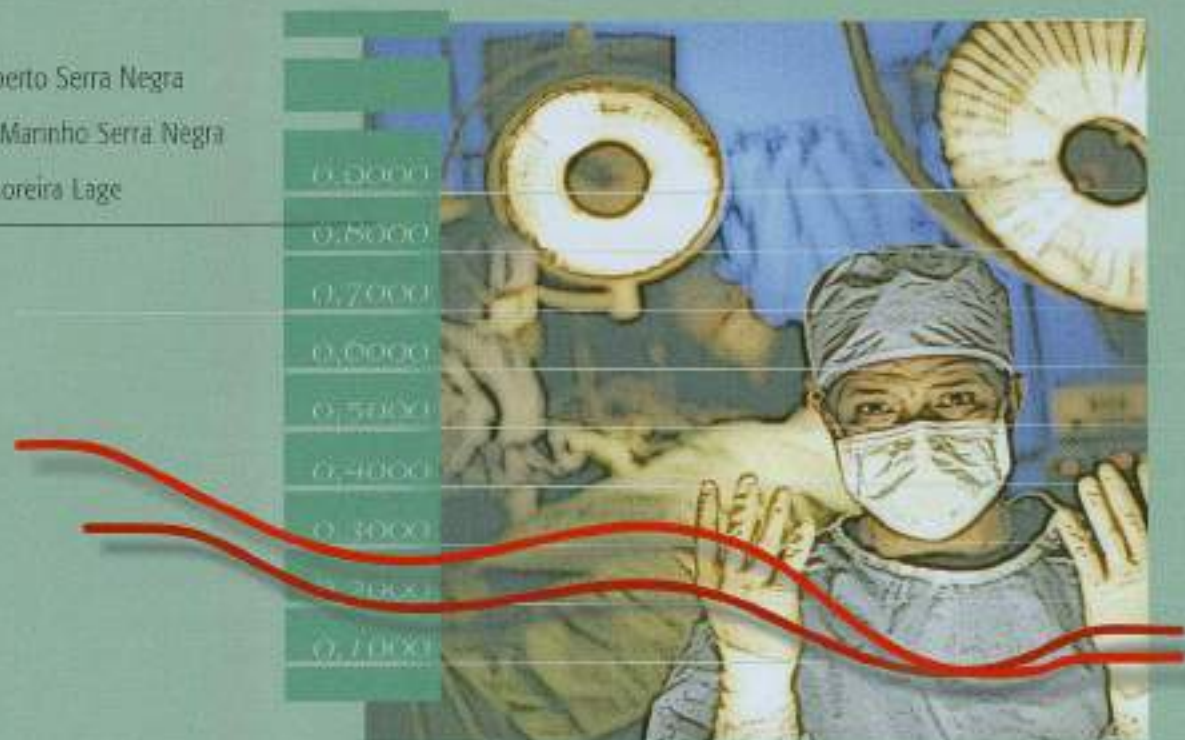


A informação contábil proporcionada pela curva de aprendizagem aplicada a custos: estudo de caso em cirurgias de varizes

Carlos Alberto Serra Negra

Elizabete Marinho Serra Negra

Walmir Moreira Lage



O trabalho é uma pesquisa realizada em hospital geral com aplicação dos conceitos da curva de aprendizagem em cirurgias de varizes. O uso da curva de aprendizagem em âmbito das organizações hospitalares traz reflexos diretos na formação dos custos dos procedimentos médico-hospitalares, haja vista que abre perspectivas de utilização de múltiplas cirurgias, com redução de custos, maximização de recursos, redução de ociosidade e atendimento a demanda e necessidade da população por realização desses procedimentos. Os métodos quantitativos aplicados a custos têm demonstrado uma nova vertente do conhecimento na área estratégica de apuração de cus-

tos nas organizações, com elevado grau de informações contábeis para apuração de resultados. Os resultados com aplicação da curva de aprendizagem evidenciam a força do processo repetitivo e seus reflexos na redução do tempo de realização dos procedimentos, tendo em vista que a mão-de-obra direta dos médicos, corpo de enfermagem, pessoal de serviços gerais se reduz gradativamente após a sequência dos mesmos procedimentos. Os estudos precisam ser estendidos a outros procedimentos médicos, para que se aprimore o uso da tecnologia da informação contábil não apenas com o uso de *softwares*, mas, principalmente, com o de recursos estatísticos.

Um dos temas mais debatidos na atualidade tanto em termos de informação contábil quanto de contabilidade de custos é a aplicabilidade de métodos quantitativos que possam elevar a produtividade dos negócios e, sobretudo, permitir a redução drástica de custos para que as organizações possam manter e aumentar as perspectivas de geração de lucros que mantenham a continuidade, dentro da ótica de mercados competitivos e exigentes por produtos de qualidade e com preços menores a cada dia. Dentre esses instrumentos voltados à aplicabilidade de métodos quantitativos, encontra-se a curva de aprendizagem.

Conforme Ludicibus (1988), os textos de Custos, Análises de Custos e Contabilidade Gerencial, em seus exemplos e aplicações, referem-se a casos de processos técnicos de fabricação já estabelecidos, em que o corpo de mão-de-obra direta especializada que trabalha na produção já o faz com o(s) produto(s) há algum tempo, tendo, em média (na média dos operários), terminado um eventual efeito-aprendizagem, que pode ocorrer em processos novos ou quando determinadas setores ou divisões lançam produtos novos, principalmente produtos de grande porte.

Verifica-se, de acordo com Teles *et alii* (2004), que o reconhecimento da curva de aprendizagem na produção industrial se deu na década de vinte, logo após a Primeira Guerra Mundial, em que, inicialmente, foi utilizada na indústria bélica, que necessitava otimizar sua produção. Taylor (1990), em seus estudos que preconizaram a Administração Científica (início deste século), utilizou o conceito do fenômeno de aprendizagem, qual seja: o operário na repetição de uma tarefa torna-se, gradativamente, mais eficiente.

Chiavenato (1983) afirma que Adam Smith já visualizava o princípio da especialização dos operários em uma manufatura de agulhas e já enfatizava a necessidade de racionalizar a produção. Para

Smith, a origem da riqueza das nações reside na divisão do trabalho e na especialização das tarefas, preconizando o estudo de tempos e movimentos.

Esses conceitos racionais buscam a redução de custos, eliminação de desperdício, ganho de escala e identificação da ociosidade laboral e da capacidade instalada de recursos. Ancorada nesses preceitos é que a curva de aprendizagem se sustenta.

O estudo de caso, inserido neste trabalho, foi aplicado em cirurgias de varizes realizadas em forma de mutirão em hospital geral que atende pacientes do Sistema Único de Saúde (SUS). Os resultados apresentam eficiência dos métodos quantitativos aplicados a custos e à informação contábil com o uso da curva de aprendizagem.

A tecnologia das informações proporcionada pela curva de aprendizagem

Em 1920, na base aérea de Wright Patterson, na montagem de aeroplanos, foi notado o fato de que a produtividade no desempenho de uma atividade aumenta com o número de repetições. O número de horas para montar o segundo aeroplano era 80% menor que para montar o primeiro e, para montar o quarto, o tempo era de cerca de 80% do tempo de montagem do segundo.

Essa repetição foi apresentada em 1936, por T. P. Wright, como testes empíricos do fenômeno da curva de aprendizagem. Ele observou que, em média, quando a produção dobrava na indústria aeronáutica, a demanda por mão-de-obra direta (MOD) decrescia em cerca de 20 por cento; em outras palavras: um fator de aprendizagem de 80 por cento. Esse fato é justificável pela principal característica da fabricação de aeronaves, à época, que exigia enorme montante de horas de mão-de-obra direta.

Pressupõe-se, dentro da curva de aprendizagem, que o processo de apren-

dizagem (*learning process*) esteja se caracterizando, ou seja, parte-se do princípio que, à medida que um trabalhador repete uma tarefa, ele se torna mais eficiente nela. Chiavenato (1983) descreve que a análise do trabalho e o estudo dos tempos e movimentos criaram condições para uma total reestruturação das operações industriais, eliminando os movimentos desnecessários e economizando energia e tempo. Uma das características do estudo dos tempos e movimentos foi a divisão do trabalho e a especialização do operário a fim de elevar sua produtividade.

A idéia central, conforme Chiavenato (1983), é: "A eficiência aumenta com a especialização: quanto mais especializado for um operário, tanto maior será a sua eficiência".

O resultado final é uma redução de horas de mão-de-obra direta por unidade. Essa melhoria pode ser regular o suficiente para seguir um padrão previsível. No caso, conforme resultados da pesquisa acima mencionada, um aumento de 100% da produção ocasiona um decréscimo de 20% na demanda por mão-de-obra direta.

Andress *apud* Teles *et alii* (2004), estudioso do assunto, coloca que a teoria da curva de aprendizagem deveria ser verdadeira para qualquer tarefa, qualquer emprego, em qualquer indústria.

O fenômeno da curva de aprendizagem é passível de ocorrência em formas descontínuas de manufatura que tenham mão-de-obra direta intensiva e, também, em formas contínuas de manufatura que requerem investimento intensivo em ativo permanente. Kaplan *apud* Ludicibus (1983) reporta os seguintes fatores que podem caracterizar o efeito-aprendizagem:

- eficiência do trabalho: "aprendendo fazendo" e por repetição; também, manutenção mais eficiente e atividades de supervisão;
- novos processos de métodos aperfeiçoados; tecnologia de produção aperfeiçoada; estudos de engenharia industrial;

- *redesign* de produto: redução de características não necessárias ou custosas;
- efeitos de escala: economias de escala, pois os custos de capacidade instalada aumentam mais devagar do que a própria capacidade.

Características da curva de aprendizagem

Quanto às características da curva de aprendizagem, há duas configurações possíveis. Quando ela é traçada em um gráfico aritmético, com coordenadas lineares, o resultado é uma curva, mostrando um rápido declínio inicial que se extingue aos poucos (quando assumimos que a taxa de aprendizagem é de 80 por cento, como no caso da indústria aeronáutica). Quando a mesma curva é traçada em um gráfico logarítmico duplo, ela será uma taxa declinante em linha reta. Essa segunda retratação, como uma linha declinante reta, é geralmente preferida por razões práticas.

Há diversas variações, em ambas as configurações, quanto ao ponto inicial e à sua declinação que pode ser atribuída a uma exigência assumida de alta mão-de-obra. Dessa maneira, se a proporção de trabalho de montagem for suposta como baixa, a inclinação descendente da curva não será tão íngreme.

Podem ocorrer, ainda, algumas anomalias em relação à forma da curva de aprendizagem, ditas como configurações possíveis. Primeiro, um embicamento para cima pode ocorrer ao final de um contrato, quando algumas operações são totalmente paradas. Segundo, um recorte pode também ocorrer no meio de uma curva e ser atribuído ao processo de produção, se esse for interrompido por um longo tempo. O recomeço do trabalho causará um brusco aumento na curva de aprendizagem. As ineficiências resultantes da perda de habilidade do empregado, ou de custos de reorganização, podem, igualmente, ocasionar esse recorte, que significa simplesmente uma

interrupção na trajetória que a curva de aprendizagem vinha seguindo.

Aplicações da curva de aprendizagem

Andress *apud* Teles *et alii* (2004), em seu trabalho, elenca seis aplicações potenciais das curvas de aprendizagem, com reflexos na tecnologia da informação contábil:

1) Determinação de preço da produção (custo)

O poder preditivo das curvas de aprendizagem pode ser invocado como um determinante na estimativa do número de horas de mão-de-obra requeridas na produção. Isso, logicamente, facilita a determinação do preço (custo) da produção. Assim, as horas de mão-de-obra determinadas pelas curvas de aprendizagem poderiam ser usadas como uma base de alocação para outros custos, tais como custos indiretos de fabricação, despesas gerais e administrativas etc.

2) Produção ou compra

As curvas de aprendizagem são também muito úteis em decisões do tipo produzir ou comprar, em que se deve escolher entre o custo de produzir um item ou o custo de comprá-lo. A curva pode prover os dados necessários para determinar as horas de mão-de-obra demandadas e, portanto, o custo de produzir o item. Obviamente, há outros custos envolvidos, mas, ao determinar os custos de mão-de-obra direta, a decisão produzir ou comprar é reduzida a termos mais simples.

3) Produção

Saber o tempo requerido para executar uma operação é um elemento importante em decisões gerenciais concernentes a fluxo de trabalho, equipamento, número de trabalhadores, para citar apenas alguns. Por causa da habilidade preditiva da curva de aprendizagem, essa poderia ser um instrumento útil nas atividades de produção. Dois usos proeminentes da curva estão na previsão de

produção e na previsão de necessidades de trabalho durante períodos de flutuações de volume. Quando ambas as previsões são desconhecidas para a empresa, gastos de mão-de-obra desnecessários podem ser incorridos com perdas adicionais devido à má estimação da produção e a uma perda subsequente nas vendas.

4) Planejamento financeiro

O financiamento externo é caro e, normalmente, resulta de um simples problema temporário. Uma curva de aprendizagem é útil nesse sentido porque ela permite uma comparação entre custos e preços e, também, a estimação do escoamento financeiro do período, principalmente se os operários forem pagos por hora. Informação dessa natureza facilita o pré-planejamento possibilitando que os administradores façam arranjos bancários antecipados, que podem se traduzir em custos menores de tomada de empréstimos.

5) Orçamento de capital

Como, para muitas companhias, o orçamento de capital é uma prática muito séria e precária, qualquer ajuda que possa reduzir a incerteza dos potenciais fluxos de caixa é desejável. Em primeiro lugar, em uma situação de orçar capital, é provável que a companhia esteja no topo de sua curva e, por isso, estimativas significantes de mão-de-obra e economias de tempo podem ser conseguidas. Segundo, quanto maior a proporção de tempo de trabalho de montagem, mais provavelmente a curva explicará o comportamento do custo e, finalmente, quanto mais antecipadamente o planejamento for feito, mais úteis serão os aspectos preditivos das curvas de aprendizagem.

6) Relatórios internos e externos

O uso correto das curvas de aprendizagem proporciona uma estimativa mais veraz dos custos e da informação contábil e, como consequência, uma contabilidade mais efetiva do que aquela que é baseada em algum padrão de produtividade ou em algum custo constante. Para

Tabela 1
Dados de produção e tempo gasto

Unidades cumulativamente produzidas	Horas médias de MOD	Horas totais
45	536	24.120
60	500	30.000
75	464	34.800
120	416	49.920
150	387	58.050

Fonte: Ludibus (1988).

Tabela 2
Produção por lotes com taxa de aprendizagem de 80%

POR LOTE	CUMULATIVO	Horas de MOD por lote	MOD acumulado por unidade	Horas de MOD
15	15	600	600	40,0
15	30	360	960	32 (40 X 0,8)
30	60	376	1536	25,6 (32 X 0,8)
60	120	924	2460	20,5 (25,6 X 0,8)
120	240	1476	3936	16,4 (20,5 X 0,8)

Fonte: Teles et al. (2004).

Os valores para os logaritmos foram calculados na base natural (neperiana). Entretanto, se tivéssemos utilizado base decimal, o resultado final para B seria o mesmo.

Uma vez obtido B, podem-se transformar as equações a fim de ser calculado o valor de A.

Sabendo que $\log Y1 = \log A - B \cdot \log X$,
Substituindo:

$$6,214608 = \log A - 0,279588 \times 4,094345$$

$$\log A = 6,214608 + 1,144730$$

$$\log A = 7,359338$$

$$A = 1571 \gg \gg \text{antlog de } 7,359338$$

$$\text{Assim, para 150 unidades } Y = 1571 \times 150^{-0,279588} = 387.$$

Verifica-se que, para uma produção de 150, o modelo estima exatamente o número médio de horas de MOD:

$$\text{Para } X = 120, Y = 1571 \times 120^{-0,279588} = 412.$$

$$\text{Para } X = 180, Y = 1571 \times 180^{-0,279588} = 368.$$

Utilizando-se o B derivante, têm-se:
Horas médias para completar a produção de 270 unidades = $1571 \times 270^{-0,279588} = 328$
Horas totais = $328 \times 270 = 88.560$
Horas para completar 150 unidades = (58.050)
Horas para completar 120 unidades = 30.510
Custo de montagem = $30.510 \times 51.080,00 = \$32.950.800,00$.

Leone et al. (2004) advertem que a gerência (supervisão do trabalho) deve estar sempre atenta para distinguir imediatamente o ponto de saturação do trabalho quanto à fadiga e tédio.

Demonstrando essa pesquisa, Ludibus (1988) afirma que no exemplo acima o efeito-aprendizagem, de alguma forma, terminou a partir da produção do segundo lote de 150 unidades, como é apresentado na fórmula; aplicando-se a fórmula por horas totais estimadas para as 300 unidades, sendo:

$$T = Y \cdot X = AX^{1-b}$$

Onde T = número total de horas de MOD.

$$T = Y \cdot X = 1571 \times 300^{-0,279588}$$

$$T = 95.659 \text{ horas de MOD.}$$

Obtêm-se as horas reais para 300 unidades = 99.900 horas.

Outro exemplo é apresentado por Teles et alii (2004) cujos dados estatísticos estão na tabela 2 que mostra a produção, por lotes, de 15 unidades com uma taxa de aprendizagem de 80%, ou seja: cada vez que dobramos a produção, conseguimos uma diminuição de horas a uma taxa de 20%. (Tabela 2)

Para o cálculo do número necessário de horas médias de MOD para a 240ª unidade, ou seja, para o 16º lote, tem-se o seguinte resultado:

$$\text{Sendo: } Y = aX^b$$

$$b = \log(0,80)/\log(2)$$

$$b = -0,2231 / 0,6931$$

$$b = -0,3219$$

$$Y = 40 \cdot 16^{-0,3219}$$

$$Y = 16,38.$$

Leone et al. (2004) explicam o gráfico da curva de aprendizagem: se colocarmos no eixo horizontal de um gráfico cartesiano a quantidade consecutiva de unidades (ou outra medida qualquer) produzidas e, no eixo vertical, o tempo gasto a cada unidade produzida, vamos verificar que surge uma curva na forma de hipérbole descendente; a pesquisa revelou que, à medida que as quantidades consecutivas dobram de volume, o tempo necessário de mão-de-obra por unidade produzida vai diminuindo de acordo com uma porcentagem constante bem definida; se a porcentagem constante for igual a 10%, a curva será definida como uma curva de aprendizagem de 90%.

Segundo Teles et alii (2004), alguns autores atribuem as restrições ao uso da curva de aprendizagem aos seguintes fatos:

– *Economias ilusórias: essas economias podem ser decorrentes da seleção errônea de dados de horas de mão-de-obra que serão utilizados para traçar a curva. Isto quer dizer, selecionar os dados sem levar em consideração outras variáveis (principalmente administrativas) que podem estar interferindo e “mascarando” a real economia de mão-de-obra atribuída à aprendizagem.*

– *Verificação: em decorrência da dificuldade, mas não da impossibilidade, de se isolar acuradamente o fator de aprendizagem que conduz a redução da mão-de-obra direta, a curva de aprendizagem não pode ser considerada exatamente uma ferramenta científica, fato que pode contribuir para o descrédito, por parte de alguns gestores, da sua eficiência.*

– *Barreiras à aceitação: a resistência ao seu uso pode ser, ainda, atribuída a uma lacuna de percepção de que modelos melhorados podem ser quantificados, ou mesmo ao ceticismo de que melhorias possam continuar em decorrência de pesquisas realizadas com esse objetivo.*

Estudo de caso – aplicação da curva de aprendizagem em cirurgias de varizes

Segundo Askar *apud* Couto *et alii* (2004), as varizes propriamente ditas são veias do subcutâneo que se apresentam dilatadas, tortuosas e alongadas.

Calcula-se que entre 10% e 20% da população em geral desenvolvem veias varicosas nas pernas. A condição é muito mais comum em indivíduos acima de 50 anos, pessoas obesas e mulheres, a que pode refletir o aumento da pressão venosa nas pernas determinado pela gravidez, afirma Cattari *apud* Couto (2004), em que a tendência familiar no desenvolvimento anômalo das paredes das veias e a influência importante da postura, tais como longos períodos em posição ereta e viagens demoradas, aumen-

tam em até 10 vezes a pressão venosa normal.

O estudo de caso da aplicação da curva de aprendizagem foi realizado em hospital geral de 155 leitos com centro cirúrgico formado por 4 salas, com atendimento a pacientes do SUS, particulares e convênios. Foram realizados 5 procedimentos cirúrgicos denominados tratamento cirúrgico de varizes bilateral em pacientes distintos no mesmo dia e de forma seqüencial, a que se dá o nome de cirurgias em mutirão. Para a realização desses procedimentos, foi realizado um protocolo médico para não desviar as especificações dos procedimentos realizados.

A equipe médica foi formada por cirurgião cardiovascular, cirurgião auxiliar, anesthesiologista, equipe de enfermagem, pessoal de apoio de serviços gerais, circulantes, instrumentadores e perfusionista.

As cirurgias foram realizadas de forma seqüencial sem intervalo de descanso das equipes médicas, de enfermagem, de apoio e de serviços. Os intervalos foram aqueles necessários para limpeza, higienização e preparo do paciente para a realização dos procedimentos cirúrgicos. Enquanto uma sala de cirurgia estava sendo preparada, a equipe se deslocava para outra sala já preparada, por elas serem contíguas. O tempo foi cronometrado até o seu final com a saída do paciente para a sala de pós-operatório e recuperação anestésica. A **Tabela 5** mostra os tempos efetivamente cronometrados.

O **Gráfico 1** mostra o desenvolvimento das cirurgias em tempo de realização.

Aplicando os conceitos da curva de aprendizagem em 90% e 85%, respectivamente, chegou-se aos resultados de tempos necessários para evidenciar e sustentar o grau de aprendizagem. O **Gráfico 2** mostra a curva de aprendizagem com a aplicação dos graus de aprendizagem de 90% e 85%.

Fazendo um cruzamento do tempo real das cirurgias e o tempo da curva de aprendizagem em 90% e 85%, verifica-se que não há uma linearidade proposta inicialmente pelos conceitos da teoria da curva de aprendizagem, apresentada no **Gráfico 3**. Contudo, evidencia-se que no processo repetitivo há um conhecimento acumulado e com redução da mão-de-obra direta a cada novo procedimento.

Na área médico-hospitalar a aplicação da curva de aprendizagem pode trazer diminuições significativas de custos, haja vista o peso da mão-de-obra e todo esse item no total de custos dos procedimentos médico-hospitalares. A curva de aprendizagem pelos resultados é aplicada também nas cirurgias em estudo. Ressalta-se que os dados podem se modificar se os pacientes apresentarem resultados e respostas clínicas e fisiológicas diferentes, em virtude do calibre das varizes, da sensibilidade à anestesia e da própria individualidade humana.

Considerações finais

A aplicação de métodos quantitativos a custos é imprescindível no regime econômico e político vivido pelas organizações hospitalares com enorme pressão sobre os custos, qualidade e preços finais dos produtos e serviços. Nesse sentido, a curva de aprendizagem é uma importante tecnologia da informação contábil.

O método da curva de aprendizagem pode ser facilmente aplicado a outros setores em que a MOO tem peso significativo e é consoante à filosofia de melhoria contínua em que as organizações, colaboradores e funcionários têm que estar envolvidos. Nesse sentido, a capacitação e implantação de processos contínuos podem ser aplicadas a outras áreas de prestação de serviços como enorme subsídio para a melhoria da margem de contribuição e, conseqüentemente, melhor formação de preços. A redu-

Tabela 3
Tempo de realização das cirurgias

Ordem dos Tratamentos Cirúrgicos de Varizes Bilateral	Início	Fim	Tempo
1	15:47	17:00	1:13
2	16:37	17:35	0:58
3	17:06	18:10	1:04
4	17:55	18:50	0:55
5	18:20	19:10	0:50

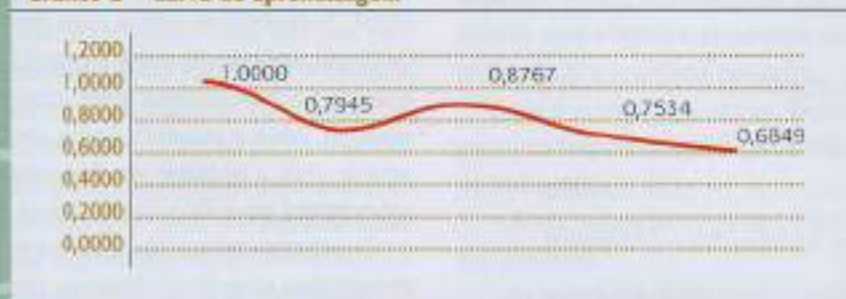
Fonte: Autores.

Gráfico 1 – Tempo gasto de cirurgias (minutos)



Fonte: Autores.

Gráfico 2 – Curva de aprendizagem



Fonte: Autores.

Gráfico 3 – Cruzamento do tempo real e aplicação da curva de aprendizagem



Fonte: Autores.

ção de custos enseja que todos os ferramentais sejam testados e levados do meio acadêmico ao mundo real dos negócios, evitando-se preconceitos e valores pré-julgadores de determinados conhecimentos, aplicativos e metodologias.

A realidade da curva da aprendizagem é inerente ao mundo moderno, mesmo que a sua aplicação esteja chegando aos 90 anos. Esta tão atual quanto o debate de novas concepções de custos e suas interfaces com a necessidade das organizações em se modernizarem e se tornarem íntimas ao seu tempo.



Carlos Alberto Serra Negra, Elizabete Marinho Serra Negra e Walmir Moreira Lage – Os autores



são Contadores, Mestres em Contabilidade pela FVC, professores e pesquisadores do Centro Universitário do Leste de Minas Gerais – UnilesteMG. Os professores Carlos Alberto Serra Negra e Elizabete Marinho Serra Negra são membros da Academia Mineira de Ciências Contábeis.



Os autores são membros da Academia Mineira de Ciências Contábeis.

REFERÊNCIAS

- COITO, Marília Antônio et al. Custo de Varizes em "milhões" - avaliação da população e dos custos. São Paulo: *Revista Vasculiar & Angiologia*, n. 12, 2004, pag. 160-172.
- CHAVESATO, Ithalberto. *Introdução à Teoria Geral da Administração*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985.
- JUDICIÓSI, Sérgio de. *Análise de Custos*. São Paulo: Atlas, 1980.
- LEONE, George Selarinho Guerra et al. *Dicionário de Custos*. São Paulo: Atlas, 2004.
- TAYLOR, Frederick Winslow. *Princípios de Administração Científica*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1990.
- TELES, Egberto Lucena et al. Aspectos da Curva de Aprendizagem como Instrumento da Contabilidade Gerencial. Disponível em: <www.egbertolipg.com.br/artigos.html>. Acesso em: 07/06/2004.