

MODELOS E MÉTODOS INTERNACIONAIS DE EDUCAÇÃO E TREINAMENTO
DE SENSORIAMENTO REMOTO

Paul S. Anderson, Ph.D

Departamento de Geografia e História

Universidade de Brasília

70.910 - Brasília, D.F. Brasil

RESUMO

A grande variedade de cursos em sensoriamento remoto (para ambos, fotografia e outros tipos de imagens) é classificada em quatro modelos principais baseados nos níveis alto ou baixo da educação e nos componentes de treinamento de cada curso. O primeiro modelo, é alto em ambos, educação e treinamento, e é exemplificado pelos cursos ministrados pelo ITC da Holanda e outros programas de alta qualidade e de nível de pós-graduação. Nestes, são estudados um número relativamente pequeno de fotografias e imagens, porém, examinadas com maiores detalhes, com ênfase na parte "quantitativa" e "específica" da matéria tendo como objetivo minimizar a necessidade de um custoso trabalho de campo. Muito tempo é dado para o treinamento dos aspectos técnicos do sensoriamento remoto.

O segundo modelo é o da instrução "qualitativa" e "generalizada". Este é tipicamente encontrado nos cursos de graduação das universidades menores nos Estados Unidos. Apesar da educação ser de alto nível, o treinamento é fraco, estudando uma grande variedade de imagens e ilustrando diversos tópicos.

Com exceção de cursos internos em algumas organizações de defesa, existe muito pouca evidência do terceiro modelo, o qual é propositadamente de "baixa quantia" no aspecto de educação mas, forte no treinamento das técnicas.

O quarto modelo, fraco em ambos educação e treinamento, é muito comum em instituições menores e em países menos desenvolvidos e deficientes no treinamento de professores, livros didáticos e outros recursos.

A necessidade mundial de educação, melhor e mais acessível treinamento é alarmante, e um apelo é feito para o uso da educação não tradicional. Um curso não tradicional no Brasil, por este autor, é discutido.

(Cópias em português deste trabalho podem ser obtidas do autor)
(See the abstract in English at the end of this paper)

1. INTRODUÇÃO

Literalmente milhares de cursos de sensoriamento remoto são oferecidos cada ano no mundo todo. A matéria em discussão é mais ou menos bem definida, principalmente como sendo fotointerpretação de fotografias aéreas ou o uso de satélites e outras imagens não fotográficas. Porém, existem diferenças fundamentais na ênfase e qualidade da educação e componentes de treinamento. Este trabalho se preocupa com a simples classificação destes cursos, da necessidade mundial de instrução de sensoriamento remoto e das alternativas de métodos didáticos para suprir estas necessidades.

2. TERMINOLOGIA

Para focalizar esta discussão sobre educação e treinamento de sensoriamento remoto, alguns termos devem ser classificados. Estes termos não são definições, nem tampouco se está propondo o seu uso fora desta discussão.

"Sensoriamento remoto é, "num sentido geral, a medição ou de informações de alguma propriedade de um objeto ou fenômeno, por um aparelho registrador que não está física ou intimamente em contato com o objeto ou o fenômeno sendo estudado" (Reeves, 1975, p.2102). Portanto, éle inclui fotografias aéreas usadas na fotointerpretação e também imagens não fotográficas usa-

das na interpretação de imagens (não-fotográficas). Isto separa as duas partes principais do sensoriamento remoto. Sensoriamento Remoto está primeiramente interessado na interpretação de "O QUÊ" está na fotografia ou imagem. A locação precisa de "ONDE" o objeto está, pertence mais à área da geodésia, topografia e restituição fotogramétrica (usando instrumentos grandes e precisos), que não estão incluídos na área de interesse deste trabalho. Porém, a fotogrametria é de interesse aqui até o ponto em que as características internas e relativas dos objetos ou fenômenos possam ser medidas, ou por fotografias ou por imagens.

Existe uma distinção fundamental entre educação e treinamento, de acordo com d'Andretsch et.al (1981, p.172): *"Os objetivos da educação são trazer o indivíduo a um entendimento da matéria para que ele ou ela possa formar opiniões independentes, estabelecer prioridades, entender e discutir a metodologia, as técnicas usadas e sua aplicação."* Nem sempre é requerido que tenha habilidade no uso das técnicas. *"Os objetivos do treinamento são ensinar os indivíduos a executar tarefas específicas baseadas numa metodologia aceitável e para a qual há técnicas conhecidas disponíveis. O entendimento do contexto e o conhecimento da matéria como um todo nem sempre são requeridos"*.

A distinção entre educação e treinamento é apresentada com 2 pares de perguntas que revelam as vantagens da educação e treinamento separados e combinados:

Primeiro par: 1.a - Explique como o deslocamento radial pode ser usado para medir altura em pares estereográficos de fotografias verticais.

1.b - Usando um estereomicrometro (barra de paralaxe), meça a altura de trinta árvores, tendo confiança na sua habilidade de medir diferenças de paralaxes com a máxima precisão.

Segundo par: 2.a - Explique como "bandas" diferentes no espectro eletromagnético produzem tonalidades de cinza

diferentes para o mesmo objeto.

2.b - Usando o densitômetro ou uma escala de tonalidades, compare a assinatura de quatro bandas de um dado campo de milho com a assinatura de vinte outros locais selecionados numa imagem Landsat.

Instrução significa a combinação de educação e treinamento. Os termos instrução, educação e treinamento são usados no seu sentido geral como abrangendo ambos ensino e aprendizagem, mas eles são subdivididos por níveis acadêmicos: doutorado; mestrado; graduação; e técnico. O assunto sobre a necessidade da cartografia e sensoriamento remoto nos níveis primários e secundários de educação é deixado para outro trabalho.

3. MODELOS

É difícil classificar os programas de educação e treinamento existentes sem ofender alguém que pode se sentir mal classificado. Portanto, por favor notem que existem inúmeras exceções e que o autor não tem conhecimento pessoal sobre todas as instituições, universidades e outros que estão envolvidos na educação e treinamento de sensoriamento remoto. Também os modelos são intencionalmente simples, usando somente duas variáveis, "educação" e "treinamento", cada um dividido em duas metades: "alto nível" e "baixo nível". O resultado então é quatro modelos: 1) alto-alto; 2) alto-baixo; 3) baixo-alto; e 4) baixo-baixo. Certamente deve haver algumas instituições alto-médio, muitas universidades médio-médio, etc. Porém, tal classificação tão "detalhada" começa a encorajar comparações e "avaliações", o que realmente não é o objetivo desta discussão.

A-A: Alto-alto: Alto-nível em educação e alto-nível em treinamento (Modelo "I"):

Este é também chamado Modelo I (letra "I" não o número "um") em reconhecimento à forte combinação de educação e treinamento do ITC. O International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC) em Enschede, Holanda, é um líder mundial na educação e treinamento de sensoriamento remoto. Seu principal patrocinador, o governo holandês, estabeleceu três "filiais" em cooperação com os governos da Índia,

Nigéria e Colombia. Outras escolas que se identificam com este prestígio do grupo são INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais) no Brasil, e Purdue University (EUA) com seu programa "LARS". Outras poderiam ser incluídas, e cada uma tem sua especialidade que as distingue umas das outras no forte modelo de educação e de treinamento de alto nível. Porém parece existir várias similaridades:

- a. o enfoque quase exclusivo no sensoriamento remoto;
- b. a educação em nível de pós-graduação orientada em direção da específica disciplina profissional do aluno;
- c. a "massa crítica" de professores bem qualificados e capazes de atrair os melhores alunos e também verba externa para bolsa-de-estudos, projetos de pesquisa e equipamentos;
- d. tempo adequado permitido para o treinamento das técnicas de sensoriamento remoto;
- e. os gastos relativamente altos por aluno;
- f. relativamente poucos alunos;
- g. atenção à quantificação e medidas, tentando conseguir o máximo da fotografia ou imagem para reduzir a um mínimo as despesas da pesquisa de campo. Portanto, ele é um modelo de instrução "especializado quantitativo", estudando com profundidade relativamente poucas imagens e fotografias.

Estas instituições A-A poderiam oferecer uma educação de graduação de primeira classe ou programas de treinamento técnico, porém muitas não o fazem ou limitam seu número de inscrições. O raciocínio geral é que a interpretação de imagens e mesmo a Fotointerpretação é feita muito melhor por profissionais treinados em suas disciplinas específicas Vink, 1964, p.14; Lillesand, 1982, p.290). Em princípio, quase todos concordam: porém na prática, não há pessoas suficientes que sejam fortes em suas profissões e também em sensoriamento remoto, ambos em educação e treinamento. Além do mais, por escolha ou atração financeira, estas pessoas melhor qualificadas freqüentemente canalizam suas atividades para posições "puras" de pesquisa e desenvolvimento, procura de verbas e convênios, e administração, se afastando progressiva-

mente do campo de ação também necessário, ou seja, a tarefa de interpretação profissional.

Existe também o perigo da faca de dois gumes dentro da instrução do sensoriamento remoto: excesso de especialização contra muito pouca especialização. Por exemplo, um aluno de pós-graduação poderá escrever sua tese sobre variações diurnas de radiação termal de certos usos de terra, mas poderá jamais se tornar proficiente no manejo de outras imagens ou fotografias. Em contraste, um treinamento que tenta uniformemente cobrir todos os tipos do sensor, incorre no perigo de deixar o aluno sem competência suficiente em qualquer um dos sensores remotos. Encontrar um balanço entre os extremos é um desafio contínuo para cada instituição e cada aluno.

B-B: Baixo-Baixo: Baixo nível em educação e baixo nível em treinamento (Modelo "L").

O modelo L representa "menos desenvolvido", e se aplica igualmente à educação/treinamento em países menos desenvolvidos e a cursos menos desenvolvidos. Existem muitos destes no mundo. Sua característica é a falta de recursos financeiros e físicos. Algumas instituições nos países menos desenvolvidos ou cursos menos desenvolvidos têm apenas um estereoscópio de espelho, talvez com uma barra de paralaxe quebrada. Geralmente o professor não tem um treinamento adequado ou mesmo o desejo para ensinar sensoriamento remoto. E em muitas línguas não se encontra livros didáticos na matéria. Se alguma coisa é ensinada, é provalvemente a interpretação de fotografias aéreas (o que deve ser o primeiro passo, porque as imagens de satélite são consideradas menos úteis ou de menos disponibilidade em tais situações precárias). Aquela fotointerpretação é geralmente descritiva e ideográfica, hoje olhando meandros de rios, e na próxima semana vulcões. (Isto é em parte porque os cursos de fotointerpretação de fotografias aéreas estão sendo ensinados por professores geógrafos). Em tais casos a interpretação pode oferecer um suplemento muito útil para os cursos de geomorfologia ou biogeografia. Porém, ele não será a base para o emprego de alguém em sensoriamento remoto. Como tal, esta baixa educação e baixo treinamento serve especialmente como um curso de educação geral (o aluno descobre que mapas são feitos de fotografias aéreas, e talvez

êle verá uma cópia "off-set" de uma imagem de satélite).

Um sub-tipo de um modelo baixo baixo e o modelo N-N: Nem educação e nem treinamento. Este modelo ocorre frequentemente nos países em desenvolvimento onde os alunos se formam em geografia, geologia, agronomia, engenharia florestal, engenharia civil, ecologia, etc., sem nunca fazer (ou ao menos ter a chance de estudar) um curso de fotointerpretação. Esta situação lamentável não é culpa de ninguém; é principalmente um triste fato que ocorre pela falta de desenvolvimento nacional. Porém, o que é um tanto surpreendente é o fato de que quase a metade das quarenta e três instituições educacionais de engenharia florestal nos Estados Unidos não requerem nem mesmo uma matéria de dois créditos de fotointerpretação! (Lillesand, 1982, p.290). (Talvez aquelas instituições ofereçam excelentes cursos, porém não são compulsórios para seus alunos).

A-B: Alto Baixo: alto nível em educação e baixo em treinamento (Modelo "U").

A letra U significa usual e universitário, se referindo à maior parte das universidades grandes e pequenas da América do Norte, da Europa e outras áreas desenvolvidas. O modelo U tem um programa de palestras que apresenta teoria e explica os usos e aplicações. São ministrados por professores qualificados que usam bons livros didáticos. No entretanto, as aulas de laboratório-práticas tendem a ser fracas por qualquer uma das seguintes razões:

- a. falta de equipamento, fotografias, etc;
- b. falta de tempo; muito poucos créditos para permitir um treinamento de verdade;
- c. muita ambição: o professor tenta mostrar tudo, resultando em experiências de aprendizado isolado com pouco reforço para adquirir um comando das técnicas. Em outras palavras, as questões tecnológicas predominam sobre o treinamento técnico;
- d. a preocupação sobre a pompa de imagens impressionantes, negligenciando o trato básico das fotografias aéreas;
- e. a completa rejeição da idéia

de que treinamento pode ser parte de um grau universitário;

f. ênfase no conteúdo das fotografias e imagens (ex: rios, relêvos, urbanização, uso da terra, etc.) em vez de enfatizar as características das fotos e imagens (ex: linha de voo, paralaxe, recobrimento lateral, distância focal, escala, etc).

- g. estender demais um ou dois cursos tentando servir uma grande quantidade de interesses diferentes: geografia, geologia, ecologia, etc.

Estas razões do porquê o treinamento é fraco são formidáveis e podem ser defendidas. A abordagem é primeiramente "generalizada" e "quantificada", examinando a pergunta do "o quê", mas frequentemente se esquecendo das perguntas de "quanto": que profundidade? que altura? que largura? quantos? etc. Os principais livros textos na língua inglesa apoiam estas abordagens.

Ainda que a qualidade e níveis de dificuldade variem, os livros textos tradicionalmente têm capítulos introdutórios sobre câmeras, paralaxes e alguma base sobre o espectro eletro-magnético. Depois dos preliminares, algumas têm principalmente uma abordagem no sentido de "orientação disciplinar" a qual é exemplificada pelo livro de Avery (Interpretation of Aerial Photographs, 1977), e o texto editado por Richardson (Introduction to Remote Sensing of the Environment, 1978). O antigo Manual of Photographic Interpretation (American Society of Photogrammetry, 1960) era deste tipo. Outros autores tais como Sabins (Remote Sensing: Principles and Interpretation, 1978) e Lillesand & Kiefer (Remote Sensing and Image Interpretation, 1979) adotam a abordagem de tratar de cada sensor. O maciço Manual of Remote Sensing (American Society of Photogrammetry, 1975) tem orientação sensorial no primeiro volume e no segundo sua orientação por disciplinas. Estes livros são claramente para educação e não para treinamento.

O livro de Strandberg, (Aerial Discovery Manual, 1967, oferece algum treinamento através de suas sessões de "trabalho-estudo" e das fotografias aéreas (imprimidas) em páginas que podem ser cortadas do livro sem afetar o texto. Com exceção dos conceitos básicos e da manipulação das fotos, o livro se concentra na fotogeologia e fotoidrologia.

O Laboratory Manual for Intro

duction to Remote Sensing of the Environment, editado por Richardson(1978), oferece uma grande seleção de imagens, mas parece ter como objetivo uma "tour visual" dos sensores e suas aplicações, e menos treinamento. Desde que o título esclarece bem que é introdutório, o aluno não deve se sentir enganado. Porém, a necessidade de um manual com ênfase no treinamento ainda continua.

Na língua portuguesa, a seleção de livros textos é severamente limitada. Muitas instituições usam notas de aula mimeografadas ou as refinadas e publicadas notas de aula de Marchetti e Garcia (Princípios de Fotointerpretação, 1977). O excelente livro de fotogeologia por Ricci e Petri (Princípios de Aerofotogrametria e Interpretação Geológica, 1965) está esgotado por muitos anos. Seus exercícios eram estritamente interpretação geológica. Outro livro em português logo será lançado por seu autor (Anderson (ed) Fundamentos para Fotointerpretação, 1982). Ele focaliza o conceito fundamental de fotointerpretação e a relevante fotogrametria. Dois capítulos são traduções feitas das publicações do ITC. O livro é pequeno (114 páginas de texto e figuras) sendo ele o primeiro de uma série de volumes. Talvez mais importante do que o livro texto seja o livro de Guia de Estudos, com exercícios. Se for estudado rapidamente, ele é geral e educacional. Se for examinado com profundidade ele provê o início de um treinamento sólido. O uso de uma versão anterior deste livro guia por quatro alunos, será discutida mais tarde neste trabalho.

B-A: Baixo-Alto: Baixo nível em educação e alto em Treinamento (Modelo T)

O modelo "T" significa treinamento ou técnica. Num estudo recente do "Estado e Conteúdo da Educação [e treinamento] de Sensoriamento remoto nos Estados Unidos", Dalhberg e Jensen (1981, veja Lillesand, 1982, p.289) declaram que: *"Uma das mais acentuadas lacunas é a quase ausência de programas de treinamento de técnicos em sensoriamento remoto no ensino superior americano. Tais programas existem dentro de instituições governamentais e defesa nacional, porém em outros lugares as firmas comerciais e órgãos de governo dependem de treinamento no serviço"*. Estes cursos são poucos também em outras partes do mundo.

A idéia de que a interpretação é feita melhor por profissionais nas várias disciplinas vai contra o estabelecimento das instituições do Modelo T. Isto é lamentável por diversas razões:

1. Fotografias e imagens de satélite estão sendo geradas cada vez mais rápido, consideravelmente mais rápido do que o crescimento do número de pessoas treinadas para utilizá-las.
2. Muitas interpretações de rotina poderiam ser feitas por trabalhadores treinados tecnicamente, assim como as forças armadas têm milhares de intérpretes trabalhando sob supervisão de profissionais. Tais intérpretes não são ignorantes a respeito da matéria em estudo, mas tampouco necessitam um curso de pós-graduação ou mesmo de graduação antes de poderem fazer significantes contribuições.
3. As demoras entre tomada e uso das imagens poderiam ser encurtadas. Por exemplo, milhares de fotografias aéreas do Brasil tiradas em meados de 1960 estão apenas agora sendo utilizadas para mapas temáticos de florestas, solos, geomorfologia, geologia, etc. Entrementes, as novas imagens frequentemente são usadas para somente um propósito.
4. Menos dinheiro seria gasto por imagem analisada.
5. Habilidades técnicas precisam ser oferecidas aos milhares de profissionais qualificados que estão no campo mas que não são treinados a utilizar o sensoramento remoto em sua aplicabilidade de ampla.

Em vários sentidos, treinamento é um pré-requisito de "aplicação". Quanto mais educação tem o fotointérprete, melhor será o rendimento do seu treinamento. Mas sem treinamento, uma pessoa mesmo com educação, fica longe da aplicação.

* * *

Os quatro modelos discutidos acima são derivados de uma classificação de duas variáveis baseadas no alto ou baixo nível de educação e também de treinamento do sensoriamento remoto. Para dividir ainda mais e para eventualmente quantificar esta classificação, os seguintes fatores devem ser considerados (todos em relação a edu-

cação e separadamente em relação ao treinamento):

1. Avaliações separadas para interpretação de fotografias aéreas, para imagens LANDSAT e para outras imagens;
2. Contagem do número de horas ou cursos de instruções disponível;
3. Avaliação da qualidade de instrução em cada hora ou curso; e
4. O estabelecimento de um critério geral sobre o que constitui os componentes básicos dos vários cursos.

Esta classificação não seria necessariamente julgadora, mas apenas um guia para identificar os altos e baixos de cada programa de estudo. As diversas organizações profissionais (ISP, ICA, ASP, ACSM, AAG e outras) deveriam participar na elaboração de diretrizes gerais. Porém, os critérios nunca deveriam ser "oficializados" por causa da necessidade de variações e por causa das contínuas e rápidas mudanças na tecnologia e aplicação do sensoriamento remoto.

4. A SITUAÇÃO PRESENTE E NECESSIDADES

Dentro dos últimos doze meses, pelo menos quatro artigos independentes foram publicados sobre a situação presente e necessidades. Eles têm diferentes origens, dados, e ênfases, mas todos os quatro chegaram a uma conclusão similar: existe grande necessidade para expansão, atualização, modernização e mudança na educação e treinamento para sensoriamento remoto e os ramos a ele relacionados.

Dois dos artigos são provenientes dos Estados Unidos da América. Joel Morrison (1981), disse no seu discurso presidencial para o "American Congress on Surveying and Mapping" (ACSM): *"A crise da década de 1980 em educação é real ... continuamos a fazer novas descobertas na tecnologia usada nas profissões de topografia e mapeamento. Não podemos simplesmente treinar um aluno na tecnologia atual e esperar que ele ou ela esteja qualificada para o trabalho para o resto da vida. A tecnologia está mudando rápido demais para que isto aconteça"*.

Duzentos participantes se reuniram nos Estados Unidos em maio de 1981 para a primeira Conferência Nacional de Educadores em Sensoriamento Remoto (CORSE-81). O resumo de Lillesand (1982) contém a citação já mencionada acima sobre ... "a falta

de programas de treinamento de técnicas em sensoriamento remoto ..." por Dahlberg e Jensen, que também disseram: *"O grande número de minicursos em sensoriamento remoto é uma evidência clara da fonte e crescente demanda para educação neste ramo. Também é evidente a necessidade para treinamento mais formal e a séria lacuna na transferência da tecnologia dentro do sistema"*.

Os dois artigos internacionais revelam a situação pior ainda encontrada nos países em desenvolvimento. Brandenberger (1981) dá o resultado do estudo patrocinado pelas Nações Unidas do "The World's Surveying and Mapping (S & M) Manpower and Training Facilities" (Situação Mundial de Mão-de-obra e treinamento em Topografia e Mapeamento (T & M). A fotogrametria e outros ramos relacionados a ela (incluindo sensoriamento remoto) perfazem apenas 15% do total da mão-de-obra treinada em (T & M) em todo o mundo, e é fácil imaginar que a proporção é ainda menor nas nações em desenvolvimento, onde o sensoriamento remoto ainda é algo relativamente novo e por isso retarda ainda mais sua incorporação no ramo da topografia e mapeamento. Mais ainda, para usar um caso específico, a América do Sul possui apenas um "agrimensor/mapeador" de nível universitário por cada 6.000 Km², não levando em consideração o grande número daqueles que se encontram em trabalhos de administração, aposentados, etc. O tamanho desta "área a ser servida" é aproximadamente seis vezes maior do que aquela para a América do Norte, que inclui a enorme zona ártica e montanhosa do Canadá e Alaska. Também é mais ou menos quarenta vezes maior do que a cifra para a Europa (excluindo a União Soviética).

O artigo escrito pelo d'Audretsch, Hempenius, Voûte Wolday (1981) sobre "Educação e Treinamento em Aplicações de Sensoriamento Remoto", para imagens de satélite é um resumo de outro estudo patrocinado pelas Nações Unidas, e conclui o seguinte: *"Baseado em estudos independentes e nas estimativas feitas pelo time do relatório quanto aos requisitos para educação e treinamento, os países em desenvolvimento com uma população atual de 3000 milhões terão uma demanda de capacidade educacional anual para a aplicação de sensoriamento remoto de aproximadamente 18.000 homens por ano durante os anos de 1980 e 1990. A capacidade atual disponível para estes países está lon-*

ge de suprir a demanda por um fator de dez (10) vezes. Portanto, a introdução de novos métodos educacionais com o objetivo de alcançar mais pessoas ao mesmo tempo será de interesse fundamental".

5. MÉTODOS

A necessidade básica é estabelecida; a matéria em discussão é conhecida, ainda que tenha uma flexibilidade considerável e intencional; a lacuna no treinamento é reconhecida; a solução é desejada. Na realidade, várias soluções parciais já existem. Em nenhum lugar neste trabalho foi sugerido que se abandone os meios tradicionais de educação. O sistema de leituras e aulas práticas dá o espinho dorsal dos métodos de instrução. Talvez alguns cursos específicos poderiam melhorar, mas os métodos são aprovados.

"Ambos currículo e auxílios para ensino devem ser desenvolvidos, incluindo meios modernos de aprendizagem, para vários grupos na sociedade - desde planejadores e supervisores a pesquisadores e professores, com o pessoal de produção e o apoio técnico numa posição central. A grande variação entre estes grupos torna impossível esboçar um currículo standard. Estes grupos (diversificados) irão requerer diferentes critérios de avaliação". (d'Audretsch, 1981, p.182).

Cursos de curta duração e sessões de trabalho (workshops) oferecem chances para atualização.

Portanto, eles precisam continuar perto ou nas fronteiras da pesquisa e da aplicação. As sessões de trabalho deveriam passar mais rapidamente os tópicos selecionados para os cursos tradicionais, que geralmente são menos dispendiosos e que precisam ser atualizados. Isto talvez seja contrário aos "lucros não lucrativos" de algumas instituições que usam cursos de curta duração para complementar os salários e para comprar equipamento. Porém, tal entrega mais rápida do material aos cursos normais forçará os cursos normais, então os de curta duração teriam que atualizar-se sempre. As sociedades profissionais e os conselhos diretores das universidades deveriam fazer esforços para lançar (ou vender os direitos autorais) o seu material de cursos curtos e "workshops" para não se tornar uma competição aos cursos de graduação e pós-graduação.

Finalmente, os métodos não tradicionais de instrução devem ser trazidos à tona. Estes, especialmente, têm como meta a individualização da instrução sem a frequência às salas de aula.

"Métodos modernos de aprendizagem são certamente necessários para diversos grupos porque os métodos educacionais atuais não respondem adequadamente à demanda. Pacote de aprendizagem programado e "ensino à distância" usando mídias novas se torna absoluta necessidade. Ambos também dão margem para novas atividades educacionais. Estas podem incluir emissoras diretas de satélites à televisão, videocassetes e vídeo-discos, gravadoras e toca-fitas para escritório e para casa, e simulações de imagem digital processadas em microprocessadores. Televisores à cores e imagens por computadores são de um valor único porque a cor é um elemento essencial para a aplicação de técnicas multi-espectrais de sensoriamento remoto". (d'Audretsch, et al 1981, p.183).

Um passo em direção de tal "aprendizagem individualizada" está à disposição na Universidade de Purdue, Divisão de Estudos Independentes que vende uma "Série de Minicursos" sobre "Fundamento de Sensoriamento remoto".

"Cada minicurso é um pacote de instrução completo apresentando conceitos básicos em sensoriamento remoto. Os tópicos variam desde a fotointerpretação até o enriquecimento numérico e reconhecimento de padrão, de desenho do sensor até a seleção de dados..." A série foi criada por um time inovador de cientistas, engenheiros, e educadores na Purdue University e do Laboratório para Aplicação de Sensoriamento Remoto (LARS). Em 1976, dezesseis módulos foram lançados; em 1980, mais seis foram lançados, dois dos quais foram como co-autores dos instrutores do ITC (International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences) na Holanda.

"Ambos LARS e ITC desde há muito tempo tomaram papéis de liderança na educação de sensoriamento remoto. Os minicursos capturaram as técnicas mais efetivas desenvolvidas através dos seus anos de ensino. Os minicursos são portáteis; você pode usá-los tanto nas salas de aula e no centro de aprendizado, quanto em casa ou em qualquer lugar que houver um gravador de fita cassete e um projetor de Slides. Por serem eles feitos para instrução individualizada, eles têm capacidade de

"repetição imediata", para que você possa voltar atrás e ouvir a gravação novamente em qualquer parte mais difícil do minicurso. Cada minicurso é escrito ao nível universitário e profissional. O programa de fita e slides, acompanhado de guia de estudos, tipicamente requer de 45 a 75 minutos para completá-lo. Você controla o tempo e a intensidade do estudo.

"Quando você completar a série de minicursos, estará em condições de começar a responder perguntas importantes sobre a aplicabilidade do sensoriamento remoto em sua própria área de interesse. Você terá aprendido conceitos e ganho uma visão do potencial e limitações da tecnologia e terá visto rapidamente algumas das pesquisas mais recentes em andamento". (Purdue, 1981).

Tal material audio-visual é muito atraente. Infelizmente, o custo é de US\$ 85,00 por cada minicurso individual, ou US\$ 2.000,00 por toda a série. É um tanto cara por mais ou menos 1 hora (ou 25 horas no total) para "aprender conceitos, ganhar uma visão geral e olhar rapidamente algumas pesquisas atuais". Os cinco (US\$ 250,00 cada) videocassetes de meia hora tem uma desvantagem similar: Elas não são viáveis (economicamente) para o indivíduo comum. Apesar desta crítica, não há dúvida sobre a excelente qualidade do material e das vantagens do seu uso em outras universidades. De alguma maneira, a Universidade de Purdue deveria ser compensada por sua originalidade para que cada minicurso pudesse ser vendido a um preço comensurável com seus 30 a 40 diapositivos, uma fita cassete e 20 páginas impressas. Uma vez traduzido, o valor deste material para a educação do sensoriamento remoto nas nações em desenvolvimento é imenso. Mas em vez de utilizar este material, provavelmente uma dúzia de pessoas no mundo inteiro estão trabalhando em alguma coisa mais ou menos similar a um ou mais dos minicursos, e cada um vai procurar um mercado.

Materiais individualizados menos sofisticados também existe. Alguns são chamados de cursos por correspondência ou educação à distância. Num curso profissionalmente reconhecido, o desenho cartográfico tem sido ensinado por correspondência na Holanda desde 1973 (Ormeling, 1975). Na Austrália, onde se confere a diploma universitário através do ensi-

no à distância desde 1911, interpretação de mapas a cartografia são regularmente ensinados a alunos que não frequentam classes. A Universidad Estatal a Distancia em Costa Rica também tem um curso reconhecido em cartografia básica.

Como foi mencionado antes, sensoriamento remoto, especificamente fotointerpretação, tem sido também ensinado com os métodos de ensino à distância (Anderson 1981).

"Um curso chamado "Fundamentos para Fotointerpretação" foi oferecido três vezes em 1979-80, dentro do programa de Extensão à Distância da Universidade de Brasília. Sendo experimental, as turmas foram limitadas a vinte alunos da região de Brasília. O conteúdo era equivalente ao de uma matéria universitária de 45 a 60 horas de aula, porém havia apenas dezesseis horas obrigatórias, das quais quatro horas foram usadas para as provas com datas específicas. As horas obrigatórias poderão ser reduzidas em futuras turmas. Os professores, Dr. Paul S. Anderson e o Engenheiro Cartógrafo Antonio Jorge Ribeiro, e a assistente acadêmica, Geógrafa Alcyone Vasconcelos Saliba, estavam disponíveis para consultas telefônicas, porém não existiram muitas".

No começo do período do curso, que foi de dez semanas, cada aluno recebeu emprestado e/ou comprou o seguinte material:

1. Uma cópia do Guia de Estudos e Práticas;
2. O livro-texto Fundamentos para Fotointerpretação, em edição preliminar mimeografada;
3. O livro-texto Princípios de Fotointerpretação, por D. Marchetti e G. Garcia;
4. Um estereoscópio de bolso;
5. Um pacote com cópias de fotografias aéreas, papel vegetal, etc;
6. Um lápis dermatográfico com fita crepe;
7. Uma carta topográfica (Brasília 1:100.000).

O curso era essencialmente metodológico com bases na teoria e na prática, destacando os fundamentos comuns da fotointerpretação para qualquer profissão. A sequência do conteúdo foi

(a) introdução; (b) característica básica e geometria das fotografias aéreas; (c) estereoscopia; (d) elementos de reconhecimento; (e) métodos básicos de fotointerpretação; (f) paralaxe e alturas; e (g) marca flutuante. É importante notar que esta não é a sequência dos capítulos do texto, e que a educação à distância pode aproveitar dos textos existentes, sem então, ter as despesas de publicação dos textos.

Os 47 alunos eram muito heterogêneos com as seguintes características: 2/3 masculino; idades entre 19 e 60 anos; de diversos níveis educacionais (2 técnicos desenhistas; alunos universitários; recém formados; 3 engenheiros cartógrafos; outros adultos apenas interessados; e 3 professores universitários). Um terço desistiu, principalmente por falta de tempo para estudar.

Não houve uma comparação desse curso com cursos de outras universidades. Porém, em comparação com os alunos de graduação e pós-graduação do Prof. Anderson, na UnB, os alunos à distância atingiram a mesma média nos exames. Isto indica que, apesar das dificuldades do estudo à distância, os alunos conseguiram uma aprendizagem dentro dos padrões universitários normais.

Também foi oferecida uma vez a matéria "Técnicas para Fotointerpretação", parcialmente à distância, a qual também foi bem recebida pelos alunos. Tendo conseguido uma demonstração da viabilidade, o ensino cartográfico à distância parou na UnB por razões principalmente burocráticas e políticas.

As vantagens da educação à distância são abundantes: ensino ao aluno onde ele vive: custos mínimos para o aluno e para a escola; um grande número de alunos; a qualidade do material preparado por professores/escritores selecionados comparabilidade internacional; horário flexível; tempo quase ilimitado para práticas, incluindo projetos sérios e completos; centros especiais de treinamento poderão estar em constante uso por grupos sucessivos de alunos que estão bem preparados quando chegam para uma ou duas semanas de instrução concentrada; emprego para alunos de pós-graduação na correção de exercícios e sanando as dúvidas dos alunos com relação ao curso; cursos paralelos para grupos com interesses ou níveis diferentes (supervisores, gerentes, intérpretes,

pessoal técnico de apoio); e facilidade de atualização frequente de antigos alunos.

Em vista do déficit enorme no treinamento de mão-de-obra e educação nos países em desenvolvimento, a educação à distância é uma das poucas soluções alternativas que poderia ser viável. Presentemente está muito distante de se implementar a educação à distância numa escala maior, mesmo para um só tópico de sensoriamento remoto. Porém a educação à distância será implementada.

6. CONCLUSÃO

Um tópico tal como MODELOS INTERNACIONAIS E MÉTODOS DE EDUCAÇÃO E TREINAMENTO DO SENSORIAMENTO REMOTO é tão vasto que sua abordagem deve ser simultaneamente geral em abrangência e limitado em exemplos. Este trabalho tentou definir os termos, modelar as abordagens atuais, avaliar as necessidades, e discutir as soluções. Está tentando também estimular a discussão e incentivar alguma ação para soluções. Porém isto ainda está por acontecer.

BIBLIOGRAFIA

- Anderson, P.S. (1981) "O Ensino de Cartografia e Fotointerpretação à Distância" (The Distance Teaching of Cartography and Photointerpretation). Anais do X Congresso Brasileiro de Cartografia, Volume II, 1981.
- d'Audretsch, F.C.; Hempenius, S.A.; Voute, C; Waldai, T. (1981) "Education and Training in Remote Sensing Applications". ITC Journal 1981 (2): 171-182, 1981.
- Brandenberger, A.J. (1981) "The World's Surveying and Mapping (S & M) Manpower and Training Facilities". Surveying and Mapping. 41 (3): 309-314, 1981.
- Lillesand, T.M. (1982) "Trends and Issues in Remote Sensing Education: A Special Report on the First National Conference of Remote Sensing Educators (CORSE-81)". Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 48 (2): 287-293, 1982.
- Morrison, J.L. (1981) "Our Professions in the 1980's". Surveying and Mapping, 41 (4): 377-383, 1981.
- Ormeling, F. Jr. (1976) "Extramural Cartography College". ITC Journal. 1976 (3): 564-573, 1976

- Purdue (1981) "Fundamentals of Remote Sensing, Minicourse Series". Pamphlet by Continuing Education Administration of Purdue University, West Lafayette, Indiana, USA, 1981.
- Reeves, R.G. (1975) "Glossary". Manual of Remote Sensing. American Society of Photogrammetry, 1975.
- Vink, A.P.A. (1964) Seme Thoughts on Photo-interpretation, Publicação B-25, ITC, 1964. (Traduzido e publicado em Anderson, P.S. (ed) (1982). Fundamentos para Fotointerpretação. Sociedade Brasileira de Cartografia, Rio de Janeiro, 1982.

INTERNATIONAL MODELS AND METHODS OF REMOTE SENSING
EDUCATION AND TRAINING

ABSTRACT

The great variety of remote sensing courses (for both photographic and other imagery) are classified into four principal models on the bases of the strength or weakness of the education and training components of such course. The first model, strong in both education and training, is exemplified by the ITC courses in the Netherlands and other, high quality, graduate level programs. Relatively few photographs and images are studied, but in greater detail, with a quantitative-specific, emphasis aimed at minimizing the need for expensive field work. Plenty of time is allowed for training in the technical aspects of remote sensing.

The second model is "generalized" and "qualitative", typically found in undergraduate American colleges and universities. Although the education is strong, the training weak, studying a wide variety of images illustrating diverse topics.

Apart from the interval courses in some defence organizations, there is very little evidence of the third model which is intentionally low-level in the educational aspects but strong in the training of techniques.

The fourth model, weak in both education and training, is common in small schools and Less Developed Countries deficient in trained professors, textbooks and other resources.

The worldwide need for better, more accessible quality education and training is alarming, and a call is made for the use of non-traditional educational. Such a course in Brazil, by this author, is discussed.

(The total paper is also available in English from the author)