



Cesubra Scientia

Revista do Centro de Ensino Superior Unificado de Brasília

Volume 1

Nº 3

ISSN 1807-4855

Sociedade Objetivo de Ensino Superior

Presidente

Doutor João Carlos Di Gênio

Diretor Administrativo

Administrador Hildebrando José Rossi Filho

Diretor Financeiro

Administrador Rudge Allegretti

Diretor Pedagógico

Professor Jorge Brihy

Centro de Ensino Superior Unificado de Brasília

Diretor Geral

Prof. MSc. Fabio Nogueira Carlucci

Coordenadora Geral

Prof.(a) Maria Cecília Matos Grisi

Secretário Geral

Administrador Armindo Corrêa Brito

Comissão Editorial

Prof. Dr. Angel Rodolfo Baigorri

Prof. Dr. Carlos Alberto Fernandes de Oliveira

Prof.(a) Dr.(a) Cláudia da Silva Costa

Prof. Dr. Demóstenes Moreira

Prof. Dr. Eui Jung Chang

Prof. Dr. João Estevão Giunti Ribeiro

Prof. Dr. Josimar Santos Rosa

Prof.(a) Dr.(a) Maria Raquel Speri

Prof.(a) Dr.(a) Verônica Freire Ferreira Lima e Silva

Prof. Dr. Waltercides Silva Júnior

Produção Gráfica

Agência Práxis - Agência Modelo do Cesubra

Editoração Eletrônica

Geraldo de Assis Amaral

Revisão

Professora Claudete Matarazzo Nogueira Carlucci

Capa

Wilton Oliveira Cardoso

Matérias assinadas são de exclusiva responsabilidade dos autores. Direitos autorais reservados. Citação parcial permitida com referência à fonte.

SUMÁRIO

RESPIRAÇÃO ORAL X MÁ OCLUSÃO: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES André Farias Pessoa Tatiana Leonel da Silva Costa.....	145
QUANTO CUSTA A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO? Robson do Nascimento	155
CRESCIMENTO ECONÔMICO SOB INCERTEZA: ESTUDO DE UM MODELO DE DESTRUIÇÃO CRIATIVA COM RESISTÊNCIA ESTOCÁSTICA Fabio Nogueira Carlucci	161
AS DISFUNÇÕES DA UTILIZAÇÃO DA INTERNET NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM Luiz Augusto Rocha do Nascimento.....	179
CONSIDERAÇÕES SOBRE OTOTOXICIDADE INDUZIDA POR CISPLATINA REVISÃO DE LITERATURA Isabella Monteiro de Castro Silva	191

Respiração oral X má oclusão: algumas considerações

André Farias Pessoa¹
Tatiana Leonel da Silva Costa²

Resumo: O presente artigo, através de uma revisão da literatura, ressalta a inter-relação da RESPIRAÇÃO ORAL com a MÁ OCLUSÃO. Pretende-se, com o mesmo, expandir e aprofundar o conhecimento sobre o tema, oferecendo, desta forma, maiores subsídios para uma melhor atuação clínica da Fonoaudiologia e Ortodontia junto a este tipo de paciente.

Palavras-chave: Respiração Oral; Má oclusão; Fonoaudiologia; Ortodontia.

¹ André Farias Pessoa é Doutor em Ciência da Linguagem.
Professor do Centro de Ensino Superior Unificado de Brasília – CESUBRA.
Endereço eletrônico: afpdf@yahoo.com.br

² Tatiana Leonel da Silva Costa é Especialista em Motricidade Orofacial.
Coordenadora do Grupo de Trabalho Regional em Motricidade Orofacial de Brasília,
DF. Fonoaudióloga Colaboradora do HUB.
Endereço eletrônico: tatianafono@globo.com

Introdução

Estudos específicos sobre a respiração oral e suas consequências cada vez mais ganham espaço nas Ciências da Saúde. A descrição dos sinais, sintomas e decorrentes alterações crânio-faciais, dentárias, corporais, etc., foram e continuam sendo enumeradas sobre óticas de diversas ciências. As alterações na oclusão entram na lista como sendo um item sempre presente e relevante no paciente portador de respiração oral. Há uma tendência na literatura de se afirmar que a respiração com predomínio oral altera, ou no mínimo influencia, o crescimento dos tecidos tanto ósseos como musculares, durante a fase de crescimento. Isso acontece devido à ruptura do equilíbrio fisiológico em que se baseia a arquitetura dentomaxilofacial. Portanto, este artigo tenta explanar a inter-relação da respiração oral com a má oclusão. Espera-se com o mesmo que este binômio seja levado em consideração na reabilitação do portador de respiração oral tanto pela Fonoaudiologia como pela Ortodontia.

Revisão da literatura

Respiração oral

A respiração é uma função vital e inata ao ser humano. É a primeira a ser desenvolvida no momento do nascimento e, por isso, pode ser considerada a função número um. (Lusvarghi, 1999; Ribeiro et al., 2002)

O nariz apresenta grandes funções. São elas: purificação, umidificação e aquecimento do ar inspirado o que propicia a proteção das vias aéreas superiores e inferiores. Além disso, como a face da criança tem seu maior crescimento nos dez primeiros anos de vida, devemos preservar as condições anatomo-fisiológicas deste crescimento, fazendo com que o fluxo aéreo seja conduzido pelos canais normais, da maneira mais harmônica possível através da respiração nasal (Marchesan, 1998).

Quando respiramos pelo nariz, juntamente com o funcionamento adequado de outras funções, há estímulos de crescimento e desenvolvimento facial pela ação da musculatura que estimula os ossos de modo correto. Se existe respiração oral, essa estimulação pode se dar de um modo inadequado, favorecendo um crescimento desarmônico (Marchesan e Krakauer, 1995).

A respiração oral, portanto, deve ser considerada uma adaptação patológica que pode desencadear uma série de distúrbios para o indivíduo (DI Francesco, 2003)

As consequências da respiração oral são inúmeras. Entre elas podemos citar: ALTERAÇÕES CRÂNIO FACIAIS E DENTÁRIAS (palato ogival, dimensões faciais estreitas, classe II, overjet, mordida cruzada e/ou aberta, freqüente protrusão dos incisivos superiores); ALTERAÇÕES DOS ÓRGÃOS FONOARTICULATÓRIOS (hipotonía e/ou hipofunção dos músculos mastigatórios, hipofunção dos lábios e das bochechas, lábio superior retraiado ou curto e inferior com eversão, anteriorização de língua, etc); ALTERAÇÕES CORPORais (deformidades torácicas, musculatura abdominal flácida, ombros rodados para frente, face assimétrica, indivíduo muito magro ou obeso, etc); ALTERAÇÕES NAS FUNÇÕES (mastigação ineficiente, deglutição adaptada, fala imprecisa, voz rouca, diminuição auditiva);

da, fala imprecisa, voz rouca, diminuição auditiva); OUTRAS POSSÍVEIS ALTERAÇÕES (maior incidência de cáries, otites de repetição, diminuição da percepção do paladar e do olfato, halitose, alteração do sono, apnéia, etc) (Marchesan e Krakauer, 1995; Marchesan, 1998)

Os prejuízos decorrentes da respiração oral comprometem a qualidade de vida do indivíduo, por isso quanto mais cedo o tratamento for iniciado, menores serão as alterações decorrentes da respiração oral (Soligo, 1996).

Má oclusão

Desde o século passado, a relação entre a respiração oral e o crescimento facial vem sendo estudada (Almeida, 2003). Angle, já em 1907, afirmava que a respiração oral seria a mais potente e constante causa da má oclusão. Segundo Marchesan (1998), as alterações na oclusão mais freqüentemente encontradas no portador de respiração oral são classe II, mordida aberta, mordida cruzada e apinhamento dentário. Isso no entanto não significa que outros tipos de má oclusão não possam ser encontrados neste paciente. Neste artigo vamos nos deter aos citados acima.

- **Classe II:** Segundo Petrelli (1992), baseado na classificação de Angle, é quando a cúspide distovestibular do 1º molar superior oclui com o sulco mesiovestibular do 1º molar inferior. Neste caso, a mandíbula encontra-se em posição distal em relação à maxila. Ele acrescenta que dentro da classe II podemos ter a divisão 1, que acontece quando no geral os incisivos superiores encontram-se em lábio-versão exagerada e a divisão 2, quando incisivos superiores encontram-se em palato-versão.
- **Mordida aberta anterior:** No processo normal de erupção, os dentes e o osso alveolar devem se desenvolver até encontrar os seus antagonistas. A mordida aberta é a falha dos dentes ao encontrar o antagonista no arco oposto, ou seja, não há oclusão localizada em alguns dentes e os restantes estão em oclusão. (Moyers e Riolo, 1991). Estes mesmos autores complementam dizendo que a mordida aberta anterior pode ser classificada co-

mo simples e complexas. As simples apresentam apenas alterações nos dentes e nos processos alveolares. As complexas apresentam alterações ósseas verticais. Para Marchesan (1993), a mordida aberta anterior ocorre quando há um distanciamento das bordas incisais. Na oclusão “normal” os incisivos centrais superiores devem encobrir um terço dos incisivos centrais inferiores.

- **Mordida Cruzada:** Caracteriza-se pela inversão da oclusão dos dentes no sentido vestíbulo-lingual (Marchesan, 1993). Para Moyers (1991), este termo é usado para designar uma relação bucolingual (labiolingual) anormal entre os dentes. O autor acrescenta que a mordida cruzada mais encontrada é a lingual. Neste tipo de mordida as cúspides bucais de alguns dos dentes maxilares posteriores ocluem lingualmente com as cúspides dos dentes inferiores.
- **Apinhamento:** Segundo Moyers (1991), o apinhamento dentário é o resultado da falta de harmonia entre o tamanho dos dentes e o espaço disponível para eles na arcada. Esse tipo de apinhamento é considerado simples e pode ser encontrado em indivíduos com classe I ou classe II (relação molar). Um apinhamento dentário considerado complexo é aquele em que há um desequilíbrio esquelético.

Discussão

Segundo Di Francesco (2003), o crescimento da face é completado em idade precoce. Durante os primeiros 4 anos ocorre 60% do crescimento crâniofacial e 90% até os 12 anos. Já o desenvolvimento da mandíbula completa-se por volta dos 18 anos. Portanto, na criança, deve-se estar atento para a obstrução nasal crônica, uma vez que a respiração oral reduz o estímulo do crescimento do terço médio da face (cavidades nasosinusais), levando à elevação do palato (palato em ogiva) e ao hipodesenvolvimento lateral da arcada dentária superior (Sennes e Sanchez, 1997). Soligo (1996) concorda com os autores anteriores e acrescenta que ossos jovens são facilmente moldáveis e a respiração

oral pode levar ao desequilíbrio crânio-facial, inadequado quando entre outras coisas houver predisposição genética para tal. Portanto, quanto mais cedo se instalar a respiração oral maiores serão as alterações na oclusão.

Nos respiradores orais o selamento labial é deficiente. Separados, os lábios deixam de exercer a ação de contenção dos arcos dentários, deixando-os mais propícios à má oclusão (Felício, 1999). Mocellin (1997) ressalta que os portadores da respiração predominantemente oral permanecem com a boca aberta e, desta forma, a língua não pressiona o palato. Ocorre uma compressão externa da maxila devido ao desenvolvimento ósseo e muscular da face. O palato duro sobe formando o palato ogival e a arcada dentária superior desloca-se, para frente e para dentro, provocando distoclusão e mordida cruzada. Carvalho (2003) acrescenta que a mordida cruzada nos portadores de respiração oral pode também ser causada devido à mastigação ineficiente, por estes indivíduos terem que associar mastigação e respiração pela boca ao mesmo tempo.

Segundo Felício (1999), no caso de respiradores orais que apresentam obstrução alta (ex. atrofia de cornetas) a tendência é provocar má-oclusão classe II. Já em obstruções baixas (hipertrofia de tonsilas), má-oclusão classe III. Lusvarghi (1999) refere que na criança respiradora oral, na maioria dos casos, acontece a protrusão da arcada superior e retrusão da arcada inferior. Segundo este autor, o indivíduo que cresceu respirando pela boca tem tendência a apresentar na vida adulta uma oclusão classe II, divisão 1 de Angle, e tendência a apresentar alterações funcionais envolvendo a musculatura geral da face, mastigação e articulação temporomandibular (ATM).

Mocellin (1997) relata que as alterações posturais características do respirador oral, que permanecem por um longo período, podem provocar alterações na arquitetura facial pela rotação da mandíbula, aumento da altura facial e, subsequentemente, desenvolvimento de mordidas abertas esqueléticas. Carvalho (2003) concorda com este autor e acrescenta que a respiração oral pode levar também a distúrbios neuromusculares.

Cintra, et al (2000) complementa que a pressão negativa do ar, entrando pela cavidade oral ao invés de entrar pelo nariz, faz com que o palato cresça

para cima, provocando além de desarmonias oclusais, apinhamento devido a atresia do arco.

Os indivíduos com características dolicofaciais são os mais propensos a deformidades dentocraniofaciais em decorrência de uma respiração oral. Isso acontece devido aos mesmos apresentarem dimensões reduzidas da cavidade nasal, tendência ao crescimento vertical e estrutura muscular com menor tônus (Krakauer, 1995; DI Francesco, 2003).

Segundo Rakosi et al (1999), os distúrbios permanentes da respiração nasal provocam uma disfunção na musculatura orofacial, que pode diminuir o desenvolvimento da dentição e provocar má oclusões.

Apesar das implicações oclusais decorrentes da respiração oral, a Odontologia não pode ser indiferente às demais consequências trazidas pela respiração oral, assim como o Otorrinolaringologista, o Fonoaudiólogo, o Fisioterapeuta e os demais profissionais não podem se deter apenas a tratar as alterações que afetam a suas áreas. Segundo Carvalho (2003), no atendimento ao respirador oral, a interdisciplinaridade não é opção, é uma absoluta necessidade.

Considerações finais

Devido às múltiplas alterações decorrentes da respiração oral, o trabalho com este tipo de paciente é MULTIDISCIPLINAR.

No caso do presente artigo, constatou-se que o paciente portador de respiração oral pode apresentar alterações significativas ao longo do seu crescimento e desenvolvimento a nível **ósseo, dentário e muscular**. O Ortodontista, entre outras coisas, visa à harmonia na FORMA (osso e dente) devido a **MÁ OCLUSÃO**. Já o Fonoaudiólogo, visa a homeostase das **FUNÇÕES** do Sistema Estomatognático (mastigação, deglutição, fonoarticulação e **RESPIRAÇÃO**), o que envolve **músculos**.

Portanto, o tratamento do respirador oral, neste âmbito, necessita do trabalho conjunto da Odontologia com a Fonoaudiologia, visando entre outras coisas evitar as recidivas.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, PD. Tratamento Ortodôntico: a relação entre respiração oral e crescimento facial. In: KRAKAUER, L.H., DI FRANCESCO, R.C. e MARCHESAN, I.Q. **Respiração oral: abordagem interdisciplinar**. São José dos Campos, Pulso, 2003. cap. 1. p. 15-7. (a)

ANGLE, EH. **Treatment of malocclusion of the teeth: Angle's system**. 7 ed. Philadelphia: S.S.White, 1997.p.106-120.

CARVALHO, G.D. S.O.S **Respirador Oral**- São Paulo: Lovise, 2003.

CINTRA, C.F.S.C. et al. **As alterações oro-faciais apresentadas em pacientes respiradores bucais**. Revista Brasileira de Alergia e Imunopatologia, São Paulo,2000; ano 4, n.2, p. 78-83.

DI FRANCESCO, R.C. Definindo a respiração oral. In: KRAKAUER, L.H., DI FRANCESCO, R.C. e MARCHESAN, I.Q. **Respiração oral: abordagem interdisciplinar**. São José dos Campos, Pulso, 2003. cap. 1. p. 15-7. (a)

FELÍCIO, C. M. Sistema estomatognático e funções In: FELÍCIO, C. M. **Fonoaudiologia aplicada a casos odontológicos**. São Paulo: Pan-cast editora, 1999, p.15- 48.

KRAKAUER, L.H. Alteração de funções orais nos diversos tipos faciais. In: MARCHESAN, I.Q.; BOLAFFI, C.; ZORZI, J.L.; GOMES, I.C. **Tópicos em Fonoaudiologia 1995**. São Paulo: Lovise, 1995. cap. 9.

LUSVARGHI, L. **Identificando o respirador bucal**. Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas, São Paulo, 1999. v.53, n.4, p.265-275.

MARCHESAN, I.C. **Motricidade oral**. São Paulo: Pancast, 1993, 73p.

MARCHESAN, I.C. ; KRAKAUER, L. H. A importância do trabalho respiratório na terapia miofuncional. IN: MARCHESAN, I. Q. et al. **Tópicos em fonoaudiologia**. São Paulo: editora Lovise, 1995, p. 155-160.

MARCHESAN, I. Q. Avaliação e terapia dos problemas da respiração. In: MARCHESAN, I. Q. **Fundamentos em fonoaudiologia. aspectos clínicos da motricidade oral**. Guanabara koogan editora. Rio de Janeiro, 1998, p. 23-36.

MOCELLIN, L. – **Alteração oclusal em respiradores bucais**. Jornal Brasileiro de Ortodontia e Ortopedia Maxilar. São Paulo, ano 2, p.45-48, 1997.

MOYERS, R.E. Tratamento precoce. In: MOYERS, R.E **Ortodontia**. Rio de Janeiro. Guanabara Koog, 1991, p. 292- 368.

MOYERS, R.E. e RIOLO, M.L. Classificação e terminologia da maloclusão. In: MOYERS, R.E. **Ortodontia**. Rio de Janeiro. Guanabara Koog, 1991, p. 156- 166.

PETRELLI, E. Classificação da má-oclusão. In: PETRELLI, E. **Ortodontia para fonoaudiologia**. São Paulo. Lovise, 1992, cap. 05 p 81-96.

RAKOSI, T.; JONAS,I.; GRABER, T.M. **Ortodontia e ortopedia facial: diagnóstico**. Porto Alegre. Artes médicas,1999. 272p.

RIBEIRO, F; et al. **Respiração oral alterações oclusais e hábitos orais**. Revista CEFAC, São Paulo, ano.4, n.3, p. 187-190, 2002.

SENNES, L.U.; SANCHEZ, T.G. Doenças associadas e complicações da rinite alérgica. IN: CASTRO, F.F.M. **Rinite alérgica**. São Paulo: Lemos editorial, 1997, p.235-250.

SOLIGO, M. O. Hábitos de sucção e suas relações com a oclusão , ressilação, ceceio em uma população de pré-escolares. São Paulo,1996. [Dissertação - Mestrado – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo].

Quanto custa a Tecnologia da Informação?

Robson do Nascimento¹

Resumo: A Tecnologia da Informação tem trazido muitos benefícios às organizações, à sociedade e aos cidadãos. A avaliação das relações custo/benefício, eficiência/qualidade, eficácia/produtividade da utilização da tecnologia nas empresas esbarra no questionamento: quanto custa manter ou dispor de recursos de tecnologia? Este artigo procura identificar algumas áreas em que os custos de Tecnologia da Informação consomem significativas partes do orçamento.

Palavras-chave: custos; informação; orçamento; organizações; tecnologia.

¹ Robson do Nascimento é Mestre em Aplicações Militares.
Professor do Centro de Ensino Superior Unificado de Brasília – CESUBRA.
Endereço eletrônico: robsondn@globo.com

Introdução

A informática tem revolucionado a forma de administrar as empresas. Hoje, todos os segmentos da sociedade não podem sobreviver sem os sistemas de informação e sem os benefícios advindos do uso da Tecnologia da Informação (TI).

Por Tecnologia da Informação compreende-se o conjunto de tecnologias, atividades e processos relacionados ao tratamento, à organização, e à disseminação das informações.

Há cerca de vinte anos as organizações utilizavam a informática ou os meios tecnológicos disponíveis para as atividades do dia a dia dos negócios.

Atualmente, todas as empresas, públicas ou privadas, pequenas, médias ou grandes, nacionais ou multinacionais estão usando as modernas Tecnologias da Informação na principal atividade do negócio, como também na retaguarda e até na internet.

Os benefícios tangíveis advindos da TI

O emprego da TI tem proporcionado diversos benefícios aos negócios, tais como: eficiência e funcionalidade operacional, sinergia, aumento na qualidade do produto, margens de lucro mais elevadas, melhor serviço ao consumidor, preços mais baixos, economia de tempo, maior variedade de produtos e serviços, maior produtividade, melhor tempo de resposta, e eficiência industrial, dentre outras.

Os custos

O grande crescimento e emprego da TI estão diretamente ligados aos valores de investimento e consumo de tecnologia. Os custos têm crescido vertiginosamente e a “luz vermelha” tem acendido para os Gerentes e Diretores da área de TI.

Em dezembro de 2002, uma revista americana de tecnologia, voltada aos CIOs (*Chief Information Officers*) - Gerentes de TI, publicou o resultado de uma pesquisa, apontando que 67% desses profissionais elegeram, como prioridade número um de negócio em suas áreas, a redução de gastos com tecnologia.

Os gastos

De uma forma geral, os orçamentos das organizações destinam percentuais que variam de 1 a 10% de seus investimentos em um ano, para a área de TI. Especialistas dizem que cerca de 78% de um orçamento são gastos com a manutenção e a infra-estrutura dos sistemas e softwares existentes. Esta é uma indicação de que os sistemas em uso corrente consomem uma parcela bem maior do que a destinada à pesquisa ou busca de inovações tecnológicas, para o alinhamento do principal negócio (*core business*) com a tecnologia. Isto é, sobra pouco para o novo ou o estratégico.

Outra pesquisa, do Gartner Group, estima que os gastos para manutenção dos sistemas em produção chega a um montante de quatro vezes os valores gastos inicialmente para implantação deles.

Já o Internet Data Corporation (IDC) indica quatro áreas em que as organizações mais gastam seus recursos em TI: disponibilidade, segurança, performance e mudanças de sistemas.

Disponibilidade

Se para manter os sistemas e a infra-estrutura disponíveis é necessário um alto custo, não mantê-los disponíveis ou não gerenciá-los adequadamente pode custar mais caro ainda.

Um exemplo prático da falta de gerência da disponibilidade, que se tornou um caso internacionalmente conhecido foi a indisponibilidade do portal americano de leilões eBay (www.ebay.com), que em vinte e quatro horas fora do ar registrou perdas de cerca de 10% no segundo quadrimestre de 1999. As grandes empresas que possuem seus negócios completamente dependentes de TI podem ter perdas que variam de 100 a 10 mil dólares por minuto, quando desconectadas ou com serviços indisponíveis.

Segurança

Em segurança, os gastos em TI não se limitam a proteger somente as instalações e sistemas de desastres físicos. O custo para manter os sistemas e as redes seguros tem aumentado, desde que alguns vírus tornarem-se mundialmente notórios, como as pragas virtuais Melissa, Blaster, Sobig, dentre tantos. Os valores gastos em segurança específica para aquisição de programas antivírus já atingem a cifra de bilhões de dólares em todo o mundo.

Performance

O IDC estima que cerca de 50 bilhões de dólares são gastos por ano, pelo simples fato das empresas não realizarem as tarefas de desfragmentação de discos rígidos de servidores e estações, comprometendo a performance dos computadores. A utilização de utilitários de otimização de discos, uma vez por semana, ao longo de um ano, pode trazer significativa economia em manutenção e na melhora da performance de equipamentos.

Mudanças de sistemas

Os custos para migração e/ou atualização de versões de sistemas operacionais ou de programas corporativos não ficam muito atrás dos outros gastos.

A simples atualização de estações de trabalho, que rodam as versões do Sistema Operacional Windows 95, 98 ou ME para a versão do Windows 2000, pode consumir grande parte de um orçamento anual.

As atualizações não se restringem apenas às estações de trabalho. Os equipamentos servidores e os de missão crítica exigem atualizações constantes, aplicações de *patches* (correções) e verificação de vulnerabilidades.

As aplicações específicas de bancos de dados corporativos, e-mail, softwares de gestão e outros também são submetidos a novas versões, cada qual com “novas e inúmeras” facilidades e funcionalidades, embutindo novos custos.

Conclusão

É consenso que a TI não pode ser vista apenas como sumidouro de recursos. O emprego da TI deve estar ligado à qualidade e à produtividade da empresa. A questão é: os gastos em TI têm trazido eficiência e eficácia à organização? A produtividade, a qualidade e os benefícios advindos do emprego de TI no negócio são proporcionais aos investimentos?

Os desafios que uma organização enfrenta para gerenciar suas atividades de TI são, guardadas as devidas proporções, os mesmos que ela enfrenta em outras áreas de negócios. A semelhança dos desafios deve ser gastar tempo e dinheiro com aquilo que é mais importante e crucial, que visa o principal foco do negócio ou que gere reais vantagens competitivas.

Para algumas empresas, o diferencial está no uso eficaz da TI, na inovação tecnológica e na identificação de resultados obtidos através dela. Outras, precisam da TI como recursos de retaguarda, sustentando uma estrutura de apoio ao negócio principal.

A relação organização/TI é compreendida como um casamento sem divórcio, é indissolúvel e imprescindível. Cabe aos Gerentes e Diretores adequá-la, balanceando custos, gastos e benefícios.

Referências bibliográficas

BETENCOURT, P. R. B. **Desenvolvimento de um modelo de análise multicriterial para justificativa de investimentos em tecnologia da informação**, Porto Alegre: Dissertação de mestrado apresentada ao Curso de Mestrado em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

CHOU, T. **Why does <IT> cost so much? and what can you do about it?** Profit Magazine Vol. 9, n.1, p. 35-37, 2004.

LUCAS JR, H. C. **Information technology and the productivity paradox: assessing the value of investing in IT**. New York: Oxford University Press. 1999.

Crescimento econômico sob incerteza: estudo de um modelo de destruição criativa com resistência estocástica

Fabio Nogueira Carlucci¹

Resumo: Neste trabalho analisamos uma variação do modelo de destruição criativa de Aghion & Howitt, no qual as inovações que chegam não são imediatamente adotadas, gerando-se assim uma fila. Estuda-se o comportamento dessa fila de inovações.

Palavras-chave: crescimento econômico; processo de Poisson; cadeias de Markov; filas.

¹ Fabio Nogueira Carlucci é Mestre em Matemática.
Professor do Centro de Ensino Superior Unificado de Brasília – CESUBRA.
Endereço eletrônico: fncarlucci@uol.com.br

Introdução

Neste modelo, as inovações $k = 0,1,2,\dots$ surgem ao longo do tempo, mas de modo diverso do modelo de destruição criativa de Aghion & Howitt (ver, por exemplo, Carlucci (2004, vol.1, N.2)), não são imediatamente adotadas, formando uma fila de espera para a adoção. Quando a inovação k está em uso, o surgimento de inovações está sujeito a um processo de Poisson, com taxa $\lambda\varphi(z_k)$, onde z_k representa a quantidade de mão de obra qualificada, alocada no setor de pesquisas, durante o tempo de uso dessa inovação k . As inovações, agora, passam por um mecanismo de serviço (avaliação), antes de serem adotadas pelo setor de produção. Assumiremos que o tempo de serviço é exponencialmente distribuído com taxa μ . Estudaremos a seguir esta problemática.

O comportamento da fila de inovações

Seja X_k o número de inovações no sistema à espera de adoção, exatamente após a adoção da inovação k . O comportamento do processo $\{X_k\}$ será o objeto de estudo nesta seção. Note que, quando a inovação k está em uso a chegada de inovações obedece a um processo de Poisson com taxa $\lambda\varphi(z_k)$.

Seja $\{N(t): t \geq 0\}$ este processo de chegada, então para $l = 0, 1, \dots$, temos

$$P(N_{t+h}(k) - N_t(k) = l) = \frac{(\lambda\varphi(z_k)h)^l e^{-\lambda\varphi(z_k)h}}{l!} \quad (1)$$

No caso do modelo de Aghion e Howitt (sem resistência estocástica) temos $X_k = 0$ para todo k e, além disso, o tempo de adoção τ_k da inovação k era dado por T_k , o tempo de chegada dessa inovação. Assim o tempo de uso da inovação k era dado por $U_k = T_{k+1} - T_k$, com distribuição Exponencial ($\lambda\varphi(z_k)$).

Neste outro caso, vamos assumir que a inovação $k+1$ começa a ser avaliada para a adoção no instante τ_k no qual a inovação k é adotada.

Por hipótese, o tempo de serviço S_{k+1} da inovação $k+1$ tem distribuição Exponencial (μ). Vamos estudar a seguir o tempo de uso da inovação k .

Teorema 1 O tempo de uso $U_k = \tau_{k+1} - \tau_k$ da inovação k é dado por

$$U_k = S_{k+1} I_{(X_k > 0)} + (V + S_{k+1}) I_{(X_k = 0)} \quad (2)$$

onde S_{k+1} é o tempo de serviço da inovação $k+1$ e V é uma variável aleatória independente de S_{k+1} com distribuição Exponencial $(\lambda\varphi(z_k))$.

Mais ainda, para $\lambda\varphi(z_k) < \mu$ temos para $t > 0$,

$$P(U_k \leq t / X_k > 0) = 1 - e^{-\mu t} \quad (3)$$

e

$$P(U_k \leq t / X_k = 0) = \frac{\lambda\varphi(z_k)\mu}{\mu - \lambda\varphi(z_k)} [e^{-\lambda\varphi(z_k)t} - e^{-\mu t}] \quad (4)$$

Observemos ainda que se $\lambda\varphi(z_k) > \mu$, então a fila $\{X_k\}$ tenderá a aumentar indefinidamente e não existirá a situação de equilíbrio. Portanto é natural assumirmos que $\lambda\varphi(z_k) < \mu$.

Consideremos agora o processo $\{X_k\}_{k \geq 0}$, veremos que é uma cadeia de Markov não homogênea com matrizes de transição $\{P(k)\}_{k \geq 0}$ e $P(k) = \{P_{ij}(k)\}_{\substack{i=0,1,\dots \\ j=0,1,\dots}}$ onde $P_{ij}(k) = P(X_{k+1} = j / X_k = i)$.

Teorema 2 Se $\mu > \lambda\varphi(z_k) > 0$ o processo $\{X_k\}_{k \geq 0}$ é uma cadeia de Markov com k -ésima probabilidades de transição dadas por:

$$P(k) = \begin{bmatrix} q_0(k) & q_1(k) & q_2(k) & q_3(k) & \dots \\ q_0(k) & q_1(k) & q_2(k) & q_3(k) & \dots \\ 0 & q_0(k) & q_1(k) & q_2(k) & \dots \\ 0 & 0 & q_0(k) & q_1(k) & \dots \\ 0 & 0 & \cdot & \cdot & \dots \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots \end{bmatrix} \quad (5)$$

onde, para $j \geq 0$, $q_j(k) = \frac{\mu(\lambda\varphi(z_k))^j}{(\lambda\varphi(z_k) + \mu)^{j+1}}$.

Dinâmica do modelo

As hipóteses, para o setor de produção, são as mesmas que as do modelo de Aghion e Howitt, assim, temos

$$\begin{cases} Y_k = A_k \cdot F(x_k) \\ L_k(x_k) = A_k \cdot F'(x_k) \cdot x_k - W_k \cdot x_k \\ w_k = \rho(x_k) \\ x_k = \rho^{-1}(w_k) \\ \tilde{L}(x) \equiv -(x)^2 \cdot F''(x) \end{cases} \quad (8)$$

No setor de pesquisa, enquanto a inovação k está em uso, com a introdução da fila de inovações, quando a inovação $k+1$ é descoberta, teremos entre elas um intervalo de tempo U_k , de modo que o que se pretende é maximizar a função de rendas, que agora pode ser escrita como

$$R(z_k, U_k) = \lambda\varphi(z_k) V_{k+1} \beta_{k+1} U_k - W_k z_k U_k - W_k^{(s)} S U_k \quad (9)$$

onde S representa a massa total de mão de obra especializada, que iremos supor toda empregada, e W_k e $W_k^{(s)}$ representam os custos da mão de obra qualificada e especializada, respectivamente. Temos duas considerações a fazer:

Em primeiro lugar, devido ao atraso na adoção dado por U_k , o valor da inovação gera dividendos dados por $L_{k+1}(x_k)U_k$. Além disso, para U_k suficientemente pequeno, a probabilidade de que uma inovação irá sair da fila (passará à adoção) é dada por μU_k . Assim, o valor

pago pelo monopolista deve ser tal que compense um investimento de risco, com taxa de juros $r > 0$ e, portanto

$$L_{k+1}(x_k)U_k - \mu U_k = rV_{k+1}U_k$$

$$V_{k+1} = \frac{L_{k+1}(x_k)}{r + \mu} \quad (10)$$

Em segundo lugar, quando dizemos que a taxa de desconto é igual a $r > 0$, estamos dizendo que uma unidade monetária despendida no instante t terá no instante $t + U_k$ o valor $\exp(-rU_k)$. Então o valor da inovação $k+1$ seria igual a $V_{k+1} \cdot \exp(-rU_k)$ se U_k fosse uma variável determinística. Como U_k é aleatória, com distribuição dada por (3) e (4), que denotaremos por ψ , o valor da inovação $k+1$ é dado por $V_{k+1}\beta_{k+1}$ onde

$$\beta_{k+1} \equiv \int_0^\infty \exp(-rt)\psi(t)d\psi(t) \quad (11)$$

que varia de acordo com o estado da fila.

Assim, as hipóteses assumidas são dadas pela

Condição 3:

As funções de produção e renda são dadas por (9) e (10).

A função F satisfaz a Condição 1 (Apêndice A).

φ satisfaz a Condição 1(a) e $\varphi(0) = 0$.

$x_k + z_k = Q$, para $k = 0, 1, \dots$

$A_k > 0$ e $A_{k+1} = \gamma A_k$, com $\gamma > 1$.

Os custos estimados são positivos.

O valor da inovação $k+1$ é dado por $V_{k+1}\beta_{k+1}$ e (11).

As inovações ocorrem segundo uma Poisson ($\lambda\varphi(z_k)$), em cada estágio k .

As inovações não são imediatamente adotadas. Passam por um mecanismo de avaliação, cuja distribuição para o tempo é uma Exponencial (μ), determinando um atraso no tempo de adoção, cujo comprimento é aleatório.

O problema de programação dinâmica proposto é:

“Como alocar a mão de obra qualificada de modo a obter x^0 e z^0 , sujeitos à condição de equilíbrio $x^0 + z^0 = Q$, que estabelecem uma política ótima?”

Supondo que a inovação k está em uso, quando a inovação $k+1$ é descoberta, das condições de Kuhn-Tucker (Apêndice B), temos:

$$w_k \geq \lambda \varphi'(z_k) V_{k+1} \beta_{k+1} \quad (12)$$

Combinando as condições (9) – (12) segue

$$\frac{\rho(q - z_k)}{\lambda \varphi'(z_k)} \geq \frac{\gamma \tilde{L}(Q - z_{k+1}) \beta_{k+1}}{r + \mu} \quad (13)$$

E de modo análogo ao modelo de Aghion e Howitt, podemos definir o custo marginal da pesquisa e benefício marginal da pesquisa, respectivamente, por

$$c(z_k) = \frac{\rho(Q - z_k)}{\lambda \varphi'(z_k)} \quad (14)$$

e

$$b(z_{k+1}, \beta_{k+1}) = \frac{\gamma \tilde{L}(Q - z_{k+1}) \beta_{k+1}}{r + \mu} \quad (15)$$

onde a variável extra que figura em $b(\cdot)$ depende da fila de inovações e será estável somente no SSE, se este existir. Além disso, o denominador depende agora da taxa de juros $r > 0$ e da taxa de serviço $\mu > 0$ e não mais depende, como no modelo de Aghion & Howitt, da taxa de che-

gadas $\lambda\varphi(z_{k+1})$. Estas diferenças nos sugerem não adotar a meta de equilíbrio do modelo Aghion & Howitt.

Equilíbrio e crescimento balanceado no SSE

Se existir, no SSE, a fila de inovações ainda não adotadas está em equilíbrio estacionário, com taxa de chegadas $\lambda\varphi(z^0) > 0$ e a distribuição entre os tempos de chegadas é exponencial com a mesma taxa. Se a distribuição dos tempos de serviço for exponencial com taxa $\mu > 0$, os tempos irão constituir uma seqüência de variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas cuja densidade é a convolução entre a densidade dos tempos entre chegadas e a densidade dos tempos de serviço.

Por outro lado, no SSE, considere que a produção de bens de consumo quando a inovação k está em uso é dada por

$$Y_k = A_k(Q - z^0), \quad A_{k+1} = \gamma A_k \quad \text{com } \gamma > 1 \quad (16)$$

Podemos associar o processo $\{Y(t) : t \geq 0\}$ onde $Y(t)$ representa a produção no tempo t , usando a notação da seção 2.2

$$Y(t) = Y_k \quad \text{para } \tau_k \leq t < \tau_{k+1}$$

onde τ_j representa o instante no qual a inovação j foi adotada.

Além disso, para melhor analisar este processo precisamos considerar a fila $\{X_k\}_{k \geq 0}$ em regime estacionário. Note que para $k \rightarrow \infty$ temos, por (5), $P(k) \rightarrow P$, onde

$$P = \begin{bmatrix} q_0 & q_1 & q_2 & q_3 & \dots \\ q_0 & q_1 & q_2 & q_3 & \dots \\ 0 & q_0 & q_1 & q_2 & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \dots \end{bmatrix}$$

$$\text{e} \quad q_j = \frac{\mu(\lambda\varphi(z^0))^j}{(\lambda\varphi(z^0) + \mu)^{j+1}}, \quad j = 0, 1, \dots$$

Como $q_j > 0$ a matriz estocástica P é irredutível e aperiódica. Da teoria das filas sabemos que se $\lambda\varphi(z^0) < \mu$ a matriz P também será recorrente positiva. Assim, a nossa fila atinge um regime de equilíbrio.

Seja X a variável que representa o tamanho da fila, no regime de equilíbrio. Com X em lugar de X_k temos também em regime de equilíbrio a mesma distribuição do tempo de uso de cada inovação dada por intermédio de (3) e (4).

Seja U uma variável aleatória com distribuição dada por (3) e (4) e considere agora as variáveis U_1, U_2, \dots independentes e identicamente distribuídas (iid) com a mesma distribuição de U . Podemos então definir o seguinte processo de chegada das inovações $\{M(t) : t \geq 0\}$

$$P(M(t) = 0) = P(U_1 > t)$$

e para $j \geq 1$

$$P(M(t) = j) = P(U_1 + \dots + U_j < t)$$

Deste modo, o nosso processo $\{Y(t)\}$ pode ser descrito por

$$P(\log(Y(t+h) - \log Y(t) = j \log \gamma) = P(M(h) = j), \quad j = 0, 1, 2, \dots$$

e, portanto

$$P(\log \frac{Y(t+h)}{Y(t)} = \log \gamma^j) = P(M(h) = j), \quad j = 0, 1, 2, \dots$$

$$P(\frac{Y(t+h)}{Y(t)} = \gamma^j) = P(M(h) = j), \quad j = 0, 1, 2, \dots$$

e assim, modo análogo ao modelo de Aghion e Howitt, podemos obter

$$AGR = (\log \gamma) E \left\{ \log \frac{Y(t+1)}{Y(t)} \right\}$$

e

$$VGR = (\log \gamma)^2 Var \left\{ \log \frac{Y(t+1)}{Y(t)} \right\}$$

que dependem do comportamento da fila.

Conclusão

Comparando-se as expressões para $c(\cdot)$ deste modelo e do modelo de Aghion & Howitt, observamos que possuem a mesma forma e, portanto, no equilíbrio para analisar as diferenças entre os resultados, basta comparamos as expressões para $b(\cdot)$. O ponto crucial é comparamos $\frac{1}{r + \lambda\varphi(\hat{z})}$ com $\frac{1}{(r + \mu)}\beta_{k+1}$. Como estamos assumindo $\lambda\varphi(z) < \mu$ e, além disso, como $\beta_{k+1} < 1$, para todo $k = 0, 1, 2, \dots$, segue que $z^0 < \hat{z}$.

Desta forma, a preocupação deste trabalho não é esgotar de forma exaustiva o campo de crescimento endógeno, mas sim entender as limitações teóricas dos modelos tradicionais de crescimento e como estas foram sendo superadas pelos artigos da nova literatura.

Assim, nos concentramos inicialmente num modelo de crescimento com concorrência perfeita, para depois com o abandono desta hipótese, adotando-se a concorrência monopolista, em ao menos um setor da economia, estudar como a destruição criativa e o poder do monopólio podem ser forças impulsoras do crescimento.

Entendemos que essas mudanças teóricas, além de enriquecer a teoria econômica, adicionam uma outra aproximação da realidade à modelagem do crescimento.

Provas dos teoremas

Prova do teorema 1

Em primeiro lugar observemos que se $X_k > 0$ há pelo menos uma inovação aguardando avaliação. Assim, o tempo de uso U_k da inovação k coincidirá com o tempo de avaliação S_{k+1} . Logo, se $I_{(X_k > 0)} = 1$ temos (2) e também (3), pois S_{k+1} tem distribuição Exponencial (μ).

Se $X_k = 0$ então a inovação k deverá ser utilizada até a chegada da inovação $k+1$ acrescida do tempo de serviço S_{k+1} . O tempo de chegada é conforme uma Poisson ($\lambda\varphi(z_k)$) e como tal pode ser representado por uma variável aleatória V , independente de S_{k+1} , e com distribuição Exponencial ($\lambda\varphi(z_k)$) o que acarreta (2) e

$$P(U_k \leq t / X_k = 0) = P(V + S_{k+1} \leq t)$$

$$\begin{aligned} &= \iint_{\substack{v+s \leq t \\ v>0, s>0}} \lambda\varphi(z_k) e^{-\lambda\varphi(z_k)v} \mu e^{-\mu s} dv ds \\ &= \frac{\lambda\varphi(z_k)\mu}{\lambda\varphi(z_k) - \mu} [e^{-\mu t} - e^{-\lambda\varphi(z_k)t}] \end{aligned}$$

o que conclui a prova do teorema 1.

Prova do teorema 2

Primeiro mostraremos que $\{X_k\}$ é uma cadeia de Markov, isto é,

$$P(X_{k+1} = j / X_0 = x_0, \dots, X_k = x_k) = P(X_{k+1} = j / X_k = x_k) = P_{x_k j}(k) \quad (6)$$

Se $X_k > 0$, vimos no teorema 1 que a inovação será utilizada por um tempo $U_k = S_{k+1}$ e, durante este tempo, inovações chegaram de acordo com uma Poisson ($\lambda\varphi(z_k)$), num total de $N_{S_{k+1}}(k)$. Como a inovação será utilizada ao fim do tempo U_k , teremos $X_{k+1} = X_k + N_{S_{k+1}}(k) - 1$. A variável S_{k+1} , tempo de serviço, é independente do processo $\{X_k\}$ e assim X_{k+1} depende apenas de X_k e temos (6). Suponhamos agora que $X_k = 0$, o serviço está ocioso até a chegada da inovação $k+1$, que passará por um serviço demandando um tempo S_{k+1} . De modo que X_{k+1} será exatamente igual ao número de inovações que chegam durante o tempo S_{k+1} e, portanto, $X_{k+1} = X_k + N_{S_{k+1}}(k)$.

Novamente temos (6) e

$$X_{k+1} = X_k + (N_{S_{k+1}}(k) - 1)I_{(X_k > 0)} + N_{S_{k+1}}(k)I_{(X_k = 0)} \quad (7)$$

(b) Vamos supor $X_k = 0$, então por (7) temos $X_{k+1} = N_{S_{k+1}}(k)$. Dado que S_{k+1} tem distribuição Exponencial (μ) temos, para $j \geq 0$,

$$\begin{aligned} P(X_{k+1} = j / X_k = 0) &= P(N_{S_{k+1}}(k) = j / X_k = 0) \\ &= \int_0^\infty P(N_s(k) = j / S_{k+1} = s) f_{S_{k+1}}(s) ds \end{aligned}$$

onde $f_{S_{k+1}}(s) = \mu e^{-\mu s}$. Assim, por (1) temos,

$$\begin{aligned} P(X_{k+1} = j / X_k = 0) &= \int_0^\infty \frac{(\lambda\varphi(z_k)s)^j e^{-\lambda\varphi(z_k)s}}{j!} \mu e^{-\mu s} ds \\ &= \frac{\mu(\lambda\varphi(z_k))^j}{j!} \int_0^\infty s^j e^{-(\lambda\varphi(z_k)+\mu)s} ds \end{aligned}$$

Fazendo-se a mudança de variável $y = (\lambda\varphi(z_k) + \mu)s$, temos

$$\begin{aligned} P(X_{k+1} = j / X_k = 0) &= \frac{\mu(\lambda\varphi(z_k))^j}{j!(\lambda\varphi(z_k) + \mu)^{j+1}} \int_0^\infty y^s e^{-y} dy \\ &= \frac{\mu(\lambda\varphi(z_k))^j}{(\lambda\varphi(z_k) + \mu)^{j+1}} = q_j(k) \end{aligned}$$

Se $X_k > 0$, por (7), temos $X_{k+1} = X_k + N_{S_{k+1}}(k) - 1$. Seja $X_k = i > 0$, então para $j = i-1, i, i+1, \dots$ temos

$$\begin{aligned} P(X_{k+1} = j / X_k = i) &= P(N_{S_{k+1}}(k) - 1 = j - i / X_k = i) \\ &= \int_0^\infty P(N_s(k) = j - i + 1 : S_{k+1} = s) f_{S_{k+1}}(s) ds \\ &= \int_0^\infty \frac{(\lambda\varphi(z_k)s)^{j-i+1}}{(j-i+1)!} \mu e^{-(\lambda\varphi(z_k)+\mu)s} ds \\ &= q_{j-i+1}(k) \end{aligned}$$

e assim temos (5), o que conclui a prova do teorema 2.

Referências bibliográficas

AGHION, P.; HOWITT, P. **A Model of Growth Through Creative Destruction**, *Econometria*, vol. 60, 2, March, 1992, pp. 323-351.

CARLUCCI, F. N. **Aspectos Assintóticos de Crescimento Econômico sob Incerteza**, Dissertação de Mestrado, Departamento de Matemática, Universidade de Brasília, 1998.

CARLUCCI, F. N. **Crescimento Econômico sob Incerteza: estudo de um modelo neoclássico tradicional**, Cesubra Scientia, vol 01, n. 01, 2004, pp. 49-58.

CARLUCCI, F. N. **Crescimento Econômico sob Incerteza: estudo de um modelo de destruição criativa**, Cesubra Scientia, vol 01, n. 02, 2004, pp.87-106.

CASTRO, S. A. **Demad-side Resistance to Creative Destruction in Schumpeterian Growth Theory**, Texto para Discussão n. 20, Departamento de Economia, Universidade de Brasilia, Agosto, 1993.

CHIANG, A. C. **Matemática para Economistas**, São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, Makron Books do Brasil Ltda, 1982.

CHUNG, K. L. **A Course in Probability Theory**, New York: Academic Press, 1971.

GARCIA, A. L. **Probability and Random Processes for Electrical Engineering**, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1989.

ÇINLAIR, E. **Introduction to Stochastic Processes**, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1975.

COX, D. A.; Miller, H. D. **The Theory of Stochastic Processes**, New York: Wiley, 1968.

FELLER, W. **An Introduction to Probability Theory and Its Applications**, Vol. 2, New York, Wiley, 1966.

FERREIRA, P. C; ELLERY Jr, R. **Crescimento Econômico, Retornos Crescentes e Concorrência Monopolista**, Revista de Economia Política, vol.16, 2 (62), Abril-Junho, 1996, pp. 86-104.

GNEDENKO, B.V. **The Theory of Probability**, Moscow: Mir, 1969.

GROSSMAN, G; HELPMAN, E. **Productivity Growth, Convergence, and Welfare Comment**, American Economic Review, December, 1991, pp. 1138-1154.

ITÔ, K.; McKEAN JR, H. P. **Diffusion Processes and Their Sample Paths**, New York: Academic Press, 1964.

KARLIN, S. **A First Course in Stochastic Processes**, Academic Press, New York, 1966.

LUCAS, R. **On the Mechanics of Economic Development**, Journal of Monetary Economics, 22, 1988, pp. 3-42.

LUENBERGER, D. G. **Introduction to Linear and Nonlinear Programming**, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, 1973.

MERTON, R.C. **Continuous-Time Finance**, Cambridge MA & Oxford UK: Blackwell Publishers Ltd, 1992.

REBELO, S. **Long Run Policy Analysis and Long Run Growth**, Journal of Political Economy, 99, 1991, pp. 500-521.

ROMER, P. **Endogenous Technological Change**, Journal of Political Economy, 98, 1990, pp. 71-102.

ROMER, P. **Increasing Returns and Long Run Growth**, Journal of Political Economy, 94, 1986, pp. 1002-1037.

SCHUMPETER, J.A. **Capitalism, Socialism and Democracy**, New York: Harper Brothers, 1942.

SOLOW, R.A. **A Contribution to the Theory of Economic Growth**, Quarterly Journal of Economics, 1956.

YEH, J. **Stochastic Processes and the Wiener Integral**, New York: Marcel Dekker, Inc., 1973.

Apêndice A: Condição 1

- a) $F'(x) > 0$ e $F''(x) \leq 0$, para $x > 0$ (F côncava)
- b) Se $\rho(x) = F'(x) + xF''(x)$, então ρ satisfaz a condição do tipo Inada:
 $\rho'(x) < 0$, para $x > 0$, $\lim_{x \rightarrow 0} \rho(x) = \infty$ e $\lim_{x \rightarrow \infty} \rho(x) = 0$.

Apêndice B: Condições de Kuhn-Tucker

Dado o programa não linear

Maximizar $\pi = f(x)$
sujeita a $g^i(x) \leq r_i$ ($i = 1, 2, \dots, n$)
 $x \geq 0$

Se as condições seguintes são satisfeitas:

- a) a função objetivo $f(x)$ é diferenciável e côncava no ortante não negativo

b) cada função restrição $g^i(x)$ é diferenciável e convexa no ortante não negativo

c) o ponto \bar{x} satisfaz as condições de Kuhn-Tucker para um máximo, isto é,

a função lagrangeana por

$Z = f(x_1, x_2, \dots, x_n) + \sum_{i=1}^m y_i [r_i - g^i(x_1, x_2, \dots, x_n)]$, onde y_i indica o multiplicador de Lagrange, e as condições são

$$\frac{\partial Z}{\partial x_j} \leq 0 \quad x_j \geq 0 \quad x_j \frac{\partial Z}{\partial x_j} = 0 \quad \text{e} \quad \frac{\partial Z}{\partial y_i} \geq 0 \quad y_i \geq 0 \quad y_i \frac{\partial Z}{\partial y_i} = 0, \quad \text{para}$$

$i = 1, 2, \dots, m$ e $j = 1, 2, \dots, n$, então \bar{x} gera um máximo global de $\pi = f(x)$.

Prova: A função de Lagrange para o problema de maximização pode ser expressa por

$$Z = f(x) + \sum_{i=1}^m \bar{y}_i [r_i - g^i(x)]$$

onde \bar{y}_i representa, para cada i , um valor específico do multiplicador de Lagrange. Como pelas hipóteses (a) e (b), a função objetivo $f(x)$ é côncava e as restrições $g^i(x)$ são convexas, implicando que as funções $-g^i(x)$ sejam côncavas, podemos concluir que Z é uma soma de funções côncavas e, portanto, também é côncava em x . Assim, temos:

$$Z(x) \leq Z(\bar{x}) + \sum_{j=1}^n \frac{\partial Z}{\partial x_j} (x_j - \bar{x}_j)$$

onde \bar{x}_j é um ponto específico do domínio e $\frac{\partial Z}{\partial x_j}$ representa a derivada

parcial $\frac{\partial Z}{\partial x_j}$ calculada no ponto \bar{x}_j . Selecionando para \bar{x} e \bar{y} , os

valores das variáveis de escolha que satisfazem a condição (c) , temos que $A = \sum_{j=1}^n \frac{\partial Z}{\partial \bar{x}_j} x_j \leq 0$ e $B = -\sum_{j=1}^n \frac{\partial Z}{\partial \bar{x}_j} \bar{x}_j = 0$ e, portanto, $Z(x) \leq Z(\bar{x})$.

Ou seja,

$$f(x) + \sum_{i=1}^m \bar{y}_i [r_i - g^i(x)] \leq f(\bar{x}) + \sum_{i=1}^m \bar{y}_i [r_i - g^i(\bar{x})]$$

Como $\sum_{i=1}^m \bar{y}_i [r_i - g^i(x)] \geq 0$ e $\sum_{i=1}^m \bar{y}_i [r_i - g^i(\bar{x})] = 0$, temos que $f(x) \leq f(\bar{x})$, que significa que \bar{x} é um máximo global da função-objetivo $f(x)$.

O que conclui a prova.

As disfunções da utilização da Internet no processo de Ensino-Aprendizagem

Luiz Augusto Rocha do Nascimento¹

Resumo: Este artigo pretende discutir alguns assuntos do papel da tecnologia no mundo atual, em particular a influência negativa da internet nas pesquisas realizadas por alunos brasileiros.

Palavras-chave: ensino; ética; Internet.

¹ Luiz Augusto Rocha do Nascimento é Mestre em Ciências Militares. Professor do Centro de Ensino Superior Unificado de Brasília – CESUBRA. Endereço eletrônico: prof.luau@terra.com.br; luau@unb.br

Introdução

A tecnologia trouxe para o Homem a supremacia sobre a natureza. Graças ao seu cérebro privilegiado, cuja evolução suplantou a dos outros animais, o Homem construiu artefatos que fizeram com que seu domínio fosse absoluto sobre os outros predadores.

A tecnologia não é só um poço de virtudes. Como uma Caixa de Pandora, cada novo invento também traz suas desvantagens. Entre várias conquistas tecnológicas recentes destaca-se o estabelecimento do *Internet System* (sistema de interconexão de rede de comunicação), a popular Internet.

Um dos assuntos que causa preocupação hoje em dia é a utilização indiscriminada dos conteúdos da internet. A rapidez com que podemos encontrar referências a quase tudo se contrapõe à confiabilidade duvidosa acerca do que é realmente útil, preciso e confiável. O que se acessa é realmente o que se procura?

Aliada a essa dúvida surgem os trabalhos de pesquisa, sobretudo dos alunos de qualquer nível escolar. A consistência de pesquisas fundamentadas em referências consagradas, sobretudo bibliográficas, cedeu espaço para a rapidez de pesquisas feitas rapidamente nessa jóia da coroa da tecnologia.

Evolução e Tecnologia

A eterna busca do Homem em superar seus limites é uma constante na História. Movido pela curiosidade apoiada num cérebro poderoso, maior do que dos outros animais, o Homem alargou, em cada passo da sua existência, os horizontes do Universo conhecido, indo do átomo ao espaço.

Ao olharmos para o mundo do presente, onde o homem viaja para o espaço com uma regularidade tal que isso já nem nos chama mais a atenção, onde é possível reunirmos em conferências com pessoas de diferentes partes do globo sem precisarmos sair de nossas casas utilizando-nos da Internet para isso, onde linhas de produção de diversas fábricas substituem a mão humana pela mão de robôs que executam tarefas com uma precisão incrível, já não conseguimos mais definir qual é a fronteira entre o sonho e a realidade (DALDEGAN, 2003).

A tecnologia traz respostas a vários problemas da Humanidade. Gera conforto, salva vidas, auxilia o trabalho, proporciona divertimento, produz riquezas. Da pedra lascada à estação espacial, as conquistas tecnológicas mudaram o panorama do mundo e transformaram a face da Terra.

A internet, sem dúvida, é um dos grandes sucessos tecnológicos dos últimos tempos. Evoluindo de rede militar para universitária e, finalmente, tornando-se um produto para todos, revolucionou a maneira com que a Humanidade passou a se relacionar, estreitando distâncias, unindo pessoas, globalizando a informação.

Com inúmeras inovações tecnológicas acontecendo à nossa volta, é impossível eximirnos de participar delas. Entre essas inovações, uma das que mais se destacam é a internet, a qual rompe as fronteiras internacionais e abre um grande leque de possibilidades jamais imaginadas. A qualquer momento do dia e da noite é possível se comunicar com pessoas de diferentes países e de qualquer continente, passear por museus, fazer compras, verificar

as notícias dos principais jornais, assistir à “*trailers*” dos últimos lançamentos do cinema, tomar nota dos rumos da moda, copiar programas antes mesmo de termos de comprá-los (STINGHEN, 2001).

Todos os limites da Internet ainda não foram atingidos e ainda há muitos espaços a serem explorados na rede. Na Antigüidade todas as estradas levavam a Roma. A Internet literalmente não leva a um lugar específico, mas a todos os lugares ao mesmo tempo, como uma grande rede de estradas.

Involução e Tecnologia

Porém, a tecnologia não traz só benefícios. Todo avanço traz no seu rastro as consequências incômodas do seu próprio sucesso. O avanço tecnológico não seria destinado a ser um processo perfeito, e suas disfunções também existem. Vários autores apontam as fraquezas da tecnologia.

Os últimos anos do século XX testemunharam grandes mudanças em toda a face da Terra. O mundo torna-se unificado em virtude das novas condições técnicas, bases sólidas para uma ação humana mundializada. Esta, entretanto, impõe-se à maior parte da humanidade como uma globalização perversa. Consideramos, em primeiro lugar, a emergência de uma dupla tirania, a do dinheiro e a da informação, intimamente relacionadas. Ambas, juntas, fornecem as bases do sistema ideológico que legitima as ações mais características da época e, ao mesmo tempo, buscam conformar segundo um novo *ethos* as relações sociais e interpessoais, influenciando o caráter das pessoas. A competitividade, sugerida pela produção e pelo consumo, é a fonte de novos totalitarismos, mais facilmente aceitos graças à confusão dos espíritos que se instala (SANTOS, 2003).

Um dos maiores avanços dos dias atuais é, sem dúvida, a Internet. A capacidade de ligar o mundo de forma rápida e fácil veio de encontro o velho anseio do ser humano de estreitar as fronteiras e disse-

minar o conhecimento de forma rápida e fácil. Porém, a grande rede também traz consigo suas desvantagens.

Um fenômeno que acontece hoje em dias é a apropriação indiscriminada de conteúdos disponíveis na Internet por uma série de pessoas, particularmente estudantes, que se utilizam da informação farta e de fácil acesso para “copiar e colar” em seus trabalhos como se fossem de sua própria autoria.

O fenômeno da disponibilização se alastrou de tal forma que já não basta apenas copiar conteúdos: *sites* especializados se propõe a oferecer “serviços”. Por um preço, você pode se cadastrar nesses *sites* e receber trabalhos escolares sobre qualquer tema.

Como para fazer valer a conhecida Lei de Newton que diz que “à toda ação corresponde uma reação”, foi criado um antídoto para esse expediente: também baseado na tecnologia, a resposta veio sob a forma do *site* TURNITIN que presta, para seus usuários cadastrados, um serviço de conferência de trabalhos escolares.

O *site* possui uma base de dados do conteúdo da internet. Ele compara os textos enviados pelos usuários com os conteúdos dos *sites* que estão armazenados em seus computadores. No final, o *site* produz um novo texto que mostra, em vermelho, quais partes do texto original foram “copiados”.

É certo que os idealizadores da rede das redes não pensaram que os conteúdos distribuídos livremente seriam utilizados desta forma. Esse processo de apropriação indiscriminada trouxe uma pergunta à mente de pais, educadores e estudiosos: quais são as consequências dessa prática?

Ética e Tecnologia

Todo comportamento sofre um questionamento ético. A tecnologia não poderia escapar desta assertiva. O que influi no comportamento humano passa por um crivo do que chamamos de ética, que pautará as discussões sobre o que se faz, por que se faz e sobretudo, se é certo o que se faz.

Desde os primórdios até a atualidade, a humanidade vem se inteirando e buscando normalizações que possam dar

aos seres viventes nesta Terra uma ciência que se fundamenta no resultado satisfatório, em que todos os cidadãos possuam um estado de direito e deveres iguais (DAVID, 2001).

Vários filósofos, desde os gregos, se debateram no estudo da Ética. Buscaram estabelecer seus princípios e seus limites, estudando formas de definir seus conteúdos. A evolução da própria Humanidade trouxe modificações nesses estudos, e os princípios se adequaram aos novos tempos.

Por mais que variem os enfoques filosóficos ou mesmo as condições históricas, algumas noções, ainda que bastante abstratas, permanecem firmes e consistentes na ética. Uma delas é a questão da distinção entre o bem e o mal. Agir eticamente é agir de acordo com o bem. A maneira como se definirá o que seja este bem, é um segundo problema, mas a opção entre o bem e o mal, distinção levantada já há alguns milênios, parece continuar válida (VALLS, 1986).

Torna-se imperativa a aplicação de princípios éticos no uso da internet. As condutas negativas devem ser identificadas. Deve ser estabelecida a distinção entre o certo e o errado. Deve ser entendido, antes de ser questionado, o procedimento dos que se utilizam indevidamente de suas facilidades para burlar o processo de ensino.

Ética trata de princípios e não de mandamentos. Supõe que o homem deva ser justo. Porém, como ser justo? Ou como agir de forma a garantir o bem de todos? Não há resposta predefinida. É preciso, portanto, ter claro que não existem normas acabadas, regras definitivamente consagradas. A ética é um eterno pensar, refletir, construir (BOSKA, 2001).

Pesquisa

Buscando lançar luzes sobre o problema, o autor deste artigo conduziu uma pesquisa de caráter informal, desprovida de fundamentação estatística e de base científica para suas conclusões. Essa pesquisa foi motivada pela curiosidade de se entender as motivações que levam as pessoas a agir dessa forma.

O universo da pesquisa foi constituído por alunos de graduação, pós-graduação e professores de instituições de ensino superior. Foi distribuído um questionário igual para todos os respondentes, que se distinguem apenas quanto à condição (estudante ou professor) e a idade.

No início do questionário explicava-se que ele tinha por finalidade coletar dados para uma pesquisa de caráter acadêmico, com vistas a produzir o presente artigo. Explicava-se também que as opiniões prestadas eram de cunho pessoal e com a finalidade puramente pedagógica.

Respondentes	Quantidade
Alunos de Graduação	50
Alunos de Pós-Graduação	07
Professores	09

Tabela 1 – Universo da Pesquisa

Respondentes	Menos de 23 anos	De 23 a 30 anos	Mais de 30 anos
Alunos de Graduação	14	21	15
Alunos de Pós-Graduação	01	02	04
Professores	00	00	09

Tabela 2 – Distribuição por Idade

Seguiam-se algumas considerações iniciais, abaixo explicitadas:

“O avanço tecnológico traz para a Humanidade uma série de melhorias em todos os campos do saber. Do forno de microondas ao satélite, da cafeteira elétrica aos vôos interplanetários, o Homem adquiriu conforto na sua vida diária e o conhecimento deste e de outros mundos, agregando conhecimentos cada vez maiores sobre uma série de coisas antes nem sonhadas por todos nós.

Contudo, a tecnologia também transforma o modo de vida, a cultura, as relações pessoais e profissionais das pessoas. Um exemplo, vindo das salas de aula do Brasil e dos Estados Unidos, é a utilização dos serviços prestados por *sites* especializados em vender trabalhos escolares. Outra saída comum é a cópia pura e simples de publicações disponíveis na grande rede.”

O questionário foi composto com cinco perguntas abertas, onde os respondentes eram indagados sobre a utilização dos conteúdos da Internet de forma indevida. Ele foi montado de forma a não caracterizar que o próprio respondente tenha feito uso dessas práticas. A variação das respostas forma condensadas.

Primeira pergunta: na sua opinião, quais são as causas que levam as pessoas a tomarem esse tipo de atitude?

A maioria dos Alunos de Graduação privilegiou a falta de tempo e a comodidade e/ou a preguiça como os maiores fatores que estimulam essa prática. Muitos acreditam também em falta de interesse, a falta de um sistema de avaliação confiável e apenas a busca de um diploma também influenciam esse procedimento.

Os Alunos de Pós-Graduação elegeram a falta de tempo como causa da prática. Os Professores acreditam que é pela facilidade, falta de interesse e pela falta de tempo. Acreditam que há um certo descompromisso com o conhecimento.

Segunda pergunta: você acredita que a valorização do mérito do desempenho dos alunos nas disciplinas por meio de outros instrumentos de avaliação ao invés das avaliações quantitativas (como provas e testes) contribuiria para a diminuição dessas práticas?

Os Alunos de Graduação responderam quase em sua totalidade que sim (exceção de três apenas). A maioria concorda que deve ser implementado um sistema de avaliação mais voltado para a prática, em sala de aula, privilegiando a reflexão de alunos.

Deve-se, contudo, conduzir as avaliações com cuidado para que as provas e testes não sejam substituídos ou colocados junto com outras avaliações passíveis de serem fraudadas. O que interessa é que o processo seja continuamente monitorado.

Os Alunos de Pós-Graduação também privilegiaram a prática como a melhor forma de avaliar o aluno. Os Professores acham que o problema está nos meios, não nos métodos. Crêem que deve ser disponibilizado um ambiente propício para o aprendizado.

Terceira pergunta: a seu ver, quais os métodos deveriam ser empregados para mensurar, de forma justa e coerente, o desempenho dos alunos?

Os Alunos de Graduação enfatizaram os trabalhos em sala, com a utilização de avaliações dinâmicas e participativas, como seminários, pesquisas e projetos com exposições orais dos resultados e debates. Não se descuram da utilização de provas e testes práticos para avaliar conhecimentos que exijam desempenho.

Os Alunos de Pós-Graduação acham que as discussões, debates e apresentações de trabalhos seriam mais adequados. Os Professores acreditam que os alunos devem participar mais das aulas, aliando sua exposição oral dos assuntos tratados com a aplicação de trabalhos práticos.

Quarta pergunta: você acredita que o perfil profissional das pessoas que se utilizam dessas práticas durante seus estudos podem gerar que tipo de danos?

Os Alunos de Graduação acreditam que, via de regra, ele será um mau ou péssimo profissional, tendo em vista que ele não terá a capacidade de prestar assessoramentos e tomar decisões por falta de embasamento pessoal, de conhecimento sobre os assuntos. É possível que eles “corram atrás”, mas em geral serão despreparados.

Os Alunos de Pós-Graduação acreditam que serão profissionais despreparados, mas existe a possibilidade de que “corram atrás” para superar suas limitações. Os Professores acham, em sua maioria, que os alunos que se valem dessas práticas serão péssimos profissionais.

Quinta pergunta: como você acha que os recursos proporcionados pela Internet podem ser utilizados sem comprometer a verdadeira autoria dos trabalhos nem prejudicar o processo de aprendizagem dos Alunos?

Os Alunos de Graduação sugerem a aplicação de leis e policiamento dos *sites* mas, no geral, indicam que se devem ser desenvolvidas atividades práticas de forma que o aluno não seja um repetidor, mas sim possa desenvolver seu senso crítico. Acreditam que a internet é importante e que não pode ser descartada.

Os Alunos de Pós-Graduação seguem o mesmo raciocínio, acreditam que o tempo trará maturidade ao aluno. Os Professores acreditam que a internet deve ser utilizada como uma das fontes, e não como a única fonte de pesquisa. Deve-se incentivar os alunos a debaterem, incentivar a discussão de idéias. Os plagiadores não resistirão a uma argumentação por falta de profundidade dos seus conhecimentos.

Conclusão

Apesar de não podermos fazer grandes inferências a partir de uma singela pesquisa, acreditamos que o processo de ensino-aprendizagem deve ser repensado no sentido de aproximar os alunos da realidade do dia-a-dia. A competitividade cada vez maior exige profissionais cada vez melhores.

Devemos incentivar o espírito crítico, a capacidade de pensar e agir. Ou seja, as avaliações dos alunos devem ser focadas para estimular-los a pesquisar, a pensar, a refletir, a decidir argumentando, a sustentar suas opiniões não no “eu acho” mas no “eu acredito baseado nisso”.

Durante as últimas décadas, o desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação assumiu um ritmo sempre crescente, imprimindo à sociedade novas diretrizes, não só tecnológicas, mas também sócio-econômico-culturais. É importante a apropriação das novas tecnologias pelos professores o que permitirá uma boa atuação profissional na atual cultura tecnológica, hoje acessível a uma minoria. Tudo isso significa e representa um novo contexto para a educação (ROCHA, 2001).

A tecnologia, em particular da internet, não deve ser vista como um óbice, um fator que limitará a capacidade de ensino. Ela foi disponibilizada para ajudar. Deve ser vista como mais um instrumento, não como o único recurso. Deve ser utilizada para agregar.

A esperança é vislumbrar que três segmentos aparentemente diferentes concordam em muitos pontos. Apesar de uma “anomalia”, o “copiar e colar”, possa provocar muitos danos, ele tem solução. O mais importante é que a solução é o esforço, a busca pela qualidade, a verdade, a ética em sala e fora dela.

Referências Bibliográficas

BOSKA, Luziane. **A competência profissional do educador e sua dimensão ética.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2001.

DALDERGAN, Cleomar Rogério. **Educar com vida, para a vida!** A possibilidade de uma educação holística utilizando a tecnologia contemporânea. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2003, 134 pp.

DAVID, Sandro. **Ética na sociedade informatizada.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de produção, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2001, 119 pp.

ROCHA, Vanda Mineiro de Sousa. **Pedagogia, Tecnologia e Ética na Formação do Educador.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de produção, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001. 166 pp.

SANTOS, Milton. **Por uma outra globalização:** do pensamento único à consciência universal. 10^a. Ed. Rio de Janeiro. Record, 2003.

STINGHEN, Fábio Mucio. **A Inserção dos temas transversais no currículo escolar através do uso da internet.** Dissertação de Mestrado em Engenharia

de Produção, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de produção, Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, 2001, 167 pp.

TURNITIN. Disponível em <http://www.turnitin.com>

VALLS, Álvaro L.M. **O que é Ética**. Editora Brasiliense. São Paulo, 1986.

Considerações sobre ototoxicidade induzida por Cisplatina: revisão de literatura

Isabella Monteiro de Castro Silva¹

Resumo: Afecções do sistema auditivo e vestibular causada por ação química de fármacos, drogas e outras substâncias tóxicas é denominada ototoxicidade. A Cisplatina é um fármaco muito utilizado no tratamento do câncer e atinge o sistema auditivo. Sua ação ototóxica é dependente da idade, da dose e da forma de administração. Estudos recentes vêm apresentando a ação otoprotetoras de algumas substâncias que poderão ser utilizadas conjuntamente à Cisplatina, na tentativa de minimizar seus efeitos tóxicos à audição.

Palavras-chave: ototoxicidade; cisplatina; otoprotetor.

¹ Isabella Monteiro é Fonoaudióloga e Mestre em Psicologia.
Professora do Centro de Ensino Superior Unificado de Brasília-CESUBRA.
Endereço eletrônico: isabella@apis.com.br

Revisão de Literatura

Ototoxicidade

A ototoxicidade refere-se a afecções otoneurológicas iatrogênicas provocadas por drogas que alteram a orelha interna, lesando sistema coclear ou o sistema vestibular ou ainda ambos, comprometendo a audição e o equilíbrio (MOUSSALLE, RANGEL, BAÚ, STANGLER, GOMES e MOUSSALLE, 1997). As substâncias tóxicas alcançam a orelha interna através da corrente sanguínea e acumulam-se nos seus fluidos. Algumas teorias propostas sugerem que os tóxicos podem inibir as enzimas oxidativas e metabólicas das células afetadas, podem alterar a permeabilidade da membrana ou podem interferir na síntese de proteínas (JERGER e JERGER, 1989; OLIVEIRA, 1993). A ototoxicidade, quando provocada por drogas cocleotóxicas, caracteriza-se, de forma geral, por zumbidos e hipoacusia (principalmente em freqüências altas). As drogas vestibulotóxicas acarretam vertigens, manifestações neuro-vegetativas e alterações do equilíbrio (MOUSSALLE et al., 1997).

A prevenção à ototoxicidade dá-se por meio de condutas como: 1- evitar a utilização de drogas com efeitos ototóxicos, utilizando apenas em casos de risco de vida, ou quando não houver outra possibilidade; 2- conhecer os fatores de risco, como a função renal ou uso prévio de drogas ototóxicas entre outros; 3- suspender o uso, assim que surgirem sinais de zumbido, tontura ou surdez; 4- realizar monitorização periódica da audição (OLIVEIRA, 1993; MOUSSALLE et al., 1997; GINSBERG e WHITE, 1999). Para avaliação da função auditiva especificamente, a toxicologia comportamental utiliza-se de testagens psicoacústica ou eletrofisiológica. Nesta área de pesquisa, a utilização de sujeitos humanos, em sua maioria, deve ser evitada. Conseqüentemente, a ampla utilização de cobaias exige testagem essencialmente eletrofisiológica.

Dentre os teste psicoacústicos encontram-se a audiometria convencional, que testa as freqüências entre 250 Hz e 8000Hz, e a audiometria de alta freqüência, que testa freqüências entre 10 000Hz e 20 000Hz. A audiometria de alta freqüência pode indicar o início da

perda auditiva por ototoxicidade dias antes da testagem com audiometria convencional (SIE, DESERRES e NORTON, 1999; JERGER e JERGER, 1989). A monitorização com audiometria em pacientes submetidos a tratamento utilizando drogas ototóxicas deve ser periódica e universal (GINSBERG e WHITE, 1999; RUSSO e SANTOS, 1994; JERGER e JERGER, 1989). O ABR avalia as ondas elétricas formadas nas vias auditivas aferentes, a partir do nervo auditivo até o tronco cerebral (10ms), frente a um estímulo sonoro. A análise é realizada observando-se latência das ondas, amplitude e intervalos entre os picos de onda. Este teste fornece o limiar eletrofisiológico, ou seja, a menor intensidade capaz de promover formação de potenciais elétricos (LIMA, 1998; RUSSO e SANTOS, 1994).

As emissões otoacústicas têm uso recente na ciência experimental relacionada a ototoxicidade. Trata-se da captação, no conduto auditivo externo, de sons produzidos pelas contrações das células ciliadas externas, após a apresentação de um estímulo sonoro. O teste fornece informações sobre a integridade de células ciliadas externas, durante o mecanismo ativo coclear (RUSSO e SANTOS, 1994; COSTA FILHO e VONO-COUBE, 1998).

Ototoxicidade induzida por Cisplatina

Cis-diaminodícloroplatina (Cisplatina) é um complexo metálico inorgânico, que, segundo Tange (1998) é a primeira droga citostática a ser usada em seres humanos. A Cisplatina é freqüentemente utilizada no tratamento de cânceres genitourinários, particularmente de testículos, ovários e vesículas (SALMON e SARTORELLI, 1998). É usada também em carcinoma de células escamosas de cabeça e pescoço, cânceres pediátricos como hepatoblastoma, sarcoma osteogênico e neoplasmas do sistema nervoso central (SIE, DESERRES e NORTON, 1999; TAMPAKOPOULOU e SIE, 1999; RAVI, SOMANI e RYBAK, 1995; RYBAK, HUSIAN, EVENSON, MORRIS, WHITWORTH e SOMANI, 1997; TANGE, 1998; TSUKASAKI, WHITWORTH e RYBAK, 2000). A Cisplatina é um anti-neoplásico potente, que tem sua utilização diminuída devido aos efeitos colaterais severos que provoca.

Náusea e vômitos, após administração de Cisplatina são a principal toxicidade aguda do fármaco. Os efeitos da dosagem limite da Cisplatina incluem neuropatia periférica, mielosupressão, toxicidade gastrointestinal, nefrotoxicidade e ototoxicidade. A hidratação intravenosa e diurese têm demonstrado controlar efetivamente a nefrotoxicidade. A ototoxicidade, porém, ainda não possui prevenção efetiva (SIE, DESERRES e NORTON, 1999; PENIDO, MOTA, MASCARI e FUKUDA, 1989). Estudos mostram que a ototoxicidade em adultos expostos à Cisplatina é variável (4 a 50%), enquanto que em crianças este risco parece maior (SIE, DESERRES e NORTON, 1999; TAMPAKOPOULOU e SIE, 1999; RAVI, SOMANI e RYBAK, 1995; RYBAK et al., 1997; TSUKASAKI, WHITWORTH e RYBAK, 2000). A ototoxicidade causada pela Cisplatina manifesta-se a partir de zumbido, seguido de perda auditiva nas freqüências agudas, a partir de 4000Hz e mais agudas. A ototoxicidade normalmente é bilateral, irreversível e cumulativa. Os efeitos ototóxicos da Cisplatina incluem mudanças morfológicas e funcionais no órgão de Corti. As células ciliadas externas, especialmente as do giro basal da cóclea, são as mais afetadas, ou seja, alta freqüência (TAMPAKOPOULOU e SIE, 1999; RAVI, SOMANI e RYBAK, 1995; JERGER e JERGER, 1989; HEIJMEN, KLIS, DE GROOT e SMOORENBURG, 1999), além de afetar também estria vascular (TSUKASAKI, WHITWORTH e RYBAK, 2000). A ação tóxica da Cisplatina é dependente da dose, da idade do sujeito que a utiliza, da forma de administração e da espécie.

Tsukasaki, Whitworth e Rybak (2000) afirmam que, do ponto de vista eletrofisiológico, a redução do potencial endococlear, observado apenas com altas doses de Cisplatina, é sugestiva de lesão da estria vascular, enquanto que o rebaixamento da microfonia coclear sugere dano de células ciliadas externas. Do ponto de vista morfológico, descreve-se degeneração de células ciliadas externas. Sie, Deserres e Norton (1999), utilizando cinco grupos etários de *gerbils* (10, 14, 18, 22 e 42 dias), evidenciaram a existência de um período crítico dos efeitos ototóxicos da Cisplatina, que parece ser um período de susceptibilidade aumentada que está relacionado a um período de rápida maturação fisiológica da cóclea. O grupo que se apresentou com limiares de DPOAE mais afetados foi o que foi exposto à Cisplatina com 14 dias de vida. Os autores

concluíram também que a ototoxicidade da Cisplatina está relacionada à freqüência, afetando mais as freqüências acima de 7.5 kHz do que as abaixo.

Um estudo brasileiro, realizado em 13 indivíduos portadores de osteossarcoma, comparou os resultados obtidos na avaliação auditiva com audiometria comportamental convencional e de alta freqüência, avaliando de 250 Hz a 18 kHz, com os resultados da avaliação utilizando emissões otoacústicas transientes e por produto de distorção (GARCIA, IÓRIO e PETRILLI, 2003). A avaliação foi realizada anteriormente ao início do tratamento, após cada ciclo de Cisplatina (120, 240, 360 e 480 mg/m²) e ao final do protocolo de acompanhamento. Todos os participantes apresentaram alteração nos limiares a partir de 9 kHz (100%) e 67% apresentaram limiares acima de 25 dBNA em freqüências convencionais isoladas. Estas diferenças foram detectadas já à primeira sessão de Cisplatina. Zocoli, Reichow e Zocoli (2003) avaliaram, apenas com emissões otoacústicas, 11 indivíduos com patologias oncológicas. Os autores consideraram o papel deste tipo de avaliação importante para a detecção precoce das alterações auditivas, visto que observaram diminuição significativa de amplitude das emissões nas freqüências de 1 e 6 kHz, após aplicação de Cisplatina. A diferença na interpretação dos dois trabalhos pode estar no protocolo de aplicação da Cisplatina. Zocoli, Reichow e Zocoli (2003) não fizeram referência à dosagem utilizada a cada sessão.

Otoproteção

Estudos mais recentes têm pesquisado drogas que agem como protetoras do órgão de Corti à ação da Cisplatina. Estão sendo investigados quimioprotetores que diminuem ou anulam os efeitos ototóxicos da Cisplatina. A importância desses estudos está em identificar métodos seguros de tratamento utilizando a Cisplatina. O papel otoprotetor que algumas substâncias desempenham ainda é obscuro, mas o que se nota é que as células ciliadas apresentam menos alterações no giro basal da cóclea, região responsável pela captação de sons agudos. Henderson (2003) descreveu a ação de substâncias denominadas Espécies de Oxi-

gênio Reativo (ROS) que promove oxidação da endolinfa e das células. Drogas como a Cisplatina, em contato com essas substâncias, aumentam sua reatividade, provocando perdas auditivas por morte celular. A ação preventiva tem atenção voltada para minimizar mortes celulares ou para aumentar agentes antioxidantes na cóclea. A ototoxicidade induzida pelo uso de Cisplatina pode ser resultado do aumento da peroxidação lipídica causada por diminuição de enzimas antioxidantes e depressão dos níveis de (GSH) na cóclea. A inibição de enzimas antioxidantes e a depressão de GSH devem estar associadas ao aumento do limiar auditivo eletrofisiológico. O prejuízo do sistema antioxidante na cóclea pode resultar no acúmulo de substâncias oxigenadas, que pode levar a mudanças na transdução acústica pela modulação da mobilidade das células ciliadas externas. Sugere-se o papel dos antioxidantes na proteção contra a ototoxicidade da Cisplatina (RYBAK et al., 1997; RAVI, SOMANI e RYBAK, 1995). Em estudo de dois casos com seres humanos apresentados por Cronin, Uberti, Ayash, Raith e Ratanatharthorn (2000), os autores observaram o mecanismo de proteção contra os efeitos da Cisplatina, utilizando amifostina. Este composto foi produzido em laboratório e é rapidamente assimilado pelo organismo, por ação da fosfatase alcalina. Dentro da célula, sua molécula neutraliza as porções reativas da Cisplatina. Em ambos os casos apresentados, os sujeitos humanos foram submetidos a tratamento anterior com Cisplatina e, após transplante, foram submetidos a novo tratamento associando Cisplatina com amifostina. Ocorreu uma estabilidade da perda auditiva induzida pelo primeiro tratamento, avaliada por meio de audiometria convencional, indicando a capacidade de proteção da amifostina.

Conclusão

Em vista das boas perspectivas utilizando quimioprotetores, é importante maior aprofundamento, para que estes possam ser utilizados de forma segura por usuários humanos da Cisplatina, portadores de câncer. Faz-se necessária a união entre a área experimental e clínica para melhoria da qualidade de vida dos doentes atingidos pelo câncer.

Referências Bibliográficas

COSTA FILHO, O. e VONO-COUBE, C. Z. Emissões otoacústicas: uma visão geral. In: FROTA, S. **Fundamentos em fonoaudiologia: audiolgia**. Rio de Janeiro:Guanabara Koogan, 1998.

CRONIN, S.; UBERTI, J. P.; AYASH, L. J.; RAITH, C. e RATANA-THARATHORN, V. – Use of amifostine as a chemoprotectant during high-dose chemotherapy in autologous peripheral blood stem cell transplantation. **Bone Marrow Transplantation**. 26, p. 1247-9, 2000.

GARCIA, A. P.; IÓRIO, M. C. M.; PETRILLI, A. S. Monitoramento da audição de pacientes expostos à cisplatina. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, 69(2):215-221, mar.-abr. 2003.

GINSBERG, I. A.; WHITE T. P. Considerações otológicas em audiolgia. In: KATZ, J. **Tratado de audiolgia clínica**, São Paulo: Manole, 4^a ed. 1999.

HEIJMEN, P. S.; KLIS, S. F. L.; DE GROOT, J. C. M. J. e SMOORENBURG, G. F. – Cisplatin ototoxicity and the possibly protective effect of α -melanocyte stimulating hormone. **Hearing Research**. 128, p. 27-39, 1999.

HENDERSON D. Protection from Noise and Drug Induced Hearing Loss. In: **ENCONTRO INTERNACIONAL DE AUDIOLOGIA, 18, 2003**, Curitiba. Anais do 18º. Encontro Internacional de Audiologia. Curitiba: UTP, 2003. p. 6.

JERGER, S.; JERGER, J. Ototoxicidade. In: JERGER, S.; JERGER, J. **Alterações auditivas: um manual para avaliação clínica**. São Paulo: Ateneu, 1989.

LIMA, M. A. M. T. Potencial evocado auditivo: eletrococleografia e audiometria de tronco encefálico. In: FROTA, S. **Fundamentos em fonoaudiologia: audiolgia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

MOUSSALLE, M. M.; RANGEL, M. I.; BAÚ, A. L. W.; STANGLER, S.; GOMES, N. H. G.; MOUSSALLE, S. Prevenção e abordagem do uso de drogas ototóxicas. **Acta Médica**, 1, p. 100-8, Porto Alegre, 1997.

OLIVEIRA, J. A. A. de. Ototoxicidade de drogas medicamentosas. **Acta Awho**, XII (3) – set/dez, p. 91-8, 1993.

PENIDO, N. O.; MOTA, P. H. M. M.; MASCARI, D. S. A. e FUKUDA, Y. Ototoxicidade induzida por cis-diamminedichloroplatinum (NSC – 119875): relato de dois casos. **Acta Awho**. 8 (2) p. 80-3, 1989.

RAVI, R.; SOMANI, S. M. e RYBAK, L. P. Mechanism of cisplatin ototoxicity: antioxidant system. **Pharmacology & Toxicology**, 76(6), p. 386-94, 1995.

RUSSO, I. C. P.; SANTOS, T. M. M. dos. Métodos eletrofisiológicos de avaliação da audição. In: RUSSO, I. C. P.; SANTOS, T. M. M. dos – **A prática da audiolgia clínica**, São Paulo: Cortez Editora, 4ª Ed., 1994.

RYBAK, L. P.; HUSAIN, K.; EVENSON, L.; MORRIS, C.; WHITWORTH, C. A. e SOMANI, S. M. Protection by 4-methylthiobenzoic acid against cisplatin-induced ototoxicity: antioxidant system. **Pharmacology & Toxicology**, 81(4), p. 173-9, 1997.

SALMON, S. E. e SARTORELLI, A. C. Quimioterapia do câncer. In: KATZUNG, B. G. **Farmacologia básica e clínica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1998.

SIE, K. C. Y.; DESERRES, L. M. e NORTON, S. J. Age-related sensitivity to cisplatin ototoxicity in gerbils. **Hearing Research**, 134, p. 39-47, 1999.

TAMPAKOPOULOU, D. A. e SIE, K. C. Y. Cisplatin ototoxicity in developing gerbils. **Hearing Research**, 132, p. 51-9, 1999.

TANGE, R. A. Ototoxicity. **Adverse Drug React. Toxicol. Rev.**, 17 (2/3), p. 75 – 89, 1998.

TSUKASAKI, N.; WHITWORTH, C. A. e RYBAK, L. P. Acute changes in cochlear potentials due to cisplatin. **Hearing Research**, 149, p. 189-98, 2000.

ZOCOLI, R.; REICHOW, S. L. e ZOCOLI, A. M. F. Emissões otoacústicas x Cisplatina: detecção precoce da ototoxicidade em pacientes oncológicos. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, 69(2):222-225, mar.-abr. 2003.

Editora Sol Soft's e Livros Ltda
Rua Borges de Figueiredo, 932
Mooca, São Paulo, SP - CEP: 03110001
FONE: (11) 6292-1377 - FAX: (11) 6096-7062
E-mail: sar-sol@ibest.com.br