

O IMPACTO DO SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE OS INDICADORES FINANCEIROS DA EMPRESA. UNHA REVISIÓN EMPÍRICA DO PARADOXO DA PRODUTIVIDADE E DAS SÚAS IMPLICACIÓNS PARA A SELECCIÓN DE INVESTIMENTOS.

Carlos Piñeiro Sánchez

Departamento de Economía Financeira e Contabilidade. Universidade da Coruña

Galicia en Clave Económica, Setembro de 2002: 87 - 98

Resumo

Unha visión histórica do desenvolvemento tecnolóxico amosa que, con carácter xeral, as innovacións veñen acompañadas dunha sensible mellora na produtividade e da eficiencia das actividades económicas; nembargantes os investimentos en tecnoloxías da información non parecen exercer a influencia esperada sobre o rendemento empresarial. O noso traballo verifica, nunha mostra de empresas galegas, que o emprego de sistemas de información non está asociado a diferenzas significativas no valor da ratio de rendibilidade; a seguir discútense as posibles causas deste achado e as súas consecuencias para a política de selección de investimentos na empresa.

O IMPACTO DO SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE OS INDICADORES FINANCEIROS DA EMPRESA. UNHA REVISIÓN EMPÍRICA DO PARADOXO DA PRODUTIVIDADE E DAS SÚAS IMPLICACIÓNS PARA A SELECCIÓN DE INVESTIMENTOS.

Carlos Piñeiro Sánchez

Departamento de Economía Financeira e Contabilidade. Universidade da Coruña

1. INTRODUCCIÓN

Este artigo amosa os resultados dun estudio destinado a examina-lo efecto das tecnoloxías da información sobre os indicadores financeiros de éxito empresarial, en particular a produtividade e a rendibilidade económica.

Existe unha ampla evidencia empírica canto ós beneficios económicos proporcionados no pasado polos avances na técnica industrial, por exemplo a máquina de vapor, os métodos de produción en masa e, tamén, polas aplicacións non electrónicas das tecnoloxías da información¹, nembargantes as propiedades financeiras dos actuais sistemas de información son escuras e controvertidas, en gran medida polo achado de anomalías que distorsionan a relación entre o investimento en tecnoloxías da información e indicadores financeiros clásicos como a produtividade ou o rendemento.

Estas irregularidades están exemplificadas no denominado *paradoxo da produtividade*, unha contradición estatística que foi intensivamente estudada durante os noventa: alomenos en termos macroeconómicos, a produtividade das economías occidentais non experimentou o crecemento que cabería esperar dada a contía do investimento en recursos informáticos e telemáticos².

¹ As calculadoras mecánicas permitiron automatizar cálculos matemáticos e astronómicos (Pascal, 1642; Leibnitz, 1671) e axilizar notablemente os procesos administrativos e contables na grande empresa capitalista (Bollée, 1889; *Millonaria* de Steiger, 1892; Burroughs, 1899; etc.); paralelamente os sistemas de tarxeta perforada (Jacquard, 1801; Hollerith, 1880-90) abriron o camiño para a automatización industrial. O sistema de Hollerith permitiu automatiza-la redacción dos censos de EEUU e varias nacións europeas a partir de 1890.

² Historicamente tódalas innovacións tecnolóxicas, dende a imprenta ate a máquina de vapor, xeraron crecementos sistemáticos da produtividade empresarial (véxanse Brynjolfsson, 1993; e Sichel, 1997). O fundamento do paradoxo da produtividade foi expresado por notable claridade polo Nóbel Robert Solow: *a era da informática é un feito en todas partes, excepto nas estatísticas de produtividade* (Solow, 1987). En breve, a produtividade agregada das economías occidentais creceu durante as dúas últimas décadas de século a unha taxa inferior que na posguerra, e non se gardou a correspondencia estatística esperada co investimento total en tecnoloxías da información. Os estudos da Sloan School of Management (Scott Morton, 1991) e da OCDE (1991) ofrecen unha detallada revisión do debate xurdido pola observación de Solow.

A revisión deste achado supuxo unha notable controversia, aínda de plena actualidade, na que se puxo en cuestión a valía de ratios e indicadores comúns como o ROI, a TIR ou o VAN e se formulou un novo marco económico para a xestión dos recursos de información: tradicionalmente as tecnoloxías da información foron empregadas de forma similar ós métodos de automatización industrial, co obxectivo principal de obter aforros de custos e melloras de produtividade; nembargantes un sistema de información desenvolve múltiples actividades e as máis delas non poden ser medidas en termos de eficiencia senón de contribución ós negocios³: o sistema de información contribúe á xestión da información, colabora na toma de decisións, proporciona medios de comunicación, desenvolve funcións relativas á xestión dos recursos *intanxibles* da empresa (Itami e Roehl, 1991), coordina e integra as tarefas, e pode participar en actividades de importancia estratéxica para a organización.

2. ESTUDIO EMPÍRICO

Os sistemas de información, e en particular os DSS⁴, están deseñados para reduci-la incerteza e colaborar nas tarefas implícitas na toma de decisións - busca de información, deseño e avaliación de alternativas, etc. -, polo que o seu emprego sistemático debería estar asociado a un rendemento superior ó termo medio do sector, *ceteris paribus* as características de organización. O estudo foi deseñado para contrastar, nun entorno empresarial real, a hipótese teórica de que o uso apropiado do sistema de información como ferramenta de axuda para a toma de decisións exerce un efecto beneficioso sobre a rendibilidade económica media da empresa; a proba enfocase como un experimento transversal⁵ e pretende tamén aportar evidencia empírica á controversia suscitada canto ó emprego das ratios financeiras clásicas como indicadores para a selección de investimentos en TI⁶.

2.1. DESEÑO EXPERIMENTAL

Seleccionouse, de forma aleatoria e estratificada, unha mostra de 335 empresas, todas elas con forma societaria e sede social na Coruña ou nalgúns dos concellos limítrofes. O directorio empresarial ARDÁN (<http://www.ardan.es/>) e o sistema SABE de información económico - financeira proporcionaron a información financeira e patrimonial básica das empresas (capital

³ De feito unha ampla maioría dos servizos e subsistemas supoñen a aparición de novas cargas operativas; por exemplo o desenvolvemento dunha web corporativa, as aplicacións de axuda para o traballo cooperativo ou os sistemas de videoconferencia son proxectos intrinsecamente custosos - lonxe de ofrecer expectativas de aforro, xeran novos custos - que non están xustificadas por beneficios financeiros tanxibles, senón pola súa contribución ó sostemento da competitividade da empresa.

⁴ DSS, *Decision Support System* (ferramenta de axuda para a toma de decisións).

⁵ Esperamos que este deseño permita excluí-los efectos da conxuntura económica sobre as ratios financeiras das empresas, e interpretar máis claramente as diferenzas intersectoriais que se poidan detectar.

⁶ Hochstrasser e Griffiths (1991); Bacon (1995).

social, ingresos de explotación, resultado, cash flow, e rendibilidade⁷), que corresponde ás Contas Anuais depositadas no Rexistro Mercantil. Os datos relativos ó sistema de información recompiláronse mediante unha combinación de cuestionarios, entrevistas persoais e observación directa durante dous meses; estes datos describen fundamentalmente a forma en que a organización emprega o seu sistema de información para facer ou xestiona-los negocios, e abranguen cinco áreas principais:

1. Características tecnolóxicas do sistema de información: rede de ordenadores, conexión a Internet, tipo e finalidade do software, recursos de correo electrónico ou videoconferencia, etc. Xa se fixo referencia ó carácter facilitador da tecnoloxía, con todo é evidente que a ausencia de certos recursos máis elementais - capacidade de procesamento local, acceso a Internet, etc. - causa perxuizos á xestión.
2. Experiencia acumulada pola empresa no uso de tecnoloxías da información.
3. Funcións de negocios desenvolvidas coa axuda do sistema de información: contabilidade e facturación, recursos humanos, produción (CIM / MRP), servizos post-venda, comercio electrónico, etc.
4. Uso das tecnoloxías da información para desenvolver novas formas de facer negocios ou de organizarse. En particular solicítouse información sobre as actividades e proxectos canto ó comercio electrónico nas súas modalidades de comercio polo miúdo (B2C) e empresarial (B2B, ou EDI⁸).
5. Emprego de ferramentas de soporte á decisión (DSS).

O traballo non contempla ningunha medida de investimento económico porque o noso coñecemento actual indica que a tecnoloxía é *facilitadora* (Earl, 1989), porén o valor monetario do investimento non é indicativo da capacidade do sistema para axudar ós decisores. As variables explicativas dos modelos son *proxies* que describen a forma en que a organización *emprega* o sistema de información.

As características dos datos dispoñibles están estreitamente relacionadas cos obxectivos do estudo e os requirimentos das técnicas estatísticas seleccionadas. O estudo pretende verifica-la relación entre unha variable numérica continua e certo número de factores de tipo cualitativo, o que limita notablemente a elección metodolóxica: moitos dos métodos comúns na investigación empresarial, como a regresión nas súas distintas modalidades ou a análise factorial, son inaplicables debido ó carácter non numérico dos factores explicativos.

⁷ A información económico financeira empregada corresponde ás Contas Anuais depositadas polas sociedades no Rexistro Mercantil do Ministerio de Xustiza español; xa que logo en boa parte dos casos foi sometida a unha auditoría externa por parte de auditores independentes.

⁸ B2C, *Business to Consumer*; B2B, *Business to Business*.

Como alternativa, o estudo foi deseñado para facilita-la busca de diferenzas estatisticamente significativas no termo medio de rendibilidade mediante a técnica de descomposición da varianza (ANOVA); a tal efecto os factores explicativos especificáronse en forma de variables categóricas baseadas en escalas convencionais (ordinais ou nominais, segundo o caso), o que deu pe ó emprego doutros instrumentos complementarios: as táboas de continxencia, xunto coas probas de asociación de chi - cadrado, e a análise de correspondencias permitiron clarifica-la existencia dalgunhas asociacións relevantes entre as categorías dos factores explicativos e afondar no coñecemento da realidade empresarial.

Tamén se planearon algunhas preguntas abertas ou semiabertas para cuestións pouco estruturadas, por exemplo a descrición xeral do sistema de información ou das características, obxectivos e éxito das aplicacións de intelixencia artificial dispoñibles na empresa.

2.2. TAXA DE PARTICIPACIÓN

Establecido un primeiro contacto, 220 das empresas declinaron colaborar no experimento, que obtivo unha taxa media de participación do 34,33%; once das 115 respostas recibidas foron desbotadas *ex post* debido a diversas causas, en particular a falta de datos contables esenciais (facturación, custos, activo total neto, etc.) por non estar dispoñibles as súas Contas Anuais. Ós efectos da análise da rendibilidade a mostra definitiva do experimento quedou fixada en 103 observacións, que representan o 7% do censo empresarial da provincia da Coruña e o 18% do seu emprego. Cremos que a representatividade do estudo está suficientemente avalada pola taxa de participación e polo peso da propia mostra no conxunto do empresariado galego⁹.

A estrutura da mostra é porcentualmente moi similar á da poboación o que constitúe un novo argumento en favor da súa representatividade. En ámbolos dous casos dominan as empresas de servizos e distribución, que representan o 60% das observacións en gran medida como consecuencia da terciarización da economía local (Precedo, 1990); con todo é interesante observar que a taxa de resposta varía sensiblemente entre actividades (Táboa 1)¹⁰; outro tanto ocorre cando se examina a distribución das respostas por niveis de dimensión empresarial: a taxa de resposta parece ser superior nas empresas máis grandes, e lixeiramente inferior nas PEMES.

⁹ A mostra está baseada en empresas con sede social nos seguintes concellos: A Coruña, Abegondo, Arteixo, Bergondo, Betanzos, Cambre, Carballo, Carral, Cerceda, Culleredo, Laracha, Oleiros, Oza dos Ríos, e Sada. Esta área representa o 45,03% do censo empresarial da provincia e o 17,94% do total de Galicia; as empresas asentadas na área metropolitana da cidade agrupan o 55,51% do emprego total da provincia, e o 22,54% do total de Galicia (fonte: elaboración propia con datos do INE e ARDAN).

¹⁰ De feito as actividades terciarias representan só o 53% da poboación, fronte ó 60% da mostra.

	Poboación	%	Mostra	%	Taxa resposta
Agricultura e pesca	7	2%	2	2%	29%
Minería e construción	66	20%	18	17%	27%
Fabricantes	66	20%	21	20%	32%
Distribuidores	132	39%	40	39%	30%
Servizos	58	17%	22	21%	38%
Descoñecido*	6	2%	-	-	-
Total	335	100%	103	100%	31%

Táboa 1. Distribución sectorial das respostas¹¹

	Poboación	%	Mostra	%	Taxa resposta
Pequena	135	40%	24	23%	18%
Pequena – mediana	65	19%	19	18%	29%
Mediana	60	18%	29	28%	48%
Mediana – grande	18	5%	12	12%	67%
Grande	35	10%	19	18%	54%
Descoñecido*	22	7%	-	-	-
Total	335	100%	103	100%	31%

Táboa 2. Distribución das respostas por dimensión empresarial

Estas variacións poderían deberse a erros no proceso de mostraxe ou ser simplemente aleatorias, xa que logo contrastouse a súa relevancia estatística: segundo as probas de asociación baseadas no estatístico chi - cadrado (Táboa 3) hai evidencia para afirmar que as diferenzas relevantes, para un nivel de confianza do 99%.

	Sector de actividade			Dimensión empresarial		
	Valor	gl	Sig. Asintótica (bilateral)	Valor	gl	Sig. Asintótica (bilateral)
Chi-cadrado de Pearson	14,764	5	,011	39,643	5	,000
Razón de verosimilitude	16,068	5	,007	39,763	5	,000
Asociación liñal por liñal	11,808	1	,001	32,527	1	,000
Nº de casos válidos	335			335		

Táboa 3. Probas de asociación de Chi - cadrado

Resposta por sector de actividade e dimensión

¹¹ As seis organizacións agrupadas no sector *Descoñecido* esixiron que a súa participación fose por completo anónima, xa que logo non podemos asignalas a ningún sector concreto de actividade. Foron excluídas da mostra definitiva ós efectos do estudo da rendibilidade empresarial.

As interaccións entre a actividade, a dimensión e a participación poden examinarse máis claramente mediante o gráfico dunha análise de correspondencias (Ilustración 1): a taxa media de resposta é superior ó termo medio da mostra nas empresas de dimensión mediana e grande e tamén entre os fabricantes e as compañías de servizos xerais, categorías que se sitúan no semiplano inferior esquerdo do mapa perceptual. As categorías situadas no segundo semiplano amosan taxas de participación inferiores ó termo medio.

As diferenzas na taxa de participación, en particular a actitude refractaria do sector primario e das empresas de menor dimensión, poderían estar vencelladas ó grao de profesionalidade da xestión, á actitude de cara á innovación e incluso ó carácter familiar ou propiamente capitalista da empresa, pero non dispoñemos de evidencias concluíntes para clarificar esta hipótese.

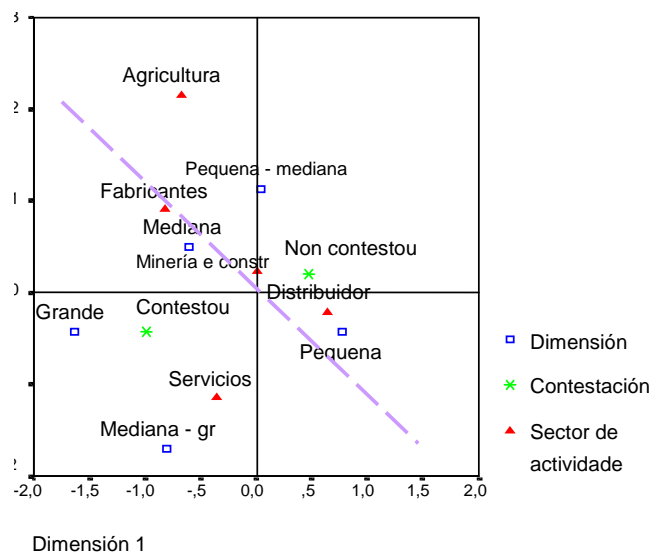


Ilustración 1. Análise de correspondencias. Sector de actividade e dimensión

2.3. EXPERIENCIA DA ORGANIZACIÓN NO USO DAS TI

Con carácter xeral a experiencia amósase nun aumento na produtividade media como consecuencia da redución das ineficiencias e a mellora da calidade dos procesos de negocios. Nembargantes non é un atributo observable, polo que debe ser medido indirectamente; neste caso seleccionamos como variable proxy ó ano de instalación das primeiras aplicacións de xestión ou axuda baseadas en ordenador, entendidas no seu sentido máis amplo.

Cabe esperar que as empresas pioneiras na instalación de sistemas de información sexan tamén as que acumulan maior experiencia canto ás súas aplicacións de negocios, o que podería

redundar nunha rendibilidade media superior ó termo medio, *ceteris paribus* as características relevantes da empresa e do seu sistema de información.

2.3.1. Exame das hipóteses de ANOVA

O emprego da técnica de descomposición univariante da varianza (ANOVA) require que a variable dependente, neste caso a rendibilidade, verifique certas hipóteses iniciais, en particular que a súa distribución sexa normal e homocedástica entre as distintas categorías de todos e cada un dos factores considerados no experimento. Os resultados destas probas son cualitativamente idénticos para tódalas variables, xa que logo expoñemos brevemente a verificación realizada para a variable *ano de instalación do sistema* e omitimos a mención expresa ás restantes.

A hipótese de normalidade para a distribución do rendemento non pode sosterse para ningún dos factores explicativos, para unha significación do 1%, tal e como amosan os valores dos test de Kolmogorov - Smirnov e Shapiro - Wilk (Táboa 4); asemade os gráficos Q-Q amosan patróns e valores atípicos que son incompatibles coa verificación da normalidade.

Ano instalación	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estatístico	gl	Sig.	Estatístico	gl	Sig.
Antes de 1975	,206	6	,200	,958	6	,762
1976 - 1980	,182	12	,200	,921	12	,355
1981 - 1985	,251	18	,004	,808	18	,010
1986 - 1990	,217	35	,000	,798	35	,010
Despois de 1990	,362	24	,000	,575	24	,010

Táboa 4. Probas de normalidade (ano de instalación)

A transcendencia práctica desta eiva é relativa, e está relacionada fundamentalmente coas características da mostra: a mostra dispoñible é relativamente grande ($n = 103$), o que permite argumenta-la converxencia á normalidade prescrita polo *Teorema Central do Límite*; por outra parte a nosa experiencia previa indica que ANOVA é relativamente robusto ante o incumprimento da hipótese de normalidade, sempre e cando poida verificarse a homocedasticidade da distribución da variable independente¹². Neste caso o valor do estatístico de Levene permite acepta-la hipótese de que a dispersión media é aproximadamente igual en tódolos grupos definidos polas categorías dos factores, para unha significación do 5%.

¹² Véxase Bisquerra (1989: 122).

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Baseándose na media	,605	4	90	,660
Baseándose na mediana	,475	4	90	,754
Baseándose na mediana e con gl corrixido	,475	4	58,179	,754
Baseándose na media recortada	,542	4	90	,705

Táboa 5. Probas de homocedasticidade (ano de instalación do sistema)

En calquera caso, e como medida adicional de precaución, os resultados das probas de ANOVA contrastáronse coa proba non paramétrica de Kruskal - Wallis¹³ que, como se sabe, non formula ningunha presunción *a priori* canto á distribución da variable. Este test ofreceu en tódolos casos os mesmos resultados que ANOVA, o que referenda a robustez da proba de descomposición a pesar do incumprimento da hipótese de normalidade.

As hipóteses de ANOVA foron verificadas para tódolos factores considerados, á parte da antigüidade do sistema, con idéntico resultado en tódolos casos: rexeitamento da hipótese de normalidade, contrastación da homocedasticidade e concordancia dos resultados coa proba de Kruskal-Wallis; xa que logo damos por sinalada a realización destas comprobacións, e omitiremos a súa mención no resto do traballo.

Temos constancia da instalación de só seis sistemas entre 1965 e 1975; os sistemas máis antigos datan dos anos 1965 e 1970 e corresponden, respectivamente, a unha gran empresa industrial e a un banco, ámbolos dous de capital local. O período máis prolífico corresponde á segunda metade dos oitenta, na que se instalou o 37% dos sistemas actuais; en conxunto, o 81% das infraestruturas informáticas foi creado máis aló de 1980.

A aceleración do ritmo de informatización durante os oitenta e noventa pódese comprobar no gráfico adxunto, que amosa a progresión das frecuencias acumuladas ate o ano 1998, en que se data o máis recente dos sistemas estudados.

¹³ Este test é unha proba non paramétrica destinada a avaliar en qué medida pode sosterse a hipótese nula de que k mostras independentes proceden da mesma poboación orixinal (ou de varias poboacións que posúen o mesmo termo medio); require que a variable sexa continua, pero non establece ningunha hipótese restrictiva canto á súa distribución de probabilidade.

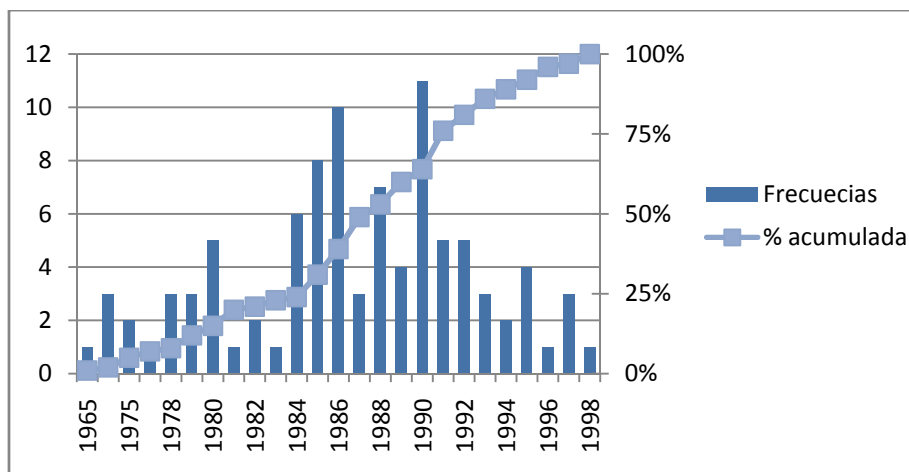


Ilustración 2. Evolución do ritmo de informatización

Segundo a evidencia dispoñible, a antigüidade do sistema de información non está relacionada co sector de actividade pero garda elos moi estreitos coa dimensión empresarial, expresada pola cifra de capital social, o número medio de empregados e o volume de facturación ($\alpha^* = 0,01$). Os primeiros sistemas informáticos foron instalados por grandes corporacións que buscaban obxectivos de eficiencia, e accederon ás PEMES a medida que se reduciu o custo dos equipos.

Os resultados da proba de descomposición da varianza son contrarios á nosa hipótese inicial: a evidencia estatística da mostra indica que as diferenzas observadas na rendibilidade empresarial non gardan relación coa experiencia potencial da organización, expresada en termos da antigüidade do sistema ($\alpha = 0,05$; Táboa 6).

	Suma de cadrados	gl	Media cadrática	F	Sig.
Inter-grupos	813,401	4	203,350	,751	,560
Intra-grupos	24369,188	90	270,769		
Total	25182,589	94			

Táboa 6. Resultados de ANOVA (año de instalación)

O gráfico das medias por categoría, e os seus respectivos intervalos de confianza (Ilustración 3) amosa que en efecto non existe unha relación sistemática entre as variables - os intervalos de confianza están en gran medida superpostos, xa que logo as diferenzas poderían deberse a simples efectos aleatorios -; con todo o patrón de cambio da rendibilidade media é suxerente, poisque é coherente co noso coñecemento do proceso histórico de informatización. O termo medio de rendibilidade é inferior entre as empresas que instalaron os primeiros sistemas informáticos que,

como sabemos, foron grandes corporacións industriais e de servizos; estas organizacións adoitan ter un perfil estratéxico común: actúan en mercados maduros nos que posúen cotas de mercado relativamente equilibradas, e obteñen medias de rendemento pequenas pero estables no tempo. Este posicionamento é coherente co termo medio de rendemento observado na mostra. Tampouco pode desbotarse a posibilidade de que estes sistemas pioneiros sexan na actualidade anacrónicos, é dicir, que a pesar das sucesivas renovacións sexan incapaces de atender plenamente as necesidades actuais dos negocios¹⁴.

Simultaneamente, as empresas que posúen os sistemas máis modernos son con carácter xeral empresas de nova creación, que actúan en mercados dinámicos e altamente competitivos e posúen unha experiencia de negocios inferior ó resto da mostra; estas características poderían se-la causa de que o seu rendemento medio sexa significativamente pequeno, e posúa ademais a máis ampla dispersión da mostra

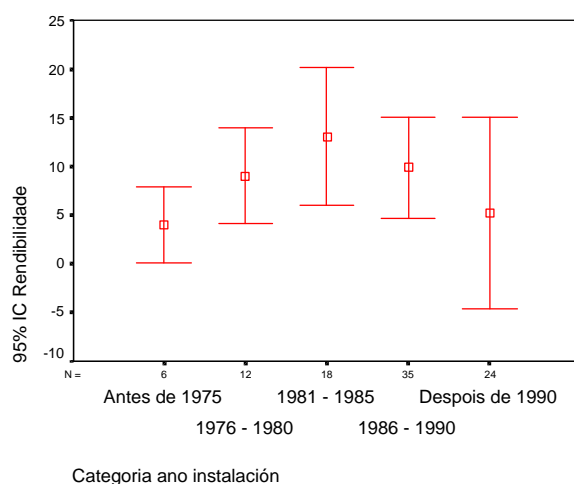


Ilustración 3. Intervalos de confianza para a media da rendibilidade (ano de instalación)

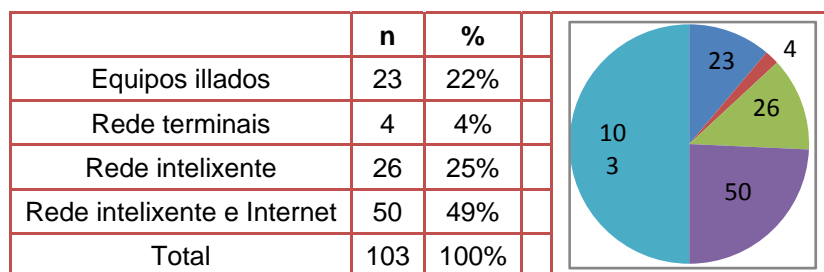
2.4. CONFIGURACIÓN FÍSICA DO SISTEMA

As distintas descrições canto á organización e configuración física dos sistemas de información organizáronse en catro categorías xenéricas, con obxecto de establecer a sistemática precisa para aplica-la técnica de descomposición da varianza. O criterio de clasificación responde ás características convencionalmente esixidas ás ferramentas de soporte á decisión (DSS): acceso a bases de datos e modelos dentro e fora da organización, capacidade de procesamento local, e

¹⁴ A literatura fai referencia a estes sistemas como *legacy systems*, infraestruturas herdadas do pasado e que padecen un elevado grao de obsolescencia tecnolóxica.

recursos de comunicación¹⁵. Xa que logo as respostas foron tabuladas en catro categorías: sistemas baseados en equipos illados, sistemas de rede con terminais sen capacidade de procesamento, sistemas de rede con ordenadores, e sistemas de rede de ordenadores con acceso a Internet.

A configuración máis común é a dunha rede de equipos intelixentes que está conectada a Internet e emprega os recursos da rede para recompilar información e, no seu caso, tamén para difundir información corporativa. Vinte das compañías están presentes en Internet mediante web corporativas, e seis delas realizan na actualidade prácticas de comercio electrónico. Un grupo de 36 organizacións participa en sistemas de intercambio electrónico de datos, o que representa unha taxa media do 35% da mostra; a penetración do EDI explícase fundamentalmente pola intensidade das funcións terciarias, en particular a distribución, na actividade económica da cidade.



Táboa 7. Arquitectura dos sistemas de información

A proba de descomposición de varianza amosa a existencia de evidencias *débiles* en contra da hipótese nula de igualdade de medias¹⁶, noutras palabras que as características de organización do sistema de información parecen estar relacionadas co termo medio de rendibilidade da empresa (Táboa 8). Con carácter xeral o rendemento medio aumenta coa complexidade do sistema, o que resulta coherente co noso coñecemento sobre os DSS: os sistemas de información baseados en redes favorecen a comunicación e o acceso a fontes de datos valiosos para a xestión, e os ordenadores persoais proporcionan a capacidade de procesamento necesaria para empregar modelos de decisión; pola súa parte a conexión a Internet sitúa ás persoas á porta dun novo mundo de servizos de información e comunicación¹⁷.

¹⁵ A descrición está baseada na proposta de Sprague (1980), quen por primeira vez esbozou as funcións e as características dun sistema de axuda para a toma de decisións baseado en ordenador.

¹⁶ Esta hipótese só se aceptaría para unha significación do 5%. Como se adiantou, verificáronse as hipóteses esixibles para a aplicación da metodoloxía.

¹⁷ Por exemplo, a empresa podería seguir o desenvolvemento do seu sector, coñecer as innovacións técnicas e de xestión, e ter acceso ós catálogos e ofertas dos seus competidores, así como a servizos de banca electrónica.

	Suma de cadrados	gl	Media cadrática	F	Sig.
Inter-grupos	2203,086	3	734,362	3,147	,028
Intra-grupos	23101,341	99	233,347		
Total	25304,427	102			

Táboa 8. Proba de ANOVA (arquitectura do sistema de información)

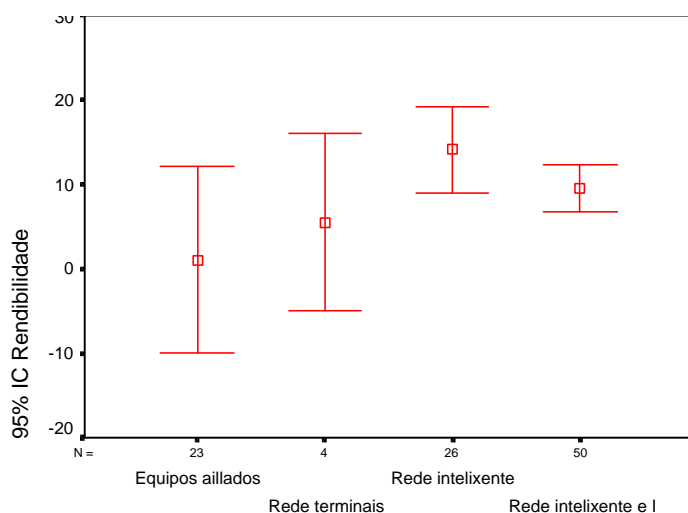


Ilustración 4. Intervalos de confianza para a media (arquitectura do sistema)

O patrón de rendibilidade varía inesperadamente no caso das empresas que empregan sistematicamente os recursos de Internet, quen posúen un rendemento medio inferior (Ilustración 4). Este comportamento pode estar relacionado coa indefinición dos negocios electrónicos, para os que ata o momento non se desenvolveron modelos concretos de xestión: está pendente a resolución de problemas tan relevantes como a avaliación de investimentos en tecnoloxías da información, o exame da rendibilidade dos negocios electrónicos, ou a delimitación dos factores críticos de éxito dos negocios en Internet.

O feito de que as empresas utilicen Internet fundamentalmente como fonte de información, pero non como soporte para os negocios, pode ser tamén unha posible causa do anómalo comportamento da rendibilidade; xa se sinalou que, aínda que Internet está presente na metade da mostra, só o 35% das compañías realiza algún tipo de actividade na rede, dende a oferta dos datos fundamentais da empresa ata a distribución de ofertas comerciais ou o propio comercio electrónico.

O emprego de Internet, que en termo medio alcanza ó 50% das empresas da mostra, non varía de forma significativa duns sectores a outros nin parece estar relacionada coa antigüidade do sistema ($\alpha^* = 0,05$); pola contra si atopamos diferenzas relevantes cando ás medidas dimensión empresarial (capital social, facturación, cash flow e cadro de persoal, $\alpha^* = 0,01$): a pesar da súa

simplicidade tecnolóxica o acceso a Internet segue a ser máis común entre as empresas de maior tamaño, que son tamén quen desenvolven as principais iniciativas de comercio electrónico.

2.5. ORIXE DO SOFTWARE DO SISTEMA

Unha vez examinada a posible influencia dos factores físicos do sistema centrámonos nas súas características lóxicas, que son o fundamento último do sistema de axudas: as funcionalidades do sistema de información, os seus recursos de axuda, e a súa capacidade xeral para participar nos procesos de negocios non dependen tanto da infraestrutura física como das características do software; por exemplo unha aplicación ofimática, ou unha ferramenta de modelización matemática, poden ser empregadas sobre unha plataforma cliente-servidor e tamén un PC illado¹⁸.

A calidade do sistema de axudas, e indirectamente a rendibilidade, poden verse afectadas pola orixe do software cando existen incoherencias entre as funcionalidades proporcionadas polo sistema e as necesidades operativas e de información; a transcendencia práctica do incumprimento das expectativas foi demostrada por un longo número de traballos de investigación ó longo dos oitenta e noventa¹⁹.

A composición do software empregado polas organizacións é notablemente irregular: o 83,4% delas emprega en maior ou menor medida aplicacións comerciais- sistemas ofimáticos, software cliente ou servidor de Internet, etc. - e só 15 das empresas afirmaron empregar exclusivamente software *ad hoc* (desenvolvido internamente por persoal propio, ou contratado a provedores externos). A natureza do software está estreitamente relacionada coa dimensión empresarial e coa conexión a Internet - o software comercial é máis común nas PEMES e entre as empresas con acceso á Rede ($\alpha^* = 0,01$) - e tamén existen débiles evidencias de asociación co ano de instalación ($\alpha^* = 0,05$): o 50% dos sistemas que operan exclusivamente con software foi instalado entre 1984 e 1988. Pola contra a mestura lóxica é homoxénea en tódolos sectores de actividade, en grande medida porque as aplicacións de negocios máis comúns - sistemas contables e de facturación, groupware, etc. - posúen unha ampla flexibilidade para adaptarse a cada necesidade concreta de xestión.

O valor do estatístico F amosa que non existe evidencia para afirmar que a rendibilidade media da empresa esta vencellada á orixe do software, xa que logo as diferenzas observadas na realidade débense á influencia doutros factores e a fenómenos aleatorios provocados pola dinámica do entorno (Táboa 9); o gráfico adxunto, no que se presentan ás medias da rendibilidade por categorías así como os seus respectivos intervalos de confianza para $\alpha = 0,05$, non suxire a

¹⁸ Un DSS é, de feito, un sistema de software e non un aparello físico. Isto non prexulga que a infraestrutura sexa neutral, senón que reafirma o seu carácter facilitador: trátase dun instrumento necesario, pero non suficiente, para a existencia dun sistema de axuda á decisión.

¹⁹ Véxanse, por exemplo, Ives e Olson (1984) e Alavi e Joachimsthaler (1992).

existencia dun patrón definido e significativo de cambio senón, pola contra, que a rendibilidade media é moi similar con independencia do tipo de software empregado.

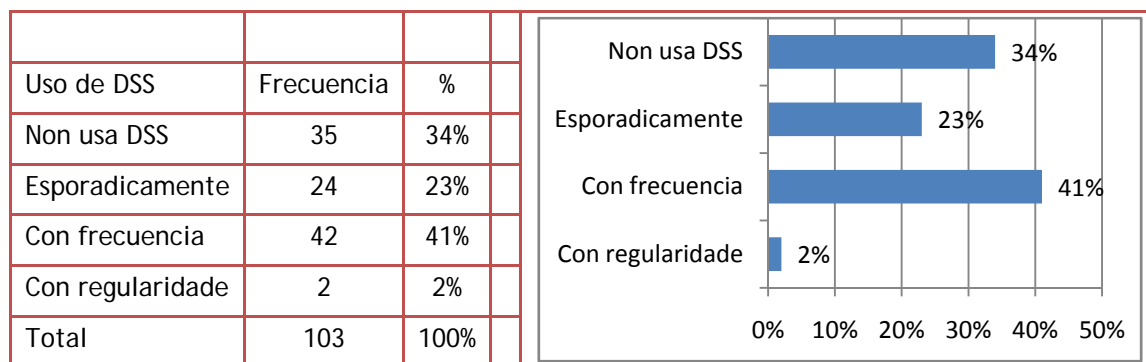
	Suma de cadrados	gl	Media cadrática	F	Sig.
Inter-grupos	345,276	2	172,638	,685	,507
Intra-grupos	24959,047	99	252,112		
Total	25304,324	101			

Táboa 9. Resultados de ANOVA (orixe do software) e IC para a media

2.6. USO DE SISTEMAS DE AXUDA PARA A TOMA DE DECISIÓNS (DSS)

Existe un amplo discurso teórico canto ás vantaxes potenciais do emprego de aplicacións de software especificamente deseñadas para colaborar coas persoas que afrontan o problema da toma de decisións; proporcionan máis e mellor información e albergan ferramentas de modelización, e fan posible o emprego de técnicas avanzadas de experimentación artificial como a simulación, xa que logo o seu emprego debería estar relacionado cunha mellora da calidade media das decisións na empresa e, indirectamente, cun rendemento de negocios superior ó termo medio.

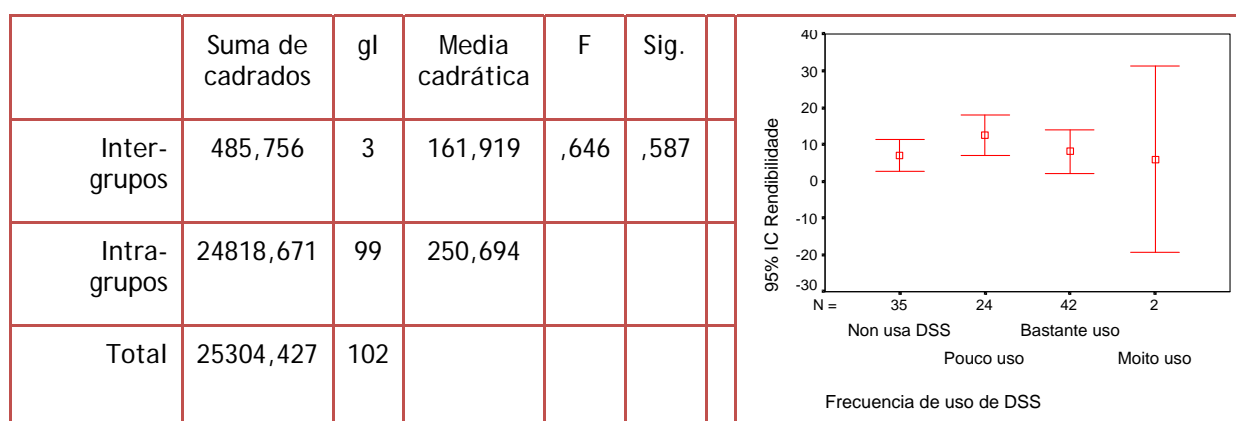
Durante o proceso de recollida de datos solicitouse dos entrevistados que formularsen unha estimación cualitativa da frecuencia coa que empregan este tipo de sistemas de axuda, e a súa resposta contrastouse observando as súas prácticas reais de traballo; as respostas foron tabuladas nunha variable categoría ordinal expresiva da regularidade coa que estes sistemas participan na toma de decisións. As frecuencias (Táboa 10) amosan claras disparidades e suxiren que non existe unha conciencia clara canto á contribución dos DSS ós negocios.



Táboa 10. Frecuencias. Uso de DSS

De acordo coa información dispoñible na mostra, a frecuencia coa que se empregan sistemas de axuda para a decisión (DSS) non está relacionada coa dimensión da empresa, co sector de actividade nin co ano en que se instalou o sistema de información; existen moi débiles indicios de asociación co exercicio de prácticas de comercio electrónico ($\alpha^* = 0,10$) e se atopou unha forte interacción coa arquitectura física do sistema de información ($\alpha^* = 0,01$). O emprego de DSS é máis común cando o sistema de información está baseado nunha rede de ordenadores con capacidade de procesamento local, e proporciona ademais acceso a Internet; en efecto, o emprego de información externa é un risco característico dos sistemas de axuda²⁰.

As medias de rendibilidade así como os seus respectivos intervalos de confianza son moi similares en tódalas categorías (Táboa 11), e o valor do estatístico F da proba de descomposición indica que o emprego de DSS non establece diferenzas significativas na rendibilidade económica da empresa.



Táboa 11. Proba de ANOVA. Frecuencia de uso de DSS

²⁰ O modelo DSS aséntase sobre catro piares: o respecto á autonomía do decisor, a solución interactiva de problemas, o acceso en tempo real ós recursos de información, e o emprego directo de modelos por parte do decisor.

2.7. OUTROS POSIBLES FACTORES DE INFLUENCIA

Verificouse a posibilidade de que a rendibilidade media da organización puidese estar influída por outras características do sistema; ningún dos seguintes factores permitiu establecer diferenzas significativas na ratio:

1. A existencia de iniciativas no campo do comercio electrónico. So seis das 103 empresas participantes desenvolvían, no momento da recollida dos datos, algunha iniciativa relacionada co comercio electrónico; o valor do estatístico F confirma que non se dispón de evidencia para refuga-la hipótese de que a rendibilidade media é relativamente constante, con independencia de que a empresa posúa ou non iniciativas deste tipo ($\alpha = 0,05$).
2. A importancia que os entrevistados atribúen a Internet dende o punto de vista dos negocios da organización. Este achado explícase polo feito de que Internet se emprega fundamentalmente como mecanismo para a busca de información, e non para desenvolver funcións de negocios propiamente ditas; obsérvase que non existen iniciativas de teletraballo e a difusión do comercio electrónico é reducida.
3. A importancia que os entrevistados atribúen ó sistema de información como ferramenta para que a organización desenvolva os negocios. A rendibilidade media é similar en toda a mostra, tanto nas empresas que consideran ó sistema de información como un elemento auxiliar como nas que lle recoñecen un valor crítico.
4. O emprego de aplicacións de intelixencia artificial. Tres das organizacións recoñeceron empregar sistemas expertos, unha delas como ferramenta para o control de procesos industriais e as outras dúas como sistemas de axuda para a toma de decisións financeiras. A evidencia dispoñible neste sentido é claramente insuficiente, e non permite clarexa-la hipótese de que o emprego de sistemas baseados en IA proporcione vantaxes financeiras.

3. DISCUSIÓN E CONCLUSIÓNS

A ausencia de evidencias significativas en favor da hipótese de asociación entre a rendibilidade económica e os factores descritivos das características e o uso do sistema de información é en aparencia contrario ó noso coñecemento teórico e, tamén, á experiencia descrita polas propias empresas; nembargantes non é por completo inesperado: durante os anos oitenta e noventa os esforzos por clarifica-lo patrón financeiro dos investimentos en tecnoloxías da información foron en grande medida infructuosos debido ás súas singularidades económicas.

A máis coñecida destas anomalías é o xa mencionado denominado *paradoxo da produtividade*, que reflicte a imposibilidade de establece-lo elo previsto entre o investimento en TI e a variación da produtividade agregada das economías; existe certo número de razóns que poderían explicar este achado.

Unha primeira hipótese argumenta a posible existencia de erros na especificación conceptual do problema, e no deseño do modelo empregado para a súa verificación. Os actuais sistemas de información e servizos telemáticos son moito máis complexos que as primeiras aplicacións das TI, e os seus efectos non poden medirse exclusivamente en termos de aforro de custos; de feito a súa implantación adoita vir acompañada de novas cargas operativas (Ayres, 1991). As principais utilidades dos sistemas de información teñen carácter inmaterial - melloras na calidade dos procesos de negocios, innovación, coordinación, sostemento da competitividade, etc. - e resulta difícil aceptar que poidan ser adecuadamente expresadas pola ratio de produtividade; esta hipótese argumenta que a produtividade exclúe unha parte significativa dos factores de valor das tecnoloxías da información e provoca por tanto unha *ilusión estatística*, a falsa impresión de que a súa contribución ó crecemento económico foi pequena.

Non é menos certo que o investimento en tecnoloxías da información representa aínda unha pequena porción do capital total das economías, xa que logo non pode esperarse que as TI provoquen efectos espectaculares, tanto máis canto a conxuntura económica das últimas décadas foi claramente desfavorable²¹.

Finalmente a nosa experiencia suxire que os investimentos en tecnoloxías da información despregan os seus principais efectos a medio e longo prazo, a medida que as organizacións e as sociedades aprenden utilízalas²²; se o argumento é certo os efectos dos investimentos se manifestarán a longo prazo, a medida que as organizacións se adaptan ó novo entorno de negocios.

Existen algunhas outras propostas, como a que suxire que a ausencia de vertebración interna dos sistemas de información frea o crecemento da produtividade (Ayres, 1991) ou a hipótese do cambio de paradigma (Freeman, 1991) pero, con independencia da súa formulación concreta, tódolos argumentos en torno ó paradoxo posúen un elemento común: *a desconfianza canto á capacidade dos indicadores financeiros, en particular a produtividade, para expresar adecuadamente tódolos factores relevantes implicados nos investimentos en tecnoloxías da información*. Existen custos ocultos (por exemplo os tempos de inactividade dos equipos ou a capacidade de cómputo ociosa), elementos intanxibles de valor (como a contribución estratéxica) e riscos de carácter non financeiro (como a dependencia tecnolóxica) que en modo algún son reflectidos pola produtividade.

A ratio que nos ocupa, a rendibilidade económica participa das limitacións da produtividade. Ofrece unha visión exclusivamente financeira dos investimentos e polo tanto omite tódolos factores non cuantitativos do proxecto así como as súas consecuencias futuras; dando por

²¹ Cabe a posibilidade de que as tecnoloxías rendesen unha grande contribución, pero que esta achega quedase anulada (ou diminuída) polos efectos desfavorables da intensa competencia e da turbulencia do entorno.

²² Un claro exemplo deste comportamento é a contribución da tecnoloxía á aprendizaxe da organización, un proceso que se desenvolve a longo prazo e xera un activo intanxible.

sentada a fiabilidade das magnitudes económicas que interveñen no cálculo da ratio²³, é sabido que estes valores están afectados pola aplicación de principios contables e criterios fiscais que poderían introducir distorsións na avaliación tanto do investimento como do resultado real da actividade. Tampouco podemos esquecer que as Contas Anuais, en particular o Balance, son unicamente unha visión instantánea do patrimonio e a situación financeira da empresa.

A configuración analítica da ratio é tamén problemática. Sabemos que as tecnoloxías da información son *facilitadoras*²⁴, por ilo o deseño experimental non considerou ó investimento como posible factor explicativo da rendibilidade; o problema céntrase na cuantificación do beneficio da empresa: o resultado económico agrega os efectos individuais de múltiples feitos e decisións, moitos deles completamente alleos ó sistema de información (por exemplo, as alteracións da fiscalidade ou da conxuntura económica) e, ó mesmo tempo, exclúe os factores inmateriais de valor.

A ausencia de interaccións significativas sobre a rendibilidade económica cuestiona a súa fiabilidade como indicador do valor dos investimentos en TI, e suxire a conveniencia de empregar métodos de avaliación capaces de expresa-lo seu valor en termos de negocios. As liñas de investigación neste sentido oriéntanse ó desenvolvemento de métodos de avaliación estratéxica, e de modelos multicriterio apoiados por metodoloxías matemáticas de recoñecida eficacia como AHP (*Analytic Hierarchy Process*), Electre o Promethee.

Resolto o algoritmo de cálculo numérico, o problema estriba na especificación concreta dos factores de custo, valor e risco dos investimentos. Unha das propostas máis amplas e comprensivas é *Information Economics* (Parker *et al.*, 1988 e 1989), que integra factores procedentes de tres áreas:

- A desexabilidade financeira, avaliada en termos de rendemento sobre o investimento (ROI); no cálculo do indicador considéranse efectos como a aceleración dos procesos de negocios ou a súa integración máis estreita.
- Grao de compatibilidade tecnolóxica: coherencia cos recursos actualmente dispoñibles na empresa, riscos de fracaso e obsolescencia, etc.
- Grao de contribución ó cumprimento dos obxectivos de negocios: respaldo ás necesidades de información dos negocios, promoción da innovación, etc.

²³ Corresponden ás Contas Anuais depositadas no Rexistro Mercantil, que en moitos casos están sometidas a auditoría externa.

²⁴ “Se ben as tecnoloxías da información incorporan capacidades inherentes de automatización e procesamento de información, é preferible interpretalas como tecnoloxías capacitadoras” (Earl, 1989: 10).

Referencias bibliográficas

- Alavi, M.; Joachimsthaler, E. A. (1992): *Revisiting DSS Implementation Research: A Meta-Analysis of the Literature and Suggestions for Researchers*. MIS Quarterly, Marzo: 95-116
- Ayres, R. U. (1991): *Information, Computers, Computer - Integrated - Manufacturing and Productivity*, en OCDE (1991): *Technology and Productivity: The Challenge for Economic Policy*. París, OCDE: 303 - 314.
- Bacon, C. J. (1995): *Why Companies Invest in Information Technology*. En Willcocks, L. (ed.): *Information Management*, pp. 31 - 47. Londres: Chapman and Hall.
- Brynjolfsson, E. (1993): *The Productivity Paradox of Information Technology*. Communications of the ACM, Decembro: 66 - 77.
- Davis, G. B.; Olson, M. H. (1985): *Management Information Systems*. New York: McGraw - Hill (2ª edición).
- Earl, M. J. (1989): *Management Strategies for Information Technology*. Hemel Hempstead, Hertfordshire: Prentice Hall.
- Freeman, C. (1991): *The Nature of Innovation and the Evolution of the Productive System*, en OCDE (1991): *Technology and Productivity: The Challenge for Economic Policy*. París, OCDE: 349 - 359.
- Hochstrasser, B.; Griffiths, C. (1991): *Controlling IT Investment. Strategy and Management*. Londres: Chapman and Hall.
- Itami, H.; Roehl, T. (1991): *Mobilizing Invisible Assets*. Cambridge: Harvard University Press.
- Ives, B.; Olson, M. (1984): *User Involvement and MIS Success: A Review of Research*. Management Science Vol. 30, No. 5, Maio.
- OCDE (1991): *Technology and Productivity: The Challenge for Economic Policy*. París, OCDE.
- Parker, M. M.; Trainor, H. E.; Benson, R. J. (1988): *Information Economics. Linking Business Performance to Information Technology*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Parker, M. M.; Trainor, H. E.; Benson, R. J. (1989): *Information Strategy and Economics*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Scott Morton, M. S. (ed.) (1991): *The Corporation of the 1990's*. New York: Oxford University Press.
- Sprague, R. H. (1980): *A Framework for the Development of Decision Support Systems*. MIS Quarterly Vol. 4, nº 4, Decembro: 1-26