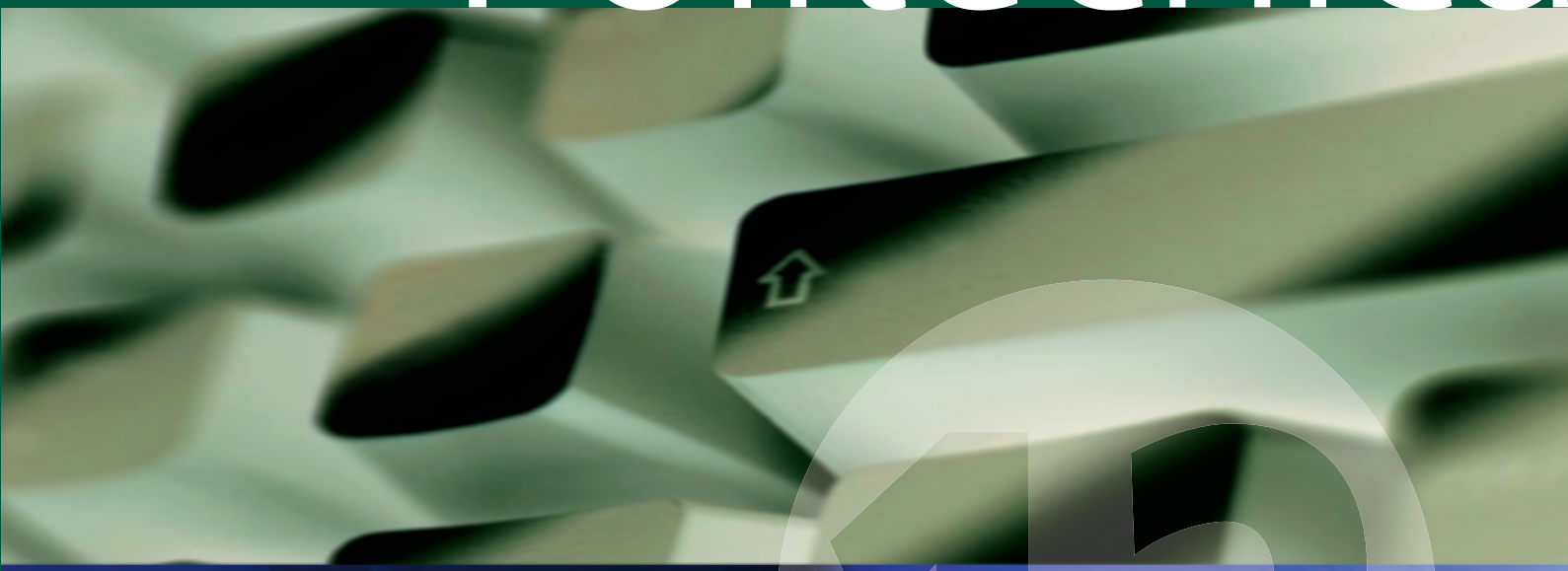
número 12 Semestral I Dezembro 2005

ISPGAYA

Instituto Superior Politécnico Gaya

Politécnica



12

Investigação I Divulgação I Curiosidades

Sumário

Editorial 3

As competências nucleares e os factores-chave de sucesso 7
António C. Moreira

A escola para todos e a Declaração de Bolonha 15
José Carlos Pereira de Morais

Grafos e suas aplicações (I) 19
Maria do Rosário Moreira

Contributos da satisfação e fidelização na adopção de uma estratégia de CRM 21
José Duarte Santos

Comunicações Ópticas 29
Hugo Oliveira, João Garcia, Joel Luz

Teorema do ponto fixo (I) 39
Nelson Manuel Amoêdo

Problemas e Curiosidades 45
Joaquim Albuquerque de Moura Relvas

Submissão de artigos 47

Revista Politécnica nº 12

Director	João de Freitas Ferreira
Director Adjunto	José Manuel Moreira
Corpo Editorial	Ana Paula Cabral
	Joaquim Moura Relvas
	José Duarte Santos
Comissão Científica	Armando Coelho Silva (Univ. Porto)
	Augusto Ferreira da Silva (ISPGaya)
	Ferreira da Silva (Univ. Porto)
	João Álvaro Carvalho (Univ. Minho)
	Joaquim Agostinho (Univ. Porto)
	José Manuel Moreira (ISPGaya)
	José Tavares (Univ. Aveiro)
	Maciel Barbosa (Univ. Porto)
	Mário Dias Lousã (ISPGaya)
	Nelson Neves (ISPGaya)
Marketing e Relações com o Exterior	José Duarte Santos
Secretariado	Andreia Reis
Editor	João de Freitas Ferreira
Design	José Eduardo
	Jeduardo_designer@clix.pt
Pré-impressão e impressão	Claret - Companhia Gráfica do Norte
	Rua do Colégio, 69 - Carvalhos
	4415-284 Pedroso

Tiragem: 500 exemplares

Preço número avulso: € 3,25

Propriedade da CEP - Cooperativa de Ensino Politécnico, CRL

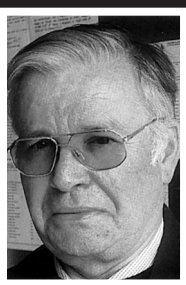
Administração e redação:
Instituto Superior Politécnico Gaya
Rua António Rodrigues da Rocha 291, 341 – Santo Ovídio
4400-025 Vila Nova de Gaia
www.ispgaya.pt
Tels. 22 374 57 30 / 3
Fax 22 374 57 39

ISSN: 0874-8799
Registo DGCS nº 123623
Depósito Legal nº 153740/00
Publicação semestral

Os artigos são da exclusiva responsabilidade dos seus autores.
As opiniões expressas pelos autores não representam necessariamente posições da CEP.

Editorial

A Revolução de Bolonha



João de Freitas Ferreira
Presidente do Instituto Superior Politécnico Gaya
Rua António Rodrigues da Rocha, 291, 341
Santo Ovídio, 4400-025 Vila Nova Gaia

O governo do Eng. Sócrates fez aprovar, no primeiro ano do seu mandato, um vasto acervo legislativo conducente à adequação do sistema do ensino superior português ao Processo de Bolonha, a saber, a alteração da Lei de Bases do Sistema Educativo (Lei nº 49/2005, de 30 de Agosto) e a sua regulamentação através dos diplomas: a) o regime jurídico dos CET – Cursos de Especialização Tecnológica (ainda não publicado em D.R.), b) o regime especial de acesso ao ensino superior para maiores de 23 anos (Decreto-Lei nº 64/2006, de 21 de Março) e c) graus e diplomas a atribuir pelo ensino superior (Decreto-Lei nº 74/2006, de 24 de Março).
Analisados estes documentos, paira no ar uma grande preocupação: O que é que vai mudar, realmente, com a entrada em vigor do Processo de Bolonha?

1. A Lei de Bases do Sistema Educativo, na sua nova versão, altera apenas as secções e os artigos relacionados com o Ensino Superior, tendo em vista a adequação deste ao Processo de Bolonha (Subsecção IV, artigos 11º a 18º). Esta redacção redefine os objectivos do ensino superior (art.11º); diferencia o ensino universitário do ensino politécnico (art. 11º); revoga as antigas regras de acesso ao ensino superior e implementa um novo sistema (art. 12º); organiza a formação por créditos (art. 13º); reconhece o novo sistema de graus académicos e de diplomas do ensino superior (art. 13º e art. 13º - A); estabelece a mobilidade dos estudantes entre estabelecimentos de ensino superior nacionais e estrangeiros (art. 13º); e fomenta a formação pós-secundária que alarga também ao ensino superior (art. 13º - C).

2. O Decreto-Lei sobre o regime jurídico dos CET regulamenta a estruturação destes cursos, valoriza a formação tecnológica, atribui aos candidatos diplomas de nível quatro com base nas suas competências profissionais, garante ao candidato o acesso ao ensino superior e confere aos conselhos científicos das instituições a capacidade para reconhecerem alguns créditos obtidos durante o curso. Por sua vez, estes cursos passam a ser ministrados também pelas instituições de ensino superior.

3. O Decreto-Lei nº 64/2006, de 21 de Março, "regulamenta as provas especialmente adequadas a avaliar a capacidade para a frequência do ensino superior dos maiores de 23 anos", que não estejam habilitados com um curso do ensino secundário ou equivalente. Para tal, eliminam-se os exames ad hoc e responsabilizam-se as instituições pela selecção dos candidatos, tendo por base as suas competências profissionais. Com estas medidas, pretende-se ainda melhorar rapidamente a produtividade e a competitividade do tecido laboral português, dando formação de nível superior a candidatos, cujo currículo escolar e profissional revele conhecimentos e competências relevantes.

4. O Decreto-Lei nº 74/2006, de 24 de Março, sobre os graus e diplomas do ensino superior, vem regulamentar o quadro das formações proposto na LBSE (Lei nº 49/2005, de 30 de Agosto), definindo os princípios reguladores de instrumentos necessários para a criação do espaço europeu de ensino superior de acordo com a matriz do processo de Bolonha.
As primeiras iniciativas que conduziram à Declaração de Bolonha (Convenção de Lisboa em 1997 e Declaração da Sorbonne em 1998) tinham apenas um objectivo fundamental: a mobilidade de professores e alunos entre instituições europeias e países terceiros. Posteriormente, reconheceu-se que, para se atingir esse objectivo, se impunha a aceitação de outros objectivos importantes, também de natureza académica, a saber, o reconhecimento das qualificações obtidas noutras escolas, a aceitação dos ciclos de estudo praticados noutras instituições e a construção do Espaço Europeu do Ensino Superior, coerente, competitivo e mundialmente atractivo. Só mais tarde, foram introduzidos outros objectivos de ordem socio-profissional: maior empregabilidade dos diplomados e aumento da competitividade. É destes objectivos que nos vamos ocupar.

a) Comecemos pela mobilidade de professores e estudantes (art.44º e 45º). Esta não se limita apenas ao intercâmbio de docentes e discentes entre instituições europeias; hoje, em termos de urgência, dá-se a

prioridade à mobilidade entre instituições europeias e instituições de outros continentes. Segundo o entendimento do Prof. Doutor Alberto Amaral, "a Europa é um continente com uma população envelhecida e com um número insuficiente de jovens, que vai procurar resolver este problema importando sangue novo, que vai procurar competir com os Estados Unidos e, provavelmente, com o Japão para conseguir atrair um conjunto de jovens de alta craveira para que os possa formar e que depois ajudem a Europa a tornar-se mais competitiva. Esses jovens vêm da Índia, da China, do Paquistão, de todo o Leste da Ásia, da América Latina, para que, de certo modo, façam uma melhoria genética do nosso velho sangue. Ou seja, que compensem a falta de jovens europeus por meio de uma política de imigração de qualidade". (Amaral, A. (2005). Bolonha e a Economia. In Fernandes, R.A. (Org.), "Temas do Processo de Bolonha", p.106. Ed. CNAVES – Fundação Oriente. Lisboa.).

b) Este novo tipo de ensino superior pretende substituir o antigo sistema de "aulas magistrais", centradas no professor e orientadas para a "transmissão de conhecimentos," por outro sistema virado para o trabalho do aluno e para o desenvolvimento das suas competências. A alteração agora proposta não se deve limitar a uma reorganização formal dos conteúdos e à introdução de novas metodologias; espera-se que seja uma alteração profunda, quanto à substância e aos métodos, e "participada por estudantes e professores" (Preâmbulo ao Diploma e todo o Título IV, que abrange os artigos 61° a 66º).

c) O diploma em análise regulamenta, ainda, os dois subsistemas do ensino superior (universitário e politécnico) e "clarifica" os seus objectivos a partir do referente europeu comparável e da LBSE: O ensino universitário está orientado para a investigação científica e a criação do saber, e fomenta " o desenvolvimento das capacidades de concepção, de inovação e de análise crítica"; o ensino politécnico está orientado para a investigação aplicada e para "o desenvolvimento da compreensão e solução de problemas concretos (...) com vista ao exercício de actividades profissionais". O ensino politécnico "confere os graus académicos de licenciado e de mestre" e o ensino universitário "confere os graus de licenciado, de mestre e de doutor". (Título II, que abrange os artigos 4º a 51º).

d) No que respeita às horas lectivas, as diferenças também são significativas. Até aqui, as horas lectivas correspondiam ao tempo de duração das aulas presenciais; no contexto de Bolonha, as horas não são apenas as horas de aula (agora chamadas de contacto), há que juntar-lhes ainda as horas dedicadas a estágios, projectos, trabalhos no terreno, estudo e avaliação. O aluno não se pode limitar a decorar as sebentas, ele tem de investigar e desenvolver conhecimento. Há muitos outros factores importantes para a avaliação do esforço do estudante, que deverão ser convertidos em créditos curriculares, conhecidos por ECTS (*european credit transfer system*) (Título I, art. 3º).

e) Por "crédito" entende o legislador "a unidade de medida do trabalho do estudante sob todas as suas formas, designadamente, sessões de ensino de natureza colectiva, sessões de orientação pessoal de tipo tutorial, estágios, projectos, trabalhos no terreno, estudo e avaliação" (art. 3º). Para melhor esclarecimento, o novo diploma remete para o Decreto-Lei nº 42/2005, de 22 de Fevereiro, (Preâmbulo e artigos 3º a 13º), que, ao introduzir o conceito de "crédito curricular", precisa melhor a sua ideia, dizendo que os planos de estudos dos cursos devem ser organizados "por unidades de crédito acumuláveis e transferíveis no âmbito nacional e internacional". Este novo sistema europeu de créditos curriculares vem substituir o antigo sistema de créditos, baseado na hora lectiva, consignado no Decreto-Lei nº173/80, de 29 de Maio. Trata-se de uma das mais ousadas medidas do paradigma europeu de formação.

f) O Decreto-Lei em análise estrutura o ensino superior em três ciclos (licenciatura, mestrado e doutoramento), de acordo com o seu grau de exigência, e fixa a sua duração normal. Assim, para o ensino politécnico e para a licenciatura, fixa 6 semestres (180 créditos) ou 7 a 8 semestres (210 a 240 créditos), "em casos especiais de prática europeia ou requisito profissional". Para o ensino universitário, o ciclo de estudos conducente ao grau de licenciado tem uma duração de 6 e 8 semestres (180 a 240 créditos) tendo sempre em conta os referentes europeus nas mesmas áreas. Para a obtenção do grau de mestre, o diploma prevê entre 3 a 4 semestres (90 a 120 créditos). Excepcionalmente poderá ter uma duração de 2 semestres (60 créditos), se, numa determinada especialidade, se verificar "uma prática estável e consolidada internacionalmente" (TÍTULO II, art. 4º a 51º).

g) A criação e a entrada em funcionamento de novos cursos passa por um processo de "acreditação", que "consiste na verificação do preenchimento dos requisitos exigidos" por este diploma. Esta verificação será confiada a uma "agência nacional de acreditação", "dotada de autonomia científica e técnica", que, por sua vez, "terá de ser acreditada internacionalmente". Não há lugar a regimes de excepção na acreditação de cursos; o regime agora aprovado "é comum para todos os estabelecimentos de ensino superior, universitários e politécnicos, públicos e privados".
Até à criação e entrada em funcionamento da referida agência de acreditação, o processo de legalização de novos cursos "não sofre alterações", excepção feita ao ensino particular e cooperativo, que "inicia desde já um processo de simplificação e de desburocratização no sentido do modelo que será desenvolvido no quadro do processo de acreditação" (TÍTULO III, art. 52º a 74º) .

h) Para a alteração de planos de estudo, estabelece-se um regime transitório de simplificação de todo o processo, pelo qual se suprime a aprovação através de portaria, se generaliza o regime de registo e se confere "às instituições de ensino superior, universitárias ou politécnicas, públicas ou privadas, a responsabilidade das decisões nesta matéria". Todavia, o processo fica sempre sujeito a registo (TÍTULO VI, art.75º a 80) .

i) O movimento de Bolonha é um processo dinâmico que impõe uma mudança radical de paradigma. Para tal, as instituições devem proceder à adequação dos cursos que ministram e dos graus que conferem ao regime jurídico agora fixado, a saber: a passagem de um ensino teórico e baseado na "transmissão de conhecimentos" para outro apostado no "desenvolvimento de competências"; a diversificação da formação ministrada pelas universidades e pelos politécnicos de acordo com os seus objectivos específicos; a determinação do trabalho do estudante em cada unidade curricular expressa em créditos; "a fixação do número total de créditos, e a consequente duração do ciclo de estudos" (art.61º)
O diploma prevê um prazo relativamente alargado, que vai de 2007 a 2010, para as instituições adequarem os seus cursos ao novo modelo. No entanto, o mesmo diploma deixa em aberto a possibilidade das escolas, que já tiverem concluído todo o processo de adequação, procederem ao registo das respectivas alterações até ao dia 31 de Março, para iniciarem o seu funcionamento no ano lectivo de 2006/2007 (art. 82º). "No ano lectivo de 2009-2010, todos os ciclos de estudos devem estar organizados de acordo com o regime jurídico fixado pelo presente decreto-lei" (art.61º).
Para que a adequação entre em funcionamento deve ser sujeita a registo na Direcção Geral do Ensino Superior (art. 62º a 64º).

j) Terminado o processo de adequação, a transição curricular do anterior paradigma para o novo será fixado pelos "órgãos científico e pedagógico", ouvidos, primeiro, os docentes e os alunos. Esta transição deverá respeitar as expectativas dos alunos baseadas nas

equivalências devidamente adequadas ao sistema de créditos; e não poderá exceder "a carga lectiva prevista na anterior organização". Este processo "não deverá exceder um ano lectivo, podendo, excepcional e justificadamente, prolongar-se por mais um" (art.66º).

k) A ideia do Suplemento Europeu ao Diploma nasceu em Lisboa em 1977, por proposta do Conselho da Europa, da UNESCO, e da Associação Europeia de Universidades, sendo, depois, melhorado em Bolonha em 1999, ratificado em Praga em 2000, revisto em Berlim em 2002 e actualizado em Bergen em 2005. A data para a sua implementação generalizada foi marcada para 2003. Este documento é, hoje, um dos instrumentos básicos de todo o processo.
A criação de um Suplemento ao Diploma anda sempre agregada à ideia de adopção de um "sistema compreensível e comparável" para a atribuição de diplomas. Trata-se, pois, de um modelo de informação unificado e personalizado para o diplomado com um curso superior, tendo por base o plano de estudos, o seu conteúdo nacional e as competências e capacidades profissionais adquiridas. Pretende promover a transparência das diversas creditações europeias e facilitar o seu conhecimento por outras instituições. O Suplemento ao Diploma destina-se também a incorporar os conhecimentos creditados a uma pessoa por outra instituição europeia de ensino superior, ao longo da vida.

l) O diploma introduz, ainda, outras medidas altamente inovadoras, a saber: as condições para atribuição de graus e diplomas em associação com outros estabelecimentos de ensino superior, nacionais ou estrangeiros (art. 41º); a possibilidade de utilização da língua inglesa nas aulas, exames e teses (art. 51º); o depósito legal de teses de mestrado e de doutoramento em "formato digital" (art. 50º); e a realização de reuniões dos júris de teses "por teleconferência" (art. 48º).

5. Resumindo e concluindo: Da análise feita, podemos inferir que a nova legislação sobre o ensino superior acaba de dar um passo importante, apresentando soluções ousadas que, há um ano atrás, eram impensáveis. No entanto, subscrevemos as reservas da APESP, quando escreve que "seria possível um passo mais alargado, ultrapassando algumas tibiezas..."
Registamos, com agrado, a maneira como o Governo compreendeu os desafios do Processo de Bolonha e a forma ousada como regulamentou a LBSE. Louvamos a iniciativa de conferir às instituições do ensino superior grandes responsabilidades na implementação de todo o processo. Conhecemos a capacidade científica e pedagógica dos docentes do ensino superior e auguramos bons resultados; mas também tememos que o processo aborte por questiúnculas de "lana caprina".
Citando o Prof. Doutor José Barata-Moura, está em jogo "uma mudança radical (isto é na raiz) de atitudes e comportamentos no que concerne o trabalho universitário. Precisamos de docentes e estudantes que trabalhem, por si e em conjunto, no ofício de ensinar e de aprender. A representação caricatural de docentes e estudantes que apenas dão e vão a aulas (quando dão e vão) e ocasionalmente fazem exames – reflecte um entrave estrutural ao aperfeiçoamento do sistema" (Barata-Moura, J. (2005). Sobre o Processo de Bolonha. In Fernandes, R.A. (Org.), "Temas do Processo de Bolonha", p. 22. Ed. CNAVES – Fundação Oriente, Lisboa). É um trabalho ingente que exige a colaboração de todos. Todos seremos poucos para tão vasta tarefa.
Trata-se, realmente, de uma verdadeira revolução no ensino superior. Mas é a hora de agir. A ocasião única para vencermos atavismos seculares e acedermos a um ensino superior moderno.

As Competências Nucleares e os factores-chave de sucesso

O artigo tem como objectivo relacionar duas perspectivas diferentes da teoria da gestão estratégica, nomeadamente, a óptica das competências nucleares, que avalia a estratégia de dentro para fora da empresa, e a óptica dos factores-chave de sucesso, que avalia a estratégia de fora para dentro da empresa.
Depois de apresentadas estas duas vertentes é proposto que ambas estejam em sintonia a fim de as empresas tirarem proveito das oportunidades que surgem no meio envolvente.

António C. Moreira*
amoreira@egi.ua.pt
DEGEI – Campus Universitário de Santiago
Universidade de Aveiro
3810-193 Aveiro

Palavras-chave: Estratégia, Competências Nucleares, Factores-Chave de Sucesso

1. Introdução

A estratégia empresarial tem sido amplamente utilizada na literatura científica tendo sido a teoria dos recursos (Barney, 1991, Hamel e Prahalad, 1990) amplamente utilizada por investigadores e executivos na direcção estratégica em complemento – e também em substituição – da teoria estruturalista de Porter (1980).
Hoje em dia, é consensual identificar a mudança tecnológica e a globalização como os principais impulsionadores dos novos desafios estratégicos das empresas. Embora os mercados se tenham tornado mais complexos e imprevisíveis, os fluxos de informação permitem que as empresas detectem e reajam aos principais concorrentes. Uma consequência negativa foi o aumento da complexidade da tomada de decisão (Day e Reibstein, 1997).
Os conceitos de competências, habilidades e recursos e factores-chave de sucesso têm tido uma influência e uma utilização crescente na teoria da gestão estratégica ao ponto de se afirmar que é necessário competir com habilidades (Stalk, Evans e Schulman, 1992) e com competências (Prahalad e Hamel, 1990). É igualmente conhecido o ponto de vista da importância dos factores-chave de sucesso (Thomson e Strickland III, 1992). No entanto, o ponto de vista do autor é que grande parte da literatura sobre as competências nucleares e sobre os factores-chave de sucesso (FCS) precisam de ser interligadas a fim de formarem um todo coerente. Desta forma, o presente artigo pretende abordar os seguintes três aspectos:

- A identificação das competências nucleares, a distinção entre competências nucleares e as habilidades e, finalmente, a relação entre as competências nucleares e a estratégia organizacional;
- A identificação do conceito de FCS e a sua ligação com a vantagem competitiva;
- A relação entre o conceito das competências nucleares e os factores-chave de sucesso.

2. As Competências Nucleares

O conceito de competência nuclear teve origem aquando da divulgação dos estudos de Selznick (1957) sobre a análise sociológica da liderança na gestão em que foi proposto o conceito de competência distintiva para referir-se ao modo como uma instituição se distinguia relativamente às outras. Foram, no entanto, Ansoff (1965) e Andrews (1971) que popularizaram o conceito de competências distintivas na gestão estratégica.
Durante a década de 80, e até ao início da década de 90, a abordagem mais utilizada para explicar as vantagens competitivas foi a de Porter (1980) com a sua teoria das cinco forças, que permitia definir e prescrever um conjunto de estratégias empresariais genéricas, que deviam ser seguidas de acordo com a posição competitiva da empresa na indústria.
Existe uma diferença clara entre a escola do posicionamento, defendida por Porter (1980), e a escola dos recursos, iniciada por Selznick (1957): a primeira é bem mais analítica do que a segunda para explicar a estratégia empresarial. No entanto, no início dos anos noventa tudo mudou. Prahalad e Hamel (1990) demostraram que as empresas japonesas, bem-sucedidas, perante a maioria das empresas americanas, em constante declínio, tinham não só um pensamento gestionário diferente, mas também uma atitude mais eficaz: concentram-se nas causas (competências base) e não nas consequências (quotas de mercado).
Prahalad e Hamel (1990) defendem que enquanto as empresas americanas baseiam a sua competitividade na relação desempenho/preço dos seus produtos, avaliando a empresa em termos de quota de mercado e rentabilidade, as empresas nipónicas baseiam a sua competitividade em aspectos intangíveis, como o domínio de competências tecnológicas, o que lhes permite concorrer não só com um produto, num determinado mercado, mas consolidar esse domínio transversalmente na organização permitindo o acesso a várias áreas de negócio e a produtos finais não relacionados entre si.

---

* Professor Auxiliar no DEGEI, Universidade de Aveiro

As competências centrais constituem os pontos fortes mais diferenciados da empresa, ou seja, são os pontos fortes que mais distinguem a empresa da concorrência na satisfação das necessidades dos clientes (Prahalad e Hamel, 1990) pelo que a avaliação dos pontos fortes e fracos da empresa deve ter em consideração a evolução das condições de atractividade, do ciclo de vida e da estrutura da indústria.
Prahalad e Hamel (1990) argumentam que a estratégia empresarial deveria, por um lado, concentrar-se nas competências nucleares e, por outro, abandonar a ênfase estruturalista tão em voga até a altura. As competências nucleares acabam por ser os pontos fortes mais significativos que uma empresa possui, devendo "oferecer" um valor acrescentado único, na satisfação das necessidades dos clientes, relativamente à concorrência. Eles defendem as competências nucleares como uma aprendizagem colectiva no seio da organização, especialmente como elemento coordenador das diversas capacidades de produção e como elemento coordenador das múltiplas linhas tecnológicas.
Por exemplo, as competências da Sony nas técnicas de minituarização e as da Honda na concepção e criação de novos motores têm sido muito importantes na alavancagem competitiva das mesmas ao longo do tempo (Freire, 1997).
De acordo com Prahalad e Hamel (1990), as quatro características mais importantes das competências nucleares são as seguintes:

- Elas facilitam o acesso a novos mercados. O exemplo da Canon é fulcral: as suas competências nucleares dão origem a produtos diversificados como são as fotocopiadoras, as máquinas de filmar, as máquinas fax, as máquinas fotográficas e os binóculos.
- Elas contribuem significativamente para os benefícios percebidos pelo cliente, no que toca ao produto final. O valor criado pela McDonalds a nível de limpeza, orientação familiar e desempenho operativo são bem mais apreciados pelo público do que o valor oferecido pelo produto da Burger King.
- Elas devem ser difíceis de imitar pelos concorrentes (nomeadamente, por intermédio do domínio de novas tecnologias e pela harmonização de tecnologias e know-how).
- Elas devem ser difíceis de substituir. Por exemplo, a Benetton tem tido bastante sucesso na indústria da moda (vestuário) ao oferecer variedade, qualidade e unicidade utilizando diferentes princípios organizacionais que os seus principais concorrentes não têm imitado ou substituído adequadamente.

Como representado pela figura 1, as competências nucleares, permitem o desenvolvimento de produtos nucleares que não são vendidos directamente aos utilizadores finais, mas utilizados na construção de uma série de produtos finais. Um exemplo claro são os motores da Honda, que são incorporados numa ampla gama de produtos, mas que não são produtos finais.
As competências nucleares são inerentes à empresa: através delas é possível tirar proveito das vantagens de determinadas situações no mercado, melhor do que qualquer concorrente, o que constitui uma base coerente de competitividade empresarial.
Uma outra característica importante das competências nucleares é que a sua intersecção com oportunidades de mercado proporciona a formação de bases para o lançamento de novos negócios.

2.1 A Distinção entre Competência Nuclear e Habilidade

Dado que as competências nucleares são um conjunto de habilidades que permitem à empresa criar um benefício fundamental aos clientes, é necessário diferenciar uma competência nuclear de uma habilidade e verificar o valor percebido pelos clientes. Prahalad e Hamel (1990) ilustram a diferença ao diferenciar o *know--how* da Honda na produção de veículos, como competência nuclear, da sua capacidade de se relacionar com distribuidores, que é considerada secundária e que agrega um valor que os clientes nem sempre percebem claramente.
Igualmente, uma competência nuclear na área da robótica industrial, por exemplo, envolve o desenvolvimento e a

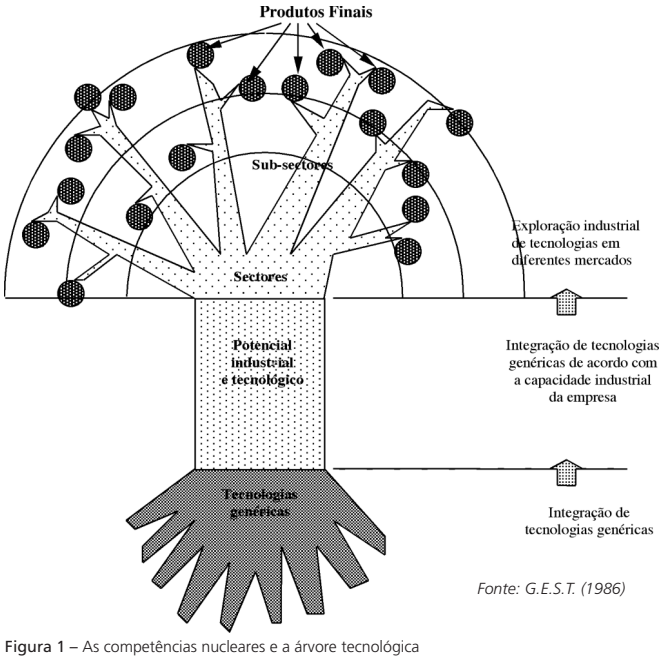


Figura 1 – As competências nucleares e a árvore tecnológica

integração de habilidades distintas como a electrónica e a mecânica de precisão. Como consequência, a identificação de recursos e competências centrais na robótica industrial reside na clara compreensão de que os mesmos são formados por uma teia complexa de recursos e habilidades inter-relacionadas, muitas vezes num processo não codificado ao longo do tempo. Pode-se, então, argumentar que o desenvolvimento de competências depende do desenvolvimento prévio de recursos e habilidades, o que implica que as competências nucleares estão intimamente relacionadas com a estrutura organizacional e a forma como a informação e o relacionamento é gerido na empresa. Assim, não é de estranhar que as palavras-chave para Prahalad e Hamel (1990) sejam *aprendizagem, coordenação e integração*.
Existe um relacionamento intrínseco entre habilidades básicas e competências nucleares. As habilidades básicas são construídas, principalmente, a partir do capital intelectual representado pelas habilidades humanas e pelo capital estrutural, isto é, pelas práticas organizacionais, pelos recursos físicos, pela base tecnológica instalada, pelas filosofias, pelos conceitos, pelos métodos, técnicas, sistemas e ferramentas de que a empresa dispõe.
Estas habilidades básicas dão origem às competências centrais, que são formadas por todas as capacidades necessárias à existência da organização, mas que não são suficientes para manter a sua posição competitiva no mercado. Desta forma, as competências nucleares devem ser enraizadas na habilidade de integrar e coordenar vários grupos na organização. É da eficaz coordenação dos vários grupos envolvidos em introduzir no mercado um novo produto que resulta uma competência nuclear. Não é necessário um empreendimento caro para que se desenvolvam competências nucleares. Assim, caso a empresa não possua habilidades básicas ou recursos necessários para desenvolver uma competência nuclear, ela deverá recorrer a alianças e acordos com outras instituições.

2.2 Implicações para a Gestão das Empresas

A fim de ser competitiva, uma empresa tem de estar dotada de um portfólio de competências nucleares em vez de adoptar um portfólio de negócios (Prahalad e Hamel, 1990). Enquanto as primeiras se destinam a tirar partido da "quota de oportunidades", onde quer que estas se encontrem, as últimas concentram-se estritamente na quota de mercado. Como se depreende do exposto, a abordagem das competências nucleares modificou o raciocínio estratégico da maioria dos gestores: se classicamente a sua preocupação era a de obter os produtos finais e colocá-los no mercado, sem a preocupação de desenvolver as competências nucleares da empresa, hoje em dia o raciocínio estratégico é oposto, dado que a primeira preocupação deve ser com o desenvolvimento de habilidades básicas e de competências nucleares. Desta forma, as unidades de gestão e as unidades estratégicas de negócios devem investir nas competências nucleares, a fim de conseguir tirar proveito das vantagens competitivas das mesmas, e impô-las no mercado, mais rapidamente do que os principais concorrentes.
Claramente, as competências centrais resultam de uma aprendizagem colectiva, não de esforços ou recursos isolados. Se elas garantem uma vantagem competitiva numa determinada altura, elas não garantem uma vantagem sustentada ao longo do tempo na satisfação das necessidades dos clientes. Desta forma, uma empresa deve ter um determinado "leque" de competências nucleares e dominá-las adequadamente, de forma a adquirir uma superioridade em determinada área. Igualmente, deve tentar expandir as suas competências para assumir a liderança em novos produtos ou serviços críticos a fim de acompanhar a evolução dos mercados e da concorrência e garantir o seu desenvolvimento sustentado.

2.3 Os Produtos Nucleares

Segundo Prahalad e Hamel (1990), os produtos nucleares são aqueles sobre os quais as competências nucleares se manifestam, servindo de ligação ou de intermediários entre as competências e os produtos finais. São estes produtos nucleares que criam valor ao produto final.
Os produtos nucleares são utilizados numa variedade de produtos finais. Os motores de combustão da Honda que são utilizados nos automóveis, nas motas aquáticas e nos geradores portáteis são um exemplo de produtos nucleares. De notar que Prahalad e Hamel (1990) afirmam que as competências nucleares são medidas através dos produtos nucleares e não pelos produtos finais. As empresas podem ter pouco valor no mercado dos produtos finais, mas podem evidenciar um valor elevado nos produtos nucleares. Se a empresa tiver produtos nucleares bem sucedidos consegue expandir o número de utilizadores e ganhar uma boa base de custos através de economias de escala, de experiência e de gama.

2.4 As Competências Nucleares e a Estratégia Organizacional

Fleury e Fleury (2001) afirmam que a definição das competências nucleares de uma organização está intimamente relacionada com a estratégia de negócio que a empresa adopta e com o levantamento dos seus recursos intangíveis e do seu *know-how*. Eles desenvolveram uma

taxinomia que relaciona três tipos de estratégias e três tipos de competências nucleares, conforme se apresenta na tabela 1.

TABELA 1 - Tipos de estratégias e formação de competências nucleares.

	Estratégia		
Estratégia empresarial	**Operações**	**Produto**	**Marketing**
Excelência operacional	Manufactura Classe Mundial	Inovações incrementais	Marketing massificado
Inovação em produtos	*Scale up* e fabrico	Inovações radicais	Marketing selectivo
Orientação para os serviços	Manufactura ágil, flexível	Desenvolvimento de soluções e sistemas específicos	Marketing voltado a clientes específicos

Fonte: Fleury, A. e Fleury, M. (2001).

A escolha da estratégia competitiva vai depender do negócio. Isto quer dizer que diferentes negócios de uma mesma organização podem adoptar estratégias distintas. As competências nucleares de uma organização diferem das capacitações que a organização dispõe para conduzir o seu negócio. Na taxinomia proposta acima, verifica-se que Fleury e Fleury (2001) dão um peso maior a uma competência em detrimento das outras duas, em relação a cada uma das estratégias empresariais adoptadas. Isto acontece porque:

- Quando uma empresa adopta a estratégia de excelência operacional, deve ter como competência essencial a função Operações, devendo esta ser de classe mundial. As competências de Produto e de Marketing devem criar condições de viabilização e optimização destas operações.
- Para focar as suas directrizes numa estratégia de inovação de produto, a competência nuclear da empresa deve estar vinculada à actividade de Investigação e Desenvolvimento (I&D) e deve procurar novos conceitos de produto, em ruptura com o paradigma vigente, gerando obsolescência. O papel do Marketing é apoiar a introdução do novo produto no mercado.
- Para competir orientando-se para serviços, a competência nuclear ideal da organização deve estar ligada ao Marketing, visando o atendimento eficiente das procuras específicas dos clientes. Assim, a empresa deve investir no profundo conhecimento do comportamento dos clientes, de forma a antecipar as suas necessidades.

2.5 Comentários sobre as Competências Nucleares

Prahalad e Hamel (1990) vêem as competências nucleares como um conjunto de conhecimentos colectivos que permitem à organização obter vantagens competitivas a longo prazo, através do domínio das tecnologias e do *know-how* de produção.

Prahalad e Hamel (1990) focam muito a importância das competências nucleares para a competitividade. Tudo isto através da relação destas competências com a tecnologia, fazendo com que a empresa diversifique a sua actividade através de várias unidades de negócios. A ideia-chave é de que os produtos nucleares são a base da competitividade pois dão origem a vários produtos finais, permitindo a diversificação dos negócios da empresa. Esses produtos nucleares medem a potencialidade das competências nucleares.

Claramente, as competências nucleares abordam a estratégia empresarial de uma perspectiva única: de dentro para fora da empresa. Assim, o que é mais importante para a empresa é o desenvolvimento das suas tecnologias e *know-how* e a forma como desenvolve um processo sistemático de aprendizagem e inovação organizacional que lhe permita desenvolver as competências nucleares.

Fleury e Fleury (2000) são da opinião de que há uma relação entre as competências nucleares e a estratégia organizacional. A existência de estratégias distintas dá origem a negócios distintos, e as competências diferem consoante os negócios que a empresa tem capacidade para desenvolver perante a adopção de uma estratégia competitiva.

O que fica claro no raciocínio estratégico baseado na utilização das competências nucleares é que o sucesso empresarial só advirá após o desenvolvimento das competências nucleares e das habilidades básicas ligadas às mesmas.

3. Os Factores Críticos de Sucesso

Os Factores-chave de sucesso (FCS) são os atributos vitais que uma empresa precisa de dominar - ou desempenhar especialmente bem - para poder sobreviver a longo prazo, crescer e prosperar (Wernelfelt, 1994). Os FCS são variáveis de gestão que têm de ser muito bem executadas para garantir o bom desempenho da empresa no seu negócio e têm origem na combinação das características dos clientes com a natureza da concorrência. Freire (1997) defende que, como os FCS são as variáveis que maior valor proporcionam aos clientes e que melhor diferenciam a empresa dos principais concorrentes na criação desse valor, as empresas devem responder identificando os factores-chave de compra no mercado e os factores-chave de competição na indústria. Dito de outra forma, as empresas têm de identificar, com precisão, quais são as variáveis dos produtos ou dos serviços às quais os clientes dão maior importância e que estão, ou não, presentes nas propostas dos concorrentes. Isto significa

responder, basicamente, a duas questões:
- Como e porquê os clientes compram?
- Com que propostas os concorrentes se posicionam no sector?

Para se identificarem os FCS é essencial ter em atenção as tendências do meio envolvente, assim como a estrutura e a atractividade da indústria. Assim, para atingir um bom desempenho o gestor deve identificar e delinear as principais variáveis da gestão e executá-las bem, sendo que as características dos clientes e a natureza da concorrência são a fonte destes factores (Freire, 1997).
A determinação dos factores de compra dos produtos e/ou serviços da indústria partem essencialmente da observação e análise do comportamento dos clientes. Assim, interessa saber o porquê da aquisição de determinado bem ou serviço, a razão da preferência desse bem ou serviço em detrimento de outros e a que é que o cliente atribui maior importância. Por sua vez, os factores de competição levam em conta a forma como as empresas concorrem entre si (Freire, 1997). Com efeito, é a junção dos factores-chave de compra e dos factores de competição que dão origem aos FCS.

3.1 A Identificação dos Factores-Chave de Sucesso

Os factores-chave de sucesso, segundo Kaplan e Norton (1996) são um número limitado de variáveis, para um negócio e organização que, sendo geridas de maneira satisfatória, são a condição necessária e suficiente para uma boa performance competitiva dessa organização. Desta forma, os FCS devem ocupar uma atenção especial da gestão, sendo que o seu estado merece ser medido e disponibilizado continuamente.
A identificação dos FCS é baseada na construção de modelos matemáticos que traduzem a relação entre as principais variáveis explicativas da rentabilidade do negócio (Thomson e Strickland III, 1992). Para gerar e controlar a vantagem sobre a concorrência podem ser utilizados múltiplos factores que determinam a actuação no mercado de forma coerente e eficaz. De acordo com Thibaut (1994), os FCS podem assentar em várias vertentes, como por exemplo: a força da marca; a qualidade dos produtos; o cumprimento dos prazos de entrega; o preço; a quota de mercado; o atendimento personalizado; a estrutura financeira; a fidelização dos clientes; os custos de produção; o serviço pós-venda; os conhecimentos técnicos; a boa imagem; a flexibilidade operacional; a credibilidade da empresa; o canal de distribuição; entre outros. Assim, os factores-chave de sucesso de um negócio passam pelo marketing, inovação, qualidade, modernização empresarial e internacionalização.

Thomson e Strickland III (1992) propõem que os FCS devem ser escolhidos após uma criteriosa análise que envolve o seguinte método de recolha de informação:
- Uma análise do mercado, o que permite identificar os FCS através da auscultação directa aos consumidores. Embora sendo eficaz, permite a identificação do valor pretendido pelos clientes;
- Uma análise dos concorrentes, o que permite identificar os FCS a partir dos factores diferenciadores instituídos pelos concorrentes com melhor desempenho no mercado;
- A auscultação a peritos externos, de forma a obter informações de experts sobre a indústria e a validar as informações detidas pela empresa sobre as características do mercado e dos concorrentes;
- Uma reflexão interna, a fim de cruzar os FCS com as opiniões externas de distribuidores, fornecedores e peritos. A principal vantagem deste método é a sua simplicidade.

Após a identificação dos atributos dos FCS pelo método supracitado, é necessário proceder à valorização dos atributos geradores de sucesso, ordenando-os pela respectiva importância.
A pertinência da determinação dos FCS é justificada por permitir:
1. Implementar um conjunto de acções, requisitos e recursos necessários para assegurar a obtenção de êxito no mercado;
2. Orientar os pressupostos de segmentação estratégica e segmentação de mercado de forma adequada; e
3. Adaptar o funcionamento e a estratégia de marketing de cada produto às características reais e às solicitações dos consumidores.

Em qualquer indústria, existem três critérios genéricos que devem ser satisfeitos pelos FCS, a saber:
- Aplicabilidade a todos os concorrentes;
- Relevância decisiva para a empresa; e
- Possibilidade de controlo pelas empresas.

Desta forma, os FCS são variáveis realmente decisivas e controláveis pelas empresas que proporcionam muito valor aos clientes e diferenciam a empresa dos concorrentes na criação desse valor.
Quando o impacto do meio envolvente, as condições de atractividade da indústria e a estrutura da indústria diferirem entre segmentos de um mesmo mercado, os FCS também tendem a divergir (Freire, 1997).
Uma vez detectados os FCS do negócio, as empresas devem optar por procurar ganhar ascendência nos actuais FCS ou, em alternativa, alterar a natureza competitiva da indústria e

gerar novos FCS.
A aplicação dos FCS tem sido extremamente utilizada nos vários modelos de planeamento de portfólio, sobretudo pelos modelos ADL (Little, 1981) e McKinsey (Thibaut, 1994), o que lhes tem dado uma ampla popularidade.
Finalmente, a validade temporal dos FCS depende não só do grau de volatilidade tecnológica do sector, mas também da evolução das necessidades dos clientes e das iniciativas dos concorrentes. Assim, a sua análise deve ser dinâmica, a fim de ser fidedigna para a empresa.

3.2 Comentários sobre os Factores-Chave de Sucesso

Ao contrário do que sucedia na abordagem das competências nucleares, a perspectiva dos FCS é de fora para dentro da empresa, onde os principais determinantes destes factores são os clientes e os concorrentes.
A estratégia definida recorrendo apenas aos FCS pode ter uma grande desvantagem de carácter analítico: para grupos de gestores diferentes os FCS de uma indústria podem ser completamente diferentes, o que pode tornar a avaliação dos FCS muito superficial. Por outro lado, a abordagem ignora completamente os factores competitivos internos à organização, que podem ser fundamentais na implementação de valor acrescentado associado aos factores-chave de sucesso. Assim, é possível colocar as seguintes questões que são pertinentes na identificação dos FCS:

- Até que ponto se poderá afirmar que estes factores foram objectivamente identificados?
- Quais as competências da empresa que vão proporcionar uma escolha objectiva dos FCS a alcançar?
- Será que as competências nucleares da empresa se encontram devidamente ajustadas aos FCS a atingir?
- Quem são as pessoas que vão definir os FCS e será que elas estão libertas de vícios e preconceitos?
- Será que os gestores distinguem quais as oportunidades imediatas e as verdadeiras oportunidades de médio e longo prazo?

4. Comentários Finais

Claramente, existe a necessidade de uma visão integradora de dois conceitos que aparentemente são diferentes e são abordados diferenciadamente.
Os gestores têm abordado as estratégias de gestão de duas perspectivas: por um lado visualizam as situações estratégicas de fora para dentro, tirando proveito dos factores-chave competitivos no ambiente externo e, por outro, de dentro para fora, evidenciando as competências nucleares que levam ao sucesso competitivo. Na primeira abordagem dão uma maior relevância à exigência do sucesso proveniente da procura de um dado ambiente competitivo. Os factores-chave de sucesso baseiam-se numa ideia intuitivamente atraente de que determinadas actividades, recursos ou capacidades são muito mais importantes para o sucesso do que outras, fazendo com que os gestores se concentrem nelas. Embora esta perspectiva seja muito popular e atraente, ela carece de uma definição clara e de um alicerce teórico sólido. Um outro problema da abordagem dos FCS é a de que, aparentemente, ela difere de indústria para indústria ou de segmento estratégico para segmento estratégico. A realidade, porém, é questionável: um líder, um runner up e um seguidor poderão não só ter estratégias diferentes, como apresentar FCS diferentes consoante o tipo de mercado e de clientes que pretendam servir.
Igualmente, a volatilidade dos FCS pode ser ampla se explorada adequadamente. Dito de outra forma, não têm sido estudadas nem a sua durabilidade, nem a sua previsibilidade nem a sua mutabilidade, sobretudo, devido à volatilidade da procura e da concorrência. Finalmente, se as principais empresas seguissem os mesmos factores-chave, faria algum sentido falar em FCS? Faria algum sentido falar em posicionamento e diferenciação?
A óptica de dentro para fora, por outro lado, examina os recursos, as competências e as capacidades internas responsáveis pelo sucesso de uma empresa. Os recursos da empresa são activos que ela possui ou controla e que estão internamente disponíveis e podem ser transferidos. Incluem aspectos como o *know-how*, que pode ser negociado (em patentes, licenças), os activos físicos e financeiros (imóveis, fábricas e equipamentos) e o capital humano. As habilidades são os processos organizacionais específicos à empresa, tangíveis ou intangíveis, baseados em recursos, depois de desenvolvidos por meio de interacções complexas entre os recursos da empresa. As habilidades poderiam incluir serviços altamente fiáveis, inovações de produtos ou processos, flexibilidade na produção, capacidade de resposta às tendências do mercado e ciclos curtos de desenvolvimento de produtos (Prahalad e Hamel, 1990).
Por sua vez, os factores-chave de sucesso dão importância aos atributos valorizados pelos clientes nas suas opções de compra e às propostas de valor da empresa face às empresas concorrentes. A grande limitação dos FCS é a de ignorar a importância dos factores organizacionais da empresa e a forma como eles contribuem para gerar os FCS. Desta forma, as competências nucleares e os factores-chave de sucesso avaliam as duas partes de um quadro competitivo. As competências nucleares normalmente

focam o funcionamento interno da empresa, prestando pouca atenção explícita às acções dos concorrentes ou ao ambiente externo. Entretanto, as acções dos concorrentes ou as mudanças no ambiente podem alterar radicalmente as capacidades organizacionais necessárias ao sucesso. Claramente, nenhuma empresa conseguirá ser bem sucedida sem uma perspectiva bem articulada das oportunidades e desafios futuros. Para ter êxito é essencial que a empresa consiga definir os seus FCS e as suas próprias competências nucleares. Assim, é necessária uma abordagem integradora e dinâmica que tire proveito das competências centrais, e da sua abordagem de dentro para fora, e dos FCS, e da sua abordagem de fora para dentro. A abordagem integradora deve ser bilateral e complementar: por um lado, sem competências nucleares, a empresa dificilmente concorrerá adequadamente no mercado e, por outro, sem factores-chave de sucesso, qualquer empresa está condenada ao fracasso independentemente das suas competências próprias.

A perspectiva dinâmica não é menos importante. Tal como defendido por Barney (1991), as mudanças não antecipadas na estrutura económica de uma indústria podem levar a que uma fonte de vantagem competitiva deixe de ter importância relativa para a empresa e, como tal, deixe de ser uma vantagem competitiva. Assim, uma competência nuclear menos dinâmica pode facilmente transformar-se numa competência rígida limitando a evolução da empresa. A situação é em todo semelhante para os factores-chave de sucesso. Nestas circunstâncias, há uma clara necessidade da constante actualização e inovação das competências nucleares e dos factores-chave de sucesso (Hamel e Prahalad, 1994).

O próximo passo nesta perspectiva integradora e dinâmica está em relacionar as duas abordagens, isto é, interligar as competências nucleares aos factores-chave de sucesso. Tal como defendido por Hamel e Prahalad (1995), as competências nucleares são geralmente a plataforma de múltiplas linhas de produtos e/ou negócios, pelo que são os principais constituintes dos processos interligados de negócios. Assim, a empresa deve tirar proveito desta abordagem de dentro para fora e explorar as mais valias destas competências em termos de tipos de clientes e de posicionamento no mercado, de forma a garantir uma nova vantagem competitiva. Por sua vez, face ao sucesso de um novo produto e/ou negócio, a empresa deve tirar proveito desta abordagem de fora para dentro e explorar as mais valias entretanto ganhas no mercado, desenvolvendo novas competências e melhorando a rede de potencialidades e/ou habilidades de que dispõe, de forma a alimentar um círculo virtuoso em que novas competências originem novos FCS que, por sua vez, dêem origem a novas competências. Esta perspectiva matricial se apresenta na figura 2.

É a criação desta forte ligação entre as competências nucleares e os factores-chave de sucesso que está na base do sucesso empresarial. Pode-se afirmar, embora sendo um pouco especulativo, que as competências nucleares e os FCS são as duas faces da mesma moeda, embora sejam o resultado de abordagens diferentes.

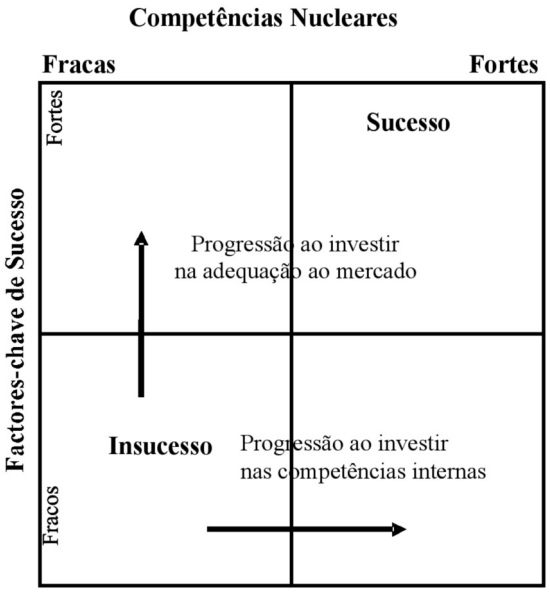


Figura 2 – A adequação ente os FCS e as competências nucleares

Num contexto de avanços tecnológicos contínuos, sobretudo nas tecnologias da informação e da comunicação, em que o volume produzido de dados e de informação se expande continuamente, a informação e o conhecimento estão a criar novas indústrias à sua volta e estão a invadir todos os sectores económicos, assumindo um papel vital nas alterações em curso na economia à escala global.

O principal desafio que as empresas enfrentam na geração de novas competências nucleares e de novos factores-chave de sucesso está na produção e na gestão de novos conhecimentos, no desenvolvimento das novas habilidades que permitam tirar proveito das novas competências, no aproveitamento da inovação e das capacidades tecnológicas da organização e na adequada prestação de serviços aos clientes através da monitorização dos diversos segmentos de mercado. Assim, o sucesso empresarial vai depender da existência de um adequado processo de transformação integrador e dinâmico das competências nucleares em factores-chave de sucesso e vice-versa.

Referências

ANDREWS, K. - The Concept of Corporate Strategy. Homewood, Ill.: Irwin, 1971.

ANSOFF, I. - Corporate Strategy. New York: McGraw-Hill, 1965.

BARNEY, J. B. - Resources and Sustainable Competitive Advantage. Journal of Management, March, (1991), pp. 99-120.

DAY, S. G.; REIBSTEIN, D. J. - A Dinâmica da Estratégia Competitiva, Rio de Janeiro: Campus, 1997.

FLEURY, A.; FLEURY, M. T. - Estratégias Empresariais e Formação de Competências - um Quebra-cabeças Caleidoscópico da Indústria Brasileira. Rio de Janeiro: Ed. Atlas, 2001.

FREIRE, A. - Estratégia, Sucesso em Portugal. Lisboa: Editorial Verbo, 1997.

G.E.S.T. - HAMEL, G.; PRAHALAD, C. K. - Competindo pelo Futuro. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. - The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. Boston: Harvard Business School Press, 1996.

LITTLE, A. D. - The Strategic Management of Technology. Davos: European Management Forum, 1981.

PORTER, M. - Competitive Strategy. New York: The Free Press, 1980.

PRAHALAD, C. K.; HAMEL G. - The Core Competences of the Corporation. Harvard Business Review, May-June, (1990), pp. 79-91.

SELZNICK, P. - Leadership in Administration. New York: Harper & Row, 1957.

STALK, G.; EVANS, P.; SCHULMAN, L. - Competing on Capabilities: The New Rules of Corporate Strategy. Harvard Business Review, March-April, (1992), pp. 57-69.

THIBAUT, J. P. - Manual de Diagnóstico en la Empresa. Barcelona: Paraninfo, 1994.

THOMPSON, A. A.; STRICKLAND III, A. J. - Strategy Formulation and Implementation. Homewood, Ill.: Irwin, 1992.

WERNERFELT, B. - A Resource-Based View of the Firm. Strategic Management Journal, Vol. 5, (1984), pp. 171-180.

A escola para todos e a Declaração de Bolonha

A necessidade da concretização do Espaço Europeu do Ensino Superior prevista na Declaração de Bolonha de 1999, subscrita pelo nosso país, vem relançar algumas problemáticas em torno do ensino e das funções que deve desempenhar no que respeita à formação pessoal e à preparação para o mercado de trabalho nacional e internacional.
Um relance sobre as grandes alterações verificadas em Portugal desde a reforma de Veiga Simão em 1972, passando pelo 25 de Abril de 1974 e pela criação da Lei de Bases do Ensino em 1986, permite reflectir sobre o processo previsto em Bolonha em 1999 que vai no sentido da adopção de um modelo de ensino superior em moldes europeus, no que respeita ao acesso ao acesso ao ensino superior e à participação de todos os implicados.

José Carlos Pereira de Morais
jmorais@ispgaya.pt
Instituto Superior Politécnico Gaya
Rua António Rodrigues da Rocha, 291, 341
Santo Ovídio, 4400-025 Vila Nova Gaia

Palavras chave: Massificação da Educação, Declaração de Bolonha, Mercadorização do Ensino e Públicos do Ensino Superior.

A realidade portuguesa dos últimos 40 anos caracteriza-se por um conjunto de alterações que talvez não sejam comparáveis com mais nenhum país da Europa. Seguindo as tendências anunciadas pelo Relatório Fauré (Fauré, 1972) elaborado em finais dos anos sessenta, o nosso país encontra se já em processo de mudança aquando da revolução de Abril.
Efectivamente, já em 1972 Veiga Simão põe em curso a Reforma Democrática que tem depois continuidade com a implementação da lei de Bases do Sistema Educativo, criada em 1986 e que é inspirada também por ideais de Abril de 1974 e que vem ao encontro da necessidade sentida por alguns sectores da população de se concretizar uma grande reforma da Educação.
A generalização (massificação) do acesso à escola está agora prevista e defendida pela Constituição portuguesa, que estabelece as fundações de um sistema educativo que de mãos dadas com a sociedade que o contém, alicerça os valores da democracia, da participação, da cidadania, do carácter emancipatório e libertador da Educação.
Os desígnios de Rousseau estavam finalmente a ser cumpridos, existindo agora em Portugal um sistema de ensino no qual dimensões humanas podiam ser desenvolvidas, centrado no aluno, no desenvolvimento das suas competências cognitivas e que privilegia uma perspectiva de descoberta e de investigação, rejeitando-se a escola que impõe a interiorização de um saber escolar 'ossificado'.
Esta escola inclusiva que recebe agora no seu seio novos alunos oriundos de todas as classes sociais (e não só alunos oriundos de classes que teriam um relacionamento escolar privilegiado com o sistema de ensino), tenta pôr em prática conceitos como "currículos alternativos", "currículos flexíveis", "territórios educativos", "avaliação do sistema escolar", e outros no sentido de dar conta da multiculturalidade trazida pelos novos grupos sociais, novas nacionalidades e pertenças étnicas em presença na escola. Procura-se afastar da escola a postura *durkheimiana* regularizadora, normalizadora, que privilegia uma postura meritocrática padronizadora e monocultural, que afirma o primado da excelência académica e que caracterizaria a escola do antigo regime (se bem que os recentes rankings das melhores escola do país nos vêm lembrar a presença dessa postura que é meritocrática).
A frieza dos números revela-nos que nos últimos quarenta anos se verificou uma mudança radical na realidade portuguesa em termos do número total de alunos que frequentam o ensino e do peso relativo da presença dos géneros masculino e feminino, bem como do investimento estatal e privado no mesmo.
Desde 1986 até aos nossos dias passaram mais de vinte anos e alguns autores (Magalhães *et al*, 2002) afirmam que o sistema de ensino continua a ser apanhado de surpresa relativamente às características culturais destes novos públicos do ensino, que outrora não passavam da 4ª classe e que nunca chegariam ao ensino superior. Reconhecerão os professores estes novos alunos como seus alunos?
Se bem que não existe uma "inevitável dicotomia entre capacidades humanas e as competências que os estudantes devem exibir como 'output' da sua escolarização" (Magalhães *et al* 2002: 73), a tarefa de dar conta da enorme diversidade cultural dos novos alunos exige práticas pedagógicas e conteúdos disciplinares que por enquanto não evitam desistências precoces e o insucesso escolar.
Partindo do princípio que a Educação e a escola constituem um campo separável de outros campos da realidade portuguesa, como o da política, com agentes próprios, com regras próprias e com uma lógica de funcionamento própria, podemos vislumbrar um fosso existente entre o discurso político e o discurso pedagógico desde 1974 até aos nossos dias.
Efectivamente, "em nome da eficácia e do combate à exclusão social diversifica-se o currículo, a pedagogia e a avaliação" (Magalhães, *et al*, 2002: 33). Acima dos propósitos emancipadores do ensino, os diversos governos têm-se

preocupado com políticas educativas elaboradas à luz de conceitos como os da Globalização, procurando fazer face a um mercado de trabalho cada vez mais flexível e logicamente preconizando uma educação mais virada para a performance. Estamos em presença de duas facetas de uma mesma realidade em que a escola tenta chegar aos novos alunos e a política não esquece as exigências de formação (necessariamente uniformizadoras em termos culturais) face a um mercado de trabalho que é cada vez mais supranacional.

Poderemos entender a Declaração de Bolonha subscrita pelo nosso país em 1999 e a criação do Espaço Europeu do Ensino Superior que está inerente a esta subscrição como uma dinâmica própria ao fenómeno da globalização.

A concretização dos objectivos da Declaração de Bolonha até 2010 poderá constituir uma oportunidade única de requalificação e de afirmação do ensino superior Português, que adoptando uma estrutura composta por três ciclos de formação e por uma validação de módulos através de unidades de crédito (ECTS) poderá equiparar-se ao ensino superior em termos internacionais.

As vantagens da adesão ao Espaço Europeu do Ensino Superior são muitas, contudo vamos aqui deter-nos um pouco sobre o que poderá impedir no referido Espaço Europeu a concretização de uma escola para "todos" e o acesso ao ensino superior.

Autores como Boaventura de Sousa Santos (2002: 34) afirmam poder encontrar-se uma lógica mercantilista nesta segmentação de níveis do ensino superior que poderá acarretar fenómenos de exclusão social Vejamos: existirão três ciclos de formação, sendo que o primeiro se chama licenciatura e salvo algumas excepções terá a duração de três anos; o segundo ciclo chama-se mestrado e terá a duração de dois anos; e o terceiro chama-se doutoramento e terá a duração de pelo menos três anos.

O único ciclo que será financiado pelo Estado (no caso da frequência de estabelecimentos de ensino superior estatais) será o primeiro ciclo, já que os outros dois ciclos constituem pós graduações que podem ser realizadas noutras áreas de especialidade.

Pode-se vislumbrar uma lógica mercantilista no processo tão própria ao fenómeno da globalização. Se por um lado é o estado que se demite cada vez mais do financiamento das instituições de ensino superior e da Educação dos cidadãos, esta segmentação em ciclos poderá aumentar o fosso entre os que lhes podem aceder e os que não lhes podem aceder, condicionando a sua ligação ao mercado de trabalho e logo as possibilidades de se localizarem em "lugares de classe" social desejados.

Também a formação virada para o mercado de trabalho nacional e internacional poderá acarretar a inviabilização da possibilidade de transmissão de conhecimentos e valores que estão para além das leis de mercado (Magalhães et al, 2002). Estamos a viver a emergência de uma nova relação da educação com o mercado, já que esta se transformará ela própria num mercado. A temática é vasta e não consensual.

Cada instituição deverá preservar na constituição do Espaço Europeu do Ensino Superior as suas especificidades e as especificidades dos seus cursos, que poderão não caber nos previstos três anos do primeiro ciclo, já que sob a bandeira da cooperação e da colaboração institucional poderemos vir a ter em território nacional empresas estrangeiras que em associação com entidades já estabelecidas promoverão os seus próprios "produtos educativos" num sistema de sub-contratação ou franchising facilitado pela segmentação da educação.

Vejamos também o papel a desempenhar no processo pelos alunos. Se por um lado estes deverão promover a expansão do sistema de ECTS valorizando os mecanismos de aprendizagem ao longo da vida e abrindo caminho a uma maior mobilidade entre instituições de ensino superior nacionais e internacionais, deverão também obrigatoriamente participar na introdução do referido sistema de créditos de forma a evitar distorções na contabilização de créditos.

Deverão pois os alunos mobilizar-se no sentido de garantir esta participação, mas deverão também as próprias instituições de ensino sensibilizar os seus alunos para o processo, do qual deverão participar também os professores. Estarão os públicos do ensino superior sensibilizados para as mudanças que interferirão com as suas carreiras profissionais, especialmente os novos públicos do ensino superior? Esta é a questão que se pode levantar num ponto de viragem histórico no ensino português, em que é necessário garantir a participação efectiva dos estudantes e dos seus representantes no governo do ensino superior, mesmo em áreas emergentes como a dos mecanismos de garantia da qualidade do ensino e de acreditação.

A mobilização da sociedade civil em torno das questões ligadas à educação é fundamental como é também fundamental alicerçar a convicção de que é possível a todos os cidadão participarem na vida do colectivo promovendo valores de participação, democracia e cidadania, num país que é muitas vezes desinteressado e alheio a questões que respeitam à vida do colectivo.

Referências

BARRETO, António (org) (2000). A Situação Social Em Portugal, 1960 – 1999. Vol. II.Lisboa: ICS

BOURDIEU, Pierre (1986), Distinction: a Social Critique of the Judgement of Taste, Londres: ROUTLEDGE& KEGAN PAUL.

CARMO, Hermano (2001). Problemas Sociais Contemporâneos. Lisboa: UNIVERSIDADE ABERTA.

CARNEIRO, Roberto (1988), Portugal: os Próximos 20 Anos: Educação e Emprego em Portugal, uma Leitura da Modernização. Lisboa: FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN.

CARVALHO, Rómulo de (1986) História do Ensino em Portugal. Lisboa: FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN.

FAURÉ, Edgar e outros (1972), Aprendre à Être, Relatório da Comissão Internacional Sobre o Desenvolvimento da Educação, UNESCO, Paris, Fayard.

GRÁCIO, Sergio; MIRANDA, Sacuntala de; Stoer, Stephen R. (1982) Funções da Escola e Reprodução Social. Sociologia da Educação - I - Antologia

GRÁCIO, Sérgio; STOER, Stephen R. (1982) Funções da Escola e Reprodução Social. Sociologia da Educação - II – Antologia

GRILO, E. Marçal; (2002), Desafios da Educação – Ideias Para Uma Politica Educativa No Sec. XXI. OFICINA DO LIVRO.

LYON, David (1992), A Sociedade da Informação. CELTA EDITORA.

MAGALHÃES, António M.(2000) "Nem Todos Podem Ser Doutores?!". Porto. PROFEDIÇÕES.

MAGALHÃES, António M. e STOER, Stephen R. (1998) Orgulhosamente Filhos De Rousseau. Porto: PROFEDIÇÕES.

MAGALHÃES, António M.; STOER, Stephen R. (2002), A Escola Para Todos e a Excelência Académica. Colecção Andarilho, PROFEDIÇÕES.

MAGALHÃES, António M.; STOER, Stephen R.; "Repensando a Escola da Modernidade e a Modernidade da Escola ", in A Página da Educação, Ano 12, nº 117, Novembro de 2002, p. 7.

MÓNICA, Maria Filomena;(1981) Escola E Classes Sociais (Antologia), EDITORIAL PRESENÇA, Gabinete de Investigações Sociais.

PINTO, Conceição Alves (1995) Sociologia da Escola. MC GRAW – HILL PORTUGAL.

SANTOS; Boaventura de S., (2002) Entrevista A Página da Educação, Ano 12, nº 112, Profedições. Julho, p 34.

STOER, Stephen R. e outros, (1991), Educação, Ciências Sociais E Realidade Portuguesa – Uma Abordagem Pluridisciplinar, Biblioteca Das Ciências Do Homem, EDIÇÕES AFRONTAMENTO.

STOER, Stephen R. e ARAÚJO, Helena Costa (2000) Escola e Aprendizagem Para o Trabalho Num País da (Semi) Periferia Europeia, Lisboa: INSTITUTO DE INOVAÇÃO EDUCACIONAL (2ª EDIÇÃO).

STOER, Stephen R. e CORTESÃO (1999) Levantando a Pedra: da Pedagogia Inter – Multicultural às Politicas Educativas Numa Época de Transnacionalização, Porto: Edições Afrontamento.

SITES consultados:

- MCTES - Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior www.mces.pt/?id_categoria=12& id_item=1029&action=2 - 64k - 9/11/05
- Instituto Superior Técnico | Concretização do Processo de Bolonha ... www.ist.utl.pt/html/spot/bolonha/ - 27k - 7/11/2005 –

- UP - Reflectir Bolonha www.esac.pt/bolonha/INDEX.HTM - 6k – 9/11/05

- PROCESSO DE BOLONHA PROCESSO DE BOLONHA www.territorio.pt/plano_accao_mces.pdf - 9/11/05

- CCISP - Conselho Coordenador dos Institutos Superiores Politécnicos www.ccisp.pt/Bolonha/Bolonha.htm - 21k – 9//11/05

- FLUP - DECLARAÇÃO DE BOLONHA sigarra.up.pt/flup/noticias_geral.ver_noticia?P_nr=175 - 13k – 9/11/05

- Que Universidade?: Regulamentação de Bolonha queuniversidade.weblog.com.pt/arquivo/075895.html - 10k – 9/11/05

- LC Bolonha Ingredientes www.dges.mcies.pt/DGES/Bolonha/ - 39k - 7 Nov 2005 -9/11/05

- Fenprof www.fenprof.pt/Superior/?xpto=37&cat=170&mid=132 - 27k - 9/11/05
- Processo de bolonha | documentos nacionais | consulta pública | catálogo · documentos gerais · boas práticas · ECTS · graus conjuntos · mobilidade ... www.esac.pt/bolonha/p_de_bol/d_g/p_bol.htm - 7k – 9/11/05

- Plano para Bolonha apresentado até Julho. 2004-03-17. O plano português de aplicação dos princípios da declaração de Bolonha, acordo que visa a construção ... www.portugal.gov.pt/.../GC15/Ministerios/MCES/Comunicacao/Notas_de_Imprensa/20040317_MCES_Com_Bolonha.htm - 23k – 9/11/05

- Sítio Web principal dos Serviços de Documentação da Universidade de Aveiro. www.doc.ua.pt/destaques/PBolonha.asp - 23k – 7/11/2005

- Declaração de Bolonha Declaração conjunta dos Ministros da ... www.aac.uc.pt/pelouros/informacao/MisteriosBolonha/Bolonha.pdf – 9/11/05

- Resistir.info is a Portuguese web site of political analysis. resistir.info/rui/processo_bolonha.html - 36k – 9/11/05

- Posição do CRUP sobre a Declaração de Bolonha. O CRUP reconhece a relevância da política de criação de um Espaço Europeu do Ensino Superior como ...

www.crup.pt/Documentos%20PDF/Processo_Bolonha_PDF/posicao_crup_bolonha.doc -9/11/05
LEI nº 46/86 - Lei de Bases do Sistema Educativo
Alterada pela Lei nº 115/97, de 19/9/1997 Alterada pela Lei 49/2005, de 30 de
Agosto (republica a Lei de Bases do Sistema Educativo). Lei n.º 46/86 ...
www.infoforum.pt/web/legislacao/L46-86.htm

Grafos e suas aplicações (I)

Este artigo será o primeiro de um conjunto de três cujo objectivo é realçar a importância dos grafos e a sua aplicação em diversas situações. Inicia-se por descrever a origem deste conceito e as condições necessárias para ter um grafo euleriano. Em seguida passaremos para o problema do cavalo num tabuleiro de Xadrez, dando origem a um circuito Hamiltoneano e terminamos este artigo com o problema "dos casamentos" surgindo a noção de grafo emparelhado

Maria do Rosário Moreira
mrm@ispgaya.pt
Instituto Superior Politécnico Gaya
Rua António Rodrigues da Rocha, 291, 341
Santo Ovídio, 4400-025 Vila Nova Gaia

GRAFO, CIRCUITO HAMILTONEANO, EMPARELHAMENTO

Segundo Moreira (2000), a teoria dos grafos é um dos domínios da Matemática cuja origem está bem determinada. Com efeito, pode considerar-se que o primeiro trabalho sobre este assunto se deve a Euler (1707-1783) que resolveu de uma forma original um problema bem conhecido naquela época e que se designava por "O Problema das pontes de Konigsberg". Konigsberg situa-se a leste da Prússia e é banhada pelo rio Pregel (actualmente esta cidade designa-se por Kaliningrad e o rio por Pregolya). Este rio cerca uma ilha designada por Kneiphof. Para que os habitantes pudessem deslocar-se facilmente de uma parte da cidade para a outra, existiam sete pontes. O problema consistia em determinar um trajecto de tal forma que, partindo de um determinado ponto, fosse possível regressar ao ponto de partida passando uma e uma só vez por cada uma das pontes.

Euler designou as quatro regiões pelas letras A, B, C e D e as sete pontes por a, b, c, d, e, f, g. Assim, o problema em causa pode ser representado pelo seguinte diagrama: (idem)

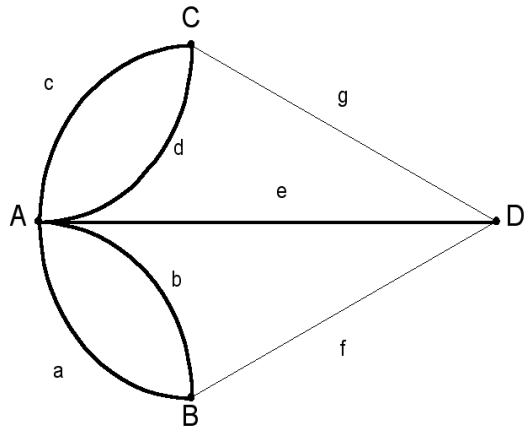


Figura 1.1 – Grafo representativo do problema de Euler

O procedimento de Euler não foi mais do que uma abstracção com todo o sentido matemático que a palavra implica. Em lugar das regiões e caminhos reais, Euler transformou a realidade em conceitos abstractos que permitindo a idealização do fenómeno, sugerem mais facilmente a solução do problema. Em termos modernos Euler construiu um modelo matemático que veio a ser o primeiro modelo matemático na teoria dos grafos.

As idealizações provêm do universo das experiências ou observações reais para permitir o funcionamento do universo da Matemática e a teoria dos grafos faz parte desse mesmo universo, sendo hoje uma das mais estudadas contribuindo para a solução de diversos problemas, incluindo problemas da própria Matemática.

Vai-se então analisar o primeiro modelo da teoria dos grafos.

Um diagrama do tipo da Fig.1.1 designa–se por **grafo**.

Pode-se definir grafo de várias formas. Iremos adaptar a seguinte: **Entende–se por grafo G um tripleto (V(G), E(G),Ψ_G) constituído por um conjunto não vazio V(G) de vértices, por um conjunto disjunto E(G), de arestas, e uma função de incidência Ψ_G de cada ligação a um par, não ordenado, de vértices de G (não necessariamente distintos). Se e é uma aresta e U e V são dois vértices tais que Ψ_G(e)=UV, então diz-se que *e* liga U e V, sendo estes vértices as extremidades de *e*.**

Verifica-se que é condição necessária e suficiente para que um grafo tenha um trajecto aberto de Euler (trajecto que contenha todas as arestas de um grafo sem repetições) que este possua dois e só dois vértices com valência (número de arestas que incidem nesse vértice) impar. O que não acontece no grafo anterior. Por isso, o problema das pontes de Konigsberg é impossível

Um outro problema bem conhecido é o "percurso do cavalo". Como se sabe no jogo de Xadrez, existe um peça designada por "cavalo" que se movimenta de uma forma peculiar, por exemplo, pode mover-se duas casas na direcção paralela a um lado e seguidamente uma casa na perpendicular. O problema consiste em deslocar o cavalo de forma a visitar todas as casas do tabuleiro passando por cada uma delas uma e uma só vez e regressar à casa inicial.

O grafo correspondente será um grafo com 64 vértices
Em termos de grafos pretende-se encontrar um caminho cujas ligações e vértices são todos distintos à excepção do primeiro e último vértice que terão de coincidir. Um caminho deste tipo designa-se por **circuito Hamiltoneano**. Este problema tem inúmeras solução e (Ore,1995) apresenta a seguinte:

Solução do Problema do cavalo num tabuleiro de Xadrez

63	22	15	40	1	42	59	18
14	39	64	21	60	17	2	43
37	62	23	16	41	4	19	58
24	13	38	61	20	57	44	3
11	36	25	52	29	46	5	56
26	51	12	33	8	55	30	45
35	10	49	28	53	32	47	6
50	27	34	9	48	7	54	31

Consideremos agora um outro problema: uma empresa tem um certo número de postos de trabalho para oferecer e são apresentados um determinado número de candidatos. Cada um destes está apto para exercer pelo menos um dos lugares vagos. A questão que se coloca é a seguinte: Pode-se colocar todos os aspirantes nos postos para os quais estão preparados?
Este problema pode ser resolvido através de um grafo que se apresenta na Fig.1.2 (Moreira 2000)

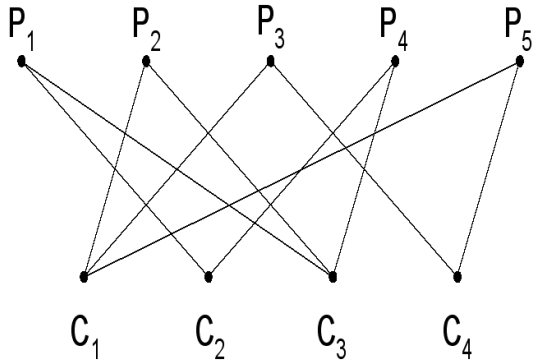


Figura 1.2 – Grafo representativo do problema de afectação de postos de trabalhos

Este grafo apresenta dois conjuntos de vértices P e C que representam respectivamente os postos de trabalho e os candidatos. As arestas ligam cada candidato com os trabalhos para os quais ele está habilitado e o grafo diz-se que é um **grafo bipartido**.
Claro que o problema acima referido nem sempre é solúvel pois uma das condições para a sua possível solução é que o número de postos de trabalho seja igual ao número de candidatos.
Suponha-se que existe um trabalho adequado a cada um dos candidatos. Em termos de grafos, isto significa que para cada vértice de C pode-se escolher uma aresta de tal forma que cada uma destas arestas chegue a um vértice distinto de P. Diz-se que há **um emparelhamento entre os vértices de C e de P**, ou seja, um emparelhamento num grafo é um conjunto de arestas independentes (sem vértices comuns).
Vejamos um outro problema, conhecido pelo problema matrimonial: temos um grupo de rapazes e outro de raparigas cada um com o mesmo número de elementos, Como podemos encontrar todos os rapazes uma noiva, sabendo que não é permitido casamentos entre familiares directos? Estamos no caso de um grafo bipartido em que dois vértices (um rapaz e uma rapariga) estão conectados se e só se não são parentes do 1º grau. A um conjunto completo de n casamentos (se possível) chama-se **emparelhamento completo**.
Neste contexto Hall afirma que num grafo bipartido G com dois subconjuntos de vértices X_1 e X_2, existe um emparelhamento completo de X_1 para X_2 desde que $|N(X)| \geq |X|$ para qualquer $X \subseteq X_1$ sendo N (X) o conjunto dos vértices adjacentes aos vértices de X ([Moreira 2000])

Referências

Moreira, R. (2000). Dos grafos aos Gridóides, Tese de Mestrado, Universidade Portucalense.

Ore, O. (1995). Grafos y sus Aplicaciones, DLS-EULER, Editores, Madrid.

Contributos da satisfação e fidelização na adopção de uma estratégia de CRM

O CRM-Customer Relationship Management visa incrementar o valor, a longo prazo, do cliente para a organização. Para isso, a satisfação e fidelização do cliente contribuem para maximizar o seu *lifetime value*.

José Duarte Santos
jdsantos@ispgaya.pt
Instituto Superior Politécnico Gaya
Rua António Rodrigues da Rocha, 291, 341
Santo Ovídio, 4400-025 Vila Nova Gaia

Palavras chave: CRM, satisfação, fidelização, recuperação de clientes.

1. Introdução

A desregulamentação do mercado, a liberalização, a globalização e novos concorrentes levam ao decréscimo da lealdade do cliente, à queda de preços e redução de margens (Cap Gemini, 1999). É neste contexto que o relacionamento com o cliente, considerado um activo-chave nas organizações, tem vindo a ganhar cada vez adeptos e assumindo-se como alternativa ao marketing tradicional (Gruen *et al*, 2000). Segundo Don Peppers (Peppers and Rogers Group, 2000), marketing *one-to-one*, marketing em tempo real, marketing relacional, marketing de relacionamento e gestão de relacionamento com o cliente (CRM-Customer Relationship Management), são designações diferentes do mesmo conceito.

O marketing relacional não é a meta final, mas sim uma forma de ambas as partes — cliente e fornecedor — ficarem mais satisfeitas em diversas vertentes, como a produtividade, a rendibilidade e a partilha de riscos (Fonseca, 2000). A gestão do relacionamento com o cliente é uma estratégia empresarial, que deve cobrir todas as áreas funcionais, atravessando toda a organização, envolvendo todos os colaboradores e proporcionando uma cultura empresarial em que todos estão cientes da necessidade de interagir e de trabalhar com e para o cliente, encontrando-se este no centro da organização (Cap Gemini, 1999). Interagir inclui diversos tipos de trocas, desde produtos, serviços, informação e rotinas administrativas (Grönroos, 2001).

O marketing de relacionamento e o marketing tradicional diferem em vários aspectos. Segundo McKenna (1991), o marketing transaccional preocupa-se com a mudança da mente do consumidor e encontra-se focalizado na venda isolada, orientado nas características do produto, colocando pouca ênfase no serviço ao cliente, sendo o compromisso reduzido e o contacto moderado com o cliente. A qualidade é assunto primário da produção e a escala de tempo é curta, isto é, ambiciona alcançar resultados a curto prazo. Por sua vez, o marketing de relacionamento está focalizado na retenção e orientado para os valores do cliente, pressupõe um alto contacto com o consumidor, sendo a qualidade uma preocupação de toda a organização, mas tudo numa visão de longo prazo, pois afinal, um relacionamento vai-se alicerçando ao longo do tempo (Zineldin, 2000). "CRM é uma série contínua de interacções cujo objectivo é incrementar o valor a longo prazo do cliente para a organização, desenvolvendo e retendo clientes através do incremento da satisfação e lealdade" (Sindell, 2000, p. 12).

2. Satisfação

Considera-se que, em média, 15% a 40% dos clientes que dizem estar satisfeitos com a organização desertam em cada ano (Galbreath & Rogers, 1999). Por sua vez, no universo dos clientes que abandonam a organização, 75% asseguram que estavam satisfeitos com o seu antigo fornecedor (Nelson *et al*, 2001). Assim como um cliente satisfeito não implica obrigatoriamente uma repetição da compra, um consumidor insatisfeito pode não desertar devido, por exemplo, a uma situação de monopólio (Zingale & Arndt, 2001). A avaliação na indústria dos serviços, comparativamente com os bens, é mais subjectiva, o que torna mais difícil a compreensão da defecção (Mittal & Lassar, 1998).

Os elementos base, que afectam a satisfação, são: o produto/serviço, que deve ir de encontro do esperado, a existência do serviço básico de suporte, as experiências, serviços extraordinários em que as expectativas do cliente são superadas e a presença de *customização* (Sindell, 2000). As promessas efectuadas pela organização criam expectativas que devem ser sustentadas, contribuindo para criar confiança no relacionamento (Gummesson, 2002). O ideal é a empresa procurar ultrapassar essas expectativas (Lovelock *et al*, 1996). Tendo o consumidor um contacto bastante positivo com a organização, as suas expectativas serão influenciadas na próxima interacção, não apenas com essa empresa, mas com as outras com que se relacione, o que coloca uma pressão também sobre a concorrência para

ir de encontro às expectativas do cliente (Carleton Corporation, 1999).

A lealdade de um consumidor, normalmente, não está dependente apenas da satisfação com o produto, mas de um conjunto mais amplo que a organização pode proporcionar (Applix Incorporated, n.d.). Em geral a insatisfação do cliente não está associada ao produto nuclear, mas, devido a uma má experiência de compra (Siebel, 2002). Lovelock *et al* (1996) consideram que existem cinco grandes factores que influenciam a satisfação: qualidade do serviço, qualidade do produto, preço, factores situacionais e factores pessoais.

Por sua vez, outros autores colocam satisfação e qualidade em patamares paralelos: "satisfação é uma classificação da experiência do cliente com o serviço obtido, enquanto qualidade é o julgamento efectuado acerca dos recursos e competências duma organização" (Mittal & Lassar, 1998, pp. 178-179).

3. Fidelização

A satisfação do cliente não é o fim em si mesmo, pois aspira alcançar a sua lealdade e um compromisso de relação[1], e tem repercussões a vários níveis evidenciados na figura seguinte (Lovelock *et al*, 1996).

Figura 1 – Benefícios da satisfação do cliente.
Fonte: Lovelock *et al*, 1996, p. 135.

Oliver (1999) resume com base na literatura, a ligação entre satisfação e fidelidade em seis modelos:

- Fidelidade e satisfação são manifestações separadas do mesmo conceito;
- Fidelidade não existe sem satisfação, sendo este o núcleo da primeira;
- Satisfação é uma parte da lealdade, mas não é o núcleo;
- Satisfação e fidelidade são partes da "fidelidade fundamental";
- Parte da satisfação é base para se verificar a fidelidade;
- Satisfação é o início de um processo que terminará com o estabelecimento da fidelidade.

O tipo de produto/serviço influência o nível de fidelidade (Sindell, 2000). A prestação de um serviço excelente é estratégico para a fidelização de clientes, que tenderão a ser mais lucrativos ao longo do tempo. A prestação do serviço não deve ser visto como uma despesa, mas, antes pelo contrário, como fonte de receitas (Carleton Corporation, 1999).

A forma de construir a sua fidelização passa pelo conhecimento mais pormenorizado possível das suas necessidades, das suas características, ou seja, do perfil do cliente (Peppers and Rogers Group, 2000). O conhecimento é fruto da experiência, obtendo-se não através de livros, mapas, relatórios, mas constrói-se ao interagir com o cliente (Ambler & Styles, 1998).

A lealdade e a satisfação dos clientes existentes podem ser usados de forma criativa como recursos para suportar as necessidades dos novos clientes (Sheth & Sisodia, 1995), devendo os clientes satisfeitos ser utilizados pela organização para servirem de referência para conquistar novos clientes (Peppers & Rogers, 1994; Siebel, 2002).

Os clientes mais fiéis tendem a ser os clientes mais rentáveis (Peppers and Rogers Group, 2000), verificando-se que em clientes totalmente satisfeitos há uma propensão, de seis vezes mais, de voltar a comprar produtos no mesmo fornecedor (Galbreath & Rogers, 1999; Honeycomb, 2001).

Os clientes leais estão dispostos a pagar um preço maior *(premium price)*, atendendo a que o factor conveniência tem custos associados que o cliente não se importa de suportar (Peppers & Rogers, 1997), o que proporciona uma recuperação da margem de negócio (Siebel, 2002).

Por sua vez, a insatisfação de um cliente tem repercussões a níveis de futuras compras, levando à defecção, mas também à transmissão a outros clientes actuais ou potenciais, do descontentamento existente (Vavra, 1995), estimando-se que clientes insatisfeitos contam em média as suas experiências negativas a nove pessoas (Peppers & Rogers, 1994).

A lealdade não é comprada, mas sim conquistada e desenvolvida ao longo da relação, contribuindo cada interacção para aumentar a lealdade, o que implica um atenção individualizada, o que é oposto ao marketing de massas (Cap Gemini, 1999).

4. Programas de fidelização

O CRM pressupõe a retenção dos clientes mais lucrativos, aumentar as interacções com vista a maximizar o seu

[1] Desejo duradouro em manter o relacionamento (Grönroos, 2001).

lifetime value e também procurar a redução de custos (Hamill, 2000). Para esse efeito, há necessidade de elaborar acções de marketing cujo objectivo principal é a retenção dos clientes, evitando a defecção, que afecta anualmente 25% dos clientes, na maioria das empresas (Peppers & Rogers, 1994).

Um programa de fidelização de clientes pode ser definido como um conjunto de esforços para manter o máximo número de clientes activos dentro da empresa. Embora designado como programa, é na realidade uma estratégia de negócio (Duffy, 1997), que se reflecte em toda a comunicação, na criação de elementos distintivos, como, por exemplo, envelopes próprios (Smith, 2000).

Para aperfeiçoar a retenção dos clientes é necessário identificar as causas da deserção, quantificá-la e desenvolver acções correctivas. A defecção pode ter seis tipos de origem diferente (Payne *et al*, 2001):

- Preço: o cliente muda de fornecedor devido a ser atraído por um preço inferior;
- Produto: o concorrente oferece um produto superior, que satisfaz melhor as necessidades do cliente;
- Serviço: a oferta de um serviço pobre;
- Mercado: o cliente simplesmente deixa de comprar, porque já não tem necessidade;
- Tecnologia: o cliente passa a adquirir um produto diferente com origem noutra indústria, mas que também satisfaz as suas necessidades;
- Organização: políticas internas e/ou externas que mudaram e que deixam de ir de encontro às necessidades/expectativas do cliente.

Ao tentar reter os clientes e fidelizá-los, a empresa espera obter benefícios, pois tem presente que é menos dispendioso reter clientes do que adquiri-los e que os clientes leais são mais lucrativos. Para obter sucesso deve também não esquecer que os clientes não são iguais, reconhecer o *lifetime value* de cada cliente, encetar comunicações bidireccionais e personalizadas e criar custos associados à deserção, que não serão obrigatoriamente financeiros (Smith, 2000).

Um programa de fidelização pode ser elaborado com vista a atingir os clientes base ou os clientes que efectuam apenas a primeira compra e que importa tornar leais. Os objectivos podem visar aumentar a taxa de retenção, a quota de participação no cliente, melhorar o número médio de clientes novos, aumentar o valor médio da compra ou incentivar a frequência da compra. Interessa satisfazer os clientes actuais, detectar intenções por parte destes de abandonar a empresa e efectuar todos os esforços para os reter e procurar causas para a sua defecção (Sindell, 2000).

Os programas de fidelidade não devem apenas premiar os clientes que adquirem uma determinada quantidade de produtos ou utilização de um serviço num espaço temporal delimitado, mas também estarem atentos a relacionamentos longos, diferenciando os clientes que permanecem leais no tempo. Os primeiros programas estão a premiar, na realidade, não a fidelidade, mas a frequência de compra de produtos/utilização de serviços (Marcus, 2001). Um programa de frequência atinge clientes que não possuem alto valor e não constrói um relacionamento com o cliente (Smith, 2000). Por sua vez, um programa de frequência que vai além de prémios e retribuições, efectuando reconhecimento individual, criando serviços que diminuam os custos não financeiros, de forma que o cliente sinta que terá encargos se abandonar a organização, está-se a transformar num programa de fidelização (Peppers & Rogers, 1994).

Smith (2000) considera que existem diversos tipos de programas de fidelização, mencionando alguns que são aplicáveis à Internet:

- Serviço: intenta prestar um serviço especial/suplementar que serve de diferenciação;
- Informação: disponibiliza informação exclusiva/específica como benefício;
- Descontos: baseia-se na emissão de cupões ou abatimentos ao preço de forma directa;
- Comunidade: possibilidade de o cliente interagir com o *website*;
- Acesso: participação em eventos acessíveis apenas aos aderentes;
- Entretenimento: acesso a jogos, vídeos, humor;
- Pontos: fornecimento de determinados pontos de acordo com as compras efectuadas. Este tipo de programa, assim como o de descontos, são facilmente copiáveis pela concorrência (Newell, 2000).

Para ter sucesso, há que identificar possíveis zonas de atrito com o cliente e reagir a alterações no comportamento do cliente que indiquem insatisfação. Como possíveis sintomas, deve-se estar atento a reclamações, redução da frequência de compras, diminuição dos valores de compra, uma solicitação de referência financeira por parte de um concorrente, ou mesmo por parte de um entidade especializada em fornecer informações financeiras. As reclamações demoram mais tempo a chegar, ou acabam mesmo por não chegar quando os canais de distribuição são profundos, o que leva muitas empresas que produzem ou fabricam o produto e intentam assegurar o controlo do marketing, a encurtar o número de intermediários (Vavra, 1995).

O programa de lealdade visa aumentar o valor da

organização apercebido pelo cliente e só faz sentido se também tiver valor para o cliente. A sua existência pressupõe que está agregado um determinado valor monetário que será projectado na forma de um prémio conveniente e desejado, cuja forma de alcançar é acessível no tempo. Pode basear-se em benefícios físicos como, por exemplo, brindes, benefícios de serviço ou relacionados com o tratamento do cliente, fazendo-o sentir-se importante (Sindell, 2000). Os benefícios para o cliente devem superar o facto de este se manter fiel (Brito, 2000).

A criação de um programa de fidelização não pode acarretar a subida de preços com vista a comportá-lo, nem consegue ultrapassar a deficiência de um produto ou serviço e muito menos manter um cliente fiel, se ele já não tem necessidade ou desejo do produto/serviço em questão (Duffy, 1997).

Um programa de retenção deve-se centralizar nos clientes mais valiosos procurando responder a um conjunto de questões para obter sucesso (Smith, 2000):

Questão	**Enfoque**	**Perspectiva**
§ Como tomam as decisões de compra?	§ No design do *site*/loja e na informação a disponibilizar	§ Qualidade versus preço § Características versus intenção de uso § Benefícios versus *design* § Marca versus funcionalidade
§ Quais os padrões de compra?	§ Na forma de vender o produto, *merchandising*, formas de pagamento e distribuição	§ Compra isolada ou em conjunto? § Pagamento em dinheiro ou financiamento? § Compra para *stock* ou consumo imediato?
§ Quando compram?	§ Nas decisões do inventário e estratégias de suporte	§ Manhã, tarde ou noite? § Semanalmente, mensalmente ou trimestralmente? § Acontecimentos, estações anuais?
§ Quais os produtos procurados, necessitados e comprados frequentemente?	§ Decisões de *stock*	§ *Stock* de produtos baseados nas compras § Decisão sobre a personalização / *customização* § Desenvolvimento de agregação de produtos
§ Como navegam na loja *online*?	§ Determinar a estrutura do site assim como as páginas personalizáveis e *customizáveis*	§ Tipo de produto versus utilização § Venda orientada para o preço ou para o apoio?
§ Que informação é necessária para tomar uma decisão?	§ Quantidade de informação, qualidade e estilo de apresentação	§ Que necessidade de informação é necessária? § Que informação (que quantidade, que tipo) é necessária para criar uma solução para resolver um problema? § Que informação do produto é normalmente necessária? § Existe necessidade de produtos de demonstração/amostras? § A participação de um elemento da assistência técnica é necessária como apoio à venda?
§ Que serviços são necessários?	§ Prestação e grau de serviços	§ Qual a importância da entrega? § Como assegurar assistência técnica se necessária? § Como são resolvidos os problemas? § Que nível de serviço é oferecido pelos concorrentes, especialmente pelos *sites*?

Figura 2 – Aspectos a considerar na elaboração de um programa de retenção.
Fonte: Adaptado de Smith, 2000, pp. 107-110.

Os programas de fidelização tem ser medidos, verificando-se quais as alterações num grupo sujeito a esta iniciativa de marketing e comparando com um grupo não envolvido. As variáveis em análise podem ser atitudes, comportamentos (Duffy, 1997). A retenção de clientes tende a provocar uma diminuição de custos (Sindell, 2000), tendo-se como indicador que 5% na redução do número de clientes que abandonam a empresa pode incrementar o lucro entre 30 a 85%[2] e que um incremento da retenção dos clientes em 2% é o equivalente a diminuir 10% das despesas operacionais (Galbreath & Rogers, 1999).

A retenção não depende apenas da forma como a empresa trata os clientes, mas também de ter capturado os clientes correctos (Newell, 2000). Sindell (2000), sugere uma fórmula para medir a taxa de retenção que os programas estão a conseguir alcançar.

$$Tx_ret = \frac{A - C}{A} \text{x} 100\%$$

Legenda
Tx_ret - Taxa de retenção (em percentagem)
A - Nº de clientes no início do período em análise
B - Nº de clientes no fim do período em análise
C - Nº de clientes adquiridos durante o período em análise

Figura 3 – O cálculo da taxa de retenção.
Fonte: Adaptado de Sindell, 2000, p. 68.

5. Recuperação de clientes

É normal que as empresas tentem medir o esforço de satisfação do cliente, com base na recuperação dos consumidores que a abandonaram, mas, mais importante do que o número de clientes que se consegue trazer de volta, é o número de clientes que não abandonam a empresa. Este ao ser pequeno revela a qualidade dos esforços pró-activos que a empresa desenvolve. No entanto, há clientes que abandonam a organização e esta vê-se na necessidade de desenvolver esforços reactivos com vista à sua recuperação. Mas para isso, a empresa precisa de saber quem são os seus clientes activos, o que nem sempre é fácil, pois sabe-se quando foi a primeira compra, mas a última não é simples de identificar. O ciclo de compra que varia em cada indústria pode alongar o intervalo de repetição de compra. Pode-se, no entanto, considerar que um cliente que não compra há três ciclos já não se encontra activo (Vavra, 1995).

Para recuperar o cliente, a empresa tem que ter a sensibilidade para ver que ele a abandonou, o que pode não acontecer, caso a empresa esteja mais preocupada em conquistar novos clientes do que a monitorar os existentes (Vavra, 1995). Mais de 90% das empresas não se apercebem que os clientes estão a desertar (Maoz, 2001). Só uma organização que está focalizada no cliente individual consegue detectar deserções (Peppers & Rogers, 1994).

A recuperação deve ser efectuada não apenas quando existe o abandono ou pretensão por parte do cliente, mas, procurando-se sempre satisfazer o cliente e manter a qualidade do relacionamento. O lucro é alcançado na visão do longo prazo, em vez de haver preocupações com os custos existentes no curto prazo resultantes da recuperação. Readquirir um cliente insatisfeito custa vinte e cinco vezes mais do que manter um cliente existente (Grönroos, 2001).

A magnitude das falhas que está dependente do contexto e o tipo de falha influenciam a resposta dos clientes aos esforços de recuperação, cujos atributos são: a compensação, rapidez na resposta, justificação e iniciativa. A satisfação do cliente na recuperação da falha é influenciada pela justiça percebida, composta por três componentes (Smith *et al*, 1999):

- Justiça distributiva: envolve os recursos alocados e o valor percebido da compensação;
- Justiça procedimental: a forma como as decisões foram tomadas e os conflitos resolvidos;
- Justiça recíproca: a maneira como a informação é trocada entre o cliente e a organização e os resultados que são comunicados.

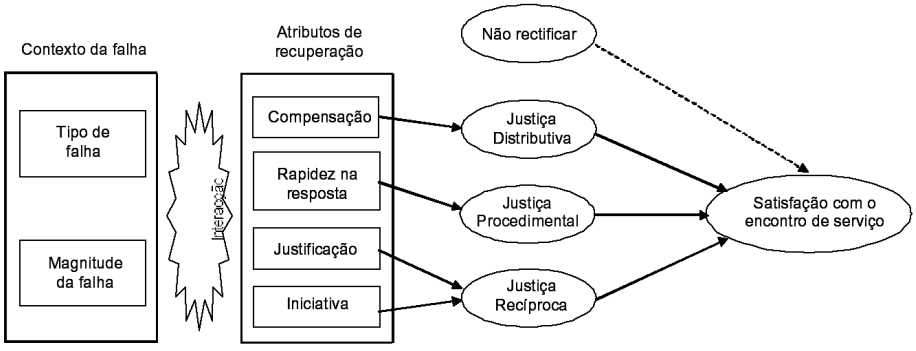


Figura 4 – Modelo de satisfação do cliente em encontros de recuperação de falha de serviço.
Fonte: Smith *et al*, 1999, p. 358.

[2] Reichheld & Schefter (2000) referem como aumento dos lucros o intervalo de 25 a 95%.

A interacção entre o contexto da falha e os atributos de recuperação providencia diferentes níveis de recuperação de acordo com a gravidade da situação e o cliente abrangido, que por sua vez tende a ficar emocionalmente envolvido.
As reclamações proporcionam à organização *feedback* que permite corrigir pontos em que esta esteja a falhar (Meuter *et al,* 2000). A empresa, ao preocupar-se em resolver o problema do cliente, que deu origem à reclamação, está a contribuir para refinar o relacionamento (Peppers & Rogers, 1994). A forma como uma reclamação é tratada terá impacto sobre a experiência negativa existente que está na base da queixa, sendo objectivo satisfazer e preferencialmente deleitar o consumidor (Rich, 2000). Na reclamação o ideal é procurar resolver o problema em conjunto, ou seja, colaboração entre ambas as partes, que é influenciada pela confiança (Gummesson, 2002). Um cliente que fez uma reclamação e ficou satisfeito com a sua resolução tende a ser mais leal que um cliente que nunca teve motivo para se queixar junto da organização, contribuindo assim a recuperação do cliente para a sua lealdade (Sindell, 2000; Smith, 2000; Smith *et al*, 1999).
A avaliação por parte do cliente no esforço de recuperação pela organização, vai decorrer a três dimensões: o resultado final e benefícios; os procedimentos e métodos utilizados pela organização para resolver o problema; a qualidade da comunicação e do tratamento interpessoal (Smith *et al*, 1999). O tempo é também importante na recuperação de uma falha, contribuindo para a satisfação do cliente e diminuindo os custos, pois estes tendem a aumentar com o passar do tempo (Grönroos, 2001).

6. Considerações finais

Para ser prestável como parâmetro de avaliação, a satisfação tem de ser comparada com os índices da concorrência (Peppers & Rogers, 1997).
A satisfação contribui para o crescimento da confiança que tende a aumentar com a experiência passada, mas cujo futuro se encarregará de confirmar (Bauer *et al*, n.d.). Influencia a fidelidade, mas não obriga à fidelização, sendo importante para a organização assegurar-se que existem custos/inconvenientes de mudança, porque um cliente satisfeito pode mudar de fornecedor, caso não exista inconveniência (Peppers and Rogers Group, 2000; Sindell, 2000). Deve-se ultrapassar as expectativas que são baseadas em promessas efectuadas pela organização, pela concorrência ou em experiências anteriores, para procurar reter o cliente (Buttle, 2000). A fidelização é ultrapassar a satisfação e encantar o cliente (Brito, 2000).
Siebel (2002) considera que existe um conjunto de requisitos gerais, independentemente da área da indústria para criar lealdade do cliente: valor básico, confiança, empenho, valor acrescentado e previsão das necessidades do cliente. Há, no entanto, alguns factores, próprios do sector em que a empresa está inserida (Smith, 2000). Os programas de fidelização ao serem elaborados vão ter em consideração ambas as vertentes, assim como as especificidades dos clientes.
A recuperação de clientes tende a entrar em acção, quando estes reclamam, mas 96 a 98% dos clientes insatisfeitos nunca se queixam limitando-se a mudar de fornecedor (Galbreath & Rogers, 1999; Peppers & Rogers, 1999) e dos se queixam 90% não comprarão mais (Peppers & Rogers, 1994), o que evidencia uma incapacidade da empresa em recuperar o cliente. Assim, o ideal é providenciar todos os esforços organizacionais que permitam evitar situações que contribuam para possíveis deserções.

Referências

Ambler, Tim & Styles, Chris (1998). *The future development of relationship marketing: constructs and conduits.* London Business School. Obtido a 16 de Novembro de 2002, de http://forum.london.edu/facpubs.nsf/workingPapersTableView/8B516220E23D4ECC825687F0036DCB3/$File/99-903.pdf.

Bauer, Hans H., Grether, Mark & Leach, Mark (n.d.). *Building customer relations over the internet*. Obtido a 17 de Abril de 2000, de http://www.bwl.unimannheim.de/Bauer/grether/Internet_RM.PDF.

Brito, Carlos Melo (2000, Fevereiro). Os novos desafios do marketing da terceira vaga. *Actas das X Jornadas Luso-Espanholas de Gestão Científica realizadas em Vilamoura, V,* 11-18.

Buttle, Francis (2000). *The S.C.O.P.E of Customer Relationship Management.* Manchester Business School. Obtido a 23 de Maio de 2001, de http://www.crm-forum.com.

Cap Gemini (1999). *CRM – Customer Relationship Management in pratice.* Obtido a 8 de Dezembro de 2000, de http://www.cgey.com/crm/Media/MarketTrends2-CRM.pdf.

Carleton Corporation (1999). *Enabling the customer relationship management revolution.* Obtido a 9 de Abril de 2000, de http://www.carleton.com.

Duffy, Dennis L. (1997). *Loyalty Programs: your internal checklist for program development.* Cadmus Direct Marketing, Inc. Obtido a 6 de Dezembro de 2000, de http://www.relationshipmktg.com/ Free%20Articles/rmr016.pdf.

Fonseca, Miguel (2000). *e-marketing.* Edições IPAM.

Galbreath, Jeremy & Rogers, Tom (1999). Customer relationship leadership: a leadership and motivation model for the twenty-first century business. *The TQM Magazine, 11*(3), 161-171.

Grönroos, Christian (2001). *Service management and marketing: a customer relationship management approach.* John Wiley & Sons.

Gruen, Thomas W., Summers, John O. & Aacito, Frank (2000). Relationship marketing activities, commitment, and membership behaviours in professional associations. *Journal of Marketing, 64*(3), 34-49.

Gummesson, Evert (2002). *Total relationship marketing* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.

Hamill, Jim (2000). *Internet supported customer relationship management – discussion paper.* Obtido a 9 de Dezembro de 2000, de http://www.crm-forum.com/crm_forum_white_papers/art-077/art-077.pdf.

Honeycomb, Jeff (2001). *Insider's Guide to the Key Elements of a Complete Internet Customer Service Solution.* Right Now Technologies. Obtido a 12 de Abril de 2001, de http://www.rightnow.com.

Lovelock, Christopher, Vandermerwe, Sandra & Lewis, Barbara (1996). *Services Marketing – A european perspective.* Prentice Hall Europe.

Maoz, M. (2001). *The 10 Imperatives for World-Class CRM.* Gartner Group. Obtido a 13 de Setembro de 2001, de http://www4.gartner.com/ resources/ 99000/99073/99073.pdf.

McKenna, Regis (1991). *Relationship Marketing.* Perseus Book.

Meuter, Matthew L., Ostrom, Amy L., Roundtree, Robert I. & Bitner, Mary Jo (2000). Self-Service Technologies: understanding customer satisfaction with technology-based service encounters. *Journal of Marketing, 64,* 50-64.

Mittal, Banwari & Lassar, Walfried M. (1998). Why do customers switch? The dynamics of satisfaction versus loyalty. *The Journal of Services Marketing, 12*(3), 177-194.

Nelson, S., Linden, A., Janowski, W. & Berg. T. (2001). *CRM Analytics and Personalization.* Gartner Group. Obtido a 13 de Setembro de 2001, de http://www4.gartner.com/ resources/ 95800/95825/95825.pdf.

Newell, Frederick (2000). *Loyalt.com,* McGraw-Hill.

Oliver, Richard L. (1999). Whence consumer loyalty?. *Journal of Marketing, 63,* 33-44.

Payne, Adrian, Christopher, Martin, Clark, Moira & Peck, Helen (2001). *Relationship Marketing for competitive advantage.* Butterworth Heineman.

Peppers, Don & Rogers, Martha (1994). *Marketing um a um.* Editora Campus.

Peppers, Don & Rogers, Martha (1997). *Empresa 1:1.* Editora Campus.

Peppers and Rogers Group (2000). *CRM Series: Marketing 1 to 1.* Obtido a 27 de Janeiro de 2000, de http://www.1to1.com.br/download/link/guia_de_crm.pdf.

Sheth, Jagdish N. & Sisodia, Rajendra S. (1995). Feeling the heat – Part 2. *Marketing Management, 4*(3).

Sheth, Jagdish N., Sisodia, Rajendra S. & Sharma, Arun (2000). The antecedents and consequentes of customer-centric marketing. *Journal Academy of Marketing Science,* 28(1), 55-66.

Siebel, Thomas M. (2002). *Princípios de eBusiness.* Máxima.

Sindell, Kathlenn (2000). *Loyalty Marketing for the Internet Age.* Dearborn Financial Publishing Inc.

Smith, Amy K., Bolton, Ruth N. & Wagner Janet (1999). A model of customer satisfaction with service encounters involving failure and recovery". *Journal of Marketing Research, XXXVI,* 356-372.

Smith, Ellen Reid (2000). *e-loyalty.* Harper Business.

Vavra, Terry G. (1995). *Aftermarketing.* McGraw-Hill.

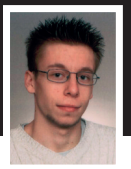
Zineldin, Mosad (2000). Beyond relationship marketing: technologicalship marketing, *Marketing Intelligence & Planning, 18*(1), 9-23.

Zingale, Alfredo & Arndt, Matthias (2001). *Engaging customer passion with e-crm.* John Wiley & Sons.

Comunicações Ópticas

Hugo Oliveira*
hfmo@ispgaya.pt

João Garcia *
jmog@ispgaya.pt



Joel Luz *
jll@ispgaya.pt

Este artigo apresenta vários conceitos, ferramentas, técnicas e aplicações relacionadas com a fibra óptica e as enumeras aplicações que esta tem nos dias que correm.

1. Introdução

Desde que foram desenvolvidas, as fibras ópticas representaram uma revolução na forma de transmitir informações. A fibra óptica vem sendo utilizada para transmitir voz, televisão e sinais de dados por ondas de luz, por meios de fios finos e flexíveis, constituídos de vidro ou plástico que, comparados com cobre, apresentam inúmeras vantagens.

Não é mais mera curiosidade de laboratórios de pesquisas. São, agora, uma importante tecnologia, provada e aprovada, uma realidade reconhecida.

Na área dos Sistemas de Telecomunicações, a fibra óptica possui um campo bem vasto de estudo. Por isto o estudo de conceitos básicos de óptica é usado tanto em fibras como em feixes ópticos. O sistema óptico é parte óptica e parte electrónica. O entendimento de segmentos óptico, electrónico e de comunicações vem a ser, então, importante para o estudo de estruturas ópticas.

2. Inicio das Comunicações Ópticas

As suas raízes vêem do século XIX, com um dispositivo denominado FOTOFEN que, utilizando a luz do sol e lentes montadas em transdutor que ao contacto com o som vibrava, convertia sinais de voz em sinais ópticos.

Narinder Singh Kanpany, físico indiano, foi quem inventou a fibra óptica, que passou a ter aplicações práticas na década de 60 com o advento da criação de fontes de Luz de estado sólido, como o raio laser e o led.

3. Histórico e conceitos

3.1 Histórico

Há cinco milhões de anos, homens primitivos iniciaram as comunicações ópticas com sinais e gestos visuais:

- Século VI a.C.: *Esquilos* informaram aos Argos da queda de Tróia por meio de uma cadeia de sinais de fogo.
- Século II a.C.: *Polibio* propôs um sistema de transmissão do alfabeto grego por meio de sinais de fogo (dois dígitos e cinco níveis (52=25 códigos).
- 100 a.C.: Vidros de qualidade óptica somente apareceram após o surgimento dos famosos cristais venezianos, na Renascença. Os princípios da fibra óptica são conhecidos desde a Antiguidade e foram utilizados em prismas e fontes iluminadas. - 200 D.C: *Heron* da Alexandria estudou a reflexão.
- 1621: *Willebrod Snell* descobriu que quando a luz atravessa dois meios, sua direcção muda (refracção).
- 1678: *Christian Huygens* modela a luz como onda.
- 1792: *Claude Chappe* inventou um sistema de transmissão mecânica para longas distâncias B<1 bps).
- 1800: Sr. *William Herschel* descobriu a parte infravermelha do espectro.
- 1801: *Ritter* descobre a parte ultravioleta do espectro.
- 1830: Telégrafo com código *Morse* (digital) com repetidores chegava a 1000 km (B=10 bps).
- 1866: Primeira transmissão transatlântica de telégrafo.
- 1870: *John Tyndal* mostrou a *Royal Society* que a luz se curva para acompanhar um esguicho d'água.
- 1876: Invenção do telefone analógico por *Graham Bell* que existe até hoje.
- Século XX: O mundo se enreda de redes telefónicas analógicas.
- 1926: *John Logie Baird* patenteia uma TV a cores primitiva que utilizava bastões de vidro para transportar luz.
- 1930-40: Alguns guias de luz foram desenvolvidos com *Perspex* para iluminar cirurgias.
- 1940: 1º cabo coaxial transporta até 300 ligações telefónicas ou um canal de TV com uma portadora de 3 MHz.
- 1950: Pesquisadores começam a sugerir o uso de uma casca em volta da fibra para guiar a luz. Os primeiros "fibrescopes" foram desenvolvidos, mas o custo ainda é proibitivo.
- 1952: O físico indiano *Narinder Singh Kanpany* inventa a fibra óptica.

* (1) Alunos do 4º Ano em Engenharia das Telecomunicações e Computadores do ISPGAYA

- 1964: *Kao* especulou que se a perda da fibra for somente 20 dB/km, seria possível, pelo menos teoricamente, transmitir sinais à longa distância com repetidores. 20 dB/km: sobra apenas 1% da luz após 1 km de viagem. Objectivos: menor custo e melhores condições para o transporte da luz.
- 1968: As fibras da época tinham uma perda de 1000 dB/km. *The Post Office* patrocina projectos para obter vidros de menor perda.
- 1970: *Corning Glass* produziu alguns metros de fibra óptica com perdas de 20 db/km.
- 1973: Um link telefónico de fibras ópticas foi instalado no EEUU.
- 1976: *Bell Laboratories* instalou um link telefónico em Atlanta de 1 km e provou ser possível a fibra óptica para telefonia, misturando com técnicas convencionais de transmissão. O primeiro link de TV a cabo com fibras ópticas foi instalado em *Hastings* (UK). *Rank Optics em Leeds* (UK) fabrica fibras de 110 mm para iluminação e decoração.
- 1978: Começa, em vários pontos do mundo, a produção de fibras ópticas com perdas menores do que 1,5 dB/km, para as mais diversas aplicações.
- 1988: Primeiro cabo submarino de fibras ópticas mergulhou no oceano e deu início à super estrada de informação.
- 2001: A fibra óptica movimenta cerca de 30 biliões de dólares anuais. [2]

3.2 Natureza da Luz

A luz pode, em alguns casos, apresentar características de partículas (corpos dotados de massa) e, em outros, de ondas (energia) ou ainda, em alguns casos, aparecer como fotões, que parece um raio ou partículas electromagnéticas que se movem em alta velocidade. Esta velocidade é tão extraordinariamente alta que apresentam sua massa nula, fazendo-nos classificá-los como não existentes. Por isso, é melhor tratá-los como pacotes de energia, para poderem ser observados e medidos.
Pela teoria da luz como partícula, podemos descrever o que ocorre com a partícula quando ela é transmitida - o efeito fotoeléctrico: que descreve que quando a luz atinge a superfície de determinados sólidos causa a emissão de electrões. Mas não conseguiríamos, apenas com esta teoria, explicar o comportamento da luz durante a emissão e a absorção, nem descrever vários outros fenómenos relacionados à luz. A teoria das ondas explica melhor a propagação ou transmissão da luz. Explica muito bem, por exemplo, por que os feixes de luz passam uns entre os outros sem causar distúrbios entre si.
É importante, então, notar que é um erro generalizar a luz como partículas ou como ondas. De acordo com a situação, uma ou outra teoria descreve melhor um determinado fenómeno.

3.3 Velocidade da Luz

Em 1675, o astrónomo Roemer, através de suas observações astronómicas sobre o período de revolução de uma das luas de Júpiter, obteve a primeira verdadeira indicação de grandeza para a velocidade da luz. Em 1849, o físico francês Fizeau fez a primeira medição não astronómica da velocidade da luz, depois aperfeiçoada pelo também físico Foucault em 1850 e, entre 1880 e 1930, pelo físico Michelson.

Mas muito antes destes outros físicos, Galileu fez a primeira tentativa de medir a velocidade de propagação da luz. O experimento funcionou da seguinte maneira: Galileu e seu assistente foram até o topo de duas colinas, com uma distância de aproximadamente uma milha, cada um munido com uma lanterna e um anteparo para cobri-la. A intenção de Galileu era medir o tempo necessário para a luz percorrer o dobro da distância entre os observadores. Ele então pensou: o observador A descobriria sua lanterna e o observador B, quando visse a luz da lanterna do observador A, descobriria a sua. O tempo inicial de A e sua visão da luz de B seria o tempo necessário para a luz ir e vir entre os dois observadores.

Mas Galileu não conseguiu, com isto, obter nenhum valor para a velocidade da luz, porque a velocidade dela é tão grande que o intervalo de tempo para ser medido é muito menor que as flutuações do tempo de resposta dos observadores.
A teoria electromagnética de Maxwell, em que ele trata a luz como uma onda electromagnética, não envolve directamente a luz. Ele descreve que a velocidade de uma onda electromagnética no vácuo está relacionada a uma constante eléctrica, que pode ser determinada por uma medida da capacitância de um condensador de placas planas e paralelas, e uma constante magnética, que está relacionada com a unidade Si de corrente eléctrica. Precisamente, esta velocidade é de 299 792 500 m/s. Para a maioria das aplicações práticas, esse número é aproximado para 300 000 000 m/s.

3.4 Ondas electromagnéticas

As ondas electromagnéticas, que são geradas pela aceleração de cargas eléctricas, incluem a luz visível, as

ondas de rádio e as de radar, os raios gama, microondas e outras, que envolvem a propagação de ondas de campos eléctricos e magnéticos através do espaço, com velocidade de 300 000 000 m/s no vácuo. A diferença entre as radiações em diferentes partes do espectro deste tipo citadas é uma quantidade que pode ser medida em vários caminhos, como o comprimento de onda, a energia de um fotão ou a oscilação da frequência num campo electromagnético.
Cada medida possui sua própria unidade de medida, seja ela comprimento de onda, energia ou frequência.
Internacionalmente, a mais usada é o comprimento de onda, sendo medido em unidades métricas, micrométricas (10 elevado menos 6 m) e em nanométricas (10 elevado menos 9 m). A frequência é medida em ciclos por segundo (cps) ou hertz (Hz).
Todas as medidas nos informam a mesma coisa, e existem equações que convertem estas medidas em diferentes valores. Uma delas < C= lambda x f = 3 x 10elevado8 m/segundos > mede, por exemplo, a velocidade da luz (c) em função de comprimento de onda (Lambda) e da frequência (f). Se preferir utilizar o fotão energia (E) para fibras, utilize a Lei de Plank < E = h x v > em que (H) é a constante de Plank e (v) a frequência. A mesma equação, agora em função do comprimento de onda, ficaria (E = 1,2406 / Lambda).
Queremos observar do espectro de frequência apenas uma pequena região denominada de região óptica, em que as fibras ópticas trabalham. Esta região inclui uma luz visível para os olhos humanos com o comprimento de onda que varia entre 400 e 700 nm, perto da região do infravermelho e do ultravioleta, que possuem propriedades similares.
Toma-se o Índice Refractivo (n) com a mais importante medida óptica para os materiais transparentes, que é descrito como sendo uma razão entre a velocidade da luz no vácuo e a velocidade da luz no meio. O índice refractivo será sempre menor que 1, quando medimos a velocidade da luz no material que é sempre menor que a velocidade da luz no vácuo.
Na transmissão directa de um raio de luz num canal óptico, surgem uma série de fenómenos internos. Surge uma distorção da luz quando esta passa do ar para o vidro. Esta distorção depende fundamentalmente do índice de refracção, em que surge um ângulo no qual a luz alcança a outra superfície. Os ângulos de incidência e refracção são medidos não do plano da superfície, mas da linha norma, isto é, perpendicular à face. A relação é conhecida como Lei de Snell < ni sin I = nr sin R > onde ni e nr são os índices de refracção do meio incidente e do meio refractivo, I e R são os ângulos de incidência e de refracção.

Lei de Snell

A Lei de Snell indica que a refracção não pode tomar lugar quando o ângulo de incidência é muito grande. Se este exceder um valor crítico, que denominamos de ângulo crítico, em que o seno do ângulo de refracção se igualaria a ele, a luz não pode caminhar no vidro.
O fenómeno de reflexão interna total, que sustenta e mantém a luz confinada na fibra óptica, é explicada da seguinte forma: a reflexão interna deve ser proporcionada com toda a energia, fazendo com que os raios de luz saltem para o interior da fibra, obedecendo à Lei de Snell.
Ao se analisar a condução da luz, devemos abalizar o núcleo que está na parte interior da fibra, onde a luz é guiada, e a cobertura que está em torno da fibra.
Devemos ter em consideração estes factores porque o índice refractivo do núcleo é mais alto que o da cobertura, fazendo que a luz vá até a borda com a cobertura, criando um ângulo e mantendo a luz confinada no núcleo pela reflexão interna total. Na prática, esta diferença não é muito grande, cerca de 1%. O cálculo é simples: se nr / ni = 0,99 o valor do ângulo é de cerca de 82 graus. Isto faz com que a luz seja confinada no núcleo se o ângulo do raio com a cobertura for de 8 graus ou menos.
Continuando os factores primordiais num sistema de fibra óptica, aparecem também a Abertura Numérica e o ângulo de aceitação. Os ângulos sobre uma fibra óptica possuem limites de aceitação, mas a óptica pode produzir limitado raio de luz.

3.5 Atenuação, Largura de Banda e Dispersão em fibra óptica

À medida que a luz se propaga pela fibra óptica, perde parte da potência pela absorção de luz na casca, bem como imperfeições do material empregado na produção (sílica) dentro da fibra (guia de onda), por um processo que chamamos de atenuação do sinal que é medido em dB/km.
A absorção da luz por materiais dentro da fibra, a difusão da luz dentro da fibra e o vazamento de luz do núcleo, também estão envolvidos nesta perda. O grau de Atenuação depende do comprimento de Onda da Luz transmitida. Isto faz com que a transmissão por fibra óptica não seja um meio 100% eficiente.
A dispersão é a principal responsável pela limitação da largura de banda do sinal transmitido. Esta dispersão tem causa em sinais digitais (mais comuns em fibras ópticas), um alargamento temporal do sinal óptico, o que resulta na superposição de diversos pulsos do sinal.

A dispersão é um efeito em que os modos geradores de uma frente de onda de luz são separados quando se deslocam pela fibra óptica, o que ocasiona a chegada delas à outra extremidade espalhadas em relação ao tempo. Então, concluímos que a Interferência Inter simbólica ou dispersão do pulso é a diferença entre a largura de banda do pulso de entrada para o pulso correspondente do sinal de saída. Como nos referimos à distância percorrida pela luz, este fenómeno é especificado por unidade de comprimento em ns/km. O que, numa transmissão digital vem a dificultar a recepção do sinal no circuito receptor e sua posterior descodificação.
Podemos classificar a dispersão do pulso de duas maneiras: Dispersão Intermodal e Dispersão Intramodal.
O resultado da geometria da guia de onda e das diferenças dos índices de refracção que permitem à fibra propagar vários modos ou raios de luz, define a dispersão multimodo ou intermodal. As fibras multimodo são mais susceptíveis à dispersão intermodal, observando-se a os vários modos com que os raios de luz percorrem caminhos diferentes a um determinado ponto em tempos distintos.
Em todas as fibras está presente a dispersão material, intramodal ou cromática, porque é decorrente da dependência do índice de refracção do material da fibra com relação ao comprimento de onda. Com somente uma fonte de luz (monocromática - uma cor somente) não existe dispersão cromática - o que torna essa fonte, que gera uma luz mais pura e com menor largura espectral, efectivamente melhor do que um LED convencional.
Para efeito de medição, numa fibra óptica de sílica-padrão o coeficiente de dispersão medido é nulo para um comprimento de onda próximo a 1.300 nm. Neste único caso não ocorre o alargamento do pulso. Assim, os actuais sistemas de comunicação ópticos foram desenvolvidos para aproveitar tais características. Fibras ópticas de dispersão deslocada (Dispersion Shifted "DS") reúnem atenuação e dispersão mínimas. Estes tipos de fibras ópticas, que até então eram fabricadas levando-se em conta características de aplicação e necessidades de transmissão, foram substituídas por fibras monomodo NZD que possuem dispersão de banda de comprimento de onda, em que os amplificadores ópticos podem trabalhar com valores mínimos e não zero (0), diferentemente das fibras monomodo DS. Isto permite maiores taxas de transmissão e menor espaçamento entre canais de comunicação. O que acontece é que o ponto de dispersão zero é deslocado da banda crítica de aplicação, tanto para a região de dispersão negativa (NZD-) como para uma região de dispersão positiva (NZD+).

4. Modulação e Multiplexação

Para cada aplicação a ser desenvolvida em redes de fibra óptica, temos que primeiro determinar as técnicas de modulação e multiplexação do sinal que se desloca na rede.

4.1 Modulação

Modulação é o processo pelo qual, através de uma portadora, um sinal em vez de ser transmitido em sua forma original é transmitido com mudança de amplitude, frequência ou de fase. Definimos modulação da portadora o processo pelo qual o sinal original varia a portadora em amplitude, frequência ou fase.
A modulação de uma portadora sinusoidal é mais utilizada hoje em sistemas de rádio, onde é utilizada para converter um sinal transmitido em uma banda de frequência em que os receptores possam detectá-la melhor e separar as diferentes ondas. O sinal pode ser recuperado pela detecção da portadora e absorção das mudanças de amplitude, frequência ou fase, dependendo do tipo da modulação. Este tipo de transmissão é denominada transmissão analógica. As técnicas de modulação de portadora são raramente utilizadas com fibras ópticas, geralmente ocorrem quando a transmissão analógica oferece alguma vantagem em custo ou formato de sinal para uma aplicação específica.
O PCM *(Pulse Code Modulation)* é outra técnica de modulação muito empregada em sistemas de comunicação por fibras ópticas.
Tanto para modulação de portadora analógica quanto para modulação código de pulso, o transmissor óptico (LED ou LASER (ILD)) transmite o sinal pela variação da potência da saída. Esta portadora e a forma de onda do sinal podem ser representadas por uma variação proporcional na potência de saída óptica.
Um pulso é formado pela chave da fonte, apresentando dois estados bem definidos: on e off, em aplicações digitais. Então, em sistemas digitais, um pulso pode ser representado por um burst de luz na fibra (nível lógico 1 - on) e pela ausência de um burst de luz (nível lógico 0 - off).

4.2 Multiplexação

A ideia básica de multiplexação é que diferentes tipos de sinais podem ser transportados por um sistema de transmissão óptico, ou seja, é um meio em que é possível transmitir dois ou mais canais de informação simultaneamente.
São definidos três tipo de multiplexação, que serão tratados a seguir:
• Time Division Multiplexing (TDM) em tempos diferentes;

- Frequency Division Multiplexing (FDM) em frequências diferentes;
- Wavelength Division Multiplexing (WDM) por comprimento de onda.

4.2.1 TDM - Time Division Multiplexing

É o método de multiplexação de vários canais em um único canal, dado pela associação de cada canal a um intervalo de tempo diferente para transmissão de um grupo de bits. É utilizado apenas com sinais binários provenientes de modulação por código de pulso (PCM), sem se importar se a origem do sinal é analógica ou digital.
Esta associação de intervalos é obtida quando cada canal digital que origina a informação entra no multiplexador e é armazenado num buffer de memória denominado bloco de sincronismo. As funções do multiplexador, como a amostragem de cada canal de entrada a taxas com velocidades compatíveis às requeridas pelo sistema, devem se feitas. Nesta taxa a amostragem, o circuito multiplexador pode amostrar o primeiro bit de informação dos canais 1 a N (último canal) e adicionar um *overhead* de informação de volta ao primeiro canal, antes que o próximo bit de informação do canal 1 entre. Este multiplexador pode aceitar um ou mais bits binários ao mesmo tempo de cada canal e gerar, depois, vários pulsos que compensam a transmissão do sinal.
O bit de *overhead* é utilizado para que o desmultiplexador, no lado do receptor, possa identificar os canais, que são separados e reconstruídos.
Pela não utilização de banda de guarda o TDM se torna muito mais eficiente que o FDM. A única ineficiência é que um pequeno número de bits é adicionado ao conjunto de pulsos (dados) transmitido, para prover ao multiplexador e desmultiplexador sincronismo e detecção de erro, bem como alguns poucos bits extras para gestão em sistemas de comunicação em redes.
Outro aspecto desvantajoso para o TDM é o custo da codificação digital PCM.

4.2.2 FDM - Frequency Division Multiplexing

É o método pelo qual vários canais de informação são multiplexados num único canal, dado pela associação de cada um destes canais a uma portadora diferente. Para tornar isto possível, cada canal de origem ou banda base modula uma portadora de uma frequência diferente em amplitude, frequência ou fase. Cada nova portadora modulada será referida como canal intermediário. Cada um desses canais intermediários é, então, combinado num canal de transmissão simples, geralmente aplicando-o a um circuito combinador composto por um arranjo resistivo (talvez com alguma amplificação), não muito diferente de um divisor de potências.
Isto resulta em um sinal composto, onde cada canal é identificado como uma banda separada de frequências, e que pode ser identificado por uma frequência portadora discreta.
Este tipo de multiplexação é caracterizado pelo seu baixo custo e pela multiplexação de vários canais em um único canal, com uma largura de banda junta. Por isto esta técnica é utilizada na propagação de sinais de rádio e TV.
Sua desvantagem, quando aplicada a fibras ópticas, é que a linearidade das fontes ópticas, embora algumas estejam entre 0,001% e 0,1%, não é suficiente para evitar a geração de distorção harmónica.
Não segue nenhum padrão específico. Ele é desenvolvido e fabricado para aplicações específicas, como TV a cabo.

4.2.3 WDM - Wavelength Division Multiplexing

Os outros tipos de multiplexação eram usados para multiplexar canais, mas em sistemas ópticos eles são empregados em etapas onde os sinais a serem transmitidos ainda são eléctricos. No caso do WDM, ele multiplexa "cores" (comprimento de ondas de luz) numa única fibra óptica, utilizando várias fontes de vários comprimentos de onda.
Funciona como o FDM dentro de uma porção de infravermelho do espectro electromagnético. Cada portadora óptica, num comprimento de onda diferente, pode carregar vários canais eléctricos que foram multiplexados com técnicas FDM e TDM. O WDM, portanto, oferece um outro nível de multiplexação para sistemas de fibra óptica que os sistemas puramente eléctricos não possuem.
Mas esta técnica não é aplicada em redes locais porque as taxas de transmissão e as distâncias fazem com que as aplicações em LAN sejam "simples" para cada fibra óptica, não demandando sistemas ópticos complexos, como é o caso de telefonia e CATV. [1]

5. Princípio de funcionamento

A luz propaga-se no interior de uma fibra óptica fundamentada na reflexão total da luz. Quando um raio de luz se propaga num meio cujo índice de refracção é n1 (núcleo) e atinge a superfície de um outro meio com índice de refracção n2 (casca), onde n1>n2, e desde que o ângulo de incidência (em relação à normal) seja maior ou igual ao ângulo crítico, ocorrerá o que é denominado de reflexão total, do que resulta o retorno de raio de luz ao meio com

índice de refracção n1.
A luz é injectada na fibra por uma de suas extremidades sob um cone de aceitação, em que, este determina o ângulo por que o feixe de luz deverá ser injectado, para que ele possa de propagar ao longo da fibra óptica.
A composição básica de fibras ópticas é de materiais dieléctricos com uma estrutura cilíndrica, composta de uma região central, que denominamos núcleo, que é por onde a luz se desloca, e uma região periférica, denominada casca, que envolve completamente o núcleo.
As dimensões vão variar conforme o tipo da fibra, podendo ser de 8 micrometros até 200 micrometros, e a casca de 125 micrometros até 240 micrometros.
Então, temos que a composição básica de uma fibra óptica é :

- Núcleo (fibra de vidro);
- Casca que envolve o núcleo (fibra de vidro);
- Película que recobre a casca, chamado de acrilato;
- Um tubo onde as fibras são comportadas, chamadas de tubete;
- Os fios de aramida, para actuar como protecção e tracção;
- Bastão de Kevlar, utilizado para dar resistência mecânica ao cabo;
- Capa, constituída por um polímero.

6. Sistemas de comunicação

O sistema de fibras ópticas é constituído por três blocos básicos:

- Bloco Transmissor
- Bloco Receptor
- Bloco do Meio Físico

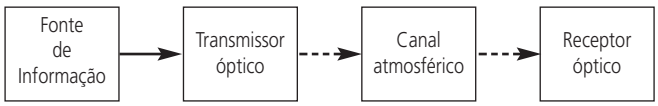


Figura 1 – Sistema de Comunicação Óptica

O Bloco Transmissor possui a função de transformar o sinal eléctrico em óptico, sendo constituído por dois componentes básicos: o circuito *driver* e circuito emissor de luz. O circuito *driver* possui a função controle de polarização eléctrica e emissão de potência óptica.
O circuito emissor de luz é responsável pela conversão e a emissão do sinal óptico. O bloco receptor possui a função inversa do bloco transmissor, ou seja, detecta o sinal óptico e o converte para eléctrico. É constituído por um fotodetector que realiza a conversão optoeléctrica e por um circuito amplificador-filtro, onde o sinal recebe um tratamento adequado para a leitura. O meio físico, composto pelas fibras ópticas é um guia, em cujo interior a luz se desloca, desde a extremidade emissora até a extremidade receptora.

7. Tipos de fibras ópticas

Existem dois tipos de fibras ópticas: as fibras multimodo e as monomodo. A escolha de um destes tipos dependerá da aplicação à qual se destinará o uso da fibra. As fibras multimodo são mais utilizadas em aplicações de rede locais (LAN), enquanto as fibras monomodo são mais utilizadas para aplicações de redes de longa distância (WAN).

7.1 Fibras Multimodo (MMF MultiMode Fiber)

São fibras que possuem vários modos de propagação, o que faz com que os raios de luz percorram por diversos caminhos o interior da fibra. Devido a esta característica, elas classificam-se de duas formas: fibras multimodo de índice em degrau ou de índice gradual.

7.1.1 Multimodo de Índice em Degrau

Possuem um núcleo composto por um material homogéneo de índice de refracção constante e sempre superior ao da casca. As fibras de índice degrau possuem mais simplicidade na sua produção e, por isto, possuem características inferiores aos outros tipos de fibras, sendo que uma das deficiências que podemos enumerar é a banda passante que é muito estreita, o que restringe a capacidade de transmissão da fibra. A atenuação é bastante alta quando comparada com as fibras monomodo, o que restringe as aplicações com fibras multimodo com relação à distância e à capacidade de transmissão.

7.1.2 Multimodo de Índice Gradual

Possuem um núcleo composto de um índice de refracção variável. Esta variação permite a redução do alargamento do impulso luminoso. São fibras mais utilizadas que as de índice degrau. Sua produção é mais complexa porque somente conseguimos o índice de refracção gradual dopando com doses diferentes o núcleo da fibra, o que faz com que o índice de refracção diminua gradualmente do centro do núcleo até a casca. Mas, na prática, esse índice faz com que os raios de luz percorram caminhos diferentes, com velocidades diferentes, e cheguem à outra extremidade da fibra ao mesmo tempo praticamente, aumentando a banda passante e, consequentemente, a capacidade de transmissão da fibra óptica.

7.2 Fibras Monomodo (SMF - Single Mode Fiber)

As fibras monomodo possuem um único mode de

propagação, ou seja, os raios de luz percorrem o interior da fibra por um só caminho. Também se diferenciam pela variação do índice de refracção do núcleo em relação à casca, e classificam-se em índice degrau *standard*, dispersão deslocada *(dispersion shifted)* ou *non-zero dispersion*.
Por terem dimensões mais reduzidas que as fibras multimodo, as fibras monomodais têm uma produção mais complexa. Contudo, as características destas fibras são muito superiores às multimodo, principalmente no que diz respeito à banda passante, mais larga, o que aumenta a capacidade de transmissão. Apresentam atenuação mais baixa, aumentando, com isto, a distância entre as transmissões sem o uso de repetidores. Os enlaces com fibras monomodo, geralmente, ultrapassam 50 km entre os repetidores, dependendo da qualidade da fibra óptica.
As fibras monomodo do tipo dispersão deslocada (dispersion shifted) têm concepção mais moderna que as anteriores e apresentam características com muitas vantagens, como uma atenuação muito baixa e largura de banda bastante larga. Contudo, apresentam desvantagens quanto à sua produção, que exige técnicas avançadas e de difícil manuseamento e com custo muito superior quando comparadas com as fibras do tipo multimodo.

8. Fontes de luz

Para sistemas de comunicação por fibra óptica existem no mercado vários dispositivos de conversão electro-óptico. Normalmente apenas dois tipos de dispositivos são utilizados actualmente nas fibras ópticas: o LED (Light Emition Diode) e o ILD (Injection Laser Diode), ambos semicondutores modulados directamente pela variação da corrente de entrada, constituídos por arsenieto de gálio e alumínio (GaAlAs), fosfato de arsenieto de gálio e alumínio (GaAlAsP) ou fosfato de arsenieto de gálio e índio (GaInAsP).
A maior diferença entre LEDs e Lasers é devido à saída dos LEDs ser incoerente enquanto que nos Lasers ela é coerente, a saída dos LEDs é mais divergente e com uma largura espectral maior que no caso dos Lasers. Por outro lado os LEDs são muito mais baratos e exigem um circuito electrónico muito mais simples que os Lasers devido ao facto de estes necessitarem, em geral, de estabilização em temperatura, potência de saída e arranque lento. Estes circuitos que controlam a polarização eléctrica e a potência emitida são chamados de circuitos Driver, como referido na figura 2.

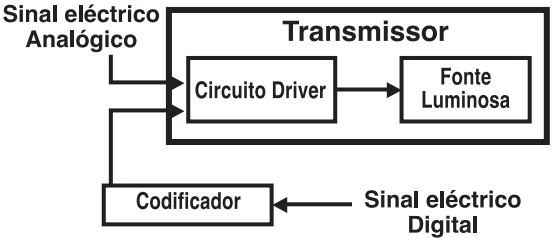


Figura 2 – Transmissor

8.1 LEDs - Light Emition Diode

Uma das fontes de luz usada em sistemas de comunicação por fibra óptica são os LEDs, porque emitem luz invisível próxima do infravermelho. O seu funcionamento é idêntico ao funcionamento básico de um diodo comum. Uma pequena tensão é aplicada entre os terminais, fazendo uma pequena corrente fluir através da junção. Este diodo é formado por duas regiões de material semicondutor, dopado com impurezas do tipo P e do tipo N. A região P é a que possui menos electrões do que átomos, o que implica em lacunas onde há espaços para os electrões na estrutura cristalina. Já a região N é caracterizada por apresentar mais electrões livres do que lacunas.
Um LED para ser útil em comunicações por fibra óptica o LED deve ter uma radiância de saída elevada, um tempo de resposta curto, e uma elevada eficiência quântica. A radiância (ou brilho) é a medida, em watt, da potência óptica irradiada num ângulo sólido unitário por unidade de superfície. Um brilho elevado é necessário para acoplar à fibra uma potência razoável. O tempo de resposta é o atraso entre a aplicação de um impulso de corrente eléctrica e o aparecimento de potência óptica. A eficiência quântica está relacionada com a fracção de pares lacuna-electrão que se recombinam de forma a emitir luz.

A escolha de um emissor depende em grande parte do tipo de fibra, da taxa de transmissão e a distância a cobrir. Os LEDs, por razões de acoplamento de potência estão praticamente restritos a fibras multimodo.
O comprimento de onda emitido pelo LED depende dos níveis internos de energia do semicondutor. Os comprimentos de onda mais usados em aplicações de fibra óptica são de 820 e 850 nm. Em temperatura ambiente, a largura de banda típica de 3dB de um LED de 820 nm é de 40 nm, aproximadamente.
A potência de luz de um LED é, aproximadamente, proporcional à injecção de corrente, devido a algumas recombinações entre electrões e lacunas que não produzam

fotões. O LED não é 100% eficiente.
Existem dois tipos de LED mais utilizados em sistemas de comunicação por fibras ópticas: emissores laterais e emissores superficiais, sendo que os emissores superficiais são mais utilizados, porque oferecem melhor emissão de luz. Mas as perdas de acoplamento são maiores nestes emissores e eles apresentam larguras de banda de modulação menores que os emissores laterais.

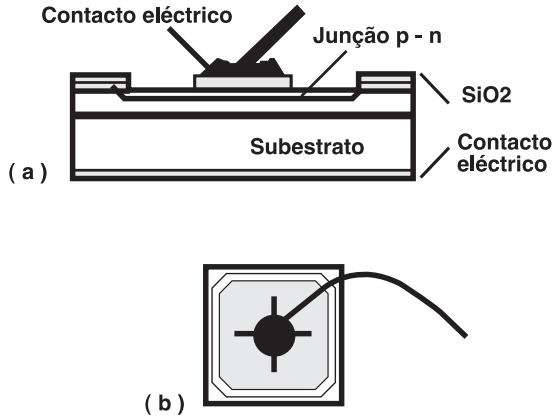


Figura 3 – Desenho de um LED típico. (a) Visto em corte. (b) Visto de topo.

8.2 ILD - Injection LASER Diode

Enumeramos no mercado três tipos básicos de laser: a gás, sólido ou semicondutor. Apenas o laser semicondutor encontra aplicação prática em sistemas de comunicação por fibras ópticas devido ao custo, dimensões e tensão de alimentação.
É mais indicado para sistemas de longas distâncias por acoplar maiores potências em fibras ópticas.
Um díodo Laser é basicamente um LED com realimentação óptica, constituídos pelos mesmos materiais, embora arranjados de maneira diferente. Abaixo de uma determinada corrente, chamada corrente limiar (thresold), o ILD comporta-se como um LED: apresenta emissão espontânea e uma irradiação de luz mais ampla (menos direccionada). Acima do thresold, a potência óptica de saída aumenta linearmente com a corrente de uma forma muito rápida e a comportar-se como laser, tal como demonstrado na figura 4.
O valor da corrente limiar varia com a temperatura e com o envelhecimento, aumentando com os dois. [4]

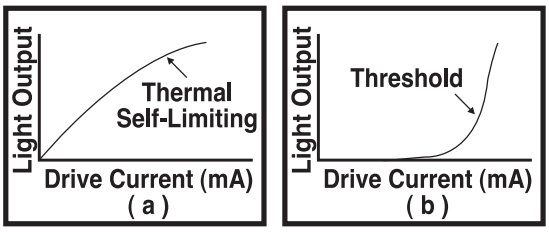


Figura 4 – Característica da potência óptica versus corrente em (a) LED e (b) Laser

9. Receptores ópticos

Os receptores ópticos (ou fotodetectores) são responsáveis pela conversão dos sinais ópticos, recebidos da fibra em sinais eléctricos (ver figura 6). Os fotodetectores devem funcionar correctamente nos menores níveis de potência óptica possíveis, convertendo o sinal com um mínimo de distorção e ruído, a fim de garantir o maior alcance possível. Devido a essas características, os receptores possuem um projecto mais complicado do que o dos transmissores, uma vez que devem fazer decisões sobre quais tipos de dados foram enviados, baseados em uma versão amplificada de um sinal distorcido. Os fotodetectores mais utilizados são os fotodiodos, os quais se utilizam de um mecanismo denominado fotoionização. Os dois principais fotodiodos utilizados como fotodetectores são os fotodiodos PIN e APD (Avalanche PhotoDiode), que possuem características funcionais diversas, tal como é visível na tabela da figura 5.

Características	PIN	APD
Sensibilidade	menor	muito maior
Linearidade	maior	menor
Relação sinal/ruído	pior	melhor
Custo	baixo	alto
Vida útil	maior	menor
Tempo de resposta	maior	menor
Variação das características conforme a variação da temperatura	menor	maior
Circuitos de polarização	simples	complexo

Figura 5 – Característicasdos do PIN e APD.

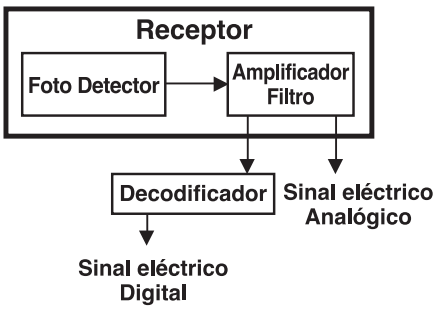


Figura 6 – Receptor.

9.1 Conectores ópticos

Os conectores ópticos são acessórios compostos de um ferrolho, onde se encontra a terminação óptica, e de uma parte responsável pela fixação dessas fibras na extremidade do ferrolho. É realizado um polimento para atenuar os problemas de reflexão da luz. Podemos detectar com o aumento da atenuação, basicamente, dois tipos de perdas: a perda de inserção e perda de retorno.
A perda de inserção, ou atenuação, é a perda de potência luminosa que ocorre na passagem da luz nas conexões, geralmente causada por irregularidades no alinhamento dos conectores e irregularidades intrínsecas às fibras ópticas.
A perda de retorno, ou reflectância, é a quantidade de potência óptica reflectida na conexão, e a luz reflectida retorna até a fonte luminosa, cuja causa principal está na face dos ferrolhos dos conectores, que reflectem parte da luz que não entra no interior da fibra óptica do conector do lado oposto. Esta perda não influi directamente na atenuação total. Contudo, pode degradar o funcionamento da fonte luminosa e, assim, afectar a comunicação.

9.2 Aplicação

São utilizados na conexão das fibras ópticas das seguintes formas:

- Extensões ópticas ou *pig-tail*
- Cordão óptico
- Cabo multicordão

10. Recomendações da Norma TIA/EIA 568-A (TSB-72)

A norma EIA/TIA 568-A recomenda a utilização de determinados cabos ópticos, além de especificar os valores dos principais parâmetros que envolvem os cabos e acessórios ópticos.

Cabos Ópticos

Podem ser do tipo multimodo (índice gradual) e monomodo, obedecendo-se às especificações:

Valores do Parâmetros do Cabo Multimodo 62,5/125 ìm

Comp.de onda ë (nm)	Máx Atenuação (dB/km)	Largura de Banda (Mhz)
850	3,75	160
1300	1,5	500

Valores do Parâmetros do Cabo Monomodo

Comp.de Onda ë (nm)	Máx Atenuação (dB/km)	Largura de Banda (Mhz)
1310 0,5	1,0	
1550	0,5	1,0

Emendas Ópticas

A norma indica qual a atenuação máxima de emendas ópticas por fusão ou mecânicas não pode exceder o valor de 0,3 dB.

Conectores Ópticos

A norma recomenda o uso de conectores ST e SMA, e a atenuação por inserção deve ser inferior à 0,75 Db por conector. A perda de retorno deve ser acima de 20 dB para fibras multimodo e 26 dB para fibras monomodo. Os conectores devem ter vida útil de 1000 operações. [3]

11. Conclusão

Com a migração de tecnologias de rede para protocolos de maiores velocidades (Gigabit e 10 Gigabit Ethernet), passou-se a difundir mais o uso de fibras ópticas para aplicações de rede local. Com este artigo, mostramos os principais conceitos para se iniciar o estudo sobre fibras ópticas, podendo, assim, acertar na escolha do tipo certo de fibra para a sua aplicação.
A escolha do tipo certo de fibra óptica é muito importante. Primeiro, é preciso entender a sua aplicação, conhecendo as suas reais necessidades para, então, decidir o tipo de fibra mais adequada.

Referências

[1] BICSI Building Industry Consulting Service international - LAN Design Manual
Telecommunications Distribution Methods Manual Vol. I, II .

[2] MURATA, Hiroshi - Handbook of Optical Fibers and Cables.

[3] IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers - Optical Fiber Technology ANSI/TIA/EIA Telecommunications Building Wiring, Standards ANSI/TIA/EIA-568-A Commercial Building Standards for Telecommunications Cabling Standards (October 1995) TIA/EIA TSB-72 Centralized Optical Fiber Cabling Guidelines - Draft (September 1995).

[4] Receptores ópticos de elevado desempenho, Tese de Mestrado, F.E.U.P, Porto, 1999, Autor: Justino Lourenço.

Teorema do ponto fixo (I)

Este artigo pretende ser um complemento do estudo iniciado nos cursos de Análise Numérica, com o "Método Iterativo Simples", utilizado na resolução de equações reais de uma variável real.
Pretende-se pois mostrar que o referido teorema é apenas uma aplicação de um teorema mais geral "Teorema do Ponto Fixo" e cujas aplicações são transversais a praticamente todos os ramos da Matemática: Sistemas de Equações Lineares, Equações Diferenciais, Equações Integro – Diferenciais, Função Implícita, Sistemas Dinâmicos, etc.

Nelson Manuel Amoêdo
nma@ispgaya.pt
Instituto Superior Politécnico Gaya
Rua António Rodrigues da Rocha, 291, 341
Santo Ovídio, 4400-025 Vila Nova Gaia

1. Teorema do ponto fixo em espaços de Banach

1.1 Enunciado:

Sejam (X,d) um espaço de Banach e f uma contracção de X em X.

A aplicação f tem um único ponto fixo em X.

1.1.1 Notas e Definições:

X designa o espaço; d a métrica considerada neste espaço.

Definição 1: Seja $f: X \to X$ diz-se que $a \in X$ é ponto fixo de f se: $f(a) = a$:

Definição 2: Uma sucessão $(a_n)_{n \in IN}$, $a_n \in X$ é de Cauchy se:

$$\underset{\varepsilon>0}{\forall} \quad \underset{p \in IN}{\exists} \quad \underset{n,m \in IN}{\forall}$$

$$n,m,> p \Rightarrow d(a_n, a_m) < \varepsilon$$

Definição 3: Um espaço métrico é de Banach se as sucessões de Cauchy convergem.

Definição 4: Uma aplicação $f: X \to X$ é uma contracção se:

$$\underset{x,y \in X}{\forall} \quad \underset{K \in IR}{\exists} \quad 0 \le \mathrm{K} < 1 \ :$$

$$d(f(x), f(y)) < Kd(x,y)$$

1.2 Demonstração do Teorema do ponto fixo em espaços de Banach:

Sejam (X,d) um espaço métrico completo e f uma contracção de X em X.

A aplicação f tem um único ponto fixo em X.

Pelo facto de f ser uma contracção, existe um número real positivo ou nulo K <1 tal que, para quaisquer x, y em X.

$$d(f(x), f(y)) \le Kd(x,y)$$

Escolha-se arbitrariamente um elemento x_0 de X. Define-se por recorrência, a sucessão $(x_n)_{n \in N}$, com $x_n = f(x_{n-1})$ para $n \ge 1$. Atendendo à definição de $(x_n)_{n \in N}$ e a que f é contracção, tem-se que:

$$d(x_1, x_2) = d(f(x_0), f(x_1)) \le Kd(x_0, x_1)$$

$$d(x_2, x_3) = d(f(x_1), f(x_2)) \le Kd(x_1, x_2) \le$$

$$K^2 d(x_0, x_1)$$

e por recorrência temos,

$$d(x_i, x_{i+1}) \le K^i d(x_0, x_1).$$

Sendo i um natural superior ou igual a 1.

Mostremos que $(x_n)_{n \in N}$ é uma sucessão de Cauchy em X. Sejam m e n números naturais tais que $\mathrm{m<n}$ (para $\mathrm{m>n}$ o raciocínio seria análogo).

Como d é uma métrica, utilizando a desigualdade triangular e usando o resultado obtido em (1), segue-se que:

$$d(x_m, x_n) \le d(x_m, x_{m+1}) + d(x_{m+1}, x_{m+2}) +$$

$$\cdot \ldots + d(x_{n-1}, x_n)$$

$$\le \left(K^m + K^{m+1} + \ldots + K^{n-1}\right) d(x_0, x_1)$$

$$\le K^m \left(1 + K + \ldots + K^{n-m-1}\right) d(x_0, x_1$$

Como $\mathrm{|\,K\,|} < 1$, a série geométrica, $\sum_{m=0}^{+\infty} K^m$ é convergente e a sua soma é $\frac{1}{1-K}$

Assim,

$$d(x_m, x_n) \le \frac{K^m}{1-K} d(x_0, x_1)$$

Como K^m tende para zero quando m tende para $+\infty$, para todo o $\varepsilon > 0$, existe um $n_0 \in N$ tal que, para $m \geq n_0$ se tem,

$$K^m < \frac{\varepsilon(1-K)}{d(x_0, x_1)}$$

Posto isto, para $m \geq n_0$ e para $n \geq n_0$, tem-se,

$d(x_m, x_n) < \varepsilon$, o que evidencia que $(x_n)_{n\in N}$ é uma sucessão de Cauchy. Como por hipótese, o espaço métrico (X, d) é completo, então esta sucessão é convergente em X.

Seja p o seu limite. Como f é uma função contínua, surge

$$p = \lim_{n\to+\infty} x_{x+1} = \lim_{n\to+\infty} f(x_n) = f\left(\lim_{n\to+\infty} x_n\right) =$$

$$= f(p)$$

Ou seja, por definição, é um ponto fixo de f.
Provemos agora, que este é único. Suponhamos que admite dois pontos fixos p e q.

Então se $p = f(p)$ e $q = f(q)$, ter-se-ia,

$d(p,q) = d(f(p), f(q)) \leq Kd(p,q)$ com 0 $0 \leq K < 1$, donde, $(1-K)d(p,q) \leq 0$

Como $(1-K) > 0$ e $d(p,q) > 0$, concluímos que $d(p,q) = 0$, ou seja, $p = q$. Em suma, existe um e somente um ponto fixo para f.

1.3 Proposição:
Sejam (X,d) um espaço métrico completo e $f : X \to X$ uma aplicação tal que, a aplicação $f^{(i)} = f \circ \ldots \circ f$ (i vezes) seja uma contracção.
Então f tem um único ponto fixo em X

Pela proposição anterior, a aplicação $f^{(i)}$ admite um e um só ponto fixo em X.

Estamos a afirmar que $f^{(i)}(p) = p$. Como a composição de funções é associativa,

$$f^{(i)}(f(p)) = f(f^{(i)}(p)) = f(p)$$

Ou seja, $f(p)$ também é ponto fixo de $f^{(i)}$. Pela unicidade do ponto fixo, segue-se que $f(p) = p$, ou seja, p é ponto fixo de f. Este é único pois se q fosse outro ponto fixo para f, é evidente que q seria outro ponto fixo para $f^{(i)}$, o que não se verifica.

2. Aplicação do teorema do ponto fixo de Banach

2.1 Método iterativo simples:

Seja $f : X \in IR \to X$, f ' definida no interior de X e $\forall_{x \in \text{int}(X)}$ If '(x)I < 1.

Então: $\exists_{a\in X} : f(a) = a$:

Demonstração:

$\forall_{x,y\in X}$ x<y então pelo teorema de Lagrange $\exists_{\xi\in]x,y[}$

$: f(y) - f(x) = f'(\xi)(y-x)$ então:

$$\left|f(y) - f(x)\right| = \left|f'(\xi)\right| \left|y - n\right| \Rightarrow$$

$$\left|f(y) - f(x)\right| < K\left|y - n\right|$$

Se $\left|f'(x)\right|$ tira-se $\exists_{K\in IR} : \left|f'(x)\right| < K < 1$

Provou-se assim que f é uma contracção logo a sucessão $x_0 \in X$, $x_1 = f(x_0)$, ..., $x_n = f(x_{n-1})$, converge para um ponto fixo de f em X.

Nota: Este teorema é utilizado para resolver equações reais de variável real do tipo: $x = f(x)$

O teorema do ponto fixo de Banach pode ser usado para provar a existência e unicidade da solução de certos tipos de equações diferenciais e integrais, como já foi dito. Vejamos como a aplicação do mesmo, constitui um passo crucial para a referida prova.

Definição: Sejam $U \subset \Re \times \Re$ e f uma função de U em $\Re$. Diz-se que a função continuamente diferencial, $\varphi : [a,b] \to \Re$ é uma solução da equação diferencial, $y'(x) = f(x, y(x))$ se para todo o $x \in [a,b]$ temos $(x, \varphi(x)) \in U$ e $y'(x) = f(x, \varphi(x))$

2.2 Proposição:

Seja $(x_0.y_0) \in U$. A aplicação contínua $\varphi : [a,b] \to \Re$, com $(x, \varphi(x)) \in U$ para todo o $x \in [a,b]$, é solução da equação diferencial $y'(x) = f(x, \varphi(x))$, satisfazendo $\varphi(x_0) = y_0$ se, e somente se, φ é uma solução da equação integral.

$$y(x) = y_0 + \int_{x_0}^{x} f(t, y(t))dt$$

Demonstração:

Se φ é solução da referida equação então $(x, \varphi(x)) \in$ e $\varphi(x) = f(x, \varphi(x))$. Como, f e φ são aplicações contínuas, também a função $f(x, \varphi(x))$ é contínua para todo o $x \in [a,b]$. Pelo teorema fundamental do cálculo, tem-se,

$$\int_{x_0}^{x} \varphi'(t)dt = \varphi(x) - \varphi(x_0)$$

Como $\varphi(x_0) = y_0$,

$$\int_{x_0}^{x} \varphi'(t)dt = \varphi(x) - y_0$$

Mas φ é solução de $y'(x) = f(x, \varphi(x))$, logo,

$$\int_{x_0}^{x} f(t, \varphi(t))dt = \varphi(x) - y_0$$

isto é,

$$\varphi(x) = y_0 + \int_{x_0}^{x} f(t, \varphi(t))dt$$

Ou seja, φ é também solução da referida equação integral.

Reciprocamente, se φ é solução da referida equação integral, então

$$\varphi(x) = y_0 + \int_{x_0}^{x} f(t, \varphi(t))dt$$

Derivando esta expressão em ordem a x obtemos,

$$\varphi'(x) = y_0' + \frac{d}{dx}\left(\int_{x_0}^{x} f(t, \varphi(t))dt \right)$$

Ou seja,

$$\varphi'(x) = f(x, \varphi(x))$$

2.3 Proposição: Existência e unicidade da solução de uma equação diferencial

Seja f uma função real, contínua num aberto U de $\Re^2$ e Lipschitziana em relação à segunda variável, ou seja,

$$|f(x, x_1) - f(x, x_2)| \leq K|y_1, y_2|$$

onde K é uma constante real positiva ou nula e (x, y_1), (x, y_2) são dois elementos quaisquer de U. Considere-se ainda $(x_0 y_0) \in U$. Então existe um intervalo $I = \lfloor x_0 - c, x_0 + c \rfloor$, com $c>0$, tal que a equação diferencial, $y'(x)=f(x,y(x))$, satisfazendo a condição inicial $y(x_0)=y_0$, tem uma e uma só solução.

Demonstração: Considere-se a aplicação $\varphi : I \to \Re$. Pela proposição anterior, a aplicação φ é solução da equação diferencial $y'(x) = f(x, y(x))$, satisfazendo a condição inicial $y(x_0)=y_0$, se, e somente se, φ é também solução da equação integral,

$$y(x) = y_0 + \int_{x_0}^{x} f(t, y(t))dt$$

ou seja,

$$\varphi(x) = y_0 + \int_{x_0}^{x} f(t, \varphi(t))dt$$

Como $(x_0, y_0) \in U$ e este é aberto, existe um rectângulo, $R = [x_0 - c, x_0 + c] \times [y_0 - c^*, y_0 + c^*]$, tal que $R \in U$. Como f é contínua em U e R É um subconjunto fechado e limitado de U (R é compacto em U) então f é limitada em R.

Façamos, $M = \sup\{|f(x, y)| : (x, y) \in R\}$.

Consideremos $I = \lfloor x_0 - c, x_0 + c \rfloor$.

O espaço métrico $(C(I),d)$ das funções reais contínuas no compacto I, onde d é métrica da convergência uniforme, é completo. Seja A um subconjunto de $(C(I),d)$, constituído pelas aplicações φ tais que

$\varphi(x) \in \lfloor y_0 - c^*, y_0 + c^* \rfloor$, para todo $x \in I$.

Como o conjunto A é um subconjunto fechado do espaço métrico $(C(I),d)$, então (A,d_A), é um espaço métrico completo.

Pela definição de A, para todo o $x \in I$, tem-se que:

$$|\varphi(x) - y_0| \le c^* \text{ e } (x, \varphi(x)) \in U$$

Logo existe $f(x,\varphi(x))$, para cada $x \in I$, e cada $\varphi \in A$.

Defina-se a aplicação, $F : A \to A$, com $x \in I$.

$$F(\varphi)(x) = y_0 + \int_{x_0}^{x} f(t,\varphi(t))dt$$

Temos agora que verificar alguns pontos. Em primeiro lugar, necessitamos de garantir que $F(\varphi)$ esta em A. Com efeito, todo $x \in I$,

$$|F(\varphi)(x) - y_0| = \left| \int f(t,\varphi(t))dt \right|$$

$$\le \left| \int_{x_0}^{x} f(t,\varphi(t))dt \right|$$

$$\le \left| \int_{x_0}^{x} \sup\{|f(x,y)| : (x,y) \in R\}dt \right|$$

$$\le |x - x_0| \sup\{|f(x,y)| : (x,y) \in R\}$$

$$\le |x - x_0| M$$

Tomando-se ε de modo que $c.M<c'$, tem-se,

$|F(\varphi)(x) - y_0| < c$, para $x \in I$, isto é $F(\varphi) \in A$.

Vejamos que F é uma contracção. Sejam φ_1 e φ_2 elementos de A e x um elemento de I.

$$d(F(\varphi), F(\varphi_2)) = \sup_{x \in I} |F(\varphi_1)(x) - F(\varphi_2)(x)|$$

$$= \sup_{x \in I} \left| \int_{x_0}^{x} (f(t,\varphi_1(t)) - f(t,\varphi_2(t)))dt \right|$$

Como f é Lipschitziana,

$$\le \sup_{x \in I} \left| \int_{x_0}^{x} K|\varphi_1(t) - \varphi_2(t)|dt \right|$$

$$\le K.\sup_{x \in I} \left| \int_{x_0}^{x} |\varphi_1(t) - \varphi_2(t)|dt \right|$$

$$\le K.\sup_{x \in I} \left| \int_{x_0}^{x} d(\varphi_1,\varphi_2)dt \right|$$

$$\le K.d(\varphi_1,\varphi_2)\sup_{x \in I}|x - x_0|$$

$$= K.c.d.(\varphi_1,\varphi_2)$$

Se c for tal que $c.K<1$, a aplicação F será uma contracção do espaço métrico completo (A,d_A) em si mesmo. Basta considerar $c = \min\left\{\frac{c^*}{M}, \frac{1}{K}\right\}$.

Pelo teorema do ponto fixo de Banach, existe um e um só $\varphi \in A$ tal que $F(\varphi) = \varphi$, ou seja,

$\varphi(x) = y_0 + \int_{x_0}^{x} f(t,\varphi(t))dt$ o que é equivalente a

afirmar que $\varphi(x) = y_0$ e $\varphi'(x) = f(x,\varphi(x))$.

Nota: Se f for apenas contínua e não Lipschitziana, a equação diferencial pode ter mais do que uma solução. Por exemplo, considere-se a equação diferencial, $y' = \varepsilon|y|^{\frac{1}{2}}$ com $\varepsilon > 0$, que não é Lipschitziana num intervalo do tipo $[-c,c]$, sendo c um número real positivo. Dado $c \ge 0$, ou seja

$$Y_c(t) = \begin{cases} \frac{\varepsilon^2}{4}(t-c)^2, se & t \geq c \\ 0, se - c \leq 0 \leq c & \\ -\frac{\varepsilon^2}{4}(t-c)^2, se & t \leq -c \end{cases}$$

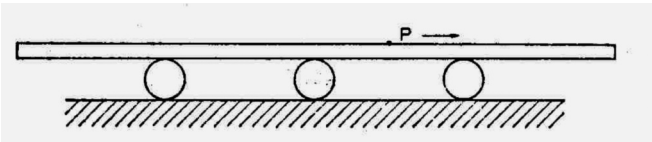
Então todas as funções $y_c(t)$ são soluções de

$y' = \varepsilon |y|^{\frac{1}{2}}$, com $y(o) = 0$.

Joaquim Albuquerque de Moura Relvas
jmmr@mail.ispgaya.pt
Instituto Superior Politécnico Gaya
Rua António Rodrigues da Rocha, 291, 341
Santo Ovídio, 4400-025 Vila Nova Gaia

1. PROBLEMAS DE LÓGICA.

No número anterior desta revista foi posto um problema cujo texto seguidamente se transcreve:
Se a velocidade do centro de qualquer das esferas, representadas na figura anexa, for de 4 m/s e não houver escorregamento, qual é a velocidade de qualquer ponto *P* da barra que assenta sobre elas?



Solução
A velocidade do ponto P relativamente ao centro das esferas é, não havendo escorregamento, naturalmente, igual à velocidade do centro de qualquer das esferas relativamente ao solo (4 m/s) e com o mesmo sentido. Então a velocidade de P relativamente ao solo será a soma 4+4 = 8 m/s.

Problema 13
Maria nasceu, num domingo, na cidade do Porto, e fez sete anos, num domingo, em Lisboa. Quantos anos fez em1996?

2. CURIOSIDADES.

Pela curiosidade que apresenta, passa a transcrever-se o seguinte texto, extraído da tradução portuguesa de 1873 do livro As Grandes Invenções, de Luiz Figuier:
Para dar uma ideia dos estranhos efeitos produzidos pela electricidade sobre os cadáveres humanos, mencionaremos a experiência que o doutor Andrew Ure fez em Glascow, em 1818, com o corpo do assassino Clysdale. Este homem tinha vendido o seu cadáver ao doutor Ure, que queria submetê-lo às experiências da pilha voltaica. Era um indivíduo de 30 anos, muito robusto. Depois da execução, ficou perto de uma hora na forca, suspenso e imóvel, e foi levado ao anfiteatro da universidade dez minutos depois de o terem desprendido da forca. Um dos pólos da pilha foi posto em comunicação com a medula espinal, à altura da vértebra *atlas*, e o outro pólo foi posto em contacto com o nervo ciático. De repente pareceu todo o corpo tomado de estremecimento. Quando se dispuseram convenientemente os condutores sobre os músculos peitorais do cadáver, restabeleceram-se os movimentos respiratórios. O peito erguia-se e descia. A mão do cadáver abriu-se a despeito dos esforços dos operadores, e o dedo parecia indicar as pessoas circunstantes. Os músculos da cara agitaram-se de um modo tão horrível que todos os presentes ficaram assustados. Muitos espectadores fugiram de terror. No rosto do supliciado viam-se alternativamente pintados o furor, o desespero e a agonia.
O doutor Ure escreveu que seria possível fazer reviver este enforcado, se lhe tivessem primeiro que tudo restabelecido os movimentos respiratórios, e se lhe não houvesse sido ferida a espinal medula para lhe introduzir um dos pólos da pilha.

Os interessados em publicar artigos originais ou de revisão na revista Politécnica, poderão fazê-lo submetendo os textos ao Corpo Editorial. Estes podem ser enviados por disquete para: Revista Politécnica, Instituto Superior Politécnico Gaya, Rua António Rodrigues da Rocha, 291, 341 – Santo Ovídio, 4400-025 Vila Nova de Gaia, ou por e-mail para o endereço politecnica@ispgaya.pt. Os artigos a ser submetidos para publicação devem ser redigidos em Português em MS WORD (PC ou MAC) e enviados juntamente com uma cópia impressa Não está, no entanto, excluída a possibilidade da revista aceitar contribuições noutras línguas.
Os artigos a publicar serão única e exclusivamente da responsabilidade dos seus autores.

A aceitação de artigos estará sujeita a uma apreciação prévia por parte da comissão de avaliação, que, no entanto, não retirará a responsabilidade aos autores dos artigos.

Letras de outros alfabetos e símbolos matemáticos e científicos devem ser escritos correctamente. Nunca utilizar "a" para a letra grega "α" (alfa), "u" para o grego "μ" (miu), etc., siglas e nomes registados (", ', ") não devem aparecer em títulos. Abreviaturas e nomenclatura devem ser conforme a prática estabelecida por organizações e institutos profissionais, ou consagrados pelo seu uso corrente. Da primeira vez que apareça no texto alguma sigla ou nome comercial registado, o seu significado deve ser referido por extenso entre parêntesis.
Não devem ser utilizados sistemas de notação diversos. Para textos de engenharia, utilizar símbolos e unidades convencionais, constantes das listas existentes.

1. Título.
O título deverá ser escrito em letras maiúsculas, tamanho 14 pt, negrito e centrado.

2. Autores.
Após o título devem ser mencionados, os nomes dos autores, e-mail e endereços. O texto deve possuir tamanho 12 pt, itálico e centrado. Em rodapé deve ser incluído uma descrição sumária das actividades desempenhadas. Os autores deverão incluir uma fotografia actualizada, em formato digital.

3. Resumo.
Os artigos devem conter um resumo, no máximo de 90 palavras, que perspective o problema e sumarie os resultados, ou conclusões. O resumo deve ser escrito com letra tamanho 10 pt, justificado e espaçamento simples.

4. Palavras Chave.
A seguir ao resumo deverão ser mencionadas as palavras chave referentes ao artigo, escritas com letra tamanho 10 pt, alinhado à esquerda.

5. Corpo do Artigo.
O corpo do artigo deve estar subdividido logicamente em secções numeradas e, se necessário em subsecções numeradas. Os títulos devem ser a negrito.
O texto deve ser escrito em duas colunas e com letra Times New Roman de tamanho 12 pt e espaçamento de 1,5 linhas.

6. Figuras.
As figuras devem ser cuidadosamente preparadas, devidamente numeradas e acompanhadas por uma legenda (tamanho 10 pt, negrito). As figuras devem, igualmente, ser gravadas num ficheiro separado com a extensão TIF ou JPG.

7. Tabelas.
As tabelas também devem ser numeradas e acompanhadas por um título (tamanho 10 pt, negrito). Todas as colunas de uma tabela devem possuir um cabeçalho.

8. Referências.
As referências devem ser listadas, por ordem alfabética de autor, numa secção denominada "Referências", que deve surgir no final do artigo. Todas as referências devem ser citadas no texto por ordem alfabética de autor.

8.1 Algumas especificações dos elementos das referências bibliográficas
8.1.1 Autoria
8.1.1.1 Até três autores:
Deve-se inserir todos os autores até três elementos, separados por ponto e vírgula. Se um deles aparece em evidência deve ser referido em primeiro lugar. Caso contrário deve-se respeitar a ordem apresentada na obra.
Ex. ADLER, J. H. ; SCHILESSINGER, R. ; WESTERBORG, E. van

8.1.1.2 Mais de três autores:
Quando mais de três autores partilham a responsabilidade de uma obra, indica-se apenas o nome do primeiro ou daquele que aparece em maior evidência, seguido da expressão [et al.][1]

8.1.2 Título
O título deve ser destacado tipograficamente com itálico ou negrito.

8.2 Referências de Monografias (Livros)
O / R - Obrigatórios / Recomendado

O	O	R	O	O	R	O
AUTOR(ES)	TÍTULO	COMPLEMENTO DE TÍTULO	EDIÇÃO	LOCAL: EDITOR, ANO	DESCRIÇÃO FÍSICA	ISBN
DIJK, Teun A. Van	- Texto y contexto	: semântica y pragmática del discurso	2.ª ed.	. Madrid : Cátedra , 1984	. 357 p.	. ISBN .....

Ex. 1:
DIJK, Teun A. Van – **Texto y contexto: semántica y pragmática del discurso**. 2.ª ed. Madrid: Cátedra, 1984. 357 p. ISBN 84-376-0219-X.

Ex. 2:
COELHO, Jacinto – **Dicionário de literatura: literatura portuguesa**. Porto: Figueirinhas, 1969-1971. 2 vol.

8.3 Referências de artigos de Publicações em Série. (jornais e revistas)

R	R	O	R	O	O
AUTOR(ES)	TÍTULO DO ARTIGO	TÍTULO DO JORNAL OU REVISTA	LOCAL:	ISSN	Vol., N.ª, Ano Páginas
KEIRSTEAD, Carol	Lowell looks for answers	. Equity and Choice	. Boston	. ISSN...	. Vol. 3, n.º 2, (1987) , p. 28-33

Ex.
KEIRSTEAD, Carol – Lowell looks for answers. Photogr. James Higgins and Joan Ross. Equity and Choice. Boston. ISSN 0882-2863. Vol. 3, n.º 2 (1987), p. 28-33.

Nota: As referências bibliográficas supra mencionadas obedecem à Norma Portuguesa NP 405-1. Porém, estes exemplos não substituem de forma alguma a consulta da norma.

[1] Expressão latina, abreviada de «et alii» que significa «e outros».

ISSN 0874-8799