

FATORES DE CUSTO NO PLANEJAMENTO DE SISTEMAS
DE TECNOLOGIA EDUCACIONAL

DEAN T. JAMISON

- Traduzido do original em inglês «Cost Factors educational in planning educational technology systems» por Carlos Márcio Chaves. Publicação do Instituto Internacional de Planejamento Educacional (IIPÉ) na série Fundamentos do Planejamento Educacional.

Copyright © UNESCO. 1977. Reprodução proibida.

FUNDAMENTOS DO PLANEJAMENTO EDUCACIONAL

TÍTULOS DA SÉRIE

1. Que é planejamento educacional?
P. H. Coombe
2. Os planos de desenvolvimento da educação e o planejamento econômico e social.
R. Poignant
3. Planejamento educacional e desenvolvimento de recursos humanos.
H. Harbison
4. O planejamento e o administrador educacional.
C. E. Beeby
5. Contexto social do planejamento educacional.
C. A. Anderson
6. Custos dos planos educacionais.
J. Vaisey, J. D. Chesswas
7. Problemas da educação rural.
V. L. Griffiths
8. Planejamento educacional: função do consultor.
Adam Curle
9. Aspecto demográfico do planejamento educacional.
Ta Ngoc Cháu
10. Análise do custo e das despesas da educação.
J. Hallak
11. A profissão de planejador educacional.
Adam Curle
12. Condições para o êxito no planejamento educacional.
G.C. Ruscoe
13. Análise de custo-e-benefício no planejamento educacional.
Mauren Woodhall
14. Planejamento educacional e juventude desempregada.
Archibald Callaway
15. Política de planejamento educacional nos países em desenvolvimento.
C. D. Rowley
16. Planejamento educacional para uma sociedade plural.
Chai Hon-Chan
17. Planejamento do currículo para escola primária em países em desenvolvimento.
H. W. R. Hawes
18. Planejamento de assistência educacional para a segunda Década de Desenvolvimento.
H. M. Phillips
19. Estudo no estrangeiro e desenvolvimento educacional.
William D. Carter
20. Planejamento educacional realístico.
K.B. McKinnon
21. Planejamento educacional e desenvolvimento rural.
G. M. Coverdale
22. Planejamento educacional: opções e decisões.
John D. Moutgomery
23. Planejamento do currículo escolar.
Arieh Levy
24. Fatores de custo no planejamento de sistemas de tecnologia educacional.
Dean T. Jamison
25. O planejador e a educação permanente.
Pierre Furter
26. Educação e emprego: uma avaliação crítica.
Martin Carnoy

PREFACIO

Durante os quinze anos passados, ou mais, presenciámos um aumento do número de experiências na utilização do rádio e televisão educativos, e um rápido crescimento das pesquisas nessa área. Houve um acúmulo de observações diretas, nesse setor, e parecemos ter surgido alguma forma de progresso, especialmente visando definir o custo atual da utilização desses meios.

Jamison começa lembrando-nos os motivos pelos quais o emprego dessas técnicas de comunicação originou tão grandes esperanças; antes de tudo, levou-se em conta que seu emprego numa escala suficientemente ampla aumentaria a eficiência do investimento, vis-à-vis aos métodos tradicionais de ensino (pela redução dos custos e/ou aumento da eficácia da instrução); além disso, têm sido consideradas como uma forma de estender o ensino a grupos de crianças ou adultos com dificuldades de acesso ao sistema escolar tradicional (por exemplo, comunidades rurais pequenas ou longínquas; homens e mulheres que trabalham, etc.).

O autor passa a estudar os dados disponíveis sobre custos, e o grande mérito dessa análise reside no fato de que abrange experiências verificadas em grande número de países, sendo as conclusões apresentadas de forma compatível. Assim, torna-se possível fazer comparações válidas e, em particular, observar que os custos por estudante/hora variam substancialmente em relação ao tamanho da audiência e à forma pela qual o projeto foi planejado e implantado. Jamison acompanha essas afirmações com alguns fatos vitais sobre funções dos custos em cada atividade do projeto, ou seja, administração central e custos iniciais, custos de produção dos programas, custos de transmissão e de recepção. Tais dados, sem dúvida, possi-

bilitarão aos responsáveis pelos projetos ter melhor noção das opções disponíveis para cada estágio, capacitando-os a planejar qualquer sistema futuro numa base de custos mais real.

O capítulo que aborda a eficácia do rádio e televisão educativos é menos detalhado e isso se deve principalmente às dificuldades conceituais e metodológicas envolvidas na comparação dos diferentes métodos de ensino, e ao número relativamente limitado de estudos de caso até agora disponíveis nessa área. Métodos diversos de ensino geralmente destinam-se à consecução de objetivos diferentes e, portanto, deve haver um consenso sobre o que se deseja comparar, ou seja, deveria esse cotejo restringir-se aos objetivos cognitivos ou ampliado para incluir objetivos emocionais? Como definir prioridades entre os vários objetivos? Como deveria ser feita uma comparação válida (isto é, onde o efeito de todos os outros fatores podem ser eliminados) e como delinear os meios para realizá-la? São questões desafiantes que se apresentam aos pesquisadores dessa área. Não obstante, os estudos realizados até agora parecem indicar que é possível, utilizando-se os métodos atuais da televisão educativa, conseguir uma eficiência comparável à do ensino tradicional.

Essa análise da situação certamente se revelará um instrumento bastante valioso para todos aqueles — administradores, planejadores e pesquisadores — que, em seu trabalho, são ou serão solicitados a interessar-se pelo emprego dos modernos meios de comunicação no campo do ensino.

HANS N. WEILER
Diretor do IIEP

INTRODUÇÃO

Os sistemas educacionais dos países de baixa renda, em todo o mundo, apresentam grande parte, se não a totalidade, dos seguintes problemas: (1) custos elevados; (2) dificuldade de acesso para as crianças das áreas rurais; (3) baixa qualidade de ensino, o que freqüentemente faz com que as crianças desses países adquiram menos conhecimento cognitivo do que os jovens dos países de alta renda; (4) demora na provisão de ensino adequado às metas do desenvolvimento, e (5) seu impacto na distribuição de renda é desfavorável, porque as crianças das famílias de renda elevada tendem a receber uma quota desproporcional das oportunidades educacionais. Em face desses problemas, propôs-se uma série de medidas para a política educacional. Algumas pessoas argumentaram que os problemas são de tal modo importantes e complexos que o melhor procedimento seria simplesmente limitar as despesas com o ensino ao mínimo grau politicamente viável. Outras reclamaram uma vasta expansão do ensino «não formal» — fora dos estabelecimentos de ensino existentes — a fim de minorar os problemas mencionados. Outras, ainda, argumentam que a reforma dos sistemas educacionais pode atender, pelo menos em parte, a esses problemas. Tenho por objetivo, nesta monografia, não a discussão dos méritos relativos dessas amplas abordagens, mas antes, dentro do contexto de aproximação à reforma, o exame do potencial econômico que as tecnologias possuem para aperfeiçoar a educação formal.

A crescente experiência internacional no emprego do rádio e TV educativos levou um número cada vez maior de partidários da reforma a considerar seriamente a aplicação dessas tecnologias para reduzir custos, aperfeiçoar a qualidade ou aumentar o acesso à educação. Aquelas afirmações, já veiculadas, de que os novos meios de comunicação influenciariam de forma dramática e rápida a prática educacional, parecem, em retrospecto, muito longe do alvo; não obstante, constataram-se inúmeros casos de emprego bem sucedido da tecnologia instrucional, e tais êxitos sugerem a importância de maior consideração da tecnologia no planejamento do crescimento futuro dos sistemas educacionais. Esta monografia destina-se a assistir os planejadores que estejam considerando a utilização de tecnologias, fornecendo-lhes informações

sobre os fatores econômicos que influem em sua aplicação¹.

No capítulo II, faço uma revisão dos tópicos da literatura que abordam a eficácia da tecnologia instrucional e, nos capítulos III e IV, retorno ao enfoque principal da monografia, os fatores econômicos e de custo associados à utilização da tecnologia. O capítulo III apresenta fatores inerentes ao planejamento do sistema de custos e resume experiências anteriores neste setor. O capítulo IV fornece informações para o planejamento de futuros sistemas de custo. Na «Conclusão», descrevo decisões para o estabelecimento de diretrizes. Os dois anexos abordam tópicos específicos em maiores detalhes: o Anexo A apresenta informação adicional sobre a metodologia de custos dos meios de comunicação para sistemas educacionais, e o Anexo B apresenta um debate sobre custos paralelos.

Utilização do rádio e televisão educativa

A aplicação de tecnologias instrucionais enquadra-se naturalmente em três amplas categorias: aumento da qualidade e aplicabilidade educacionais; diminuição dos custos do ensino (ou da taxa de elevação dos custos), e ampliação do acesso à instrução, particularmente em áreas rurais. Neste capítulo, discutirei muito sucintamente as razões existentes para acreditar-se que o emprego intensivo da tecnologia tem o potencial de aperfeiçoar o ensino, em cada um desses três aspectos.

Aumento da qualidade

Os primeiros a desenvolver a tecnologia educacional foram, talvez, motivados mais fortemente pelo potencial que acreditavam existir para o progresso qualitativo, através dessa tecnologia. Os resultados iniciais desapontaram quase que uniformemente os que mantinham essa crença. Relatórios de pesquisas sobre a eficiência instrucional dos meios de comunicação evidenciaram uma tendência esmagadora para concluir que «não havia diferenças significativas» en-

1. Esta monografia visa a satisfazer as necessidades dos planejadores dos países de baixa renda e, portanto, não contém debates sobre o ensino computadorizado, devido a seu alto custo. Assim, o termo "tecnologia instrucional", aqui, simplesmente significa rádio e televisão instrucionais, com ênfase na radiodifusão, novamente por questões de custos. Outras informações descritivas e detalhadas sobre o emprego do rádio, tanto para o ensino formal quanto não formal, nos países de baixa renda, são obtidas nos estudos de caso editados por Spain, Jamison e McAnany (1977). Jamison e McAnany (1977) apresentam uma revisão global de estudos de casos relativos ao rádio, assim como literatura relacionada.

tre, por exemplo, o desempenho do estudante em uma classe dirigida por um instrutor, por um lado, ou, pelo outro, pelo mesmo instrutor, através da televisão ou de fitas gravadas. Existem vários estudos abrangentes (Chu e Schramm, 1967; Jamison, Suppes e Wells, 1974; Schramm, 1976) sobre essa questão, e citamos aqui as conclusões de Jamison, Suppes e Wells (1974, p. 56):

"Embora exista uma história passada substancial quanto ao uso do rádio educativo, há poucos estudos a respeito de sua eficácia. Vários dos que existem, entretanto, foram cuidadosamente realizados e indicam que a radiodifusão, acrescida de material impresso adequado, é quase tão eficiente quanto o ensino tradicional. A despeito desse potencial, ainda precisam ser testados os limites em que o rádio pode substituir a educação tradicional. Há uma literatura de pesquisas muito mais ampla sobre a efetividade da televisão instrucional, bem como excelentes estudos desta literatura. Surgiram fortes evidências de que a televisão educativa, utilizada de forma a simular estreitamente a educação formal, é tão eficiente, em média, quanto o ensino tradicional, para todas as séries e disciplinas. Não se obteve muita evidência sobre a efetividade da TV-educativa, quando empregada conforme as potencialidades próprias deste veículo. Diversos estudantes e professores assumiram inicialmente uma atitude desfavorável para com a televisão educativa, embora a incidência dessas predisposições tendesse a diminuir, à medida que o sistema era veiculado pelo meio de comunicação. Depois dessa experiência, a maioria dos estudantes assumiu atitudes neutras ou favoráveis com relação ao ensino televisado".

Ao passo que essas constatações sobre a eficácia idêntica desapontaram aqueles que esperavam uma dramática abertura na técnica instrucional, evidenciaram, não obstante, duas importantes implicações para a formulação de diretrizes. Primeiro, como discutiremos no próximo capítulo, a eficiência igual deixa aberta a possibilidade de redução dos custos, o que pode ser particularmente importante no caso do não atendimento a uma grande demanda social pelo ensino. Segundo, devido ao fato de que os meios de veiculação são eficientes, sua disponibilidade torna possível a oferta de instrução em áreas curriculares consideradas importantes, porém nas quais os professores disponíveis não têm preparo. Talvez a utilização mais impressionante esteja no ensino de línguas; alguns dos exemplos existentes mostram o uso do rádio para o ensino de inglês na Tailândia, Filipinas e República Popular da China, e da televisão para aulas de francês, na Costa do Marfim. Outras áreas curriculares em que se pode encontrar professores despreparados são: ciências naturais, matemática, métodos agrícolas, higiene e saúde pública. Assim, ainda que os meios de comunicação em muitos casos não sejam superiores a um professor competente, podem executar funções valiosas.

A despeito da constatação generalizada sobre a diferença não significativa, existem, não obstante, exemplos ocasionais em que os meios de comunicação superaram os métodos instrucionais tradicionais. Vários deles provêm de países de baixa renda, onde, pre-

sumivelmente por causa da má qualidade da instrução tradicional, os escores dos testes de desempenho ficam muito atrás daqueles dos países desenvolvidos. El Salvador, México e Nicarágua constituem exemplos bem documentados onde a tecnologia está contribuindo para o aumento da qualidade. Em El Salvador a televisão é utilizada de forma maciça, para as séries 7-9. Uma avaliação global desse projeto (Mayo, Hornik e McAnany, 1976) demonstrou que os estudantes que se utilizam da TV-educativa são em número um pouco superior ao dos que não têm acesso a este veículo. A **Telesecundaria Mexicana** proporciona educação de nível secundário inicial aos estudantes das áreas rurais próximas à Cidade do México; a **Telesecundaria** pode ser de fundamental importância, porque estende o ensino aos grupos rurais até agora dele excluídos, porém sua avaliação (Mayo, McAnany e Klees, 1975; Klees, 1975) também sugere que a televisão aumentou os níveis de desempenho dos estudantes. Talvez a aplicação mais promissora da tecnologia para o aperfeiçoamento da qualidade esteja no Projeto Matemática pelo Rádio, da Nicarágua. Neste projeto, a radiodifusão suporta a carga principal do ensino de matemática para alunos da escola primária. Houve um grande esforço na programação das aulas, visando a maximizar o interesse e envolvimento das crianças, sendo que no decurso de cada uma das irradiações diárias de 30 minutos cada aluno deve responder a mais de 40 questões apresentadas no programa. Uma avaliação abrangente do projeto (Searle, Matthews, Suppes e Friend, 1977) identificou vantagens da instrução radiofônica sobre o ensino tradicional altamente significativas, estatística e educacionalmente. Numa análise isolada do projeto e de seu impacto sobre as taxas de repetência dos estudantes, Jamison (1977) constatou que a radiodifusão limitava a reprovação a um montante tal que originava uma economia nas despesas (evitando a readmissão dos repetentes) muito superior aos custos de transmissão.

Alguns dos motivos pelos quais as comparações dos meios de comunicação em massa com o ensino tradicional evidenciaram eficiência igual parece resultar das noções de proporcionalidade científica aceita pelos pesquisadores — noções que um leigo consideraria desconcertantes. Para a ocorrência de adequação científica, conforme o ponto de vista desses pesquisadores, uma comparação da TV com o ensino regular deveria ser feita com todos os fatores constantes, exceto o veículo: deve-se ter o mesmo professor (na TV e fora dela), lecionando da mesma forma para o mesmo tipo de alunos, no mesmo ambiente. Os resultados tendem a não diferir. A medida que um número crescente de projetos começa a explorar plenamente o potencial dos meios de comunicação (como o já existente projeto nicaraguense), eu prediria um aumento cada vez maior da evolução qualitativa.

Redução de custos

Como o enfoque principal desta monografia está nos custos dos meios de comunicação, serei relativamente breve ao abordar a análise da redução de custos como motivo para a utilização desses veículos. O argumento de que, a longo prazo, os meios de comunicação serão cada vez mais empregados com o objetivo de manter os custos em baixo nível resulta da elevação dos custos reais do ensino regular. A experiência histórica, durante as duas últimas décadas, demonstra a ocorrência de um aumento, em rápida ascensão, dos custos do sistema educacional, tanto para as nações em desenvolvimento quanto para as desenvolvidas. Um dos motivos para o crescimento dos custos educacionais tem sido a grande expansão das matrículas, especialmente nos países em desenvolvimento. Entretanto, também de grande importância é a constatação de que, com o passar dos tempos, está se tornando mais dispendioso educar cada criança no sistema tradicional.

Os custos crescentes para a educação do aluno não parecem resultar do aumento qualitativo do ensino oferecido. Pelo contrário, é provável que a qualidade da produção educacional tenha se estabilizado, na melhor das hipóteses, ou talvez mesmo em declínio (vide Woodhall e Blaug, 1968). A explicação mais plausível para as despesas crescentes por estudante foi formalizada por Baumol (1967), e sintetizada por Coombs (1968, p. 7): «A tecnologia da educação, de modo geral, realizou um progresso surpreendentemente baixo além do estágio artesanal». Essencialmente, a questão é de que, embora o processo educacional tenha obtido poucos resultados — se os houve — em produtividade, a maior parte dos outros setores da economia atingiram tal objetivo. Indústrias relativamente progressistas, valendo-se das tecnologias mais avançadas, determinam em parte os níveis salariais que as empresas menos desenvolvidas terão de atender a fim de atrair pessoal competente. Portanto, em geral, os sistemas educacionais tiveram que destinar maiores recursos para uma remuneração suplementar ao professor da mesma qualidade. Esperou-se que as inovações na tecnologia instrucional pudessem ajudar a área do ensino a aumentar sua produtividade, paralelamente aos setores mais adiantados da economia. Até o momento, relativamente pouco do potencial dessas tecnologias tem sido realizado. Contudo, é provável que o futuro próximo torne os custos dos sistemas educacionais regulares mais elevados (pela elevação das despesas reais com professores) em relação aos custos do sistema instrucional tecnológico (através da redução ou manutenção no mesmo nível das despesas reais das várias alternativas tecnológicas), e assim aumentarão as pressões para introduzir essas últimas técnicas, onde ocorre maior concentração de capital.

A curto prazo, o potencial da utilização tecnológica para redução dos custos por aluno/ano é provavelmente maior ao nível secundário e pós-secundário. Nestes níveis, o uso do rádio, associado a cursos por correspondência (e talvez da TV), para o «estudo à distância», evidenciou notável capacidade para a redução das despesas. A Universidade Aberta da Inglaterra talvez constitua o mais conhecido sistema de ensino à distância, mas existem outros em funcionamento, na Botswana, República Dominicana, França, Alemanha, Japão, Quênia, Ilhas Maurício e outros locais (Schramm, 1976; MacKenzie, Postgate e Scupham, 1975). Esses sistemas de ensino concretizam suas substanciais economias através da exigência de que os estudantes reúnem-se com os professores apenas ocasionalmente — durante duas semanas no verão, digamos, ou num encontro preceptorial por mês.

Aumento de admissões

Uma utilização final para as tecnologias instrucionais reside no aumento do acesso à instrução por parte dos grupos rurais ou urbanos desfavorecidos. Existem duas amplas abordagens através das quais a tecnologia tem sido utilizada neste sentido — o ensino à distância e o que se poderia rotular de «escolas extensivas».

O primeiro método, ensino à distância, foi mencionado acima como muito menos dispendioso do que as formas mais tradicionais do ensino secundário e pós-secundário. Devido a seu custo inferior, o ensino à distância pode favorecer o acesso, porque, para qualquer nível orçamentário determinado, mais indivíduos podem ser atingidos por um sistema de aprendizado à distância do que através de um tradicional. Talvez mais importante, em termos de admissão, contudo, é que os sistemas de ensino à distância podem romper as barreiras erguidas pelo tempo e espaço ao acesso à escolarização. Tradicionalmente, as escolas de nível superior concentram-se principalmente nos centros populacionais, já que é necessário um grande número de estudantes para torná-las economicamente viáveis. Isto faz com que seja negada aos alunos das áreas rurais a escolarização secundária, ou exige que façam longas viagens ou satisfaçam as despesas de subsistência. É um problema inexistente para os sistemas de ensino à distância. Já que as escolas tradicionais geralmente funcionam em determinadas horas, durante o dia, a disponibilidade de tempo para frequentá-las constitui habitualmente um problema para o pobre, que deve trabalhar no período diurno a fim de assegurar seus rendimentos. O estudo à distância possibilita a mudança do horário de ensino para a noite, dessa forma colaborando para a solução do problema do estudante pobre, ou seja, custear seus estudos.

Esses pontos refletem o lado atraente dos sistemas de ensino à distância; os problemas importantes

— de organização, elaboração de programas, administração, crédito e aceitação política — ainda permanecem. Nos casos em que tais problemas foram superados, o ensino à distância alcançou marcante sucesso.

Uma segunda forma pela qual as tecnologias foram empregadas no sentido de incrementar as admissões ao ensino foi através da criação de escolas relativamente pequenas, porém auto-suficientes, nas áreas rurais. Um excelente modelo é a **Telesecundária Mexicana**, mencionada anteriormente. Em diversas aldeias rurais das províncias que circundam a Cidade do México, as igrejas, centros comunitários ou outros locais não utilizados foram equipados com um receptor de TV e bancos; o Ministério da Educação designou um professor primário pouco treinado para essas escolas e transmitiu os cursos pelos conjuntos de televisores. Recebendo a maior parte de sua instrução pela TV, dezenas de milhares de alunos completaram o primeiro ciclo da escola secundária a custo relativamente baixo, e com nível de realização relativamente alto (Mayo, McAnany e Klees, 1975). Oliveira (1977) descreve uma utilização semelhante da televisão, no Brasil, e Spain (1973) relata um esforço mais limitado, onde se empregou o rádio para esse objetivo. É uma abordagem mais dispendiosa à difusão do ensino do que a instrução à distância, porém de estrutura mais semelhante à do ensino tradicional. Dispomos, atualmente, de bastante experiência com a escolarização por esse método, uma opção que merece sérias considerações por parte dos planejadores educacionais.

Funções de custos da Tecnologia Educacional

Tenho por objetivo, neste capítulo, descrever os conceitos básicos de análise econômica requeridos para a compreensão do comportamento dos custos de sistemas educacionais tecnológicos. Jamison, Klees e Wells (1976) concluíram recentemente volumosa monografia sobre custos da tecnologia educacional, e aqui tomo por base esse trabalho; outros debates sobre custos da tecnologia educacional aparecem em Schramm, Coombs, Kahnert e Lyle (1967), General Learning Corporation (1968), Carnoy (1975) e Carnoy e Levin (1975). Talvez a melhor referência global sobre custos de sistema educacional esteja contida num livro do IIEP, de autoria de Coombs e Hallak (1972).

Este capítulo inicia-se com a análise do conceito de uma função de custos e das acepções de custos totais, médios e marginais. Numa primeira aproximação, as aplicações de custos para a tecnologia educacional enquadram-se numa forma conveniente que distingue «custos fixos» e «variáveis», que discutirei a seguir. Os custos de capital para a tecnologia do

ensino são elevados, sendo importante, por esse motivo, que os planejadores os considerem adequadamente; menciono aqui esses tópicos, abordando-os de forma mais explícita no Anexo A. Na parte final deste capítulo, apresento as funções de custos reais para os diversos sistemas em andamento, a fim de proporcionar um exemplo de métodos empregados e despesas que se deve esperar. No capítulo seguinte, examino mais detalhadamente os custos dos vários itens dos sistemas de rádio e televisão educativos.

Custo total, médio e marginal

É proveitoso considerar os custos como funções, ao invés de números: uma função de custos totais para um fornecimento apresenta o custo total necessário para financiá-lo, sendo, pois, função do montante de serviços requeridos. Por exemplo, seja

$$\text{Custo total} = CT = CT(N),$$

onde $CT(N)$ é o custo total necessário para levar a televisão educativa a N estudantes. O custo total, logicamente, eleva-se à medida em que N aumenta.

Define-se a **função de custos médios** (ou, igualmente, **função de custos de unidades**) como equivalente ao custo total, dividido pelo número de unidades do serviço fornecido:

$$\text{Custo médio} = CM(N) = CT(N)/N.$$

Assim como o custo total depende de N , também ocorre com o custo médio. Caracteristicamente, contudo, para os sistemas educacionais tecnológicos, as despesas médias **diminuirão** na proporção do crescimento de N .

A **função de custos marginais** indica o gasto adicional para se fornecer mais uma unidade de serviço (ou seja, neste exemplo, prover ensino televisado para mais um estudante), como função do número de unidades já providas. Formulada de maneira um pouco mais precisa, a função de custos marginais é dada por:

$$\text{Custo marginal} = CMA(N) = CT(N+1) - CT(N).$$

Ou seja, o custo marginal em qualquer nível determinado de utilização do serviço pelo estudante, N , é igual ao custo total para $N+1$ estudantes, menos o custo total para N estudantes. É possível, com frequência, admitir-se que o custo marginal de adicionar-se mais um aluno a um sistema seja constante, isto é, independente do número de estudantes já atendidos.

A fim de ilustrar os conceitos acima, construímos um exemplo aritmético simples. Na Tabela 1, a pri-

meira coluna indica o número de estudantes servidos por um programa educacional específico, enquanto a segunda coluna aponta os custos totais do atendimento àquele número de alunos. Vemos que o exemplo foi construído para indicar que os custos totais são função do número de beneficiados, ou seja, aumentam à medida em que cresce o número de estudantes. Das informações apresentadas na primeira e segunda colunas podemos inferir os dados sobre custos médio e

TABELA 1
EXEMPLO DE CUSTOS TOTAIS, MÉDIOS
E MARGINAIS

Unidade (estudantes)	Custo Total CT(N)	Custo Médio CM(N)	Custo Marginal CMA(N)
0	US\$ 0	US\$ 0	
1	30	30	US\$ 30
2	70	35	40
3	105	35	35
4	120	30	15
5	130	26	10

Fonte: Jamison, Klees e Wells (1967).

marginal, indicados na terceira e quarta. O custo médio é simplesmente o custo total dividido pelo número de alunos, enquanto o marginal representa um gasto adicional aos custos totais, originado pelo acréscimo de mais um estudante ao sistema. O cálculo do custo médio tem muito valor como resumo histórico da eficiência do sistema em cumprir sua tarefa, enquanto a medida do custo marginal é mais útil para o exame das conseqüências, em gastos, resultantes da expansão ou retração do sistema, em termos do número de estudantes atendidos².

2. O exemplo acima também ilustra a relação entre custos médios e marginais. Para que o custo médio aumente, à medida em que o sistema se desenvolve, o custo marginal resultante do ingresso de outro aluno deve ser maior do que o custo médio; por exemplo, havendo ampliação do atendimento, de um para dois estudantes, chega-se a um custo marginal de 40 dólares, superior aos 30 dólares do custo médio necessários para atender a um aluno — portanto, quando o sistema abrange dois alunos, o custo médio aumenta (de 30 a 35 dólares, neste caso). Do mesmo modo, se o custo marginal encontra-se abaixo do médio, este diminuirá à medida em que o sistema se desdobra; isso é ilustrado em nosso exemplo, quando o sistema amplia-se para atender a mais de três alunos. Quando os custos médio e marginal são iguais, essa expansão apresentará o mesmo custo médio, como foi demonstrado acima, no aumento de dois para três alunos, onde o custo marginal do acréscimo é da ordem de US\$ 35, idêntico ao custo médio para dois estudantes, apresentando um custo médio semelhante, de 35 dólares para três alunos.

Custos fixos e variáveis

Quando se pode proceder a uma aproximação à função de custos totais pela simples e conveniente forma linear

$$CT(N) = F + VN,$$

torna-se possível separar os custos em fixos e variáveis. Neste exemplo, F seria o custo fixo porque o valor do custo representado pelo primeiro termo (F) na margem direita é independente de N; V significa o custo variável por unidade de serviço, porque o valor do custo total constituído pelo segundo elemento (V) do lado direito varia diretamente com N. Quando a função de custos totais é linear, o custo médio é simplesmente igual ao custo fixo, dividido por N mais

o custo variável ($CM(N) = \frac{F}{N} + V$); o custo mar-

ginal é igual a V. Assim, o custo médio diminui, enquanto N aumenta (distribuindo-se o custo fixo sobre mais unidades) até que, quando N é muito volumoso, o custo médio aproxime-se do marginal.

A equação acima constitui uma aproximação razoável ao comportamento dos custos dos sistemas instrucionais tecnológicos³. A preparação e transmissão do programa tende a ser fixa, independentemente do número de estudantes que se utilizam do sistema. Os gastos com a recepção, por outro lado, tendem a variar diretamente em função do número de alunos.

Custos de capital e periódicos

Um custo de capital é aquele contraído para compra de bens ou serviços que terão uma vida-útil superior ao período de aquisição. Os custos periódicos, por outro lado, são assumidos para bens ou serviços que são consumidos quando de sua aquisição. O custo principal das escolas está no custo periódico com o corpo docente; uma vez que os professores são remunerados enquanto prestam serviços, a vida-útil do que é realmente adquirido simplesmente coincide com o período de pagamentos (Neste exemplo, desprezamos o investimento das faculdades de educação para a formação de recursos humanos). O preço de um lápis poderia ser um custo de capital desde que, dependendo da inclinação de alguém para a escrita, durasse vários meses. Na verdade, os lápis são considerados custos periódicos devido ao fato de que sua vida-útil

3. Deve-se ressaltar que essa formulação linear da função de custos totais constitui, em muitos casos, apenas uma aproximação grosseira. Por exemplo, quando o sistema amplia-se para atender a estudantes de níveis culturais os mais heterogêneos, locais geograficamente mais distantes ou áreas menos densamente povoadas, tanto o custo variável quanto o marginal, por estudante, podem não permanecer constantes (e também não necessariamente iguais), porém aumentar.

é inferior ao período contábil (geralmente um ano) dos sistemas escolares. A linha de demarcação entre custos de capital e periódicos, então, usualmente é representada pelo período de um ano; se a duração de vida de uma peça de equipamento ultrapassar esse prazo, considera-se seu preço como custo de capital. Coombs e HallaK (1972, capítulo 9) ressaltam que os sistemas escolares, com frequência, adotam de forma muito vaga essa convenção de um ano, e apresentam um proveitoso debate sobre como proceder ao exame da construção de escolas e dos custos de instalações.

Uma fonte ocasional de confusão, até mesmo entre economistas, reside nos custos fixos e de capital. Pode haver custos fixos que são periódicos; um exemplo é a energia elétrica necessária para operar um transmissor de televisor. Do mesmo modo, podem existir custos de capital que sejam variáveis; um exemplo é o aparelho receptor, componente dos custos de recepção. Assim, os conceitos de custos fixos e de capital são distintos, embora seja verdade que os principais dispêndios de capital, com frequência, encontram-se associados a custos fixos substanciais.

Como elaborar as funções de custo analisadas no capítulo anterior, quando os custos de capital estão presentes? Digamos que um sistema escolar adquira um transmissor de rádio e 6.000 receptores no primeiro ano (ano 1), por um custo total de US\$ 220.000. Seria inteiramente despropositado incluir todos os 220 mil dólares como gastos do ano 1, numa tentativa de determinar o custo unitário da utilização do rádio nesse primeiro ano; da mesma forma, seria inadequado, ao se computar despesas de 3 anos, considerar livre de despesas a utilização do transmissor e receptores. A fim de se elaborar uma função de

custos proveitosa é necessário **anualizar** os custos de capital para equipamentos.

Ao se anualizar um custo de capital, deve-se considerar tanto a duração do equipamento quanto a taxa de juros que poderia ser obtida sobre o capital, caso fosse investido em ações, digamos, ao invés de transmissores e receptores. A anualização resultante pode ser razoavelmente considerada como o aluguel a ser pago, caso o equipamento fosse arrendado ao invés de adquirido. Continuando com o exemplo do parágrafo anterior, se o equipamento no valor de 220 mil dólares tem uma expectativa de vida-útil de 10 anos, e sendo a taxa de juros de 7,5 por cento ao ano, o custo anualizado (valor locativo) do equipamento seria de US\$ 32.051. Os métodos para manipulação dos custos de capital são abordados mais detalhadamente no Anexo A.

Funções de custos para projetos atuais

Esta seção consiste, principalmente, de três tabelas que apresentam as funções de custos para diversos projetos, em fase de implantação ou já em operação. A Tabela 2 apresenta um resumo de custos para quatro projetos instrucionais pelo rádio. O Projeto de Matemática pelo Rádio, na Nicarágua, e o Projeto Tailândia têm como objetivos principais o aperfeiçoamento da qualidade instrucional; os dois projetos mexicanos visam a aumentar o acesso à escolarização através da utilização do rádio, valendo-se desse veículo para levar o currículo da escola primária a locais de outro modo inacessíveis.

A Tabela 3 apresenta uma síntese de custos para quatro projetos de televisão educativa. O Projeto El

TABELA 2
RESUMO DOS CUSTOS DE QUATRO PROJETOS INSTRUCIONAIS PELO RÁDIO ¹

Projeto	Ano da fonte de informação	Ano da					Custo por estudante/hora
		N	h	F	V	CM(N)	
Nicarágua ²	1975	250.000	450	251.000	3,83	4,84	0,064
México-Radioprimary	1972	2.800	280	45.600	0,19	16,55	0,068
México Tarahumara	1972	1.081	640	56.300	0,50	52,86	0,331
Tailândia ³	1967	800.000	165	125.800	0,28	0,44	0,018

1. Os valores desta tabela foram calculados considerando-se uma taxa de juros de 7,5 por cento; todos os custos são expressos em dólares, à taxa de 1975. Os símbolos são definidos como se segue: N = número de estudantes que utilizam o projeto (no ano especificado, a menos que indicado de outro modo); h = número de horas dos programas de radiodifusão por ano; F = custos fixos anualizados; V = custo variável anualizado, por estudante; CM(N) = custo médio anual por estudante para o dado valor de N; e o custo estudante/hora é o gasto anual por estudante/hora resultante dos valores dador por N e h.

2. Os valores de N e h, escolhidos para o Projeto de Radiodifusão Instrucional da Nicarágua, refletem a utilização potencial do sistema, conforme apresentado no estudo de caso de Jamison, Klees e Wells (capítulo V, 1976). O alto custo variável, V, registrado nesta tabela para a Nicarágua, foi reduzido posteriormente para cerca de \$1,75 (Searle, Friend e Suppes, 1976, p. 29).

3. Vide Schramm, Coombs, Kahnert e Lyle (1967) para uma descrição do projeto de rádio instrucional da Tailândia e dados das despesas em que se baseia esta função de custo.

Fonte: Jamison, Klees e Wells (1976).

TABELA 3
RESUMO DOS CUSTOS DE QUATRO PROJETOS DE TELEVISÃO EDUCATIVA ¹

Projeto	Ano da fonte de informação	N	h	F	V	CM(N)	Custo por
							estudante/hora
El Salvador	1972						
Custos totais		48.000	540	1.395.000	1,38	30,44	0,179
Custos do Governo de El Salvador		48.000	540	999.000	1,38	22,19	0,130
Hagerstown	1973	22.000	1.440	1.467.000	0,81	67,79	0,575
Coréia ²	1976	1.000.000	560	1.757.000	2,26	4,03	0,056
México	1972	29.000	1.080	726.300	5,31	30,34	0,084

1. Os valores desta tabela foram calculados considerando-se uma taxa de juros de 7,5 por cento; todos os custos são expressos em dólares, à taxa de 1975. Os símbolos são definidos como se segue: N = número de estudantes que utilizam o projeto (no ano especificado, a menos que indicado de outro modo); h = número de horas de transmissão de programas por ano; F = custos fixos anualizados; V = custo variável anualizado, por estudante; CM(N) = custo médio anual por estudante, para o dado valor de N; e o custo estudante/hora é o gasto anual por estudante/hora resultante dos valores de N e h.

2. Os valores de N e h para a Coréia refletem a utilização planejada do sistema, conforme estudos de Jamison e Kim (1977). Embora as instalações de estúdio estejam completas atualmente, e o teste-piloto dos programas em andamento, o Sistema Educacional Tecnológico coreano ainda não é operacional.

Fonte: Jamison, Klees e Wells (1976).

Salvador (descrito em detalhes por Mayo, Hornik e McAnany, 1976) visa à redução dos gastos e o aumento da qualidade; os projetos de Hagerstown, U.S.A., e Coréia, enfatizam o desenvolvimento qualitativo; e o projeto Telesecundário Mexicana dá mais destaque ao aumento de admissões à escolarização na área rural. A Tabela 3 mostra duas funções de custo para El Salvador — uma que reflete todos os custos, e outra que apresenta apenas as despesas de responsabilidade do governo de El Salvador. Os gastos de El Salvador diferem substancialmente dos custos totais, devido à substancial ajuda externa dada ao projeto; Jamison e Klees (1975) abordam com maiores detalhes as implicações do auxílio externo para a análise de custos dos projetos de El Salvador e outros.

A Tabela 4 apresenta as funções de custo para três projetos de ensino à distância, que utilizam a radiodifusão associada a textos e livros didáticos, com o objetivo de incrementar o acesso à escolarização. Os dados sobre os custos desses projetos são mais escassos do que as despesas dos projetos instrucionais pelo rádio e TV, cujos custos aparecem nas tabelas 2 e 3; portanto, a função de custo para projetos de ensino à distância deveria ser considerada menos fidedigna do que as outras.

Várias questões devem ser mantidas em mente, ao se examinar essas três tabelas. Primeiro, a função de custo para qualquer projeto determinado é fornecido por $CT(N) = F + VN$, onde F e V são os itens cumulativos da tabela, abrangendo tanto os custos periódicos (anualizados) quanto os de capital. Assim, por exemplo, a função de custo para o projeto da Nicarágua é dada por $CT(N) = US\$ 251.000,00 + \$ 3,83 N$, onde os custos são expressos em dólares por

ano. Assim, se forem matriculados 250.000 estudantes, o total dos gastos anuais será de $\$ 251.000,00 + (\$ 3,83 \times 250.000) = US\$ 1.208.500,00$. (Deve-se notar que, na projeção de um número tão amplo de estudantes, a equação dos custos pode sofrer uma ligeira alteração. Assim, uma equação como esta, baseada em número relativamente pequeno de alunos, deveria ser considerada apenas como aproximação inicial.)

Segundo, o custo médio para qualquer valor dado de N, CM(N), é simplesmente o custo total para aquele valor de N, dividido por N. Para o projeto da Nicarágua, CM (250.000), é, portanto,

$$\frac{\$ 1.208.000,00}{250.000} = \$ 4,84$$

conforme indicado na Tabela 1. Logicamente, quando N aumenta, CM(N) diminui, sendo que grande parte das variações de CM(N) resultam de alterações em N e não na função de custos. Os valores de CM(N), na tabela, deveriam ser comparados uns com os outros com certo cuidado, tanto por causa da diversidade dos objetivos dos projetos quanto porque os valores de N apresentados algumas vezes são reais e em outras apenas planejados. Terceiro, deve-se ter em mente que tanto F quanto V podem depender de vários fatores (como se discutiu no capítulo IV); entre eles, é importante o total de horas de programas transmitidos por ano, h, apresentado nas tabelas 2 e 3, que representa o produto do número de séries escolares atendidas e a quantidade média de horas/ano de ensino ministrado a cada aluno. Quarto, a coluna final das tabelas 2 e 3 apresenta o custo por estudante/hora; é simplesmente o CM(N), custo estudante/ano,

TABELA 4
FUNÇÕES DE CUSTOS PARA TRÊS PROJETOS DE ENSINO A DISTANCIA ¹

País	Fonte(s)	Natureza do projeto	Funções de custos (dólares por ano)	N	CM(N)
Quênia	Krival (1970) Schramm (1976)	capacitação profissional e recuperação de repetentes da escola primária	CT(N) = \$ 250.000 + 9,77N	10.100	\$ 34,50
Coréia	Jamison e Kim (1976)	rádio e ensino por correspondência; nível universitário, compreendendo três séries	CT(N) = \$ 168.000 + 25 N ²	30.000	\$ 30,60
República Dominicana	White (1976)	ensino primário, e equivalência para adultos, através do rádio, livros didáticos e encontros semanais	CT(N) = \$ 152.000 + 8,7 N ³	20.000	\$ 16,30

1. Essas funções de custos são expressas em termos de dólares à taxa de 1975, sendo os custos de capital anualizados a uma taxa de juros de 7,5 por cento; N representa o número aproximado de admissões anuais no sistema; e CM(N) o custo médio por estudante/ano, considerando-se o nível de ingressos determinado.
2. O elevado custo marginal para o sistema da Coréia resulta de sua grande dependência de livros didáticos; do custo marginal de \$25, 21 dólares são destinados a textos.
3. Esta função de custo foi elaborada como aproximação aos dados apresentados por White (1976, cap. VIII).

dividido pelo número de horas por ano em que o aluno recebe instrução pelos meios de comunicação.

As tabelas 2, 3 e 4 ilustram a aproximação da função de custos à análise de custos dos sistemas educacionais de comunicação em massa, sintetizando grande parte das pesquisas de avaliação de custos. Desse modo, os planejadores têm uma vasta compreensão do que tem sido o comportamento de custos dos sistemas. São necessárias maiores informações, entretanto, para o planejamento dos futuros sistemas de comunicação; na próxima secção abordamos em maiores detalhes a natureza das informações requeridas.

Planejamento de custos dos futuros sistemas

Meu objetivo, nesta secção, é de fornecer informações práticas sobre quais têm sido, e podem vir a ser, os custos reais para os elementos da função de custos. Esses dados podem servir de guia para os planejadores dos futuros sistemas, mesmo levando em conta que as estimativas aqui apresentadas geralmente precisarão sofrer alterações, a fim de refletir as circunstâncias locais.

A — Administração central e custos iniciais

O planejamento do projeto, estudos de viabilidade e a análise de custos constituem importantes medidas preliminares, anteriores ao início de um projeto. Os custos para sua realização devem ser incorporados às despesas do projeto. Infelizmente, esses gastos são desprezados em muitas análises, como sendo de difícil determinação. Podem ser elevados, caso o projeto seja um dos primeiros a utilizar uma forma de tecnologia específica, sendo inexequível analisá-lo com base em outras experiências. Por exemplo, Stanford foi a pri-

meira universidade a usar a faixa de frequência de TV, com áudio bidirecional, do Serviço Fixo de Televisão Instrucional (STFI), para ensino fora do campus. Aqui, os custos iniciais totalizaram 328 mil dólares. Existem, atualmente, muitos outros sistemas que seguiram o modelo de Stanford, e esses custos de planejamento podem ser minimizados. Na Nicarágua, as despesas iniciais de planejamento chegaram a US\$ 268.000. Trata-se do primeiro sistema que apresentou um currículo de matemática via rádio para alunos de escola primária, onde se requeria 40-50 respostas de cada aluno (num livro didático) durante uma aula de 30 minutos. Essa técnica pode, provavelmente, ser adaptada para outros países de língua espanhola, a um custo significativamente mais baixo.

A administração central constitui outro importante item de despesas, que varia amplamente de projeto para projeto, e é freqüentemente desprezado. No sistema instrucional televisado de Stanford, as pessoas são contratadas em período integral para os cargos administrativos, e seus salários totalizam aproximadamente 100 mil dólares por ano. Uma outra despesa relevante que pode ser negligenciada é aquela destinada à pesquisa e avaliação. Na Nicarágua, a análise dos programas fazia parte de um processo de avaliação formativa e foi incluída nas despesas de produção. Não obstante, 118.000 dólares adicionais foram gastos em outra pesquisa. Na Costa do Marfim, os gastos para avaliação da TV educativa atingiram o montante de US\$ 200.000 anuais, com perspectivas de aumento.

B — Produção de programas

Os custos de produção variam amplamente, dependendo da complexidade dos programas apresentados.

À medida em que aumenta a complexidade da apresentação, necessita-se de maior número de pessoal e equipamento mais dispendioso. Por exemplo, os sistemas de TV educativa de Stanford utilizam um professor, um operador de câmera e duas câmeras no estúdio. O esquema do programa consiste na aula direta pelo professor, com anotações e gráficos (o sistema fornece equipamento para a resposta do aluno) e os custos de produção por hora são de aproximadamente 91 dólares. Para a **Telesecundaria Mexicana**, as despesas de produção chegam a perto de \$ 490 por hora, numa produção mais complexa, envolvendo um professor, um diretor, um operador de câmera, um técnico e materiais de ensino produzidos pelo departamento gráfico. A produção de programas para a Universidade Aberta, realizada pela **British Broadcasting Corporation**, custa em média \$ 9.600 a hora (Lumsden e Ritchie, 1975).

Embora os custos de produção, assim como a complexidade dos programas, variem amplamente, a pesquisa citada (Schramm, 1972) aponta a necessidade de técnicas de produção profissional para os programas educacionais. Schramm fez uma revisão crítica da literatura sobre produção e programas e o impacto das diferentes técnicas de produção no aprendizado dos estudantes. Concluiu que é preferível a simplicidade de apresentação:

“A conclusão geral que emerge dos estudos sobre o tratamento simples versus complexo do material, nos meios de comunicação áudio-visuais, deveria fazer bem ao coração de um orçamentista ou de um produtor executivo. Com mais frequência do que ocorre, não há vantagens para o aprendiz, a serem obtidas através de um tratamento mais sofisticado, mais complexo» (p. 55).

«Os requintes visuais geralmente não ajudam o ensino, a menos que (como as flechas direcionais) possam influir na ordenação de um conteúdo intrinsecamente não bem organizado, ou (como animação) auxiliem o espectador a entender um processo ou conceito de difícil entendimento, sem esta simplificação. Em outras palavras, os enfeites visuais, per se, não exercem uma influência particularmente proveitosa sobre o material instrucional.

As técnicas de produção 'profissionais' ou 'artísticas', tais como fusões, ao invés de cortes, melos tons no lugar de iluminação direta, dissolvências, escurecimentos, etc., não demonstraram qualquer utilidade para o aprendiz.

Há pouca evidência de que a apresentação narrativa possua qualquer vantagem instrucional sobre a expositiva, ou de que o humor contribua para o efeito do ensino” (p. 65).

Sua conclusão, relevante para a escolha entre a televisão e o rádio, é de que duvida-se que dois canais (áudio e visual) apresentem vantagem sobre um canal (áudio ou visual), quando as informações transmitidas pelo segundo meio de comunicação são importantes. Portanto, embora não veja vantagens em se gastar recursos financeiros com a produção de programas de televisão complexos, também não acha proveitosa a utilização da TV ao invés do rádio, quando a produção televisada consiste apenas de aulas. Uma alter-

nativa para as produções de TV onde se apresentam gráficos e cartazes seria a radiodifusão, acrescida de compêndios ou material didático impresso para os estudantes. Essa alternativa, entretanto, implica na dificuldade de distribuição do material impresso em muitas áreas rurais.

Schramm (1972) também considera importante a pesquisa que recomenda a participação ativa do aluno:

«A principal diretriz **positiva** que emerge da pesquisa é a utilidade de uma ativa participação do estudante. No que diz respeito a isso, fomos capazes de relatar resultados notavelmente consistentes. A participação pode ser aberta ou não; realizada através de exercícios com um dispositivo ou aparelho; apertando botões, formulando ou respondendo perguntas, ou terminando o que o instrutor começou a falar. Formas diferentes são mais eficazes em situações diversas. Qualquer que seja o modo pelo qual se estimule os estudantes a praticar as respostas desejadas, na maioria dos casos essa atividade é mais eficiente se for dado aos alunos imediato conhecimento dos resultados — ou seja, dizer se suas respostas estão corretas».

«Duas diretrizes objetivas, pelo menos, ressaltam dos textos das pesquisas que revisamos. A televisão eficiente pode ser mantida ao nível mais simples possível, exceto quando alguma complexidade é claramente requerida para uma ou outra tarefa; os estudantes aprenderão mais se estiverem participando ativamente do processo ensino-aprendizagem. Televisão simples: estudantes ativos» (pp. 66-67).

O planejamento de um programa com ativa participação dos alunos pode facilmente elevar os custos de produção. O Projeto Matemática pelo Rádio, na Nicarágua (Searle, Friend e Suppes, 1976), apresenta custos de produção relativamente altos. O custo da produção do programa — que inclui livros escolares, manuais de professores e aproximadamente 40-50 respostas ininterruptas por aula de 30 minutos — é da ordem de \$ 1.712 por hora. É uma despesa elevada para uma produção radiofônica (Schramm et al., 1967: estimativa de custos de produção de \$ 250 por hora para programas radiofônicos na Tailândia) e enquadra-se melhor no âmbito dos custos de produção para televisão. Entretanto, presumindo-se uma vida-útil de 10 anos para esses programas (o que é razoável, considerando o investimento em planejamento, avaliação e revisão) os custos chegam a 160 dólares por hora, por ano (calculando-se uma taxa de juros de 7,5 por cento). Uma das causas para a elevação dos gastos reside no emprego de estrangeiros para as diversas fases de produção do programa. Se pudessem ser substituídos por nicaraguenses, as despesas seriam reduzidas pela metade.

Jamison, Klees e Wells (1976, pp. 104-107) apresentaram custos de produção, para rádio e TV, de

vários projetos. Seria razoável supor, tomando por base a experiência oriunda desses projetos, a incidência de custos de 100 a 10.000 dólares para a TV, e de 100 a 1.800 dólares por hora, para o rádio.

Essas experiências com custos podem ser complementadas pelas estimativas de despesas para instalações de estúdios. Jamison e Bett (1973) calcularam que uma instalação de TV poderia ser orçada em \$ 20.000, e uma radiofônica em \$ 5.000. Bourret (1973) avaliou em \$ 25.000 o custo para equipamento de um estúdio simples para televisão. No estabelecimento de uma estação comunitária radiofônica, no Canadá, fez-se uma projeção de custos para o equipamento da estação da ordem de 11 mil dólares. Presumindo-se um gasto de \$ 50 por pé quadrado, para construção de um estúdio de televisão (5.000 pés quadrados), estas instalações ficariam em 25.000 dólares, e um estúdio radiofônico (1.000 pés quadrados) em 5.000. Adicionando-se os custos de manutenção, da ordem de 10 por cento do investimento em equipamento, e anualizando-se as despesas com instalações para um período de 20 anos, e gastos com equipamento para um prazo de 10 anos, os custos totais seriam de \$ 8.600 e 1.220 para a televisão e rádio, respectivamente ⁴.

Para 300 horas de programação por ano, o custo resultaria em apenas \$ 29 por hora para a TV, e \$ 6 para o rádio. Contudo, as despesas de equipamento e instalações constituem a menor parte dos gastos totais com programação. O componente principal dos custos de produção é o salário do pessoal. Admitindo-se remunerações de \$ 5 por hora para administradores (2 horas de trabalho por hora de curso), \$ 3 por hora para professores (10 horas de trabalho por hora/curso), e \$ 1 por hora para técnicos (1,5 horas por hora/curso), as despesas com pessoal podem oscilar de \$ 42 (1 administrador, 1 professor e 1 técnico) a \$ 175 (2 administradores, 5 professores e 2 técnicos). Os gastos totais podem variar de \$ 71 a \$ 202 por hora, para a televisão, e de \$ 48 a \$ 179 para o rádio. Essa estimativa diverge consideravelmente das experiências de projetos, sendo resultado da suposição de instalações e equipamentos muito simples, e de uma possível subestimação de tempo de trabalho e salários. O alto período de tempo operacional é avaliado em 55 horas. Jamison e Bett (1973) prevêem oscilações entre 32 a 320 horas de trabalho do pessoal, para cada hora de radiodifusão. As estimativas salariais podem ser alteradas em função de diversas circunstâncias.

4. Como foi explanado no capítulo III, os custos anuais são calculados pela soma de despesas periódicas (tais como salários) aos custos «anualizados» de capital (por exemplo, para equipamentos de estúdio). Os custos de capital anualizados podem ser considerados como uma despesa anual locativa; as técnicas para cálculo das despesas anualizadas são apresentadas no Anexo A.

C — Transmissão

Alternativas para o sistema de transmissão. Existem vários sistemas de transmissão viáveis para a televisão e o rádio. O sistema de transmissão libera o sinal do ponto de origem para o ponto de recepção. Em geral, os sistemas possuem dois componentes principais: o transmissor, que alimenta o sinal diretamente aos receptores; e os elementos de interconexão, que ligam os transmissores ao ponto de recepção.

Os transmissores incluem satélites, aviões, aerostatos, estações terrestres e cabos submarinos. Os quatro primeiros podem ser considerados meios alternativos para aumentar a altitude do transmissor, a fim de aumentar a área de alcance e reduzir a interferência ao sinal, provocada por estruturas naturais ou feitas pelo homem. Um aerostato, como se usa na Coreia, consiste de um balão cheio de hélio e com força ascensional aerodinâmica ⁵. As estações terrestres ficam em torres de transmissão (2.000 pés parecem ser um limite razoável para a altura da torre), erigidas com frequência no alto das montanhas ou edifícios elevados, para aumentar o alcance. Essas quatro escolhas implicam na transmissão do sinal em circuito aberto. A frequência do sinal pode diferir da frequência dos receptores padrões, tornando necessários conversores de frequência nos locais de recepção. Esse sistema pode limitar o acesso à transmissão pela elevação dos preços de recepção. A transmissão via satélite geralmente é de mais alta frequência do que os receptores padrões. O sistema de televisão educativa de Stanford deliberadamente transmite numa frequência alta, a partir de sua estação terrestre sediada numa montanha, a fim de limitar o número de espectadores. Os cabos submarinos constituem excelentes meios para limitação da audiência aos programas, podendo fornecer um sinal de mais alta qualidade devido à eliminação de muitas das causas de interferência.

Os interconectores incluem satélites, aviões, aerostatos, relés de microondas e equipamento de videotape. São possíveis muitas combinações entre os transmissores e os interconectores, para formar os sistemas de transmissão (algumas das combinações são completamente desprovidas de sentido). Por exemplo, as estações terrestres podem ser conectadas por qualquer dos tipos de interconectores, enquanto os satélites, quando utilizados como transmissores, não requerem interconexão.

Alguns dos fatores importantes que afetam o custo e a escolha do sistema de transmissão: qualidade do sinal, relação receptores/população, porcentagem da população atingida, densidade populacional, área,

5. As autoridades coreanas da TV educativa ficaram desapontadas com o desempenho de seu sistema com aerostato, e estão examinando alternativas.

acidentes geográficos, instalações de transmissão existentes, tipos de estabelecimentos de ensino e necessidades de telecomunicações do país. Butman (1972) informa que o alcance Grau A (sinal de alta qualidade) será três vezes mais caro do que o Grau B (sinal de qualidade média). Butman, Rathjens e Warren (1973) registram aumentos de custos percentualmente mais elevados para se atingir áreas de baixa densidade populacional no Brasil e na Índia com transmissores terrestres e relés de microondas do que com transmissores via satélite.

Dados sobre custos básicos. Não tentaremos apresentar uma descrição minuciosa dos custos de cada transmissor e interconector, ou uma estimativa da sensibilidade dos custos em relação a cada um dos fatores acima mencionados. Forneceremos, contudo, algumas informações sobre custos básicos para algumas das opções e, a seguir, discutiremos os resultados da otimização e serviços dos sistemas de transmissão para destinações específicas.

Quando os satélites são utilizados como transmissores (transmissão direta via satélite), o custo é significativamente maior do que quando empregados como interconectores. As despesas mais elevadas resultam da maior potência efetiva para irradiação direta a receptores comuns. Butman, Rathjens e Warren (1973) calcularam uma despesa de 25 milhões de dólares, para a Índia, no caso de uma transmissão direta via satélite, e de 12 milhões para a utilização do satélite como interconector. Mesmo levando em consideração que a transmissão direta tem alta potência, é necessário equipamento especial em cada local de recepção, a fim de amplificar o sinal e modular sua frequência. O estudo ASCEND (vide Referências) registrou um custo de 300 dólares para esse equipamento. Butman et al. empregaram a mesma estimativa, embora mencionassem que os custos para esse equipamento, na Índia, estavam na faixa de 250 a 675 dólares.

Na Coreia, os custos de capital, em 1975, para implantação do sistema de aeróstato, são avaliados em:

		milhões
Aeróstatos	(2)	\$ 2,16
Transmissores de TV	(4)	\$ 1,48
Transmissores de rádio	(2)	\$ 0,4
Comando de telemetria	(2)	\$ 1,37
Diversos		\$ 1,10

É interessante notar que os coreanos calcularam que um sistema duplicado custaria 75 por cento mais em 1975, e que parece haver dificuldades em tornar operacional o atual sistema. Outro fato que deve merecer atenção é o de que os transmissores de TV cus-

tam quase duas vezes mais do que os de rádio, para a mesma área.

Essa relação entre custos de área atendida pelo rádio e TV também aparece em transmissões de menor potência. Jamison e Bett (1973) registraram preços de \$ 5.000 para um transmissor de TV de 5 watts, e \$ 2.500 para um transmissor de rádio FM de 10 watts. Em combinação com uma antena de 100 pés, ao preço de \$ 6.000, o campo de visão é de 10 milhas. Para outros transmissores terrestres, Bourret (1973) relata que o Projeto Verta, nas Filipinas, conseguiu adquirir um transmissor e antena de 5 quilowatts por 40 mil dólares, que podem cobrir uma área com raio de 50 milhas.

Os relés de microondas constituem uma opção freqüente para interconexão. Butman (1972) determinou um custo de \$ 4.000 por milha, para um relé de microondas na Índia. Butman informou também que um sistema na Etiópia apresentou gastos de 6.000 dólares por milha. Sovereign (1969) considera que os relés de microondas devem estar afastados em 30 milhas, e que o sistema de televisão de um canal custaria \$ 1.733 por milha, um sistema de dois canais, \$ 2.177, e o sistema de quatro canais, \$ 2.950 por milha, para a interconexão com relés de microondas. Nesse sistema, centenas de áudio canais podem ser conduzidos, como alternativa para um canal de TV.

Butman, Rathjens e Warren (1973) calcularam em 12 milhões de dólares o custo da utilização dos satélites interconectores, no caso da Índia. Entretanto, cada transmissor exigiria um investimento adicional de 150 mil dólares em equipamento, para a recepção do sinal do satélite. Janky, Potter e Lusignan (trabalho não publicado) analisaram os seguintes custos operacionais, de **transponder** (*) para antenas transmissoras-receptoras, referentes a uma configuração de três satélites, com seis transponders:

Custo de capital por transponder	Potência do transponder	Custo da antena
(não analisado)	5 watts	\$ 66.000
\$ 4.9 milhões	20 watts	\$ 9.300
\$ 9.6 milhões	50 watts	\$ 5.800

Estes dados permitem determinar o número e localização dos transmissores, informações necessárias para justificar gastos adicionais com satélites. É um tipo de decisão que pode ser tomada para a minimização de custos do sistema de transmissão. Outras resoluções serão analisadas na seção seguinte.

(*) Unidade repetidora de um satélite de comunicações. Cada **transponder** abriga um transmissor e um receptor, com capacidade para algumas centenas de circuitos (N. do T.).

Otimização e operações. Mencionou-se anteriormente, no capítulo sobre difusão, que as instalações de transmissão existentes poderiam determinar a escolha do sistema. Por exemplo, a **Rádiorprimária** tem despesas de \$ 14.40 por hora, devido a instalações radiofônicas sub-utilizadas durante o período diurno. Mayo, McAnany e Klees (1975) registram o custo de \$ 2.100.000 para um sistema de transmissão de TV, de um canal, destinado a cobrir uma área de 100 mil milhas quadradas, no México. Informaram, também, que os gastos das estações comerciais seriam de 318 dólares por hora para a mesma região, e de \$ 1.944 para uma área de 767.000 milhas quadradas (o país inteiro). Calculando-se uma vida útil de 10 anos, a uma taxa de juros de 7,5 por cento, para o sistema de transmissão utilizado, o sistema educacional somente poderia construir sua própria organização caso a transmissão fosse superior a 964 horas por ano.

Numa análise de otimização mais genérica, Butman (1972) identificou os custos de torres de transmissão de alturas diferentes, bem como da potência efetiva do transmissor, constatando que os custos mínimos seriam atingidos usando-se uma torre de 1.000 pés e um transmissor com potência suficiente para cobrir uma área com raio de 70 milhas. Esse alcance poderia ser obtido ao preço de \$ 35 por milha quadrada, quando utilizado o Grau B (sinal de qualidade média).

Uma operação freqüentemente analisada em estudos de viabilidade para utilização de satélites é entre satélites de transmissão direta (D), transmissores terrestres com interconectores para satélites (R), e transmissor terrestre com interconector de microondas (T). Ao analisar essas operações, Butman, Rathjens e Warren (1973) formularam previsões razoáveis com relação ao cálculo dos custos operacionais entre os três sistemas, para as diferentes áreas e números de receptores, conforme demonstrado na Figura 1⁶. A figura apresenta as combinações para a área servida e o número de receptores em função dos quais cada sistema é considerado ótimo. As linhas cheias que dividem as três áreas identificam as posições dos locais com custo idêntico.

Nesta figura, apresentam-se os sistemas mais favoráveis para se atender a uma população variada, na Índia, Brasil e Etiópia. Considerando-se a existência de um receptor para 1.000 pessoas, a transmissão direta por satélite jamais será uma boa alternativa para a Índia. O transmissor terrestre, com relé de microondas, é favorável até o ponto de alcance de aproximadamente 60 por cento da população. Para uma cobertura maior, a alternativa ótima reside no

6. Fonte: G. W. Rathjens. «Communications for education in developing countries». In: Butman, Rathjens e Warren (1973).

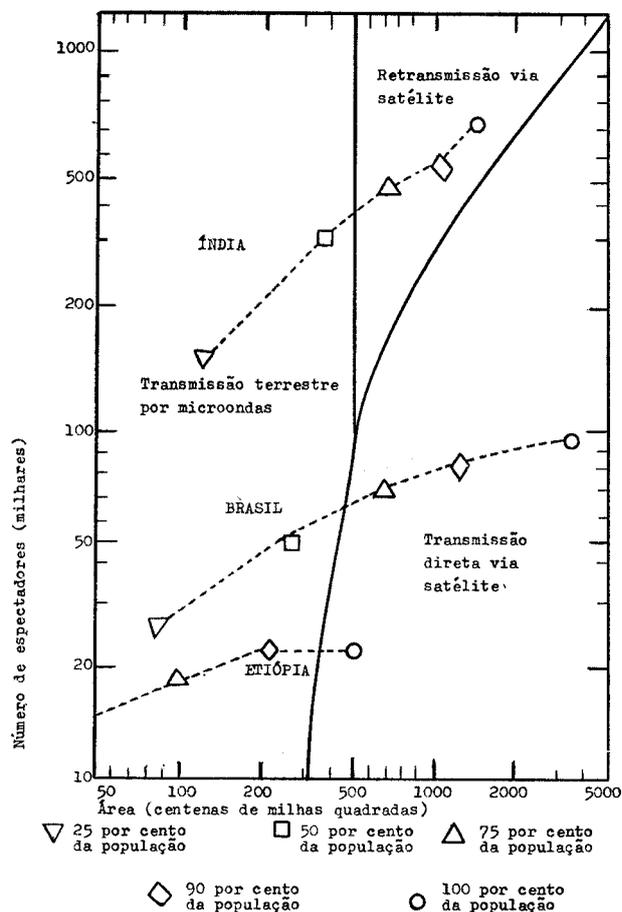


Figura 1 — Curvas de alcance: base de um receptor de TV para 1.000 pessoas.

transmissor terrestre, conjugado ao sistema de relé dos satélites.

D — Recepção

Os principais componentes do custo para os locais de recepção incluem: receptores e equipamento acessório, tais como antenas e cabos; fontes de energia e material impresso de apoio. Aqui, examinarei apenas receptores e fontes de energia.

Receptores. Existe grande variedade de receptores disponíveis para sinais de rádio e TV. Na escolha de um receptor, deve-se considerar as condições de manutenção, qualidade de recepção e necessidades de energia.

O **Consumer Reports** (vide Referências) apresenta uma comparação interessante de receptores AM/FM, na faixa de \$ 25-60 (tabela de preços nos Estados Unidos, em 1975). Nesse cotejo, fornece alguns dados sobre a relação entre preço inicial, vida da bateria e

três importantes características: qualidade tonal, sensibilidade (capacidade de captar um sinal fraco) e seletividade (capacidade de receber uma transmissão sem interferência de outra estação). A sensibilidade é importante, pois existe uma relação direta entre a potência do transmissor e a sensibilidade do receptor. Quando do planejamento de um projeto, e na tentativa de promover sua penetração, pode ser recomendável usar um transmissor de grande potência, a fim de incentivar a compra de receptores de baixo custo, com sensibilidade menor. A seletividade é importante nas áreas onde há rádiodifusão com canais múltiplos, em frequências muito aproximadas.

As características gerais dos receptores de rádio testados pelo **Consumer Reports** são: pequena variação na sensibilidade AM e elevada sensibilidade FM, grande seletividade AM e FM e qualidade tonal. Todos os modelos usam quatro baterias tamanho C. A vida útil da bateria foi testada, tocando-se o rádio durante quatro horas por dia, em alto volume (condições que seriam semelhantes ao uso em sala de aula). As baterias, com um custo de substituição de aproximadamente um dólar pelas quatro, duraram de seis a vinte e quatro dias.

Considerando-se uma vida de 5 anos para receptores radiofônicos, um aparelho de 60 dólares apresentaria uma despesa anual de \$ 14,82 (a uma taxa de juros da ordem de 7,5 por cento). Os custos anuais para as baterias seriam de \$ 12, presumindo-se quatro horas por dia de funcionamento, durante 240 dias,

vida útil da bateria de 20 dias e custo de substituição em 1 dólar. Pode-se ver na Tabela 5 que uma redução de preço implicará na diminuição da qualidade do receptor. O preço dos rádios, nesta análise, é superior àquele geralmente utilizado nas análises de custos para os países em desenvolvimento, porque essas nações, freqüentemente, usam aparelhos que recebem apenas frequências AM. Na escolha de um receptor AM, deve-se dar a mesma consideração à vida útil da bateria, qualidade tonal, seletividade e sensibilidade, de acordo com a comparação apresentada na Tabela 5.

Pode-se esperar que os televisores custem entre cinco a dez vezes mais que os rádios. Bourret (1973) e Jamison e Bett (1973) determinaram o preço de \$ 200 para um aparelho de televisão de 23 polegadas, branco e preto. Em Hagerstown o preço médio por aparelho é da ordem de 150 dólares, enquanto que na Costa do Marfim o custo tem sido de aproximadamente \$ 320. Este preço pode representar um desconto nas tabelas de preços; os descontos no varejo, entre 10 a 20 por cento, são comuns, e pode-se esperar a ocorrência de abatimentos, nas compras em quantidade, feitas diretamente aos fabricantes.

A decisão quanto ao uso de um aparelho com circuito integrado ou de válvulas apresenta implicações importantes. No momento, um televisor de válvulas custará aproximadamente 30 por cento menos do que um equivalente, do mesmo tamanho, de circuito integrado. Através do uso de circuitos modelares impressos, o aparelho de circuito integrado terá manutenção

TABELA 5

RÁDIOS AM/FM: PREÇO, QUALIDADE E DURAÇÃO DE VIDA DA BATERIA

Modelo	Preço ¹	FM		AM		Qualidade tonal	Duração da bateria ²
		Sensibilidade	Seletividade	Sensibilidade	Seletividade		
Panasonic RF900	\$ 60	O	B	O	R	B	17
Sony TFM7250W	\$ 45	B	O	O	R-B	R	6
Penneys 1860	\$ 50	B	R	O	R	B	10
Hitachi KH1047H	\$ 50	R	O	O	R-B	M	20
Sears 22696	\$ 25	M-R	B	O	R	M	19
Magnavox RD3035	\$ 45	R	M-R	O	B	R	18
Juliette FPR1286	\$ 40	M-R	R	B	B	M	18
Lloyd NN8296	\$ 30	M-R	R	B	R	M	21
Lafayette 1702349L	\$ 28	M-R	M-R	O	R	R	10
Soundesign 2298	\$ 29	R	M-R	O	R	M	24

Fonte: Consumer Reports, julho, 1975, pp. 438-439.

Legenda: M — má; R — regular; B — boa; O — muito boa.

Notas: 1. Tabela de preços em dólares de 1975.

2. Vida (em dias) do modelo de quatro baterias tipo C, quando operado durante quatro horas por dia, em alto volume.

mais fácil. Nas regiões onde se procura fontes energéticas alternativas, o fato de um aparelho com circuitos integrados requerer apenas 60 por cento da energia necessária para operar um televisor de válvulas pode ser importante. Um televisor desse tipo, de 19 polegadas, necessita de 54-60 watts, ao passo que um aparelho de válvulas exigiria de 95-100 watts. Entretanto, o televisor de circuito integrado é muito mais sensível às oscilações de voltagem na linha. Embora requerendo menos energia e tendo maior facilidade de manutenção, seu preço de aquisição é mais levado e requer equipamento para regulação de voltagem mais dispendioso do que o televisor de válvulas.

As necessidades de energia poderiam ser substancialmente reduzidas através da utilização de um aparelho com tubo de imagem menor. O televisor com circuitos integrados de 9 polegadas precisaria apenas de 32 watts. A Panasonic produz um receptor de TV portátil, com tubo de 5 polegadas e rádio AM/FM pelo preço de 200 dólares. A televisão e o rádio são operados por uma bateria recarregável de 12 volts, com vida de 500 horas, e funcionamento de 5,5 horas durante as recargas. Contudo, os tubos pequenos são totalmente inadequados para uma visão normal na sala de aula.

Fontes de energia. Muitas regiões dos países em desenvolvimento não recebem energia elétrica de fontes principais; para essas comunidades, devem ser encontradas fontes energéticas alternativas, no caso de se utilizar televisores. Os rádios são mais facilmente adaptáveis ao funcionamento com baterias. Contudo, se houver disponibilidade de energia elétrica, é preferível ter receptores adaptáveis, já que o funcionamento com baterias tende a ser dispendioso e os rádios requerem poucos watts. Na Costa do Marfim, as baterias usadas para fornecer energia a um único televisor custam aproximadamente 500 dólares e têm duração de 2.000 horas; ou seja, cerca de 60 vezes mais dispendiosas do que a operação através de energia primária, constituindo, evidentemente, um método oneroso para operar os televisores.

Existem várias fontes de energia que podem ser consideradas para o atendimento às comunidades locais. Rao e Manjunath (1972) estudaram as células solares, geradores termoeletrônicos, células energéticas, geradores eólicos, geradores hidráulicos, geradores manuais, geradores acionados por tração animal, linhas de energia elétrica, geradores a motor e turbogeradores de ciclo fechado, numa análise de fontes energéticas para aldeias da Índia. Eliminam as três primeiras alternativas como impraticáveis, devido à falta de confiabilidade. Sua análise de custos concentra-se nas linhas de força, geradores a motor (gasolina, diesel e querosene) e turbogeradores a vapor.

Ayrom (1975) estudou as células químicas, solares, geradores termoeletrônicos, geradores eólicos, tur-

bogeradores a vapor e geradores a óleo diesel, para os locais de recepção no Irã. Ele concentrou sua análise nos turbogeradores a vapor e nos geradores a diesel, uma vez que as demais alternativas foram consideradas impraticáveis.

Uma importante consideração final é quanto à forma de armazenamento da energia gerada pela fonte. Carter (1975) descreve a utilização de baterias de automóveis para armazenamento, e calcula que 10 baterias inteiramente carregadas, a um custo de aproximadamente 1.000 dólares, poderiam liberar 65 quilowatts/hora de energia (suficientes para uma escola, durante o período de 4 a 5 dias). As baterias usadas para televisores, na Costa do Marfim, armazenam aproximadamente 100 quilowatts/hora, e custam 500 dólares. Entretanto, para carregar essas baterias, seria necessária a ocorrência de um vento de 20-25 milhas por hora, durante 30 horas, caso se usasse o moinho de vento Dunlite, de 2.500 watts, cujo preço está acima de 6.000 dólares.

Jamison, Klees e Wells (1976, pp. 117-123) apresentaram um resumo de custos e requisitos para os sistemas energéticos alternativos. As evidências examinadas sugerem que, para operar receptores de TV, a melhor escolha parece ser a de turbogeradores, nos casos em que são necessárias mais de 3 milhas de linhas elétricas (presumindo-se um custo de \$ 0,5 por quilowatt/hora, para a eletricidade fornecida por linhas de condução). Os turbogeradores têm vida mais longa e requerem menos manutenção do que os demais geradores alternativos. Uma vantagem adicional dos turbogeradores é que podem utilizar qualquer tipo de combustível liquefeito derivado do petróleo. A escolha ótima depende, é claro, dos níveis de energia máximos e médios requeridos; entretanto, os turbogeradores e a rede de energia elétrica parecem atraentes e superiores a outras alternativas energéticas ⁷.

E — Conclusão

O objetivo deste capítulo foi recapitular as evidências disponíveis com relação aos recursos necessários para a implementação de um sistema instrucional, pelo rádio ou televisão, e examinar os custos atuais desses recursos. Naturalmente, os preços e os custos variarão de forma substancial, de local para local, e de um para outro objetivo; não obstante, as informações apresentadas neste capítulo devem constituir uma diretriz adequada para o planejamento preliminar.

7. Weiss e Pak (1976), num estudo publicado subsequentemente à pesquisa de Jamison, Klees e Wells, examinaram o emprego de células fotovoltaicas para operar os receptores da TV educativa em locais distantes das fontes de energia primária. Embora os custos de capital fossem muito elevados, concluíram que tais células seriam menos dispendiosas que as baterias, e potencialmente de custo inferior ao dos geradores.

V — Conclusões

Esta monografia abordou, principalmente, a economia dos recursos alocados aos sistemas instrucionais pelos meios de comunicação em massa, chegando a várias e nítidas conclusões. Primeiro, no aspecto dos custos, as informações do capítulo II permite-nos concluir:

1. É realístico esperar que as despesas com o rádio instrucional oscilem entre 1 a 4 ou 5 centavos de dólar por estudante/hora. O ponto máximo dessa oscilação pode ser alcançado com um número muito diminuto de alunos (vários milhares); o limite inferior pode requerer várias centenas de milhares.
2. É realístico esperar que os custos da TV educativa oscilem de 5 a 15 centavos de dólar por estudante/hora, ou cerca de três a cinco vezes mais que o rádio instrucional, dependendo do número de alunos do sistema. O ponto mínimo desse limite pode ser alcançado apenas quando perto de um milhão de estudantes estiver utilizando o sistema, numa área geográfica razoavelmente compacta e onde já exista disponibilidade de energia primária.
3. Os sistemas de ensino à distância, com o emprego do rádio, livros didáticos e manuais, podem operar ao custo de 20 a 40 dólares anuais por estudante, resultando numa ponderável economia de despesas, em relação às formas tradicionais de ensino. Ainda há dúvidas quanto a essas estimativas de custos, sendo que o exame da economia do ensino à distância constitui uma prioridade para as pesquisas nesta área.

As conclusões acima referem-se a custos, e nesta monografia não abordei em detalhes as questões refe-

rentes à eficiência. Não obstante, dada a natureza das constatações sobre eficácia, mencionadas nos capítulos II e IV, os resultados relativos a custos têm implicações particularmente importantes para as linhas de ação. As conclusões para diretrizes são as seguintes:

4. Considerando que a televisão não parece funcionar melhor que o rádio, em muitos aspectos, e que seu custo e complexidade de implantação é muitas vezes superior, este veículo quase nunca deveria ser utilizado para o ensino, em países de baixa renda. As exceções a essa conclusão genérica podem ocorrer naqueles casos relativamente raros em que, por alguma razão, o custo marginal da TV é inferior, ou quando filmes são absolutamente essenciais para a instrução.
5. É possível aumentar o nível qualitativo do ensino, em sala de aula, aos níveis primário e secundário, de maneira relativamente não dispendiosa, com a utilização do rádio.
6. Os sistemas de ensino à distância podem contribuir para a redução de custos e aumentar o ingresso de alunos ao ensino secundário e superior; podem, além disso, constituir um instrumento que possibilite aos alunos concluir o curso primário, sem necessidade de abandonar o trabalho.

O tom relativamente otimista das conclusões 5 e 6 deve ser amenizado pelo lembrete de que a pesquisa existente tende a focalizar-se apenas no sucesso, e que os estudos sobre o rádio e o ensino à distância ainda se encontram nos primeiros estágios. Apesar disso, indicam o potencial da eficiência dos custos para a reforma educacional, através da utilização do rádio.

ANEXO A

Tópicos sobre custos e análise financeira da tecnologia educacional

Neste Anexo discutem-se vários aspectos metodológicos da análise de custos e estrutura financeira dos projetos educacionais; aqui, desdobra-se a breve menção dessas questões no capítulo III. Jamison e Klees (1975), e Jamison, Klees e Wells (1967) apresentam debates mais abrangentes sobre esses assuntos, em numerosos estudos de caso.

As duas primeiras partes deste Anexo abordam a metodologia para manipular a estrutura de custos, em função do tempo, e a utilização do sistema pelo estudante; a terceira trata dos problemas financeiros.

Fatores de tempo: anualização dos custos de capital

Duas variáveis são importantes na anualização das despesas com equipamento. A primeira é a vida útil do equipamento; se durar n anos, uma fração de seu custo (em média, igual a $1/n$), deve ser debitada anualmente. É um custo de depreciação.

A segunda variável, importante para a anualização dos custos de capital, é a taxa de desconto social. Essa taxa reflete um julgamento de valor, referente ao custo para a sociedade da retirada de recursos do consumo, agora, a fim de ocorrer maior consumo, posteriormente. É representada como taxa de juros porque, num sentido importante, o «custo» de capital constitui os juros que devem ser pagos para seu uso.

Uma forma de se obter uma aproximação para o valor adequado da taxa de desconto social consiste no exame do custo privado do capital. Se o país investiu 220 mil dólares em instalações radiofônicas, o capital assim comprometido não pode ser empregado de outro modo — por exemplo, não pode ser utilizado para construir uma fábrica de bicicleta ou uma usina de fertilizantes. Para ver a importância desse fato, suponhamos que a vida útil do equipamento radiofônico, no valor de 220 mil dólares, n , mencionado no capítulo III, seja de 10 anos e que o país, se quisesse, poderia alugar esse equipamento por 22.000 ao ano, ao invés de comprá-lo. Então, quer compre ou alugue, ultrapassado o período de 10 anos terá gasto 220.000 em equipamento. É óbvio, entretanto, que seria uma insensatez a compra, nessas circunstâncias, pela simples razão de que, se alugasse o equipamento, poderia investir 220.000 dólares num banco da Suíça (ou numa fábrica de fertilizantes) e receber juros (ou lucros provenientes da venda de fertilizantes). Está claro que, na maior parte do tempo, o país receberia juros somente sobre uma parte dos 220.000 dólares, caso estivesse pagando o aluguel com recursos procedentes dessa conta; apesar disso, se recebesse 7,5 por cento de juros, teria \$ 132.560 no banco, ao fim dos 10 anos.

Como este exemplo indicou, existe um custo (taxa de juros) envolvido em possuir um capital imobilizado num projeto, e esse custo é avaliado, até certo ponto, pela taxa potencial de retorno do capital aplicado em outro setor da economia¹. O montante desse custo depende, é claro, do volume de capital imobilizado; se o valor do capital num projeto está sendo depreciado, como deve ocorrer quando o período de vida do programa vai se extinguindo, o total do capital imobilizado decresce de ano para ano. Portanto, é inadequado, ao se anualizar os custos de capital, depreciar o valor do capital inicial por $1/n$ e adicionar um custo de capital equivalente à taxa de desconto social vezes

1. As questões envolvidas na determinação de um valor para a taxa social de desconto são realmente um tanto complexas e implicam em considerar o reinvestimento dos retornos, ao invés de seu consumo. A produtividade do capital numa economia constitui uma medida daquilo a que se deve renunciar para financiar um projeto; resta o problema de comparar os custos e lucros líquidos que ocorrem em diferentes fases do período. Das-Gupta, Sen e Marglin (1972, capítulos 13 e 14) recapitulam essas questões e argumentam, convincentemente, que a taxa de desconto destinada a produzir retornos líquidos em diferentes períodos de tempo reflete um julgamento de valor social. Argumentam, portanto, que o analista de programas deveria utilizar várias taxas de desconto social, a fim de apresentar claramente a sensibilidade dos resultados aos valores escolhidos.

o valor primeiro do capital². Deve-se levar em consideração as alterações no valor do capital, durante a vida do projeto.

Se levarmos esse valor mutável em consideração, dado um custo inicial, C , para um item de equipamento, sua vida útil, n , e taxa social de desconto, r , o custo do capital anualizado é fornecido por $a(r, n)C$, onde o fator de anualização, $a(r, n)$ é dado por

$$a(r, n) = \frac{[r(1+r)^n]}{[(1+r)^n - 1]}$$

A Tabela A.1 mostra $a(r, n)$ para diversos valores de r e n . Quando r é igual a zero, a equação acima é inaplicável; $a(r, n)$ simplesmente equivale a $1/n$. A derivação desta equação nos afastaria de nossos objetivos principais; o leitor interessado deve procurar uma descrição completa em Kemeny et al. (1962, capítulo VI). No caso da radiodifusão apresentado, consideramos um valor de C igual a 220 mil dólares e uma vida útil de 10 anos; se aplicarmos uma taxa social de desconto de 7,5 por cento, temos o seguinte:

$$\text{Custo anualizado} = \frac{[0,075(1,075)^{10}]}{[(1,075)^{10} - 1]} \times 220.000,$$

o que equivale a \$ 32.051 por ano.

É importante compreender que o emprego de uma taxa social de desconto, r , não constitui apenas uma sutileza teórica, mas assume uma diferença prática significante, em termos de avaliação dos custos reais de um projeto instrucional tecnológico. O procedimento diverso, ou seja, a utilização de uma taxa de juros igual a zero, significa que o planejador do projeto está indiferente, por exemplo, quanto ao fato de dispendir um milhão de dólares agora ou fazê-lo dez anos depois; esse tratamento pode reduzir seriamente

2. Infelizmente, este é o método empregado pelos economistas engajados nos estudos de caso (IIEP, 1967) do trabalho *New educational media in action* (Schramm, Coombs, Kahnert e Lyle, 1967). Em suas aproximações, superestimam o custo dos meios de comunicação, embora usem uma taxa de desconto tão baixa (cerca de 3 por cento) que o erro é parcialmente contrabalançado. Speagle (1972, p. 228) ao avaliar o custo da televisão instrucional em El Salvador, procede de maneira oposta e comete erros ainda mais graves, ao não incluir os custos de juros. Ele justifica o fato da seguinte forma: "... a inclusão de taxas de juros não teria feito muita diferença programática para a utilidade deste estudo, como instrumento para um plano de ação, embora abrisse uma Caixa de Pandora de argumentos teóricos, insinuações e acomodatamentos". Ao contrário do que Speagle afirma, a deficiência no trato dos custos de capital, de forma adequada, pode prejudicar seriamente a exposição dos custos de projetos de tecnologia instrucional, como será demonstrado mais adiante, neste Anexo. Apenas nesta base, as estimativas de custo feitas por Speagle ficaram entre 20 a 33 por cento mais baixas.

os custos de um projeto instrucional tecnológico e, assim, apresentá-lo de forma mais favorável numa comparação de custos com um sistema tradicional, uma vez que o primeiro tem maiores despesas de capital envolvidas do que o último.

TABELA A.1

VALORES DO FATOR DE ANUALIZAÇÃO $a(r, n)$

n	r = 0 %	r = 7,5 %	r = 15 %
1	1.000	1.000	1.000
2	.500	.557	.615
3	.333	.385	.438
4	.250	.299	.350
5	.200	.247	.298
6	.167	.213	.264
7	.143	.189	.240
8	.125	.171	.223
9	.111	.157	.210
10	.100	.146	.199
11	.091	.137	.191
12	.083	.129	.184
13	.077	.123	.179
14	.071	.118	.175
15	.067	.113	.171
20	.050	.098	.160
25	.040	.090	.155
50	.020	.077	.150

A fim de ilustrar até que ponto a inclusão de uma taxa de juros adequada exerce uma influência prática sobre os custos dos projetos, a Tabela A.2 apresenta o custo médio por estudante para os projetos analisados no capítulo III (baseado na função de custos anualizada, avaliada para o ano específico de cada caso), e informa em que grau tais custos são subestimados quando não se emprega qualquer taxa de desconto (ou seja, $r = 0$), situação em que o fator tempo mais adequado para os recursos deveria ser expresso por uma taxa de juros de 7,5 ou 15 por cento anuais. Verificamos que a subestimação da porcentagem varia de projeto para projeto; em média, não se utilizando taxa de juros, e r sendo igual a 7,5 por cento, os custos dos projetos, nesses casos, são subestimados em 10,3 por cento, ao passo que se a taxa de juros real chegar a 15 por cento, as despesas serão depreciadas em 19,1 por cento. Embora as diferenças nos totais, em dólares, possam parecer pequenas à primeira vista, deve-se recordar que os custos totais dos projetos serão minimizados na mesma porcentagem e, assim, uma pequena diferença percentual pode expressar a subestimação dos verdadeiros gastos do sistema, que podem chegar a centenas de milhares ou mesmo milhões de dólares, dependendo do grau de sua utilização pelo estudante.

Se os custos de capital sofrerem uma correção anual, na forma aqui sugerida, torna-se possível computar os valores anualizados de F e V para a função de custos totais do capítulo III (ou calcular os parâ-

TABELA A.2

GRAU DE SUBESTIMAÇÃO DE CUSTOS, DEVIDO A NÃO UTILIZAÇÃO DA TAXA DE JUROS ADEQUADA NA ANÁLISE DE PROJETOS INSTRUCIONAIS TECNOLÓGICOS EM FASE DE IMPLANTAÇÃO

Projeto instrucional tecnológico	Custo médio por estudante (em dólares de 1972) com $r =$			Subestimação de custos (%) quando se usa $r=0$, e o certo é $r =$	
	0 %	7,5 %	15 %	7,5 %	15 %
Radiofônico					
Nicarágua	3,65	3,86	4,07	5,4	10,3
Rádiorprimaria	12,63	13,12	13,72	3,8	8,0
Tarahumara	35,94	42,20	49,34	14,8	27,2
Tailândia	0,29	0,35	0,41	17,1	29,3
Televisado					
El Salvador	19,72	24,35	29,37	19,0	32,9
Hagerstown	51,54	54,23	57,78	5,0	10,8
Coréia	2,76	3,22	3,74	14,3	26,2
Telesecundaria	23,02	24,27	25,74	5,2	10,6

Fonte: Jamison, Klees e Wells (1976, p. 19).

metros de uma função de custos mais complicada). Se a avaliação dos parâmetros é tudo o que se deseja — e isso, na verdade, é muito do que se precisa saber — não há necessidade de qualquer trabalho teórico adicional. Entretanto, caso se queira computar, digamos, um custo médio, precisa-se também de um valor para N , o número de estudantes que utilizam o sistema. Não apenas a incidência dos custos variará com o tempo, mas também N ; mais especificamente, ao contrário do que ocorre com custos, N tende a ser menor no início, e maior posteriormente. Nosso objetivo, a seguir, consiste em analisar os efeitos, sobre os custos unitários, originados pelo exame da estrutura do tempo de utilização.

Fatores de tempo: utilização do sistema pelo estudante

Meu propósito, nesta seção, é o de desenvolver um método para expor os custos unitários de um investimento educacional, que aborde explicitamente a estrutura do tempo de utilização, assim como de gastos, o qual possibilite a análise de custos a partir de várias perspectivas de tempo. A questão da perspectiva de tempo é importante. Antes de empreender um projeto, o Ministro da Educação defronta-se com os substanciais custos de investimentos necessários para aquisição de equipamento, desenvolvimento dos programas e início das operações; três ou quatro anos mais tarde esses gastos terão sido assumidos e o panorama de custos que o Ministro enfrenta é deveras diferente. Os custos de capital iniciais estão comprometidos e, com exceção do valor potencial (escasso) de revenda do equipamento, nada existe a ser recuperado com a desistência do projeto³. É desejável, então, um método para o desdobramento dos custos, a partir da perspectiva do planejador e antes do comprometimento do projeto, com projeções para um ou dois anos de atividades.

É desejável, também, que o responsável pelas decisões considere várias possibilidades futuras. Quais teriam sido os custos médios, se o projeto fosse abandonado após três anos? Ou se prosseguisse durante quinze anos? Isso indica a utilidade de se examinar os custos médios⁴, considerados a partir do

ano i do projeto e com projeções até o ano j . Designarei os «custos médios de i a j » pelo símbolo CM_{ij} , definindo-o como a expressão que indica os gastos totais do projeto entre os anos i e j , divididos pela utilização do projeto por parte da clientela (número de estudantes), sendo ambos, custos e utilização, depreciados para o ano i pela taxa social de desconto, r ⁵. Seja C_i igual ao montante gasto no projeto durante o ano i , incluídos os custos fixos e variáveis, de capital e periódicos. Seja N_i o número total de estudantes servidos pelo projeto, no ano i . Então, CM_{ij} é dado por⁶:

$$CM_{ij} = \frac{\sum_{k=i}^j C_k / (1+r)^{k-i}}{\sum_{k=i}^j N_k / (1+r)^{k-i}}$$

O planejador, no início de i , não pode de forma alguma influir nos custos ou utilização do sistema pelo estudante antes do período i ; portanto, os custos e lucros verificados até aquele período são irrelevantes para sua decisão e não incorporados em CM_{ij} . O que CM_{ij} revela é o custo por estudante com a continuação do projeto durante o ano j , na suposição de que j será o ano final do programa. Examinando o comportamento de CM_{ij} , na medida da variação de j , o planejador pode saber por quanto tempo o projeto deve prosseguir a fim de provocar a queda dos custos unitários a um ponto que torne compensadora sua continuação. Ao considerar se o projeto deve ou não ser

3. Pode ser recomendável o abandono do projeto — se, para ser específico, os custos ainda a serem contraídos excederem os lucros procedentes da continuação.

4. Pode-se considerar também os custos totais e marginais; em minha abordagem, aqui, focalizo os custos médios porque acredito que possam favorecer a intuição do planejador, antes do comprometimento do projeto. As decisões sobre ampliação do programa deveriam, logicamente, basear-se nos custos marginais. O conceito CM aqui desenvolvido está baseado implicitamente no conceito de uma função de custos totais vetorial, onde a variável dependente é um vetor que apresenta o custo total em cada período de tempo. As variáveis independentes, também, tornam-se vetores em potencial, assumindo valores diversos em diferentes períodos de tempo.

5. A explicação do conceito de valor atual dos custos pode ajudar na compreensão do que se segue. Suponhamos que um débito de 4.000 dólares deva ser liquidado 8 anos a partir de agora. O valor atual daquele custo representa o montante que deve ser investido agora, para percepção de juros, visando o pagamento dos 4.000 dólares em 8 anos. Se a taxa de juros for de 6 por cento e investirmos um total x agora, em 8 anos teremos $x(1.06)^8 = \$4.000$, ou $x = \$4.000/1.06^8$. x é o valor atual de \$4.000, 8 anos depois, sendo a taxa de juros equivalente a 6 por cento; seu valor numérico é \$2.509,65. O numerador da equação para CM_{ij} é o valor atual (considerado a partir da perspectiva do ano i como o «atual») de todos os débitos contraídos entre os anos i e j . O denominador é o valor atual da utilização do sistema pelo estudante.

6. Deve-se notar que o potencial para o uso do conceito CM_{ij} é muito maior do que seria indicado pela definição restrita apresentada aqui, com enfoque no custo médio por estudante. Por exemplo, na avaliação de um projeto instrucional tecnológico, seria muito proveitoso considerar a utilização do sistema em termos de estudante/hora, e o denominador poderia ser redefinido como tal. De forma mais geral, o denominador seria definido em termos de qualquer serviço ou produto de qualquer processo de produção, e não precisa ser aplicado apenas à avaliação educacional. Levin (1974) também recomenda o emprego mais generalizado daquilo que é, essencialmente, o conceito CM_{ij} .

realizado, deveria deixar $i = 1$; ou seja, computar CM_{ij} para os vários valores de j . Nessas considerações, deveria basear suas decisões no valor de CM_{ij} calculado para j , correspondente ao fim do projeto, sua projeção para o futuro já foi englobada. Na situação real, contudo, existe a possibilidade de que o projeto termine antes do fim previsto e, assim, é proveitoso verificar o número de anos que CM_{ij} leva para cair até um valor razoável, e quantos anos mais antes de estabilizar-se num nível assintótico. Projeções como estas, naturalmente, têm por base custos planejados e índices de utilização do sistema.

Neste ponto, pode ser útil apresentar um breve exemplo para ilustrar os conceitos: Jamison, Klees e Wells (1967) aplicaram este método de análise aos dados de custos de vários projetos de tecnologia instrucional. Este exemplo supõe um projeto com duração de 6 anos. No ano 1, há um investimento de \$ 1.000 e nenhum estudante utiliza o sistema. Do ano 2 ao 6, assumem-se custos de \$ 250 por ano e 50 estudantes por ano usam o sistema. A Tabela A.3 mostra C_i e N_i para cada um dos 6 anos do projeto, e a Tabela A.4 apresenta CM_{ij} , admitindo-se que a taxa social de desconto seja de 7,5 por cento.

Farei alguns comentários sobre os valores de CM_{ij} apresentados na Tabela A.4. Primeiro, não há números no lado inferior esquerdo; isto é natural, porque a projeção (j) deve estar tão distanciada, no futuro, quanto o período (i) a partir do qual é considerada. Segundo, para valores de i maiores ou iguais a 2, CM_{ij} é uniformemente igual a \$ 5,00 (= \$ 250/50). Isto deve-se ao fato de que apenas os custos de capital são contraídos no período 1, e, do período 2 para cima, os custos futuros e índices de utilização são depreciados para o presente na mesma proporção. (É natural, uma vez que o custo de capital foi assumido, que o planejador considere o custo unitário a \$ 5,00, a partir daquela data.) Terceiro, CM_{ij} é infinito; devido ao fato de que os custos foram assumidos e nenhum estudante utilizou-se do sistema, o custo unitário torna-se indefinidamente maior. Quarto, neste exemplo, os números interessantes estão na primeira

TABELA A.3

EXEMPLO DE CUSTOS E UTILIZAÇÃO DO SISTEMA

Ano i	C_i (em dólares)	N_i
1	1.000	0
2	250	50
3	250	50
4	250	50
5	250	50
6	250	50

TABELA A.4

EXEMPLO DE VALORES DE CM_{ij}

Ano i	Ano de projeção j					
	1	2	3	4	5	6
1	—	26,46	16,14	12,69	10,97	9,95
2		5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
3			5,00	5,00	5,00	5,00
4				5,00	5,00	5,00
5					5,00	5,00
6						5,00

linha. A medida em que o tempo avança, no futuro, os custos unitários são distribuídos sobre mais estudantes, reduzindo CM_{ij} ; se o projeto tivesse um longo período de duração, CM_{ij} chegaria cada vez mais perto de \$ 5,00, na proporção do aumento de j . CM_{ij} mostra o comportamento do custo médio do projeto, antes de sua implantação, e o valor de CM_{ij} (para j , próximo ao valor de duração do projeto) deveria ser importante na determinação de como proceder.

A estimativa de CM_{ij} , assim como o cálculo do custo médio por estudante, baseado numa função de custos anualizada, também é muito sensível à taxa social de desconto escolhida. Na verdade, a não consideração do tempo de preferência social (ou seja, utilizando-se uma taxa de desconto social zero), geralmente reduz a medida de CM_{ij} num montante até mesmo superior àquele indicado para o cálculo do custo médio anualizado para o ano específico que discutimos. O conceito CM_{ij} é um resumo de avaliação de custos mais significativos do que aquele resultante do cálculo do custo médio por aluno, dado por uma função de custos anualizada, baseada na utilização do sistema pelo estudante em determinado ano. O último número simplesmente fornece uma fotografia instantânea da eficiência do projeto (no sentido de custos), em um período do tempo, enquanto a medida CM_{ij} capta a história e os planos do projeto em consideração. Com efeito, uma cifra de custo médio por estudante constitui uma razão custo/eficiência muito grosseira, que indica ao analista o custo dos recursos necessários para proporcionar a um indivíduo um ano de ensino (de determinada qualidade); seria recomendável avaliar esse aspecto particular do custo/eficiência de um projeto durante seu período de duração e não para determinado ano.

Deve-se notar que, na ausência de cotações exatas, não há razão plausível para se escolher a mesma taxa de juros para depreciar custos e estudantes. É perfeitamente possível que a taxa de preferência de tempo, relativa aos estudantes que recebem instrução, e aquela associada ao investimento de recursos possam ser diferentes, embora, na ausência de uma noção espe-

cífica da natureza dessa diferença, a mesma taxa deva ser aplicada aos recursos e estudantes, na análise de custos da tecnologia instrucional.

Problemas financeiros

Uma questão conceitualmente diversa daquela do nível agregado dos recursos de um projeto, e suas finalidades, refletidos nas funções de custos, é aquela de quem custeia as despesas. Esse é o problema financeiro do projeto. Para projetos educacionais importantes, as seguintes e amplas categorias indicam as fontes de recursos mais potenciais: agências doadoras internacionais, multilaterais e bilaterais; governo federal; municípios e comunidades; estudantes e suas famílias.

O conhecimento das fontes de custeio de projetos em fase de implantação e o planejamento financeiro cuidadoso para futuros projetos são importantes em virtude de pelo menos três razões. Primeiro, os projetos devem cobrir seus custos; é fundamental a identificação dos projetos economicamente viáveis. Segundo, a estrutura de financiamento afetará o desenvolvimento e finalidades do projeto, devido a seus efeitos estimuladores. Se, por exemplo, uma agência internacional de ajuda financiar apenas equipamento, os administradores locais do projeto poderão ser fortemente incentivados a traçar um programa mais orientado nesse sentido do que seria recomendável, tendo em vista os preços correntes de equipamentos. Ou, para apresentar um segundo exemplo, se o governo central exigir que as comunidades locais ou os alunos arquem com grande parte dos custos (em dinheiro ou mercadorias), os planejadores podem esperar que a utilização do sistema seja menor do que se houvesse mais subvenção por parte do governo. Os estímulos podem aparecer e, possivelmente, de forma acentuada. Finalmente, a estrutura financeira tem importantes implicações nos efeitos distributivos de um projeto. O impacto distributivo global do projeto será determinado pela resposta a duas questões: a quem beneficia? Quem paga? O estudo do sistema financeiro pode fornecer uma resposta para a segunda dessas questões.

Ao que eu saiba, raramente procedeu-se a uma avaliação das fontes de financiamento disponíveis e do impacto motivacional e distributivo dos projetos educacionais. Um número maior de pesquisas nesse sentido tem alta prioridade, à luz do crescente interesse por parte de vários governos e organizações creditícias, por exemplo, o Banco Mundial e a Agência para o Desenvolvimento Internacional, pelas questões distributivas. Devido à sua importância, contudo, seguem-se várias observações conjecturais sobre questões financeiras:

1. As condições típicas para o reembolso de empréstimos de uma agência internacional de crédito trazem consigo um substancial elemento de doação. Por componente de doação entendo a diferença entre o valor do empréstimo recebido e o valor do fluxo de pagamentos necessários para saldá-lo⁷.

A fim de se calcular o valor donativo de um empréstimo é preciso avaliar o fluxo de pagamentos. Isso requer conhecimento preciso das condições do empréstimo, e do fator anual de depreciação empregado para converter as restituições futuras em seu valor «presente», de forma a que os reembolsos possam ser comparados com o empréstimo. Esse fator de depreciação anual é a soma de dois componentes — a taxa inflacionária da moeda em que o crédito deve ser reembolsado e a taxa de desconto social do país receptor. A taxa inflacionária da moeda de restituição é claramente importante; quanto mais rápida a inflação da moeda, mais baixo o valor real dos futuros pagamentos. É exatamente igual à amortização de uma hipoteca, por um proprietário; as prestações são fixadas, digamos, em dólares, e se o dólar estiver inflacionando, o valor real dos pagamentos decresce e, portanto, o proprietário é beneficiado. A taxa social de desconto de um país representa um conceito de planejamento que permite a comparação de recursos (ajustados à inflação) do presente com recursos do futuro. A maioria das pessoas (e países) tem taxas de depreciação social positivas; ou seja, preferem os recursos agora, e não no futuro. Para um país com taxa social de desconto de 10 por cento, não haveria diferença entre ter \$ 1.000.000 ou \$ 1.100.000 um ano mais tarde, presumindo-se que não haja inflação. A fim de calcular o componente de doação de um empréstimo, deve-se utilizar um fator depreciativo de pelo menos 8 por cento, visando expressar uma taxa inflacionária mínima para moedas estáveis; os valores típicos das taxas de desconto social podem levar o fator de depreciação ao nível de 15 por cento ou mais.

A Tabela A.5 mostra de que forma o componente de doação de um empréstimo varia, conforme o valor anual de depreciação para créditos, nas condições normalmente estabelecidas pela Agência Internacional para o Desenvolvimento. A nota de rodapé nº 1 da Tabela apresenta esses termos. Com um fator depreciativo mínimo, de 7,5 por cento (refletindo apenas a inflação e, possivelmente, numa estimativa baixa), a Tabela A.5 indica que o componente de doação de um empréstimo da AID é de 57 por cento; se o fator depreciativo equivale a 15 por cento, o componente chega a 82 por cento. Apresentado de outra forma, se o fator depreciativo for de 15 por cento, não haveria diferença para o país receptor entre a concessão

7. Desprezei, neste debate, a perda de poder aquisitivo que pode resultar no fato de um empréstimo ficar vinculado a compras no país que concede o crédito.

TABELA A.5

CÁLCULO DO COMPONENTE DE DOAÇÃO DOS EMPRÉSTIMOS DA AID, EM MOEDA ESTÁVEL¹

Fator de depreciação anual ² (\$)	A Valor atual do pagamento de juros ³ (\$)	B Valor atual das amortizações do empréstimo ⁴ (\$)	C (= A + B) Valor atual de todos os pagamentos (\$)	Percentual da doação ⁵
5	156	480	636	36
7,5	139	291	430	57
10	125	184	309	69
12,5	112	121	233	77
15	102	82	184	82
17,5	93	57	150	85
20	85	41	126	87

- Os números das colunas A, B e C representam os valores atuais de pagamentos futuros por um empréstimo de \$1.000 a um país receptor. O esquema padrão de amortizações, da AID, é o seguinte: (i) durante os primeiros 10 anos após recepção do empréstimo, o país devedor recolhe os juros contabilizados semestralmente; a taxa de juros é de 2 por cento ao ano; (ii) a amortização do empréstimo tem início após 10 anos, e a taxa de juros incidente sobre o mesmo eleva-se a 3 por cento; o esquema de pagamentos prevê reembolsos semestrais iguais, durante um período de 30 anos.
- Para se calcular o componente de doação de um empréstimo, é necessário um fator de depreciação para as amortizações futuras. Esse fator de depreciação é a soma de dois itens — a provável taxa de inflação do dólar e a taxa de desconto social real do país receptor. A fim de simplificar os cálculos, e devido à falta de dados alternativos, adotamos um fator de depreciação constante.
- Os números desta coluna representam os valores atuais dos juros a serem pagos durante o período de dez anos, anterior ao início do pagamento do empréstimo, e considerando-se o valor inicial do crédito em \$1.000.
- As cifras desta coluna expressam os valores atuais do fluxo de pagamentos do empréstimo, em 30 anos, o qual inicia-se 10 anos após a concessão do crédito, e admitindo-se que o valor inicial do empréstimo seja de \$1.000.
- Esta coluna indica a porcentagem de um empréstimo que, na verdade, é uma doação; equivale a 1.000, menos o valor da coluna C dividido por 1.000 e expresso como porcentagem. O componente de doação atinge uma elevada fração do empréstimo, à medida que as amortizações futuras são mais intensamente depreciadas.

Fonte: Jamison, Klees e Wells (1976).

de um empréstimo nos termos da AID ou uma doação total cujo valor chegasse a 82 por cento do valor do empréstimo.

O componente da doação desses créditos internacionais para o desenvolvimento, da AID e de outros organismos semelhantes, portanto, é bastante elevado; exatamente até que ponto, fica na dependência da taxa inflacionária (incerta) da moeda de pagamento, e da taxa social de desconto do país.

2. Uma segunda observação sobre finanças é que os padrões existentes de financiamento para os projetos educacionais freqüentemente podem provocar uma tendência à concentração de capitais. Se os empréstimos e doações estão vinculados à compra de equipamentos ou a construções de grande vulto, então, do ponto de vista do planejador local, esses itens têm pouca procura. Tenderá a considerá-los como relativamente desprovidos de valor, em contraste, por exemplo, com as despesas do pessoal de estúdio, cujos salários devem provir de um orçamento regional. Em-

bora isso possa ser racional, de uma perspectiva local, pode levar a uma destinação imprópria dos recursos. Tenho conhecimento de um precedente, em que novas instalações de estúdio foram construídas com recursos internacionais, embora já existissem estúdios perfeitamente adequados. Há numerosos casos de estúdios equipados para programas de TV educativa de forma mais apurada do que seria necessário. Como outro exemplo, espero que a ênfase excessiva favorável à TV, em comparação com os resultados apresentados pela radiodifusão, provenha parcialmente da agência financiadora, inclinada a financiar os substanciais custos de capital da TV.

Na terminologia do capítulo anterior, a maior parte dos financiamentos para a tecnologia instrucional está restrita aos custos de capital, particularmente custos fixos de capital. (Alguns recursos são destinados a custos de capital variáveis, tais como aparelhos de recepção.) Deveriam ser mais utilizados os mecanismos que permitissem às finanças internacionais proporcionar maior cobertura aos custos periódicos e va-

riáveis⁸; uma vez que tais mecanismos estão disponíveis, as agências de empréstimos deveriam considerar francamente a questão quanto a se e como controlar melhor a utilização dos fundos de empréstimos e doações.

3. Uma terceira questão, relativa aos aspectos financeiros dos projetos instrucionais tecnológicos, é que afirma-se freqüentemente que esses programas produzem efeitos redistributivos importantes e benéficos. Essas afirmações têm como base, em primeiro lugar, o fato de que, para determinado nível de despesas, as tecnologias podem propiciar um ensino relativamente melhor nas áreas rurais (e nos locais mais pobres das áreas urbanas); e, em segundo, que a incidência de custos sobre as aproximações tecnológicas ao ensino é mais gradual do que para as abordagens tradicionais. Acreditamos que tais afirmações provavelmente são corretas para a maioria, mas não todos, dos projetos existentes, e que, mediante uma planificação adequada, o potencial redistributivo resultante

do investimento nas tecnologias instrucionais poderia ser ampliado. Enfatizamos, contudo, que praticamente inexistem dados sobre essa questão de crescente importância⁹.

As três questões anteriores, sobre a natureza e impacto dos mecanismos de financiamento sobre os sistemas instrucionais tecnológicos, indicam claramente a necessidade de mais pesquisas. Embora seja desejável conhecer mais acerca do impacto pedagógico e de custos dos sistemas tecnológicos instrucionais, existem dados valiosos a esse respeito, e que já foram analisados. O mesmo não ocorre com as finanças. Quase não temos informações empíricas sobre o impacto distributivo dos sistemas tecnológicos instrucionais existentes; sobre o grau em que a subvenção diferencial aos componentes do sistema distorce os incentivos; sobre como estruturas financeiras diversificadas afetam (afetariam) a procura e utilização dos sistemas. Até mesmo trabalhos limitados de pesquisa proporcionariam informações valiosas.

ANEXO B

CUSTO DE OPORTUNIDADE DO ENSINO ATRAVÉS DOS MEIOS DE COMUNICAÇÃO

Uma noção de custo ligeiramente diversa, porém relacionada, daquela apresentada no capítulo II, é a do **custo de oportunidade**. O custo de oportunidade de uma escolha, dentre um limitado conjunto de alternativas, é o valor para quem escolhe (ou para a sociedade) daquilo que rejeitou, a fim de escolher o que decidiu. Numa economia de mercado competitiva, o preço de bens ou serviços constitui uma medida do custo de oportunidade, pois o preço daquele item tanto reflete aquilo a que o consumidor do artigo renuncia, já que o dinheiro alocado para aquele item poderia ter sido gasto de outra forma, quando exprime o custo, para a economia, da utilização de seus recursos para a fabricação do produto, recursos que poderiam ser produtivos em outros empreendimentos.

É proveitoso, com freqüência, numa situação de escolha obrigatória, avaliar o custo de oportunidade de uma atividade em termos não monetários, determinado pela atividade ou recursos de que se abre mão através de uma escolha específica. Por exemplo, se o superintendente diz ao diretor que ele pode ter dois novos professores ou um laboratório de ciências, e este escolhe os professores, o custo de oportunidade dos professores, para ele, foi o laboratório de ciências.

8. Um empréstimo da AID para o projeto de ensino primário e médio do Instituto Coreano de Desenvolvimento Educacional constitui um exemplo de tal mecanismo. Os coreanos desejavam colocar os recursos em um banco, e utilizar os juros recebidos para o financiamento das despesas periódicas. A AID consentiu, embora aparentemente com algumas objeções por parte de seus auditores.

Este Anexo analisa sucintamente os métodos de exame dessas relações, originárias das opções no sistema instrucional tecnológico.

Se uma despesa por estudante de um sistema escolar for limitada por um orçamento fixo, então o fato de se ter mais de qualquer coisa implica em que deve haver menos de outras. Por esse motivo, pode ser útil para quem toma decisões saber explicitamente o que são esses custos de oportunidade para certas importantes classes de alternativas. Uma vez que a maior categoria de gastos para as escolas é, atualmente, a remuneração de professores, examinaremos o custo de oportunidade da introdução de algo novo (por exemplo, rádio ou televisão instrucional), supondo que seu custo de oportunidade seja inferior ao do trabalho do professor. Seja *P* a razão aluno/professor (necessariamente não é o mesmo que tamanho da classe; depende, também, da quantidade de tempo que estudantes e professores gastam na escola) antes da introdução da tecnologia, e *S* a remuneração anual do professor. Seja *M* igual ao custo médio anual

9. Klees (1975, capítulo VI) examina o impacto que a Telesecundaria Mexicana atingiu sobre a desigualdade de tratamento, a partir de várias perspectivas. Sua conclusão mais importante, do ponto de vista do programa de ação, é de que, devido a seu custo inferior ao ensino tradicional, a Telesecundaria seria mais atuante no sentido da redução das desigualdades. Entretanto, deve-se observar, também, que o financiamento à Telesecundaria, como foi debatido em Klees (1975), parece ter sido menos igualitário do que aquele destinado aos sistemas tradicionais de ensino do México.

da tecnologia e T o aumento do tamanho da classe, necessário para tornar o custo instrucional pós-tecnológico por estudante igual a R vezes os custos pré-tecnológicos de S/P. Desprezando-se a influência secundária de mudanças de P sobre M, o custo pós-tecnológico educacional equivale a

$[S + M(P + T)]$, e o seguinte deve ser mantido:

$$\frac{S}{P} = \frac{R[S + M(P + T)]}{(A + T)}$$

Para encontrar o aumento na razão professor/aluno, necessário para custear a introdução da tecnologia, a equação acima é resolvida pelo resultado de T:

$$T = \frac{[PS(1 - R) + MP^2R]}{[S - MPR]}$$

T representa, então, o custo de oportunidade referente à instituição de uma tecnologia, em termos do aumento da razão professor/aluno. Na suposição de que os gastos por estudante permaneçam inalterados, ou seja, $R = 1$, a Tabela A.6 mostra valores de T para diversos valores de M e S, e para os valores de P iguais a 25 e 40. Se, por exemplo, $P = 25$, $S = \$1.500$, $M = \$9,00$, e $R = 1$, a Tabela A.6 mostra que $T = 4,41$, ou seja, a razão professor/aluno, após a introdução da tecnologia, equivale a 29,41. Enquanto a fórmula acima foi desenvolvida para expressar o custo de oportunidade relativo ao estabelecimento de uma tecnologia, em termos da razão professor/aluno,

fórmulas semelhantes poderiam ser elaboradas para outros pares de expressões. Todas essas fórmulas representariam, essencialmente, métodos para avaliar analiticamente as operações, no contexto de um orçamento fixo e limitado.

TABELA A.6

AUMENTO DA RAZÃO PROFESSOR/ALUNO, NECESSÁRIO PARA FINANCIAR A TECNOLOGIA

P ²	M	S = salário anual do professor			
		\$ 750	\$ 1500	\$ 2250	\$ 3000
25	\$ 1,80	1,60	0,77	0,51	0,38
	\$ 4,50	4,41	2,03	1,32	0,97
	\$ 9,00	10,71	4,41	2,78	2,03
	\$ 18,00	37,50	10,71	6,25	4,41
40	\$ 1,80	4,25	2,02	1,32	0,98
	\$ 4,50	12,63	5,45	3,48	2,55
	\$ 9,00	36,92	12,63	7,62	5,45
	\$ 18,00		36,92	15,24	12,63

1. Esta tabela apresenta o aumento médio da razão professor/aluno, necessário para que o custo do ensino, por estudante (despesas com professores mais custo da tecnologia), permaneça inalterado depois que uma tecnologia custando M dólares por estudante, por ano, for introduzida no sistema. Os valores de M dados representam gastos diários por aluno, de \$0,1, \$0,25, \$0,05 e \$,10, se o ano letivo tiver 180 dias.

2. P é o valor da razão professor/aluno, antes da introdução da tecnologia.

Fonte: Jamison e Klees, 1975.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASCEND. **Advanced system for communications and education in national development.** Stanford University, School of engineering, 1967.
- AYROM, M.T. «Autonomous electrical power sources for isolated tele-communications stations». National Iranian Radio and Television, Stanford University, June 1975 (mimeo).
- BAUMOL, W. «Macroeconomics of unbalanced growth: the anatomy of urban crisis». *American economic review*, 1967, 57:415-426.
- BOURRET, P. «Television in rural areas: a low-cost alternative». In: R. Arnove (ed.), **Educational television: a policy guide and critique for developing countries.** Stanford University, School of Education, 1973.
- BUTMAN, R.C. **Satellite television for India: techno-economic factors.** Cambridge, Mass.: Massachusetts Institute of Technology, 1972.
- BUTMAN, R.C.; RATHJENS, G.W. & WARREN, C. **Techno-economic considerations in public service broadcast communications for developing countries.** Academy for Educational Development, Report Number Nine, 1973.
- CARNOY, M. «The economic costs and returns to educational television». *Economic development and cultural change*, 1975, 23(2):207-248.
- CARNOY, M. & LEVIN, H.M. Evaluation of educational media: some issues». *Instructional science*, 1975, 4, 385-406.
- CARTER, J. «Using wind as energy. California Living». *San Francisco chronicle*, June 15, 1975.
- CHU, G.C. & SCHRAMM, W. **Learning from television: what the research says.** Washington, D.C., National Association of Educational Broadcasters, 1967.
- CONSUMER REPORTS. «FM/AM portable radios». *Consumer reports*, July, 1975, 436-439.
- COOMBS, P. **The world educational crisis: a system analysis.** New York, London and Toronto: Oxford University Press, 1968.
- COOMBS, P.H. & HALLAK, J. **Managing educational costs.** New York and London: Oxford University Press, 1972.
- DASGUPTA, P.; SEN, A. & MARGLIN. **Guidelines for project evaluation.** UNIDO Project Formulation and Evaluation Series, N° 2, New York, United Nations, 1972.
- GENERAL LEARNING CORPORATION. **Cost study of educational media systems and their equipment components.** Vols. I and II. Washington, D.C., ERIC Clearinghouse, Document ED 024 286, 1968.
- JAMISON, D. «Radio education and student repetition in Nicaragua». Washington, D.C., The World Bank, May 1977 (mimeo).
- JAMISON, D. and KIM, Y.T. «The cost of instructional radio and television in Korea». In: A. Bates (ed.), **Evaluating educational television and radio.** Milton Keynes, England: The Open University Press, 1977.
- JAMISON, D. & KLEES, S. «The cost of instructional radio and television for developing countries». *Instructional science*, 1975, 4:333-384.
- JAMISON, D. & McANANY, E. **Radio for education and development.** Beverly Hills and London: Sage Publications (no prelo).
- JAMISON, D.; KLEES, S. & WELLS, S. **Cost analysis for educational planning and evaluation: methodology and application to instructional technology.** Washington, D.C.: U.S. Agency for International Development, 1976.
- JAMISON, D.; SUPPES, P. and WELLS, S. «The effectiveness of alternative instructional media: a survey». *Review of educational research*, 1974, 44, 1-67.
- JAMISON, M. & BETT, S. **Satellite educational system costs.** Washington, D.C.: Office of Telecommunications Policy, 1973.
- JANKY, J.M.; POTTER, J.G. & LUSIGNAN, B.B. **System alternatives for the Public Service Satellite Consortium (sem data).**
- KEMENY, J.G.; SCHLEIFER, A. Jr.; SNELL, J.L. & THOMPSON, G.L. **Finite mathematics with business applications.** Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1962.
- KLEES, S. **Instructional technology and its relationship to quality and equality in education in a developing nation: a case study of instructional television in Mexico.** (Tese de doutoramento não publicada, Stanford University, 1974), Princeton, N.J.: Educational Testing Service, 1975.
- KRIVAL, A. **Project report: radio/correspondence education project n° 615-11-650-129, USAID/UWEX,** Madison, Wis., University of Wisconsin, 1970.
- LEVIN, H.M. «Cost-effectiveness analysis in evaluation research». In: M. Guttenberg (ed.), **Handbook of evaluation research.** Beverly Hills, Calif., Sage Publications, Inc., 1974.
- LUMSDEN, K. and RITCHIE, C. «The open university: a survey and economic analysis». *Instructional science*, 1975, 4.
- MACKENZIE, N.; POSTGATE, R. and SCUPHAM, J. **Open Learning.** Paris, The Unesco Press, 1975.
- MAYO, J.; HORNICK, R. & McANANY, E. **Educational reform with television: the El Salvador experience.** Stanford, California, Stanford University Press, 1976.
- MAYO, J.; McANANY, E. & KLEES, S. «The Mexican Secundaria: a cost-effectiveness analysis». *Instructional Science*, 1975, 4.
- NATIONAL INSTRUCTIONAL TELEVISION CENTER. **Guidebook: Television instruction.** Bloomington, Indiana, National Instructional Television, 1974.
- OLIVEIRA, J. «ETV Maranhão». In: A. Bates (ed.), **Evaluating educational television and radio.** Milton Keynes, England, the Open University Press, 1977.
- RAO, B.S. & MANJUNATH, A.S. «Primary power sources for community television receivers». In: B.S. Rao et al. (eds.), **Satellite instructional television systems: a compendium of monographs.** Papers presented at the U.N. Panel Meetings at Ahmedabad, India, dec. 1972.

- SCHRAMM, W. «What the research says». In: W. Schramm (ed.), **Quality in instructional television**. Honolulu, Hawaii, the University Press of Hawaii, 1972, pp. 44-79.
- SCHRAMM, W. **Big media, little media**. Beverly Hills and London: Sage Publications, 1977.
- SCHRAMM, W.; COOMBS, P.H.; KAHNERT, F. & LYLE, J. **New educational media in action: case studies for planners**. (Vols. I, II, and III), Paris, Unesco, International Institute for Educational Planning, 1967.
- SCHRAMM, W.; COOMBS, P.H.; KAHNERT, F. & LYLE, J. **The new media: memo to educational planners**. Paris, Unesco, International Institute for Educational Planning, 1967.
- SEARLE, B.; FRIEND, J. & SUPPES, P. **The radio mathematics project: Nicaragua, 1974-1975**. Stanford, California, Institute for Mathematical Studies in Social Sciences, 1976.
- SOVEREING, M.G. **Costs of educational media systems**. Eric Clearinghouse on Educational Media and Technology, Stanford University, 1969.
- SPAIN, P. **A report on the system of radioprimary in the State of San Luis Potosi, Mexico**. Stanford University, Institute for Communication Research, 1973.
- SPAIN, P.; JAMISON, D. & McANANY, E. **Radio for education and development: case studies** (volumes I and II). Washington, D. C., Education Department of the World Bank, 1977.
- SPEAGLE, R.E. **Educational reform and instructional television in El Salvador: costs, benefits, and payoffs**. Washington, D.C., Academy for Educational Development, 1972.
- WHITE, R. «New methodologies in adult education: a case study and evaluation of the Santa Maria radiophonic program». (Xerocado). 1976.
- WOODHALL, M. & BLAUG, M. «Productivity trends in British secondary education 1950-1963». **Sociology of Education**, Winter 1968.
- WIESS, C. and PAK, S. «Developing country applications of photovoltaic cells». Artigo mimeografado, The World Bank, 1976.