema e ser eliminado gradualmente. De acordo com Jean-Paul Jeanrenaud, chefe internacional de relações corporativas do WWF, nenhuma das empresas madeireiras que se recusou a participar do desenvolvimento do selo FSC (*Forestry Stewardship Council*) ainda está no mercado hoje, enquanto todos os que participaram ainda estão operando .

8. Biomimética e seus valores

De acordo com o BCI, em tempos de incerteza, é melhor basear-se em uma bússola de valores do que em um ponto de destino fixo ou em um conjunto de métricas predefinidas. A natureza reflete valores por:

- Saber o que é realmente importante para as comunidades em que você vive, interage e causa impacto;
- Usar valores como o principal impulsionador de resultados positivos;
- Medir o que é avaliado em vez de avaliar o que é medido.

“Ninguém conseguiu organizar deliberadamente todas as atividades que acontecem em uma sociedade complexa”, em que John Kay cita Friedrich August von Hayek e aponta para o desempenho das economias ocidentais em relação ao planejamento soviético.

Friedrich August von Hayek CH FBA (8 de maio de 1899 - 23 de março de 1992), frequentemente referido por suas iniciais F. A. Hayek, era um economista e filósofo austríaco-britânico mais conhecido por sua defesa do liberalismo clássico. Hayek compartilhou o Prêmio Nobel de Ciências Econômicas de 1974 com Gunnar Myrdal por seu "trabalho pioneiro na teoria da moeda e das flutuações econômicas e [...] análise penetrante da interdependência dos fenômenos econômicos, sociais e institucionais". Seu relato de como a mudança de preços comunica informações que ajudam as pessoas a coordenar seus planos é amplamente considerado uma conquista importante na economia, levando ao seu Prêmio Nobel.

Em um ambiente complexo, ações e relacionamentos não são planejados e controlados por regras e procedimentos. A teoria dos negócios sugere que eles sejam guiados por cultura e valores. Também veremos nesta seção como os valores se traduzem em valor, como precisam permanecer adaptáveis e, finalmente, abordar a idéia de medir valores.

8.1. Valores fornecem orientação

Os valores se referem a uma compreensão do que importa para as comunidades - em nível coletivo e individual - e para os ecossistemas naturais nos quais uma organização opera. Isso leva a uma apreciação de que contribuição dar ao sistema mais amplo - valores como objetivo e visão: “Os funcionários já agiram principalmente de acordo com as regras e decisões que lhes foram transmitidas, mas agora recorrem fortemente ao entendimento compartilhado de uma missão”. Isso se refere à idéia de intenção estratégica de Hamel e Prahalad: um objetivo simples e conciso que é facilmente compreendido e pode ser sustentado por turbulências.

Hamel e Prahalad argumentam que as empresas ocidentais se concentram em reduzir suas ambições para combinar recursos e, como resultado, buscam apenas vantagens que possam sustentar. Por outro lado, as empresas japonesas aproveitam os recursos acelerando o ritmo do aprendizado organizacional e tentam atingir objetivos aparentemente impossíveis. Essas empresas promovem o desejo de ter sucesso entre seus funcionários e o mantêm, divulgando a visão da liderança global. Foi assim que a Canon tentou "derrotar a Xerox" e a Komatsu decidiu "cercar a Caterpillar". Essa intenção estratégica geralmente incorpora metas extensas, que forcem as empresas a competir de maneiras inovadoras. Neste artigo, premiado com o McKinsey, Hamel e Prahalad descrevem quatro técnicas que as empresas japonesas usam: criando camadas de vantagem, buscando “tíjolos soltos”, alterando os termos do compromisso e competindo por meio da colaboração.

Também leva a uma noção do que não fazer para evitar causar danos - valores como um espaço de ação. De acordo com a teoria cibernética dos sistemas, “a evolução bem-sucedida do sistema deve ser guiada tanto pela “prevenção de noxiants” quanto pela busca dos fins desejados. [...] Quer examinemos os Dez Mandamentos ou os sistemas jurídicos contemporâneos, encontramos o princípio de evitar noxiants que definem um espaço de

comportamento aceitável dentro do qual os indivíduos podem agir, inovar ou se auto-organizar como bem entenderem.

Nas organizações, a cultura e os "valores fundamentais" definem esse espaço. Portanto, os valores orientam as ações e promovem decisões consistentes tomadas em nível de campo em diversos contextos culturais. Eles compõem o DNA corporativo e agem como um forte fator de integração, "que permite a colaboração entre diversas pessoas", e pode ser encontrado em qualquer parte de toda a organização que promova a resiliência.

Os valores protegem ainda mais as organizações da deriva da missão e fornecem "uma justificativa para investimentos de longo prazo, onde os casos de negócios imediatos são mistos ou pouco claros". Conseqüentemente, os líderes de empresas culturalmente inovadoras estão "obcecados com o desenvolvimento de valores e atuando como modelos".

8.2. Valores se traduzem em valor e sustentabilidade

Os valores também atuam como um filtro e um "tecido conjuntivo". Eles ajudam as organizações a serem mais eficazes na seleção e modelagem de relacionamentos sustentados com partes interessadas externas e funcionários. Como descrito anteriormente, eles envolvem um claro senso de missão e de limites à ação.

Os valores, portanto, tornam a organização útil (valiosa) para seus stakeholders - funcionários, fornecedores, clientes ou investidores - que terão maior probabilidade de ajudá-la a se adaptar e apoiá-la diante de convulsões. Assim, os valores aumentam a resiliência da organização e também se traduzem em valor, como demonstrado na Tata por Witzel, que destacou a "relação linear [...] entre os valores que a Tata adota e vive, e o valor da marca".

A colocação de valores essenciais antes do lucro é um fator de sucesso e sustentabilidade dos negócios, como demonstrado por estudos realizados pela empresa de petróleo Shell no início dos anos 80 e por Collins e Porras sobre 'empresas visionárias' em 1994.

Este é um livro sobre empresas visionárias. Jim Collins e Jerry Porras neste livro inovador que destroem mitos, fornecem novas idéias e orientações práticas para aqueles que gostariam de construir empresas de referência que resistem ao teste do tempo.

8.3. Os valores devem permanecer adaptativos

Existe o risco de que a cultura e os valores de uma organização se tornem muito fortes e, portanto, muito rígidos. Eles "desencorajariam a adaptação incentivando o narcisismo e a

falta de reflexividade, exemplificando um sistema congelado”. As organizações devem evitar a síndrome do jeito que sempre foi feito aqui.

Por outro lado, se a cultura e os valores são muito maleáveis, a organização pode estar sujeita a desvios de missão. Há um bom equilíbrio a ser encontrado, que pode ser influenciado por fatores encorajadores ou desencorajadores que fortalecem a cultura e os valores - símbolos e laços dentro da organização - e fatores que os enfraquecem, como vínculos com organizações externas.

Os valores - como objetivo e espaço para ação - devem promover uma abordagem em evolução do futuro e ajudar as organizações a encontrar o equilíbrio certo entre continuidade e mudança, exploração e exploração.

8.4. Valor de aplicação

Como empresas, os valores são traduzidos em uma estratégia de resultado triplo, usando um novo conjunto de medidas para medir custos e benefícios, um fim de refinar sua estratégia, definir esquemas de recompensa e comunicar resultados. Parece ser muito desafiador, mesmo para organizações líderes, e ainda não foram amplamente adotados padrões de relatórios.

Como as empresas que lideram o caminho em "relatórios de sustentabilidade expandidos", como a Timberland, podem influenciar os padrões futuros e colocar à frente da concorrência. No entanto, é questionável se os impactos sociais e ambientais sempre podem ser medidos. Por exemplo, nos serviços de saúde, como medidas de qualidade podem custar relacionamentos emocionais e interpessoais ainda cruciais. Existe o risco de se concentrar no que é mensurável às custas do resto.

Novas iniciativas de relatórios, como "Contabilidade para pessoas", recentemente adotaram a idéia de "contabilidade narrativa" para recursos não mensuráveis. Essa questão também é uma questão de cultura, conforme ilustrado por Ouchi, que relacionou em 1981 ou choque cultural entre 'Administração por Objetivos' e administração japonesa por filosofia e valores.

Bill Ouchi, um dos escritores seminais sobre cultura organizacional, referiu-se a esse fenômeno como "controle de clãs". Ele disse: "Quando você aprender a controlar sua cultura, sua cultura controlará seus funcionários".

8.5. Suporte à vida

De acordo com a BCI, a longo prazo, é preciso menos esforço e menos recursos para apoiar as atividades de construção de vida do que para ser prejudicial ou tóxico e, posteriormente, aumentar o custo. A natureza apoia atividades de construção de vida por:

- Aproveitar a informação e a inovação, em vez de energia e materiais;
- Criar suporte para componentes individuais que possam suportar todo o ecossistema e apoiar o ecossistema para que ele possa dar suporte ao indivíduo;
- Tornar os produtos à base de água, renováveis, de base biológica e biodegradáveis.

Aplicada aos negócios, a vida pode ser metaforicamente vista como a saúde e a sobrevivência das organizações empresariais, que se vinculam ao princípio 'Construir resiliência' por sua capacidade interna de se adaptar e recuperar após distúrbios e o princípio 'Integrar sistemas' por sua interdependência. A vida também pode ser levada literalmente e se referir à saúde e segurança - e sem dúvida ao engajamento das pessoas - e à gestão ambiental: prevenção da poluição e gerenciamento sustentável de recursos.

8.6. Pessoas

A maioria das empresas declararia hoje, pelo menos publicamente, que seu pessoal é seu principal patrimônio, o que não tem sido o caso ao longo da história industrial. Desde os estudos revolucionários de Hawthorne, o envolvimento dos funcionários tem sido amplamente pesquisado.

Conforme descrito por Gallo (2010, p. 11), “Uma pessoa pode ter a melhor ideia do mundo – totalmente original e inovadora – mas, se ela não for capaz de convencer as outras pessoas, a ideia não terá nenhuma importância”, com isso, entende-se a necessidade de promover uma relação harmônica no processo de gestão de pessoas, promovendo relacionamento baseados em confiança e determinação.

Embora a motivação humana seja um tópico altamente complexo, sujeito a uma ampla gama de definições, agora é aceito que a cooperação é o tipo de relacionamento - ou contrato psicológico - entre uma empresa e sua equipe que gera o mais alto nível de engajamento. Requer um alinhamento de valores e objetivos (conforme sugerido na seção "Navegar por valores") e, é claro, respeito mútuo. O envolvimento dos funcionários é demonstrado pelo suporte à marca corporativa, o que só acontece se a empresa por trás da marca suportar.

Essa filosofia de relações mutuamente benéficas com os funcionários também é relevante quando expandida para a comunidade mais ampla da qual os funcionários e a

empresa fazem parte, como ilustrado pela liderança holística sob a qual a empresa indiana Tata foi criada: eles seriam mais motivados, trabalhariam mais, aumentariam a produção e gerariam mais riqueza.

Isso seria bom para a empresa, para os próprios trabalhadores e para a Índia. Cada vez mais, com o passar do tempo, (Jamsetji Tata - fundador da Tata) obscureceu a distinção entre as responsabilidades econômicas e sociais dos negócios”. Isso está relacionado à idéia de valor compartilhado mencionada na seção "Integrar sistemas".

8.7. Planeta

Com o surgimento da crise ambiental - esgotamento de recursos, poluição e mudança climática - a gestão ambiental se tornou um tema importante para os negócios. No entanto, a maioria das iniciativas visa reduzir os impactos negativos: fazer "menos mal". Em vez de abordar a causa do problema - as profundas falhas de design -, trata-se de "estabelecer metas e usar práticas que sustentem um sistema fundamentalmente defeituoso".

Consequentemente, essas iniciativas acabam sendo compensadas no nível macro pelo crescimento populacional e econômico e pelo aumento da extração, produção e poluição: menos danos são causados por unidade produzida, mas mais unidades são produzidas em geral.

No entanto, toda a economia depende de recursos e serviços de ecossistemas saudáveis. Enquanto no sistema industrial as máquinas são um substituto fácil para o trabalho, “nenhuma tecnologia ou quantidade de dinheiro pode substituir um clima estável e uma biosfera produtiva.

Mesmo o preço adequado não pode substituir o preço inestimável". A única abordagem sustentável é um impacto positivo líquido na natureza. "Em última análise, os negócios devem restaurar, sustentar e expandir os ecossistemas do planeta para que possam produzir seus serviços vitais e recursos biológicos ainda mais abundantemente".

As grandes empresas estão tomando medidas nessa direção e, cada vez mais, o risco de reputação de ser percebido como hostil ao meio ambiente agora é ultrapassado pelo risco de escassez de oferta no médio prazo. Como a ecoeficiência reativa é substituída pela ecoeficiência proativa, os negócios evoluem para modelos orientados a soluções e de circuito fechado, conforme discutido na seção "Otimizar".

A revisão da literatura acima demonstra um amplo apoio aos Princípios da Natureza como um todo. A estrutura claramente ressoa com as principais tendências subjacentes à

evolução do ambiente de negócios, desde a era estável, rígida e simples do taylorismo e burocracias até uma era de rede, complexidade, imprevisibilidade, hiperflexibilidade e limitações de recursos. Os princípios da natureza estão relacionados a um amplo conjunto de teorias de negócios e, em particular:

- Gestão da qualidade total (TQM) - Deming, Juran;
- Lean - Womack e Jones;
- Organizações de aprendizado / holográficas - Senge, Morgan;
- Ecossistemas de negócios - Moore, Iansiti e Levien, além de Brandenburger e Nalebuff com 'Coopetition';
- Inovação - Christensen, von Hippel, Bessant;
- Teoria do gerenciamento da cadeia de suprimentos sustentável (SSCM) - Carter, Rogers, Pagell e Wu e, mais recentemente, Porter e Kramer com "Valor compartilhado";
- Competência básica, intenção estratégica, capacidade de evolução - Hamel e Prahalad, Hayes e Pisano;
- Gestão por valores - Kanter, Morgan, Witzel;
- Capitalismo natural, do berço ao berço e modelos de negócios baseados em soluções - Hawken, Lovins e Hunter Lovins, McDonough e Braungart.

2. METODOLOGIA DA PESQUISA

Este projeto baseou-se na exploração bibliográfica, buscando-se artigos científicos, teses, dissertações e livros, que conforme Minayo (2012), o conhecimento é obtido por meio de pesquisas incessantes de fontes confiáveis, e a pesquisa possibilita o entendimento e a influência da realidade que está sendo investigada.

A metodologia baseou-se na exploração bibliográfica primária, que é definida por Maia (2011), como a captação da percepção de diferentes autores por meio da discussão dos capítulos, considerando os pontos e contrapontos de todos os autores referenciados, em que a sistematização da pesquisa está organizada em capítulos, divididos por assunto, buscando artigos científicos, teses, dissertações e livros, nas principais bases de dados SciELO e Google Acadêmico.

3. CONCLUSÃO

No processo de revisão da literatura, pode-se depreender que essas teorias abrangem muitos aspectos do gerenciamento de negócios - as finanças são a exceção mais notável - e se referem a práticas de negócios que variam de generalizadas a emergentes e "ainda a serem aplicadas". A relevância do *lean* e do TQM, por exemplo, é comprovada há muito tempo na indústria japonesa.

O papel estratégico dos valores ou a importância das redes, diversidade e redundância para a inovação também foram claramente demonstrados. Modelos como a organização de aprendizagem, a empresa enxuta (no sentido de um ecossistema coordenado) ou do berço ao berço ainda devem ser aplicados em escala maior para provar sua viabilidade além do apelo conceitual. A variedade dessas abordagens e sua "maturidade" destaca que a prática e o pensamento dos negócios estão em andamento e desafiam a ideia de uma teoria abrangente e definitiva dos negócios.

Em segundo momento, entende-se que existem contradições entre algumas dessas teorias e entre um modelo específico e os Princípios da Natureza. O Lean, por exemplo, requer a eliminação do excesso (muda em japonês) e processos padronizados. Por isso, entra em conflito com as idéias de redundância e diversidade - que são centrais para os Princípios da Natureza e para a teoria da inovação.

Sendo obcecadas com a excelência operacional e a melhoria incremental, as organizações enxutas têm, portanto, dificuldade em inovar radicalmente. Essas contradições mostram as vantagens e desvantagens necessárias do gerenciamento de negócios e, portanto, o desafio de definir um modelo de 'bala de prata' que seria relevante em uma ampla gama de situações da vida real.

Além disso, no decorrer da revisão, viu-se que os "Princípios da natureza" são muito amplos e conceituais. Eles não apenas cobrem o gerenciamento organizacional e questões "suaves", mas também são relevantes para questões "mais difíceis", como operações, design e produção. No entanto, embora a revisão da literatura tenha mostrado que eles podem ser vinculados a abordagens práticas, parece um desafio elaborar um conjunto claro de recomendações práticas ou evidências desses princípios gerais.

Contudo, parece haver uma necessidade de desambiguação em torno do conceito de valores. A revisão da literatura sugere que os valores orientadores definem um espaço de ação - 'o que não fazer' - e um objetivo e visão - 'o que fazer' agora e a longo prazo. Os valores como espaço de ação referem-se à ética e, portanto, a um conjunto de princípios universais - com potenciais variações locais, o que é discutível, mas está fora do escopo deste artigo.

Valores como objetivo e visão são, no entanto, específicos para cada organização. Nos Princípios da Natureza, 'Navegar por valores' menciona 'Saber o que é realmente importante para as comunidades em que você vive, interage e causa impacto' e 'Usar valores como o principal fator para resultados positivos' e parece não fazer distinção. Isso pode ser explicado por uma das diferenças fundamentais entre os seres humanos e o resto da natureza: o potencial de indivíduos ou organizações humanos moldarem intencionalmente seu ambiente. Este tópico é desenvolvido e revisa brevemente a história das analogias biológicas.

Em conclusão, a revisão da literatura demonstra que os Princípios da Natureza como um todo parecem bem suportados pela literatura de negócios e formam uma estrutura abrangente, porém conceitual. No entanto, isso não significa que eles descreveriam um modelo inclusivo e definitivo de 'bala de prata' que seria relevante entre setores, situações ou tipos de organização, concluindo-se que a própria possibilidade de definir esse modelo é de fato ilusória.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-BAIK, O.; MILLER, J. **Integrative Double Kaizen Loop (IDKL):** Towards a Culture of Continuous Learning and Sustainable Improvements for Software Organizations. *Transactions on Software Engineering*, v. 45, p. 1189-1210, 2019.
- ANDRADE, M.M. **Introdução à metodologia do trabalho científico:** elaboração de trabalhos na graduação. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- BAR-COHEN, Y. *Biomimetics: biologically inspired technology*. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/242526086>> Acesso em: 12 mai. 2020.
- BHUSHAN, B. *Biomimetics*. *Phil. Trans. R. Soc. A*, v. 367, p. 1443–1444, 2009.
- CANALTECH. **CES 2018:** empresa cria pijama inteligente para pacientes com problemas mentais. 08 jan. 2018. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/saude/ces-2018-empresa-cria-pijama-inteligente-para-pacientes-com-problemas-mentais-106164/>> Acesso em: 23 jun. 2020.
- CHAYAAMOR-HEIL, N.; FRANÇOIS GUÉNA, F.; HANNACHI-BELKADI, N. *Biomimétisme en architecture. État, méthodes et outils*. Disponível em: <<http://journals.openedition.org/craup/309>> Acesso em: 12 mai. 2020.
- DAMIAO, D.; GRACA, C. A.; LUZ, M. C. V. **Doutores da inovação:** ideias e práticas para competitividade e desenvolvimento econômico. 1. ed. São Paulo: Agende, 2019.
- DARGENT, E. *Biomimicry for business? to the University of Exeter as a dissertation towards the degree of Master of Business Administration*. MBA 2010-2011, 16 September 2011, 69 p.
- GALLO, C. **Inovação:** A Arte de Steve Jobs. São Paulo: Editora Lua de Papel, 2010.
- HWANG, J.; JEONG, Y.; PARK, J. M.; LEE, K. H.; HONG, J. W.; CHOI, J. *Biomimetics: forecasting the future of science, engineering, and medicine*. *Int J Nanomedicine*, v. 10, p. 5701–5713, 2015.
- LEONARD VINCI. *Biomimetics and the power of nature*. Disponível em: <<https://leonard.vinci.com/en/biomimetics-and-the-power-of-nature/>> Acesso em: 12 mai. 2020.
- LIMA-JUNIOR, E. M. *et al.* **Uso da pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*), como curativo biológico oclusivo, no tratamento de queimaduras**. Fortaleza, CE: Universidade Federal do Ceará. *Rev Bras. Queimaduras*, 2017.
- MAIA, P. L. **Abc da Metodologia:** o métodos e técnicas para elaborar trabalhos científicos (ABNT). São Paulo: Editora Leud, 2011.
- MARCONI, M.A. & LAKATOS, E.M. **Fundamentos da metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MINAYO, M. C. S. **Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade.** Ciência & Saúde Coletiva, 2012.

MIRANDA, M. J. B.; BRANDT, C. T. **Xenoinxerto (pele da Tilápia-do-Nilo) e hidrofibra com prata no tratamento das queimaduras de II grau em adultos.** Recife-PE: Universidade Federal de Pernambuco, Rev. Bras. Cir. Plást., 2019.

SIQUEIRA, E. **Pijama inteligente monitora sua saúde durante a noite.** 18 abr. 2019. Disponível em: <<http://www.mundodigital.net.br/index.php/destaque/11464-pijama-inteligente-monitora-sua-saude-durante-a-noite>> Acesso em: 23 jun. 2020.

VITOR, D. **SUS poderá incorporar pele de tilápia para tratamento de queimados.** 09 mai. 2019. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2019-05/sus-podera-incorporar-pele-de-tilapia-para-tratamento-de-queimados#:~:text=De%20acordo%20com%20a%20pesquisa,perda%20de%201%C3%ADquidos%20e%20prote%C3%ADnas.>> Acesso em: 23 jun. 2020.

WANINGEN UNIVERSITY & RESEARCH. ***Biomimicry and its place in business management.*** Disponível em: <<https://edepot.wur.nl/418560>> Acesso em: 12 mai. 2020.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. ***From Lean Production to the Lean Enterprise.*** Harvard Business Review, v. 72, n. 2, p. 93-103, 1994.