

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
CURSO DE DOUTORADO EM EDUCAÇÃO

**APRENDIZAGEM SOBRE
ARTEFATOS TECNOLÓGICOS**

CARLOS MURILO DA SILVA VALADARES

BELO HORIZONTE

2004

CARLOS MURILO DA SILVA VALADARES

**APRENDIZAGEM SOBRE
ARTEFATOS TECNOLÓGICOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social, da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Tarciso Borges

BELO HORIZONTE

FACULDADE DE EDUCAÇÃO DA UFMG

2004

FOLHA DE APROVAÇÃO

Tese defendida e aprovada em 20 de agosto de 2004, pela banca examinadora constituída pelos professores:

Prof. Dr. Antônio Tarciso Borges – Orientador

Prof. Dr. Dácio Guimarães de Moura

Prof. Dr. Adelson Fernandes Moreira

Profa. Dra. Silvânia Souza do Nascimento

Prof. Dr. Oto Neri Borges

Prof Dr. Hélder de Figueiredo e Paula – Suplente

Prof. Dr. Sérgio Luiz Talim – Suplente

AGRADECIMENTOS

Em especial, aos meus pais, pela presença amorosa e constante.

Ao meu orientador e professor, Antônio Tarciso Borges, pela paciência, presença constante, e ações determinantes, às quais devo a concepção e a realização deste trabalho.

Ao professor Oto Néri Borges, pelas importantes intervenções e dicas para meu trabalho.

À minha namorada, Juliana, para quem eu fui, por quatro anos, um namorado em tese.

Ao meu amigo João Urbano, pelo precioso auxílio nas dúvidas matemáticas.

Ao meu amigo Gustavo Lisboa, pelas conversas proveitosas em sua biblioteca.

A todos os estudantes que participaram de minha pesquisa.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABELAS	8
LISTA DE GRÁFICOS.....	9
RESUMO	10
ABSTRACT	11
CAPÍTULO 1	12
INTRODUÇÃO	12
1.1 O problema da pesquisa e as questões de investigação	12
O Computador e o aluno	15
1.3 Histórico da utilização da informática na educação	19
1.4 A informática aplicada a educação nas escolas brasileiras	22
CAPÍTULO 2	24
A LITERATURA SOBRE APRENDIZAGEM BASEADA EM COMPUTADOR.....	24
2.1 Ambientes virtuais de aprendizagem: uma possível caracterização e classificação.....	24
2.1.1 O que é um ambiente virtual de aprendizagem?.....	24
2.2 Ambientes de aprendizagem baseados em multimídia: estratégias de utilização e resultados obtidos	35
2.3 Os ambientes multimídia e a interface com o usuário: algumas características pertinentes de utilização e navegação.....	51
2.4 Artefatos cognitivos como ambientes de Aprendizagem.....	59
CAPÍTULO 3	74
O DESENVOLVIMENTO DO AMBIENTE FOTOGRAMA.....	74
3.1 Introdução	74
3.2 Considerações sobre o problema da pesquisa: aprender e aprender de modo relevante e significativo	75
3.3 Princípios para promover a aprendizagem significativa e relevante.....	89
3.4 As bases do ambiente Fotograma	103
3.5 Estrutura do ambiente fotograma	105
CAPÍTULO 4	114
METODOLOGIA	114
4.1 Justificativas desta pesquisa	114
4.2 As questões da pesquisa.....	116

4.3 O trabalho de campo	118
4.4 Estratégias para a construção e análise de dados.....	120
4.5 Procedimentos para a intervenção e coleta de dados	122
CAPÍTULO 5	127
ANÁLISE DE DADOS	127
5.1 A metodologia de análise de dados	127
5.2 Análise de Dados	137
5.2.1 A aprendizagem acerca das estruturas e funções da câmera: o que podemos dizer?.....	149
5.2.2 Ocorreu aprendizagem relevante e significativa para os estudantes? Avaliação dos itens e respostas do teste de transferência.....	157
5.2.3 Comportamento de navegação dos estudantes: o que se pode inferir?	169
5.2.4 A opinião dos estudantes acerca das características de navegação encontra correspondência em relação ao desempenho nos testes?	181
CAPÍTULO 6	184
CONCLUSÕES E CONTRIBUIÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	184
6.1 Quais eram os objetivos deste trabalho? Eles foram atingidos?	184
6.2 Identificar princípios para a organização de ambientes de aprendizagem baseados em hipermídia	185
6.3 Identificar se a aprendizagem foi relevante e significativa	190
6.4 Identificar a influência da navegabilidade e atratividade do ambiente.....	191
6.5 Identificar a influência das interações dos alunos, com o ambiente Fotograma, no desempenho nos testes.....	191
6.6 Conclusões sobre este trabalho e implicações para a pesquisa em ambientes de aprendizagem: que inferências resultam do processo e o que eu aprendi?.....	193
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	199
ANEXOS	209
ANEXO I - Questões de Pré-Teste	209
ANEXOS II - Questões do pós-teste.....	216
ANEXO III – Teste de Transferência	226
ANEXO IV – Questões de Avaliação do Ambiente Fotograma.	236

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Estrutura do Ambiente Fotograma.	106
FIGURA 2 - Ferramentas de navegação do ambiente Fotograma.....	107
FIGURA 3 - Ícones de acesso a textos explicativos e eventos.	107
FIGURA 4 - Quadro de exibição de textos.	108
FIGURA 5 - Ícone de Texto com texto correspondente.	109
FIGURA 6 - Tela de abertura do módulo 1, no tópico “E escolha do Tema”.....	110
FIGURA 7 - Simulação da colocação do filme na câmera.	111
FIGURA 8 – Questão 3 do Pré e Pós-Teste.....	151
FIGURA 9 - Questões 9 do Pré-teste e do Pós-teste	153
FIGURA 10 - Questões 12 do Pré-teste do Pós-teste	155
FIGURA 11 - Questão 1do teste de Transferência	163
FIGURA 12 - Questão 2 do teste de Transferência.	164
FIGURA 13 – Questão 6 do Teste de Transferência (tipo: Previsão de Eventos)	166
FIGURA 14 – Questão 11 do Teste de Transferência (tipo: Jeito Certo)	168
FIGURA 15 – Questão 13 do Teste de Transferência (tipo: Jeito Certo)	168

LISTA DE TABELAS

1 - Classificação dos tipos de ferramentas para a aprendizagem	28
2 - Sumário de Utilização de ambientes de aprendizagem	48
3 - Composição dos grupos de desempenho no Pré-teste	131
4 - Índices de Dificuldade e Discriminação de questões do Pré-teste	132
5 - Índices de Dificuldade e Discriminação de questões do Pós-teste	133
6 - Resultados individuais no Pré-teste – Grupo Superior	134
7 - Análise de Itens do Pré-teste – Grupo Médio	135
8 - Análise de Itens do Pré-teste – Grupo de desempenho Inferior	136
9 - Sumário dos Resultados no Pré-teste	140
10 - Sumário dos Resultados no Pós-teste	141
11 - Teste t para Pré-teste e Pós-teste	146
12 - Teste de Wilcoxon	147
13 - Teste t de amostras emparelhadas (ORDPRET=1)	148
14 - Teste t de amostras emparelhadas (ORDPRET=2)	148
15 - Teste t de amostras emparelhadas (ORDPRET=3)	148
16 - Dados comparativos do número de acertos e índices de dificuldade de discriminação no Pré-teste e Pós-teste	150
17 - Índices de Dificuldade e Discriminação de questões do Teste de Transferência	161
18 - Dados comparativos do número de acertos nas questões do Teste de Transferência	162
19 - Tempo total de navegação e número de eventos I	171
20 - Tempo total de navegação e número de eventos II	172
21 - Relação entre telas do fotograma e questões do Pós-teste	173
22 - Telas visitadas e desempenho no Pós-teste (grupo Médio)	174
23 - Relação entre as notas no Pós-teste e número médio de visitas às telas	176
24 - Sumário de Correlações no Teste de Transferência I	179
25 - Sumário de Correlações no Teste de Transferência II	180
26 - Questões de Avaliação do Ambiente Fotograma	181
27 - Sumário de avaliação dos estudantes acerca das características de navegação do ambiente Fotograma, por grupos de desempenho, para o Pré-Teste e Pós-Teste	182

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Distribuição de escores obtidos no Pré-teste	139
GRÁFICO 2 - Distribuição de escores obtidos no Pós-teste.....	140
GRÁFICO 3 - Desempenho no Pré-teste por grupo	142
GRÁFICO 4 - Desempenho dos Grupos no Pós-teste.....	143
GRÁFICO 5 - Desempenho por categorias no Pós-teste.....	143
GRÁFICO 6 - Escores no Pós-teste por categoria.....	144
GRÁFICO 7 - Escores no Pós-teste por categoria.....	144
GRÁFICO 8 - Histograma dos Escores no Teste de Transferência	177
GRÁFICO 9 - Categorias de desempenho no Teste de Transferência	177
GRÁFICO 10 - Desempenho no Teste de Transferência	178

RESUMO

A introdução da informática na educação tem sido tema de discussão, por pesquisadores, desde a invenção dos computadores. Algumas pessoas sustentam a opinião de que as tecnologias da informação podem mudar radicalmente as práticas educacionais. Por outro lado, os resultados apontados por muitas pesquisas não respaldam esta teoria, evidenciando diversos pontos problemáticos na relação entre a sala de aula e o computador.

Este trabalho pretende investigar a real contribuição dos computadores na aprendizagem. O tema alia-se às diversas pesquisas recentes, que apontam um amplo conjunto de caminhos possíveis para a utilização de computadores na educação regular, bem como para as pesquisas futuras. Orientamos este trabalho no sentido de ser um estudo exploratório e prospectivo sobre aprendizagem em ambientes informatizados de ensino. As questões de investigações propostas tiveram o objetivo de identificar em que medida os computadores, como um novo modelo de material didático, podem influenciar os sujeitos em seu processo de aprendizagem.

Um ambiente de aprendizagem foi então desenvolvido especialmente para esta tese, denominado ambiente Fotograma. Sua função foi expressar um conceito de aprendizagem, cuja meta era inserir o sujeito em um contexto de descoberta sobre artefatos tecnológicos. Este programa foi então aplicado como instrumento de coleta de dados. O público pretendido para o experimento foram estudantes de nível médio e universitário de períodos iniciais. Os conceitos tratados pelo programa situavam-se principalmente em torno da estrutura dos dispositivos presentes nas câmeras, e suas respectivas funções.

Os resultados decorrentes do processo de investigação possibilitaram responder a algumas das perguntas propostas. Evidentemente, surgiram muitas outras questões, originadas principalmente das interações entre os estudantes e o ambiente de aprendizagem. Tais ocorrências merecem investigações mais profundas, e constituem sugestões para trabalhos futuros, pois se situam além do escopo desta pesquisa. Os ambientes de aprendizagem encontram-se ainda em uma fase inicial de aperfeiçoamento, na qual as técnicas e os processos adequados à sua criação acabam de nascer.

ABSTRACT

The introduction of information technologies in education had been a discussion theme – by researchers – since the invention of computers. Some people sustain the opinion that the information technologies can radically change the educational methods. On the other hand – the results pointed by many researches do not confirm this theory – evidencing some controversy points in the relationship among classroom and computer.

This work tries to investigate the real contribution of computers in the leaning process. The theme trails the same path of recent researches that show a variety of possible ways in which computers can be use in regular education, as well as in future researches. This work was written aiming at being an exploratory and explanatory study in learning in data-based teaching environments. The investigation subjects proposed had the objective of identifying how far computers – as a new model of didatic material – may influence the individuals in their learning process.

A learning enviromnent - Fotograma (Frame) Environment of Photography Learning - was especially developed for this thesis. Its function was to express a learning concept whose goal was to place the individual in a context of discovery of technological artifacts. This programme was then applied as a tool of data collection. The public intended for the experiment was high school students, as well as college ones from initial terms. The concepts covered by the programme were situated mainly around the structures of the devices availble in cameras, and their respective functions.

The results arising from the process of investigation made it possible for us to answer some of the questions proposed. Obviously, a lot of other questions came up, originated mainly from the interaction between the students and this learning environment. Suche facts deserve more serius investigations and constitute suggestions for future works as they are situated beyond the scope of this research. Learning environments are still an initial stage of development, in which the techniques and the process suitable for theis creation have just been born.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 O problema da pesquisa e as questões de investigação

Nossa civilização assiste ao surgimento de novas conquistas tecnológicas, em ritmo quase diário. Este fenômeno, no entanto, não tem sido acompanhado de um movimento de disseminação destes conhecimentos, no âmbito da sociedade como um todo. É difícil determinar qual deve ser a parcela da população no mundo e, mais especificamente, em nosso país, a que se fomentar o acesso às novas idéias e artefatos técnico-científicos. Não menos problemática é a tarefa de se enumerar as escolas nas quais as tecnologias computacionais já são uma realidade presente. Estas têm se mostrado resistentes e desaparelhadas para adotar idéias que representem mudanças radicais nos métodos de ensino. No Brasil o ensino de tecnologia da informação ainda não conseguiu um lugar no currículo da educação básica, sendo tratado de um ponto de vista instrumental para as outras disciplinas do currículo, na melhor das hipóteses. Poucas escolas de educação básica oferecem aos seus estudantes a possibilidade de aprender linguagens de programação e explorar as várias ferramentas computacionais já prontas, como planilhas, aplicativos de edição de texto e imagens, programas de simulação e animação, dentre outros. Isto permitirá a eles representar e comunicar o que já sabem, desenvolver novas formas representacionais ou organizar suas explorações sobre assuntos e questões de seu interesse. Em muitas partes do mundo desenvolvido, as tecnologias da informação constituem uma disciplina obrigatória do currículo, mesmo para crianças da escola elementar.

Este trabalho encontra seu lugar no conjunto das pesquisas dedicadas a compreender as possíveis implicações para a aprendizagem, da utilização dos ambientes informatizados de ensino (artefatos cognitivos) em sala de aula. O objetivo central foi investigar em que medida ocorreu aprendizagem sobre um artefato tecnológico (a câmera fotográfica), em termos da compreensão das suas estruturas e respectivas

funções, baseada na mediação de um ambiente informatizado de ensino e aprendizagem. Para isto, um grupo de estudantes participou de atividades neste ambiente de aprendizagem que oferecia interatividade, simulações do funcionamento de estruturas de uma câmera e testes de conhecimento. Os pressupostos teóricos adotados encontram-se no domínio dos artefatos cognitivos, da usabilidade dos ambientes computacionais, das teorias sobre desenvolvimento de ambientes de aprendizagem centrados no aprendiz, e da possibilidade de ocorrência de transferência de aprendizagem entre diferentes tópicos de um mesmo domínio de conhecimento.

O problema proposto para esta investigação foi estruturado a partir da hipótese de que é possível ao aluno aprender de forma relevante e significativa sobre artefatos tecnológicos, mediado por um ambiente de aprendizagem informatizado. A partir desta hipótese, definimos o “conhecimento relevante e significativo” como aqueles saberes ou habilidades que auxiliam o sujeito na execução de uma tarefa ou compreensão de uma situação de seu interesse pessoal, e que, além disso, possa ser útil na transferência de conhecimento entre situações diferentes. Três questões de pesquisas foram formuladas no intuito de responder esta hipótese:

- **Como deve um ambiente de aprendizagem baseado em hipermídia ser organizado para promover a aprendizagem?**
- **Um ambiente de aprendizagem baseado em hipermídia pode possibilitar a aprendizagem relevante e significativa sobre artefatos tecnológicos?**
- **Em que medida fatores como navegabilidade do ambiente, a atratividade da interface e a motivação do aluno para a tarefa podem interferir na aprendizagem significativa e relevante sobre artefatos tecnológicos?**

As respostas a estas questões foram formuladas a partir de registros da atuação dos estudantes em suas interações com o ambiente Fotograma e às suas respostas aos testes aplicados. À medida que o aluno avançava nas atividades do programa, testes de conhecimento e questões de avaliação do programa eram oferecidas. As respostas foram registradas, permitindo assim a construção de dados e formulação de inferências sobre eles.

1.2 As novas tecnologias na educação

Quais são os principais desafios decorrentes da introdução dos computadores nas salas de aula?

Os esforços dirigidos para a educação se concentram especialmente no sentido de ensinar aos jovens os princípios que regem a nossa convivência, no contexto social ou científico, e promover o desenvolvimento das várias formas de alfabetização. Os professores se esmeram em transmitir as principais idéias que embasam a organização das sociedades modernas, as principais idéias das ciências e da tecnologia, e as conquistas que se tornaram marcas distintivas de nossa cultura.

Neste contexto, a escolha de práticas e ações pedagógicas representa um desafio para os projetos educacionais, não sendo o Brasil uma exceção. Os fatores que determinam as escolhas referentes ao formato das práticas educacionais são complexos e envolvem aspectos econômicos e ideológicos, mas questões humanas e geográficas devem ser consideradas. A inserção das tecnologias da informação nas salas de aula não se dará, portanto, livre de obstáculos, mas a adoção das tecnologias da informação nas escolas poderá trazer um novo leque de possibilidades para os futuros projetos educacionais.

Não se deve pretender com isso, que aqueles elementos que tradicionalmente convivem com a sala de aula, livros, cadernos e pessoas, estejam condenados a serem abandonados. Talvez, um projeto de construção do conhecimento sustentado por uma certa diversidade de recursos de ensino e aprendizagem seja a meta mais adequada. E, preferencialmente, em um contexto de complementaridade. Cada um destes elementos deve ser utilizado potencializando as suas melhores características. No caso do computador, não há motivos que justifique considerá-lo como um material especial nas mãos dos professores. Sua contribuição não será superior ou mais significativa do que qualquer outro meio de transmissão ou ferramenta para a construção de conhecimento. O computador pode ser entendido como um vetor do conhecimento, e não com um fim em si mesmo. Tal como os computadores atuais, o rádio, a televisão e o cinema constituíram, décadas atrás, um alento para os pesquisadores, que sempre alimentaram esperanças de revoluções tecnológicas que se refletissem positivamente na educação. No entanto, estes inventos mostraram-se extremamente dependentes de pessoal qualificado para a produção de conteúdos, ocorrendo também uma situação semelhante com os computadores atuais. Em vista

disso, parece arriscado atribuir aos computadores a capacidade de operar uma revolução no meio educacional. A conscientização e interferência da coletividade sobre o modelo de aproveitamento dessas máquinas constituem uma condição importante para o sucesso desta tarefa, bem como a capacitação de professores e educadores, elementos indispensáveis e insubstituíveis dentro do processo educacional.

O Computador e o aluno

Para a maioria dos usuários comuns, não especialistas, os computadores parecem cercados por uma aura de estranheza e distanciamento. Isto não é diferente, na ótica da maioria dos sujeitos envolvidos no meio educacional. Os educadores que se sentem pressionados a tomar atitudes objetivas e fornecer pareceres às escolas encontram grande volume de informações conflitantes. Existem muitas questões relevantes a serem tratadas, principalmente aquelas orientadas aos objetivos das práticas pedagógicas que utilizam (ou poderiam utilizar) computadores. Para uma reflexão sobre como os computadores devem ser aplicados na educação, os seguintes pontos nos parecem determinantes:

- O sujeito pode realmente aprender com os computadores?
- É possível conhecer-se em que medida isto ocorreu?
- O conhecimento aprendido pela mediação de um computador pode ser transferido para um tópico ainda desconhecido pelo sujeito?
- E, finalmente, que fatores podem influenciar esta aprendizagem?

As respostas a estas perguntas talvez possam ser encontradas na fronteira entre as ciências da computação e da educação. Portanto, a interdisciplinaridade será uma prática fundamental para que se possa chegar a bons resultados. Elementos como os estilos de aprendizagem dos estudantes, por exemplo, devem ser considerados, o que raramente ocorre nos trabalhos puramente computacionais.

Como ferramenta de ensino, o computador apresenta elementos potenciais e relevantes, que, no entanto, carecem ainda de cuidadoso trabalho de pesquisa e desenvolvimento. Bossuet (1985) destaca cinco argumentos a favor dos programas de computador, para o aluno:

- o computador permite um ensino individualizado;

- computador permite melhorar a comunicação entre os estudantes, favorecendo uma aprendizagem colaborativa;
- o aluno torna-se autônomo para escolher o estilo de aprendizagem que mais o agrada;
- o aluno pode estruturar sua aprendizagem, abandonando a linearidade obrigatória dos currículos; e
- o aluno progride dentro de seu próprio ritmo.

Tais afirmações, no entanto, merecem investigação detalhada, pois somente assim será possível compreender seu real significado e seu possível lugar em um projeto de ensino mais amplo.

Como as escolas irão se apropriar da informática, para o benefício dos estudantes?

Na opinião de alguns pesquisadores, a escola perdeu a oportunidade de utilizar a televisão (e seu complemento, o vídeo-cassete) como instrumento educacional efetivo, o mesmo podendo acontecer com o computador (Bossuet, 1985). Considerações sobre o que o meio audiovisual da televisão poderia ter permitido povoam o imaginário dos educadores. Tal como o cinema, a tecnologia televisiva fracassou como promessa educacional de massas. Aparentemente, o mesmo não ocorrerá com a informática, se considerarmos o número de pesquisadores e instituições que desenvolvem trabalhos em torno do assunto. O aproveitamento desta tecnologia dependerá da criação de condições objetivas para que os projetos, atuais e futuros, tornem-se aplicáveis, demonstrando vantagens sobre outras maneiras de promover a aprendizagem. As escolas não reconhecem claramente quais podem ser os vínculos possíveis entre suas metas e os computadores. Talvez, em primeira análise, possam ser considerados como equivalentes (mais sofisticados) dos livros. Ainda Bossuet (1985) sugere uma pedagogia diferenciada, onde o computador possa oferecer sistemas suficientemente flexíveis, de forma a serem utilizados como instrumentos-pretexo para a comunicação e ação entre os estudantes.

A maioria dos obstáculos encontrados pelas escolas para a introdução de computadores nas salas de aula, refere-se a questões relacionadas diretamente com a atuação dos professores, e sua relação com os projetos pretendidos. Sandholtz et al. (1997) argumentam sobre algumas dessas barreiras. Uma delas é a questão do

acesso limitado à tecnologia. As escolas sempre têm problemas relativos ao número de computadores que podem ser adquiridos para a constituição de laboratórios. Os projetos geralmente contam com baixos orçamentos, o que implica em aquisição de material em número insuficiente. Isso pode acarretar problemas, como por exemplo, a dificuldade dos participantes em aumentar suas habilidades e compartilhar conhecimentos com os colegas. O fato pode também causar certo desinteresse dos professores, ao saberem que irão receber um número menor de computadores do que imaginavam, além de despenderem mais tempo preparando tarefas e atividades adequadas ao novo meio.

Outro ponto tratado pelos autores é questão da habilidade técnica dos professores. A maioria desses profissionais não se encontra capacitada a implementar aulas em laboratórios de informática ou desenvolver aplicativos para seus estudantes. A falta de conhecimento básico dos professores é um problema crônico, de difícil solução, uma vez que as instituições escolares têm extrema dificuldade técnica e financeira em aprimorar seu pessoal. O professor precisa ensinar coisas que ainda está tentando entender, devido à sua distribuição por várias escolas e pelo número de profissionais envolvidos. Estudantes e professores tentam aprender por descoberta ao mesmo tempo.

Uma terceira questão tratada por Sandholtz et al. é o tempo necessário para se adquirir habilidades e conhecimentos relativos à informática. Os professores geralmente não dispõem de tempo livre para aprimorar seus conhecimentos, para interagir com outros professores e a partir disso elaborar materiais e implementar suas aulas. Existem muitas habilidades que podem ser desenvolvidas em tempo relativamente curto. No entanto, adquirir conhecimentos de informática pede algum tempo de dedicação e concentração, uma vez que seus conteúdos são sofisticados e, na maioria das vezes, completamente estranhos para os novatos. Esses conhecimentos geralmente exigem prática e aplicação, por períodos relativamente longos de tempo em tarefas às vezes, complexas

Ao longo da história humana, os incrementos quantitativos e qualitativos na complexidade das relações sociais sempre estiveram associados ao desenvolvimento de ferramentas cada vez mais sofisticadas. A escolarização de massa tornou-se uma realidade ao longo do século XIX, nos países industrializados e ainda não é uma realidade em muitas partes do mundo atual. Ela foi criada para a formação de mão de obra minimamente qualificada pela sociedade industrial e, por outro lado, para proteger as crianças da crua realidade do sistema econômico vigente, que as

exploravam como mão de obra barata. Embora essa ainda possa ser a realidade de muitas regiões do mundo, inclusive em partes do Brasil, já não é necessário confinar e isolar as crianças da sociedade em escolas supostamente assépticas. Ao contrário, o ideal educacional atual é criar condições para a construção de conhecimentos pelos estudantes em atividades social e culturalmente integradas.

Nos dias de hoje, quando a "revolução" da informação torna-se cada vez mais intensa, na indústria, nos negócios e no dia-a-dia, a relação do homem com o conhecimento começa a se modificar. Até pouco tempo, a qualificação profissional era avaliada prioritariamente pela posse de informações por parte do indivíduo. Atualmente, na medida em que o conhecimento está cada vez mais disponível, a tendência é valorizar o profissional que saiba usar criteriosamente e eficientemente uma grande quantidade de informações.

Podemos acrescentar que saber formular claramente as questões, saber onde e como procurar as informações necessárias são habilidades também importantes. Além disso, é igualmente importante saber avaliar se as informações encontradas são suficientes para responder adequadamente às questões que motivaram a busca. Em vários países, as redes de computadores já permitem aos estudantes consultar bancos de dados de universidades e centros de pesquisa, acessar grandes bibliotecas, bancos de imagens, jornais e outras fontes em tempo real.

A função da escola como ambiente capaz de proporcionar aprendizagem desse tipo ainda não foi estabelecido. Ao contrário, a aprendizagem escolar é cada vez mais apenas parte daquilo que os pais desejam que seus filhos aprendam. Eles recorrem a instâncias paralelas à escola tradicional, privada ou pública, para propiciar aos seus filhos oportunidades de aprender línguas estrangeiras, música, informática e, mesmo esportes. As novas tecnologias da informação, especialmente os sistemas multimídia e as possibilidades abertas pelas redes de comunicação, favorecem o crescimento de oportunidades de aprendizagem extra-escolar, inclusive para adultos que já passaram pela escola.

Qual poderá ser a atitude do professor frente ao computador e aos desafios por ele apresentados? Estes, freqüentemente, vêm-se obrigados a utilizar metodologias "inovadoras", aparentemente promissoras, cujos resultados não se revelaram, até agora, muito superiores aos métodos adotados anteriormente. Professores mais velhos e com mais tempo de carreira, tendem a apresentar maior resistência e desconfiança, sugerem as pesquisas sobre o comportamento do professor às inovações educacionais. Para estes professores o investimento de tempo e esforço

pode não valer a pena, uma vez que os computadores são apresentados como objetos complexos e difíceis de serem compreendidos e utilizados. Proporcionar motivação aos professores deve ser um dos objetivos a serem alcançados nas escolas que pretendam implementar tecnologias em sala de aula.

O papel do computador na escola, sua influência na formação dos estudantes e a participação dos professores neste processo são perguntas que talvez não possam ser respondidas pelas próprias escolas. A discussão deve ser levada à instituição, mas um olhar externo pode ser fundamental para a implementação de projetos e planos de ação. Mesmo que aqueles que se opõem à presença da informática nas escolas apresentem argumentos convincentes, não se pode ignorar que os computadores, cada vez mais rapidamente, estão povoando a vida cotidiana da maioria da população. Isto ocorreu com diversas tecnologias, e não há razões para se imaginar que será diferente com a informática. Este trabalho pretende lançar alguma luz sobre o assunto, a partir de um ponto de vista tecnológico sustentado por parâmetros pedagógicos.

1.3 Histórico da utilização da informática na educação

A idéia de se utilizar computadores como material educacional teve sua origem praticamente ao mesmo tempo em que esta tecnologia surgiu. Esta é uma história conhecida, pois os eventos relacionados a ela são ainda muito recentes. As decisões em torno do modelo de aplicação foram influenciadas pelo percurso da tecnologia, à medida que as máquinas melhoravam seu desempenho e se tornavam tecnicamente mais acessíveis. Mas até recentemente os computadores eram utilizados apenas em tarefas administrativas e de pesquisa. Os computadores sempre foram percebidos pelo público como artefatos inerentemente complexos, difíceis de serem manipulados. Este ponto de vista foi determinante na história da evolução dos ambientes de aprendizagem.

Jonassen (2000) apresenta um quadro histórico conciso sobre a evolução das formas de utilização dos computadores. As primeiras iniciativas datam dos anos 70, época em que os computadores eram utilizados como ferramentas de instrução programada, onde estudantes aprendiam a partir do computador. Os sistemas eram construídos no sentido de ensinar conteúdos específicos aos estudantes, dentro dos quais as atividades eram apresentadas na forma de eventos de treinamento, direcionadas à aquisição de habilidades e conhecimentos. Os programas geralmente trabalhavam

baseados na resolução de problemas e memorização, mais freqüentemente em matemática. Os estudantes introduziam respostas e o programa retornava informações sobre erros e acertos, num esquema típico de estímulo-resposta-reforço. Exemplos destes programas são os tutoriais, hoje sem o viés notadamente comportamentalista. Eles ainda são utilizados em ambientes de trabalho, manuais técnicos e até mesmo em programas para uso em escolas.

A principal crítica feita às produções desse período diz respeito ao problema de como atender à multiplicidade de interpretações, estilos de aprendizagem e ritmos próprios de cada estudante. Nesse tipo de programa, todas as respostas precisavam ser antecipadas e armazenadas numa lista ou banco de dados. Evidentemente, não era possível prever todas as interpretações dos estudantes relativas a um determinado assunto e o custo dos equipamentos quanto à capacidade de armazenamento impunha limites ao tamanho dos bancos de dados. Por serem tão restritivos em suas possibilidades de inferir respostas, estes programas não permitiam que os estudantes construíssem significados sobre o que estavam aprendendo, mas apenas que memorizassem e seguissem uma única forma de interpretação. Eles não eram encorajados a diferenciar conceitos importantes ou a refletir sobre o domínio de conhecimento tratado, resultando na aprendizagem de conhecimento inerte.

A proliferação dos computadores nos anos 80, bem como o notável avanço nas tecnologias de armazenamento de dados e barateamento dos sistemas, resultou em mudanças no direcionamento e na definição das estratégias de uso dos aplicativos educacionais. Esta foi a segunda fase da convivência entre escola e computadores, em que os esforços eram orientados para a aprendizagem sobre os computadores. Atividades escolares envolvendo informática se concentravam em desenvolver as habilidades de utilização, inclusive utilizando linguagens de programação. Algumas experiências desse período foram emblemáticas, como o trabalho do grupo de Papert (1980), que desenvolveu a linguagem Logo especialmente para crianças, no MIT. Outras linguagens de programação baseadas em ícones, em lugar de códigos formais, foram desenvolvidos a partir da experiência pioneira de Papert.

Jonassem (2000) critica as produções desse período valendo-se de muitos argumentos. Primeiramente, os estudantes muitas vezes não precisavam de instrução para manipular computadores. Muitos deles tinham os primeiros contatos na idade pré-escolar, e ao chegarem às escolas, demonstravam grande desinteresse em aprender o que já conheciam sobre informática. Segundo argumento: é um fato conhecido que o sujeito não precisa compreender profundamente o computador para

utilizá-lo de maneira produtiva. Como terceiro argumento, o autor afirma que a ênfase no ensino de tópicos sobre os computadores não ajudava os estudantes nas tarefas escolares. O conhecimento adquirido em nada auxiliava os estudantes na compreensão dos domínios tratados em sala de aula.

A terceira e, última fase de utilização dos computadores nas escolas teve início nos anos 90 e se baseia na idéia da aprendizagem com os computadores. Isto tem um significado especial e bastante diverso dos programas anteriormente abordados. Trata-se de uma profunda modificação no uso do material didático, passando de um papel de simples transmissor de conhecimento para um uso em que a tecnologia se apresenta como uma parceira do estudante no processo de aprendizagem. Há basicamente dois tipos de "ferramentas" desenvolvidas neste último período. Os programas genéricos que podem ser adaptados a várias necessidades diferentes, tais como as planilhas, aplicativos de desenho e de manipulação de imagens, processadores de textos sofisticados, browsers, programas de simulação e animação, entre outros. Uma segunda classe de ferramentas, os sistemas de interfaceamento entre o mundo e o computador, começou a ser desenvolvida nos anos 80, e veio a ser usada em larga escala nos anos 90. Do ponto de vista educacional, os sistemas de interesse são os sensores, isto é, transdutores de diversos tipos que convertem várias grandezas físicas e químicas em sinais elétricos e são depois processados pelo computador. Podem ser combinados com programas que gerenciam a leitura de dados na interface e disponibilizam várias formas de manipulação e exibição dos dados lidos.

Esta cronologia é bastante genérica e aplicável a uma parte da Europa e Estados Unidos. Com relação ao Brasil, e em vários outros países em desenvolvimento, esta cronologia está defasada em praticamente uma década. Na verdade, é possível encontrar, ainda hoje, aplicações que trabalham baseadas em todos os conceitos acima citados. Isto provavelmente se deve à emergência do uso da tecnologia na educação, a crescente demanda por material didático informatizado e o pequeno envolvimento dos professores e educadores na produção destes ambientes.

Um ponto muito importante tem a ver com as condições objetivas que as escolas têm para a adoção maciça de ferramentas da tecnologia da informação. Há basicamente dois pontos de vista: (i) um que proclama que as escolas deverão fazer todo o esforço para incorporar as novas tecnologias em suas atividades cotidianas, sob pena de perderem espaço para estabelecimentos paralelos, como existe hoje com as escolas de línguas estrangeiras, cursos curtos de informática e outros. (ii) um outro ponto de

vista defende que as escolas não têm condições de manterem-se atualizadas, em vista dos custos dos equipamentos que se tornam obsoletos em poucos anos, dos custos de aquisição de programas gerais e licenças de materiais específicos. Acrescente-se a isso a dificuldade e o custo em manter o seu corpo de professores e funcionários atualizados. Não significa que as escolas não utilizarão computadores e programas educacionais. Mas que elas o farão em escala reduzida. Tal como aconteceu com o cinema e a televisão anteriormente, as empresas que produzem os aplicativos didáticos devem visar um público mais amplo. Não está claro como isso poderá acontecer, mas o mercado doméstico de equipamentos e produtos de informática cresce rapidamente.

1.4 A informática aplicada a educação nas escolas brasileiras

O desenvolvimento da tecnologia dos computadores não ocorreu de modo homogêneo, em todo o mundo. Os governos militares do Brasil instituíram a reserva de mercado, com o objetivo declarado de proteger a indústria nacional. Em lugar de contribuir para o investimento maciço em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias nacionais de dispositivos semicondutores e de software, o longo período de restrições das importações de produtos de informática resultou, em última análise, em atraso tecnológico significativo, afetando outras áreas industriais. Os fabricantes de computadores não puderam se modernizar e se equiparar aos seus pares estrangeiros. As universidades jamais receberam fomentos em volume suficiente para a pesquisa e produção de resultados concretos, em volume e tempo satisfatórios. Conceição (2001) observa que a presença da informática nas escolas do Brasil deu-se em função do espírito inovador dos próprios pesquisadores.

O surgimento da informática na educação brasileira não se deve à boa vontade de um ou de outro educador e nem de um determinado governo. Sua utilização deve-se a um projeto organizativo de uma classe social. Existem projetos em todas as áreas de conhecimento para o uso do computador. Temos o uso do computador na medicina, na arquitetura, na moda, nas pesquisas científicas, nas linhas de produção da robótica e outros. Portanto, o ensino, isto é, a educação, em geral, não poderia ficar sem informática (Conceição, 2001).

Os primeiros computadores, do tipo PC, chegaram ao Brasil em meados da década de 1980. Anteriormente, os computadores disponíveis eram excessivamente caros e de

operação complexa, e eram adquiridos apenas por grandes corporações ou órgãos do governo. O fim da reserva de mercado e de restrição de importações permitiu a produção de computadores a preços bem mais acessíveis, embora ainda caros para o padrão de renda brasileiro. As indústrias nacionais ainda não passam de montadoras de computadores. Isto, no entanto, não solucionou a questão mais polêmica e crônica de nossas escolas: como obter e utilizar os computadores.

No Brasil, as experiências em informática aplicada às salas de aula tiveram início com o Projeto Educom, em meados dos anos 80. O projeto foi implementado, simultaneamente, por cinco universidades. O principal objetivo era investigar o papel dos computadores como mediadores do processo de aprendizagem. Evidentemente, os ambientes desenvolvidos apresentavam estruturas simples, dado que as linguagens de programação e os recursos multimídia, hoje disponíveis, ainda não existiam. Em adição aos problemas e deficiências da tecnologia, o projeto carecia de metas específicas. Os pesquisadores, naquele momento, não possuíam conhecimentos práticos e nem puderam planejar ações muito efetivas. Dentre os méritos do projeto Educom, estava a preocupação com a preparação dos professores participantes, uma vez que estes deveriam utilizar a linguagem Logo.

O fim do projeto Educom coincidiu com a chegada da Internet no Brasil e com o processo de barateamento dos computadores. A partir deste momento, o histórico das experiências educacionais suportadas por computadores pautou-se em iniciativas isoladas, implementadas pelos governos estaduais ou municipais, ou por pesquisadores em seus centros de trabalho.

CAPÍTULO 2

A LITERATURA SOBRE APRENDIZAGEM BASEADA EM COMPUTADOR

2.1 Ambientes virtuais de aprendizagem: uma possível caracterização e classificação

Caracterizar e classificar programas de computador constitui uma tarefa complexa e, freqüentemente, de difícil consenso. Sua existência, como objeto planejado e construído pelo homem, está longe de completar um século. Os efeitos de sua existência apenas começam a serem sentidos, e seu papel no futuro é incerto. Nem mesmo os indivíduos envolvidos profissionalmente no domínio de conhecimento da informática arriscam classificações que receberiam ampla aceitação. Designá-los como ferramentas educacionais parece ainda mais problemático, e certamente, colocações feitas no presente se revelarão como grandes enganos no futuro. Este capítulo pretende apenas sugerir classificações que permitam visualizar o contexto dentro do qual se situam, hoje, os programas de computador, e especialmente, aqueles voltados para aplicações educacionais. De nenhum modo os modelos aqui apresentados esgotam o assunto, e nem poderiam.

2.1.1 O que é um ambiente virtual de aprendizagem?

As tecnologias computacionais criaram possibilidades educacionais que ainda não foram completamente exploradas e que podem efetivamente contribuir para a emergência de novos paradigmas no ensino. A multimídia e seu correlato na Internet, a hipermídia, oferecem uma extensa gama de diferentes possibilidades para as pesquisas. Salientamos, no entanto, que não existe uma diferença clara entre multimídia e hipermídia, pois as duas se valem das mesmas tecnologias. Aplicações multimídia são programas capazes de exibir múltiplos formatos de documentos,

incluindo textos, imagens estáticas, animações, trechos de vídeo, sons e música, permitindo ainda interatividade entre o usuário e o programa. As possibilidades de exploração e manipulação destes documentos, bem como as situações geradas a partir de ações combinadas, determinam o grau de complexidade da estrutura e funcionamento do programa.

Dentre suas principais vantagens, merecem atenção a autonomia que oferece ao aprendiz, em termos da navegação entre seus eventos e exploração de seus conteúdos. O estudante pode escolher que caminho seguir, orientado pelo seu interesse e conhecimento prévio em relação ao domínio, pela necessidade de aprender sobre um determinado domínio de conhecimento ou motivado apenas por sua curiosidade.

Em um espaço dimensionado para contextos e objetivos particulares de ensino, aventurar-se em um ambiente rico em diversidade e complexidade torna o processo de construção do conhecimento mais interessante para o aluno e mais profícuo para o professor. Para os projetistas, a multimídia representa a possibilidade de fácil atualização e expansão dos conteúdos. À medida que os estudantes cumprem determinadas atividades e esgotam as interações em um determinado contexto, os criadores podem adicionar novos elementos, com níveis crescentes de abstração e dificuldade. Outro importante aspecto da multimídia é a relativa facilidade de construção de programas, proporcionada pela multiplicidade e recursividade das linguagens de desenvolvimento à disposição do especialista. Estes atributos podem ser determinantes na escolha de uma tecnologia para o desenvolvimento de aplicativos educacionais.

Faz-se necessário tornar clara a diferença entre *ambientes de aprendizagem* e *ambientes de desenvolvimento*. **O termo ambiente de aprendizagem, no contexto deste trabalho, refere-se aos ambientes virtuais, ou seja, programas de computador criados com objetivos pedagógicos.** São ferramentas e recursos, materiais e conceituais, especialmente organizados para proporcionar aos estudantes oportunidades de explorar e aprender sobre algum domínio de conhecimento, e que foram desenvolvidos para serem utilizados no computador. Tais ambientes possuem abrangência temática limitada e levam em conta as características dos aprendizes, como faixa etária, habilidades e interesses.

Por sua vez, os *ambientes de desenvolvimento* são as ferramentas computacionais por meio das quais são implementados os ambientes de aprendizagem. Podem ser classificados em dois grupos principais, as linguagens de programação e os

programas de autoria. As linguagens de programação são destinadas a propósitos gerais, e os programas de autoria destinam-se à implementação de sistemas de multimídia, especialmente voltados para finalidades educacionais. No entanto, ambos oferecem as ferramentas necessárias à implementação ambientes de aprendizagem, e freqüentemente faz-se necessária a utilização de ambos os recursos para a obtenção de resultados e desempenho desejados.

O desenvolvimento de ambientes de aprendizagem em computadores está ligado a um certo número de questões freqüentemente apontadas pela comunidade de educação e ensino de ciências e matemática, em particular. Para este trabalho, cabe analisar definições e usos dos computadores como mediadores de processos de ensino e aprendizagem, apoiados pelas tecnologias que, atuando simultaneamente, dão origem ao termo “multimídia”.

É importante ressaltar a inexistência de um consenso sobre definições e classificações de ambientes informatizados de aprendizagem. A caracterização desses ambientes ocorre muito mais em função da afiliação original dos pesquisadores, por exemplo, educação em ciências e matemática, psicologia cognitiva, ciências da computação e inteligência artificial, entre outros. Isto pode ser entendido como uma evidência da necessidade de mais pesquisas e teorização sobre a questão. Por serem construções recentes, do ponto de vista histórico, pode ser mais proveitoso indicar atributos desejáveis do que apontar definições.

Hannafin (1992) define os ambientes de aprendizagem como “sistemas amigáveis e integrados, desenhados para promover o engajamento dos estudantes nas atividades que objetivam a concentração em um domínio de conhecimento”. Estas atividades podem incluir apresentações orientadas, manipulações e explorações de temas e questões dentro daquele domínio de conhecimento. A definição não implica no uso de um sistema computacional. O autor sugere atributos bastante específicos que deveriam ser encontrados nos ambientes de aprendizagem, definidos como escopo do ambiente, integração de conteúdos representados, atividades oferecidas ao usuário e atividade educacional.

O *Escopo* refere-se ao conteúdo coberto pelo sistema e à extensão dos eventos educacionais, incluindo questões relativas ao tratamento compreensível das atividades e o domínio de conhecimento tratado pelo programa. A *Integração de conteúdos* refere-se à estratégia de incorporação dos conteúdos dentro do sistema. Este atributo abrange a integração de múltiplos conhecimentos e habilidades em uma variedade de contextos, como estudos sociais, linguagem e ciências. A *Atividade do usuário*

abrange a complexidade das estratégias adotadas para que o sujeito possa acessar as informações disponíveis no ambiente, bem como o suporte para o acesso às diversas representações dos conteúdos. A *Atividade educacional* refere-se à criação de mecanismos que auxiliem a descoberta orientada e a construção de novos conhecimentos. Por sua objetividade, estes atributos parecem adequados e desejáveis a qualquer ambiente educacional, inclusive os ambientes informatizados.

Jonassen (2000), ao apontar a necessidade do estudante *aprender com o computador*, apresenta um conjunto mais amplo de atributos necessariamente pertinentes a um ambiente de aprendizagem:

- que o ambiente permita a construção do conhecimento, representando as idéias e valores dos estudantes;
- que o ambiente permita a exploração do conhecimento, oferecendo acesso a informações segundo diferentes pontos de vista;
- que o ambiente permita a aprendizagem prática, por meio de simulações do mundo real e oferecendo espaço para expressão do raciocínio do estudante;
- que o ambiente permita um trabalho cooperativo entre os estudantes, de modo a proporcionar a formação de consenso entre as diversas opiniões;
- que o ambiente exerça o papel de parceiro intelectual na aprendizagem efetiva, auxiliando o estudante a refletir sobre o que aprendeu e propiciando a construção de representações pessoais.

Estas características parecem naturalmente importantes a qualquer ambiente de Aprendizagem. No entanto, são comuns aquelas construções que apenas transcrevem conteúdos escritos em livros ou qualquer outro tipo de material didático, sem um tratamento cuidadoso na transposição didática dos conteúdos.

Hannafin propõe ainda uma classificação dos diversos tipos de “ferramentas para a aprendizagem”, que utilizam diferentes recursos computacionais. O quadro a seguir descreve a classificação sugerida e as formas de utilização.

TABELA 1

Classificação dos tipos de ferramentas para a aprendizagem

Categoria	Recurso computacional utilizado como ferramenta de aprendizagem
Ferramentas de organização semântica	- Sistemas de bancos de dados - Programas de construção de mapas conceituais
Ferramentas de modelamento dinâmico	- Planilhas de cálculo - Sistemas de inteligência artificial - Programas de modelamento de sistemas dinâmicos - Micromundos de aprendizagem
Ferramentas de interpretação	- Ferramentas de busca na Internet - Programas de visualização de dados - Programas de simulação
Ferramentas de construção de conhecimento	- Multimídia e Hiperídia
Ferramentas de conversação	- Sistemas de teleconferência

A tabela nos oferece uma perspectiva das múltiplas possibilidades de uso educacional dos computadores. Deve-se salientar que não existem limites precisos entre estas diferentes abordagens. Em um micromundo de aprendizagem podem ser implementados sistemas de simulação, ou um sistema de modelamento dinâmico pode ser desenvolvido a partir de técnicas de hiperídia. A classificação propõe apenas descrever um primeiro nível, em que as várias ferramentas não foram combinadas para gerar outras possibilidades, como ambientes que permitem a exploração e construção de conhecimento, combinando recursos como consulta a bancos de dados de instituições científicas e fóruns de discussão entre estudantes. A classificação proposta é propositadamente simples e iremos utilizá-la como uma referência. Todos estes artefatos possuem uma característica em comum: possuem recursos multimídia. Vale lembrar que a multimídia não constitui um tipo de ambiente de aprendizagem, mas um conjunto de recursos e características que podem fazer parte do ambiente.

Um micromundo de aprendizagem, por exemplo, poderá exibir animações, ou oferecer interatividade. Serão descritos a seguir alguns exemplos de ambientes de aprendizagem multimídia. Por constituírem a maioria das implementações, será conferida atenção especial a alguns destes itens: os sistemas de modelamento dinâmico, os micromundos de aprendizagem, os programas de simulação.

Posteriormente, trataremos especificamente das descobertas acerca dos ambientes multimídia, descritas por seus autores, em relação às estratégias de avaliação e desempenho dos aprendizes.

Os Micromundos de aprendizagem

Este termo foi criado por Papert (1980), para designar os espaços de aprendizagem implementados no computador, que tratam de problemas específicos e reconstróem ambientes do mundo real. Podem ser apresentados aos estudantes como simples modelos de uma parte do mundo (Hanna, 1986). O conceito inicialmente descrevia apenas os ambientes exploratórios de aprendizagem desenvolvidos na linguagem Logo, criada por Papert e sua equipe. Estes programas surgiram em um momento histórico bastante peculiar, nos anos 80. Naquela época, foram desenvolvidos os primeiros computadores pessoais, e as escolas começaram a ter acesso a esta tecnologia. Os computadores de então ofereciam recursos áudio visuais bastante limitados. Não exibiam muitas cores (geralmente, dois ou três tons de verde) e apresentavam limitada capacidade de processamento e armazenamento de dados. Dadas tais condições, as ferramentas educacionais foram concebidas em termos de linguagens de programação simplificadas e os estudantes precisavam obrigatoriamente aprendê-las. Somente após adquirirem o conhecimento básico sobre programação de computadores, tornava-se possível a eles a construção de modelos. A tarefa era bastante complexa e trabalhosa, uma vez que além de precisar entender a lógica de programação, o aluno também precisaria desenvolver alguma compreensão sobre o modelo e como a linguagem permitiria a construção do modelo.

O desenvolvimento da linguagem Logo criou um paradigma inovador para a construção de ambientes de aprendizagem. Essa linguagem oferecia facilidades que tornavam mais rápido e compreensível o processo de desenvolvimento de programas. Nos ambientes atuais, dedicados ao modelamento de sistemas do mundo real, a maioria dos processos é representada por meio de ícones, derivados dos comandos simples da linguagem Logo. Em vista de sua inspiração nas idéias de Piaget, o programa de Papert e equipe pretendia utilizar o computador como uma ferramenta para a construção de conhecimento, através de métodos de descoberta e exploração orientada. Só recentemente tornaram-se populares os sistemas de simulação que apresentam ao aluno o modelo construído pelo especialista. A tarefa do aluno nestes casos é explorar como o modelo funciona, tentando compreendê-lo, de forma muito

parecida com a que adota ao aprender um novo jogo. São duas abordagens distintas, que levam os aprendizes a vivenciarem experiências de aprendizagem muito diferentes.

O surgimento dos sistemas operacionais de tela gráfica (como Windows, por exemplo) possibilitou a implementação de programas de operação significativamente mais fácil que os programas antigos. O aluno não mais precisa descrever *como* o sistema se comportará, mas apenas *o que* o sistema deve fazer. A diferença entre as duas abordagens encontra-se na utilização de funções pré-definidas. Em uma linguagem de programação, todas as operações que o programa deverá executar devem ser construídas pelos projetistas e desenvolvedores. O ambiente apresenta funções representadas por ícones, que executam operações complexas, mas que não precisam ser programadas pelo aluno. Este apenas posiciona os ícones do sistema, de maneira construir uma estrutura visual do fenômeno que pretende representar. Diversos exemplos de Micromundos têm sido apresentados, principalmente no sentido de explorar as possibilidades cognitivas destas construções na exploração e controle dos fenômenos naturais e na imersão em um determinado contexto.

Rieber (1992) sugere aplicar aos Micromundos abordagens que proporcionem a construção de conhecimento em um processo orientado, exemplificando com um programa chamado *Space Shuttle Commander*. O ambiente permite aos estudantes controlar um ônibus espacial, em uma missão com objetivos bem definidos, como por exemplo, acoplamento em uma estação orbital. A proposta das interações no ambiente é proporcionar um aprendizado dinâmico e interativo para as leis do movimento de Newton. Rieber enfatiza que contextos de aprendizagem significativos que promovem engajamento e motivação, permitem ao estudante aprender dentro de seu próprio ritmo e evidenciam para o aprendiz a utilidade dos erros e, para o pesquisador, as estratégias e estilos de aprendizagem dos estudantes. O estudante pode, por exemplo, ser desafiado a fazer previsões sobre os próximos eventos em uma simulação, depois rodar o programa e observar o que acontece, para depois explicar o acordo ou desacordo entre suas previsões e observações.

A idéia dos Micromundos tem recebido atenção dos pesquisadores principalmente pelo fato de proporcionar aprendizagem através da experiência e exploração. Miller *et al* (1999) observam que a aprendizagem por exploração estimula os estudantes a tomarem iniciativas e decisões, promovendo um maior aprofundamento no domínio de conhecimento estudado. Ao contrário, num modo mais tradicional de educação, em

que o modelo já está pronto, a estratégia é oferecer ao aluno um pacote de conhecimento que não pode ser explorado.

Os Ambientes de Modelamento

Os ambientes educacionais que envolvem modelamento de sistemas do mundo real têm sido explorados principalmente pelo fato de que os modelos são as principais ferramentas utilizadas pelos cientistas para compreender o mundo natural.

Boohan (1997) observa uma importante diferença entre a modelagem computacional e as simulações de computador. Nas simulações, um modelo matemático que descreve o fenômeno geralmente é inacessível ao aluno (ou que não é exibido em vista de sua complexidade), portanto, proporciona uma atividade puramente exploratória. No caso do modelamento, o aluno trabalhará com um conjunto de dados (uma tabela, por exemplo) para criar o modelo do fenômeno (como por exemplo, regras de comportamento de determinados objetos). O autor chama esse processo de *modelo expressivo* de trabalho. Evidentemente, as duas formas podem ser desenvolvidas conjuntamente. Isto confirma a idéia de que os programas educacionais são desenvolvidos, em sua maioria, utilizando-se uma miscelânea de técnicas.

O autor descreve um exemplo de sistema de modelamento, chamado WorldMaker, um ambiente que usa uma abordagem mista, pois, é ao mesmo tempo um micromundo (apresenta um sistema do mundo real e oferece interatividade) e um programa de modelamento de fenômenos naturais. Um dos fenômenos abordados pelo ambiente é a modelagem de um processo de equilíbrio químico. O sistema permite que os estudantes definam as regras sob as quais objetos ou partículas irão interagir. O autor aponta que esse tipo de programa permite aos estudantes realizar observações a respeito do comportamento de partículas, a partir do modelo por eles construído. Por exemplo, para os estudantes, pode ser difícil prever o comportamento de um único objeto, em relação ao sistema como um todo. Mas o comportamento de um grupo de objetos pode ser previsível, uma vez que os estudantes conhecem as leis que se aplicam ao conjunto. O ambiente de modelamento poderá então auxiliá-los na observação do comportamento dos objetos e das perturbações resultantes, quando ocorrem mudanças em alguns dos elementos do sistema. De acordo com o grau de conhecimento e com idade dos estudantes, regras mais complexas podem ser inseridas.

Dadas estas características, pode-se concluir que os ambientes de modelamento oferecem ferramentas de trabalho de natureza mais qualitativa do que quantitativa. Boohan argumenta que esse tipo de sistema é potencialmente mais acessível aos estudantes do que ferramentas exclusivamente quantitativas. Isso porque as crianças, por exemplo, tendem a ver o mundo em termos de objetos, e têm maiores dificuldades ao trabalhar com variáveis. O autor argumenta que trabalhos futuros devem ser feitos no sentido de se construírem ambientes que auxiliem os estudantes a evoluir no uso de ferramentas qualitativas para ferramentas semiquantitativas e posteriormente, para ferramentas inteiramente quantitativas.

Um outro exemplo de ambiente de modelamento nos é apresentado por Barnea (1997) em um estudo sobre o uso de modelos baseados em computador para a visualização de moléculas. Para o autor, a vantagem de se usar ambientes virtuais para modelamento de moléculas está na conveniência de se construir os modelos com diferentes cores e escalas, bem como a utilização de ferramentas de construção espacial, que permitem grande liberdade de visualização dos modelos. A possibilidade da visualização tridimensional cria um novo parâmetro para o ensino de ciências, principalmente nos domínios de conhecimento nos quais a percepção das estruturas espaciais têm importância fundamental. Segundo o autor, algumas das dificuldades dos estudantes em relação ao entendimento de processos químicos têm origem na impossibilidade dos fenômenos serem observados ao natural.

O ambiente de modelamento utilizado por Barnea para as interações com os estudantes foi o Desktop Molecular Modeler (DTMM), que oferecia os recursos tridimensionais anteriormente citados. O programa permitia ainda a simulação das reações que podem ocorrer entre as moléculas de diferentes compostos. Deve-se observar que o DTMM é um programa que apresenta ao mesmo tempo atributos de micromundo de aprendizagem, ambiente de modelagem e de simulador de processos.

Ambientes de Simulação

Os ambientes de simulação se caracterizam por oferecer menor grau de interatividade do que os Micromundos. Geralmente, nos programas que apresentam simulações, elas ocorrem por meio de demonstrações animadas de fenômenos do mundo natural. Os estudantes são então solicitados a manipular parâmetros, observar e descrever o que acontece, com o objetivo de desenvolver uma compreensão dos fenômenos

descritos. Como já foi salientado, as diferenças entre os diversos tipos de programas educacionais que operam Micromundos, modelamento ou simulações, são bastante tênues.

O desenvolvimento de ambientes de aprendizagem que se propõem a simular fenômenos do mundo real constitui uma tarefa complexa e onerosa. Programas desse tipo não podem ser apenas artefatos para a exibição de dados, mas devem constituir-se em poderosas ferramentas de manipulação de objetos. Sua concepção representa um desafio técnico, pois sua implementação exige a aplicação de algoritmos computacionais bastante complexos. Tomemos como exemplo, a criação de uma ferramenta que permita a construção de aplicativos que simulam fenômenos sobre a relação entre força e movimento. Um programa deste tipo deverá demonstrar o funcionamento de modelos matemáticos e físicos por meio de animações, ou seja, aplicar aos objetos animados o comportamento físico do mundo real. Deverá também permitir que os estudantes modifiquem os valores contidos nas diversas variáveis manipuladas pelo ambiente, bem como criar suas próprias variáveis.

O interesse pelos ambientes de simulação tomou novo fôlego com o advento das novas tecnologias computacionais, com os crescentes ganhos de desempenho e capacidade de exibição de imagens e animações (Borges, 2002; Moreira & Borges, 2001; Moreira, 2003). Como exemplo, citaremos um estudo feito por Monaghan & Clement (1999) relativo a um ambiente de simulação computacional de movimento relativo, destinado a estudantes do ensino médio. Foi utilizado um modelo de interação baseado no formato previsão-observação-explicação dos fenômenos observados. O estudo pretendia determinar se as simulações poderiam ajudar na construção de conhecimentos sobre movimento relativo. O ambiente de simulação utilizado foi implementado através do RelLab (Relative Laboratory), e aplicado como material complementar de ensino, após o término da unidade de movimento relativo. As situações abordadas no ambiente eram apresentadas aos estudantes por meio de demonstrações.

Os ambientes de simulação, modelamento e os micromundos são apenas três tipos de artefatos computacionais imaginados para finalidades educacionais. As diferenças ocorrem principalmente em termos das estruturas computacionais e das estratégias de ensino aplicadas a cada um. Na realidade, todos estes programas constituem, em última análise, ambientes de aprendizagem multimídia, utilizados como artefatos cognitivos. Pode-se continuar a exemplificar um sem número de programas, mas a maioria se encaixa em um destes três modelos de ambientes. O ambiente de

aprendizagem concebido e aplicado a esta tese se encaixa principalmente na categoria de simulação, mas, como já foi destacado, tais classificações não são de todo exatas. Dificilmente se pode conceber um ambiente de aprendizagem que possa ser classificado, de maneira inequívoca, em uma ou outra categoria.

2.2 Ambientes de aprendizagem baseados em multimídia: estratégias de utilização e resultados obtidos

As características desejáveis a um sistema multimídia foram descritas na seção anterior. Nesta seção, descrevemos algumas das estratégias de utilização de ambientes multimídia em situações de aprendizagem e os resultados apresentados por seus autores. Os ambientes virtuais de aprendizagem podem oferecer alguns elementos que os diferenciam de outros materiais didáticos. Tais possibilidades tornar-se-ão apreciáveis na medida que os processos de transposição de conteúdos sejam feitos de maneira adequada. As propostas de novos ambientes devem se pautar em termos das competências requeridas aos aprendizes. Tais competências, no entanto, não são ainda completamente reconhecidas, dado que nossas escolas não possuem ainda projetos bem definidos para a utilização de computadores em sala de aula.

Nesta seção, serão descritos estudos voltados à investigação da aprendizagem mediada por ambientes multimídia. Para isso, serão apresentados os objetivos dos estudos, os ambientes multimídia utilizados, e os resultados obtidos a partir da análise dos dados colhidos.

Como a multimídia e a hipermídia têm sido utilizadas nos processos de ensino e aprendizagem e quais os resultados até agora obtidos?

Como têm sido conduzidos os estudos na área e quais são os resultados obtidos? Estes resultados têm sido coerentes com a teoria de que os computadores são uma conquista importante para a educação ?

A avaliação dos relatos foi efetuada no sentido de se conhecer o objetivo do experimento, o ambiente utilizado, os resultados e conclusões dos pesquisadores. Os estudos discutidos se concentram principalmente na área de ensino de ciências. Mas os ambientes apresentados pertencem a praticamente todos os tipos anteriormente categorizados, incluindo micromundos, simulações e hipertextos. Todos têm em comum o fato de serem ambientes virtuais de aprendizagem.

Revisões como esta têm sido apresentadas, exatamente com objetivo de se verificar o estado atual das pesquisas e obter um panorama das conclusões e descobertas significativas. Dillon & Gabbard (1998), por exemplo, propõem uma revisão sobre os

resultados apresentados em estudos sobre o impacto da hipermídia, e outras formas de mídia eletrônica, na aprendizagem, em diversos domínios do conhecimento. Os autores argumentam que as evidências experimentais descritas nos estudos revistos apontam para a existência de certas limitações na tecnologia. Dentre as principais conclusões apresentadas, merecem citação:

- os ambientes informatizados parecem oferecer vantagens para aprendizagem quando a situação envolve a execução de tarefas específicas;
- o controle dos eventos dentro do ambiente oferece dificuldades para os estudantes. Apenas estudantes com maior habilidade ou com maiores conhecimentos de informática alcançam melhores resultados;
- o estilo da navegação do estudante pode interferir de modo real e determinante em seu processo de interação com o ambiente, refletidas em sua aprendizagem. Estudantes passivos podem ser mais influenciados pelo modelo de navegação oferecido pelo ambiente.

Tais condições não devem ser consideradas como surpreendentes. Em se tratando de um conjunto de abordagens tão diferenciadas, na busca de transcender as práticas clássicas da sala de aula, tanto os estudantes quanto as escolas não puderam ainda desfrutar de um número significativo de experiências. Um artefato tão recente quanto o computador precisa ser testado exaustivamente, em todas as suas possibilidades. Dillon & Gabbard, no entanto, não descartam a possibilidade da utilização das tecnologias em sala de aula. A seu ver,

“As tarefas que envolvem múltiplas e rápidas manipulações de material complexo, em múltiplas formas, nas quais a pesquisa é importante, e a habilidade para observar imagens ou rodar simulações animadas está envolvida, a tecnologia provavelmente oferecerá benefícios” (Dillon & Gabbard, 1998).

O sumário a seguir apresenta o conjunto de estudos examinados e os resultados apresentados. O principal objetivo é determinar quais foram os resultados e as descobertas mais significativas, a partir deles verificar, em um processo posterior, quais dessas descobertas foram confirmadas neste trabalho.

Miller et al (1999) apresentam um estudo cujo objetivo foi explorar as conseqüências, para aprendizagem, da interação com ambiente (do tipo micromundo), denominado Electric Field Hokey (EFH). O ambiente simulava movimento de uma partícula elétrica carregada, que percorre uma região na qual estão posicionados alguns obstáculos. O ambiente é manipulado como um jogo, no qual os estudantes devem movimentar a partícula em meio aos obstáculos oferecidos, que por sua vez também contêm cargas elétricas. As intervenções tinham uma abordagem qualitativa, ou seja, não solicitavam a parametrização de variáveis. Os principais relacionamentos tratados no ambiente eram; (a) as relações entre força e aceleração; (b) as relações entre a distância da carga elétrica e a força exercida, e (c) a relação entre a localização de múltiplas cargas e seu efeito no conjunto. A meta de aprendizagem, pretendida pelos autores para este estudo, era a compreensão das propriedades das cargas distribuídas em termos qualitativos, particularmente a física das interações entre as cargas elétricas.

A tarefa básica proposta aos estudantes consistia em fazer com que uma partícula atingisse um determinado ponto na tela. Para isso, os participantes deveriam posicionar cargas, negativas ou positivas, em pontos estratégicos do campo de rolagem da partícula. Ao darem partida no jogo, a partícula se movia pela tela, cuja trajetória era influenciada pela atuação das cargas. A partir da visualização da trajetória deste movimento, os estudantes interpretaram a ação das cargas e elaboraram teorias e raciocínios qualitativos para explicar o fenômeno visto. Três grupos de estudantes executaram tarefas diferentes dentro do ambiente, que ofereciam diferentes níveis de dificuldade.

A análise dos dados revelou que houve compreensão dos fenômenos relativos a interações entre cargas elétricas. Para os autores, os resultados sugerem que a elaboração de uma tarefa para a qual os sujeitos devam atingir objetivos específicos pode aumentar a motivação para explorarem melhor os fenômenos apresentados no ambiente. Também sugerem que esse resultado pode indicar a necessidade de se reduzir a carga cognitiva demandada pelos ambientes de aprendizagem.

De Jong et al (1999), apresentam um estudo no qual avaliam a construção de conhecimento e aprendizagem por descoberta, utilizando um ambiente de simulação computacional no domínio físico das colisões (chamado Collision). Os autores justificam a escolha do tema por ser um fenômeno freqüentemente observado na natureza, bem como na vida cotidiana das pessoas. Pesquisadores dedicados ao ensino de física têm relatado as dificuldades encontradas pelos estudantes na compreensão dos fenômenos de colisões (Carvalho & Villani, 1996). O principal

objetivo cognitivo do ambiente era conduzir os alunos em um processo de aprendizagem por descoberta, baseado em simulações, de modo a construir conhecimento relevante sobre colisões entre partículas.

O ambiente Collision consistia de um conjunto de ferramentas que possibilitavam a visualização, por meio de gráficos, de duas partículas deslocando-se na mesma direção e interagindo de modo a conservar a energia mecânica total. O sistema divide o processo em duas fases: *Modelo de Níveis de Progressão* e um modo chamado *Tarefas*, onde pequenos exercícios são oferecidos. Um total de quinze alunos participaram dos testes.

O Modelo de Progressão de Níveis dividia o domínio do ambiente em cinco níveis, cada qual correspondendo a um determinado volume de informação. Esta abordagem tinha o objetivo de diminuir a carga de informação em cada nível. Os estudantes iniciavam as interações observando uma interpretação de Deslocamento (x) pelo Tempo, através de um gráfico. Todos os outros níveis do ambiente utilizavam o mesmo modelo de visualização de gráficos para demonstrar os fenômenos pretendidos.

Em cada um dos níveis de progressão os estudantes eram solicitados a responder um grupo de questões. O ambiente oferece diferentes tipos de questões, cada uma desenhada para suportar diferentes processos de aprendizagem. São oferecidas *Questões Investigativas*, que solicitam ao aluno que investigue as relações entre duas ou mais variáveis. As *Questões Explicativas* solicitam ao aluno que explicasse um determinado fenômeno. Um terceiro tipo de questões recebe o nome de *Questões de Especificação*, onde uma situação é apresentada ao aluno e ele é solicitado a prever o valor que tomará uma determinada variável. Por exemplo, dada a velocidade de duas partículas e o fato de que ambas as massas são iguais, o estudante deve prever os valores da velocidade depois da colisão. Em seu estudo, os autores utilizaram a seqüência de pré-testes, interação e pós-testes no intuito de avaliar a performance dos estudantes.

A análise dos resultados dos testes indicava que houve engajamento dos alunos nos processos de simulação, com ganhos positivos na aprendizagem. A diferença nos valores das médias foi estatisticamente significativa em favor do pós-teste (em relação ao pré-teste). Os alunos responderam corretamente a um número superior de questões, no pós-teste, evidenciando que houve aprendizagem relevante. No entanto, os autores argumentam que para estimar os efeitos de um ambiente de descoberta

baseado em simulação será necessário introduzir medidas que diferem dos testes convencionais.

Monaghan e Clement (1999) reportam um estudo de caso no qual foi examinado o uso de simulações computacionais no auxílio a estudantes de nível médio, na aprendizagem sobre conceitos de movimento relativo. A questão central do trabalho era determinar se simulações computacionais podem realmente auxiliar o entendimento de conceitos de física. Foi utilizado um modelo de interação baseado no formato predição-observação-explicação de fenômenos observados. O objetivo específico era identificar que fatores podem afetar a eficácia de uma simulação computacional como ferramenta pedagógica no aprendizado de física. O trabalho de pesquisa (identificado pelos autores como exploratório) foi conduzido em sala de aula, onde entrevistas foram usadas para determinar quais eram as dificuldades apontadas pelos estudantes ao trabalharem conceitos relativos a movimento.

Os estudantes mostraram inconsistências no uso da linguagem técnica relevante para a resolução de problemas, bem como dificuldades em resolver problemas funcionalmente idênticos, mas que se encontravam em contextos diferentes. Foram feitas entrevistas com os estudantes, que permitiram registrar os métodos utilizados por eles para a resolução de problemas. Neste trabalho, os autores estavam particularmente interessados em descobrir se os estudantes conseguem visualizar situações envolvendo movimento relativo. Isto poderia indicar o nível de entendimento conceitual e apontar as bases para a escolha do tipo de operações aritméticas que poderiam ser utilizadas em problemas quantitativos.

O ambiente de simulação utilizado foi implementado através do RelLab (Relative Laboratory), e aplicado como material complementar de ensino, após o término da unidade de movimento relativo. O ambiente era apresentado aos alunos por meio de demonstrações. Determinava-se o estágio de conhecimento dos estudantes antes e após terem contado com o ambiente de ensino (pré e pós-teste). O evento a ser observado era então apresentado aos estudantes. Os pesquisadores interrompiam o processo e solicitavam aos sujeitos que fizessem previsões sobre o que estava ocorrendo. Também faziam perguntas aos alunos, como “é o que você esperava ver?” ou “você pode explicar o que viu?”. Os alunos analisavam suas previsões com base na animação que assistiram. Ao analisar os dados coletados, os autores puderam concluir que a imersão dos estudantes em um ambiente informatizado teve efeito positivo em suas habilidades para a resolução de problemas. Uma dificuldade detectada foi a pouca competência de alguns sujeitos para visualizar as simulações

exibidas pelo ambiente. Os estudantes mostraram-se mais aptos a usar seus conhecimentos em testes quantitativos e qualitativos sobre movimento relativo, e dentre os motivos que cooperaram para estes resultados, os autores enumeraram:

- uma simulação pode constituir um ponto inicial exemplar do comportamento de um sistema que ajudaria e estimularia os estudantes a construir uma explicação para esse comportamento;
- uma simulação pode oferecer um quadro de visualização que pode permitir o estudante transferir idéias similares para ambientes diferentes ou problemas diferentes;

Hannafin & Scott (1998) apresentam um estudo no qual investigam as possibilidades cognitivas de um tipo bastante específico de ambiente aprendizagem, denominados OELEs (Open-Ended Learning Environments). Nestes ambientes, os conteúdos são apresentados em um formato diferente daqueles ambientes que pretendem demonstrar ou simular um fenômeno. Estes programas fornecem aos estudantes ajuda e indicações para que eles mesmos possam decidir o que precisam aprender e que recursos deverão utilizar na compreensão de um determinado domínio. Os autores observam que os ambientes OELEs permitem aos aprendizes "*identificar suas próprias metas e construir significados, possibilitando que se transformem em gerenciadores ativos do conhecimento, ao invés de apenas receptores passivos de informação*" (Hannafin & Scott, 1998, p. 3).

O estudo buscava dois objetivos principais: (a) verificar os efeitos das interações com o ambiente de aprendizagem, na capacidade de memorização dos estudantes, e (b) o entendimento de raciocínios que envolviam habilidades espaciais. O termo "memorização" significa, para os autores, o armazenamento temporário ou ativação de um nível de informação durante a execução de uma tarefa cognitiva. Durante a manipulação das formas geométricas na tela do ambiente, os estudantes poderiam observar e interpretar as mudanças que ocorriam no relacionamento entre medidas e dimensões das figuras geométricas exibidas. Os autores levantaram algumas hipóteses, para fins de investigação, entre elas:

- Estudantes que têm maior capacidade de memorização terão melhor performance ao relembrem itens para os exames de pós- teste e terão melhor desempenho no entendimento conceitual dos eventos relativos às figuras geométricas;

- Estudantes que preferem ter acesso a um grande número de instruções (para a manipulação do ambiente) irão apresentar melhor performance nos exames de pós-testes, que aqueles que preferem ter menos instruções;
- Estudantes que têm habilidade espacial mais desenvolvida terão uma melhor performance nas avaliações.

O ambiente utilizado para o experimento denominava-se The Geometer's Sketchpad, pertencente à categoria anteriormente discutida (os OELEs). Este ambiente permite aos estudantes conhecer as propriedades matemáticas de figuras geométricas, por meio de diversos recursos para a sua manipulação e modificação. As figuras geométricas eram fornecidas pelo próprio ambiente, ou podiam ser construídos pelos próprios sujeitos.

Participaram deste estudo 210 estudantes do final de um curso de graduação (105 homens e 105 mulheres). O experimento foi realizado durante o período normal de atividades do semestre. Foram imaginadas 16 atividades para o experimento, todas relativas a conceitos de geometria. As atividades foram formatadas de modo a permitir que os alunos construíssem questionamentos durante os trabalhos, identificassem relacionamentos e tecessem conjecturas sobre os elementos tratados. Os autores, auxiliados por monitores, assistiam e guiavam os estudantes nas tarefas. As atividades progrediam em níveis de dificuldades. Foram propostos tópicos como medidas e classificação de ângulos e segmentos de reta, posteriormente avançando para fórmulas envolvendo raios, ângulos e arcos de circunferência. Os dados de aprendizagem foram obtidos dos exercícios de pós-testes.

Os resultados das análises dos dados revelam que as hipóteses levantadas pelos autores não puderam ser completamente confirmadas. A melhoria da performance na resolução de problemas espaciais, uma das suposições levantadas pelos autores, não ocorreu. Os autores apontam que uma das razões pode ser a diferença qualitativa entre o tipo de manipulação oferecida pelo ambiente e os testes propostos aos estudantes. No ambiente, os estudantes manipulavam formas geométricas e puderam observar, de modo animado e dinâmico, mudanças de relacionamentos entre os elementos. Nos testes, as imagens eram estáticas e os estudantes tinham que escolher opções em diagramas. De modo semelhante, a hipótese de que estudantes com melhor capacidade de memorização teriam melhor performance, também não se confirmou. De igual modo, a hipótese de que aqueles estudantes que preferiram

utilizar maior número de instruções, no momento lidarem com os conteúdos, teriam melhor performance nos testes finais, também não se revelou verdadeira.

Os ambientes de aprendizagem criados para serem utilizados na Internet são denominados ambientes hipermídia. Um sistema de hipermídia voltado para educação caracteriza-se pela multiplicidade de caminhos que podem ser oferecidos ao estudante. Esses sistemas permitem que o usuário determine uma seqüência pessoal de acessos às informações, o que confere certo controle sobre o material estudado. O número de caminhos ou de conexões oferecidas no ambiente pode ser muito grande, pois a arquitetura da Internet permite a criação de sites educacionais de grande porte com uso de pouco espaço. Evidentemente, deve-se levar em conta que ambientes que apresentam grande número de conexões podem levar o usuário a se desorientar.

A hipermídia tem recebido grande atenção dos pesquisadores, interessados em avaliar os resultados relativos à aprendizagem nestes ambientes (Jacobson Et Al, 1996; Bevilacqua, 2002). As tecnologias de hipermídia têm sido utilizadas principalmente na inovação das práticas pedagógicas, como recurso auxiliar na renovação dos currículos e na produção de material educacional de suporte aos professores. Analisaremos então alguns estudos dedicados aos ambientes de aprendizagem hipermídia.

Ford & Chen (2000) exploraram, em um estudo, as possibilidades cognitivas do uso de um hipermídia, na aprendizagem sobre a própria linguagem HTML. A pesquisa tinha o objetivo de investigar a aprendizagem dos estudantes em um ambiente hipermídia. Este foi então desenvolvido para que os resultados derivados dos estilos cognitivos de cada um dos sujeitos pudessem ser conhecidos¹. A intenção era a obtenção de dados relativos ao nível de experiência pregressa, motivação para a aprendizagem, influência da idade e do gênero. O experimento insere-se em um projeto mais amplo, que pretende explorar os efeitos das diferenças individuais nos padrões de navegação e os resultados deste atributo na aprendizagem.

O ambiente utilizado consistia em um conjunto de textos e imagens, desenvolvidos em HTML (que os autores denominaram *Hypermedia Learning Program*). Os conteúdos

¹ Os autores definem estilos cognitivos como “tendências que são evidenciadas pelos indivíduos para adotar um tipo particular de estratégia de processamento de informações”, (Ford & Chen, 2000, p. 238).

foram formatados em três seções: (a) O que é HTML, (b) Trabalhando com HTML, e (c) a relação entre HTML e SGML e a Web.² Cada seção se dividia em cinco partes: (a) resumo da seção; (b) detalhes técnicos; (c) exemplos; (d) descrição de algumas técnicas e, (e) referências. As informações eram apresentadas, no ambiente, por meio de textos, tabelas, índices e mapas.

Como meta cognitiva, pretendia-se registrar a ocorrência de interações significativas entre as seguintes variáveis:

- As diferenças individuais e comportamento de aprendizagem;
- As diferenças individuais e resultado de aprendizagem
- O comportamento de aprendizagem e resultado de aprendizagem
- O resultado de aprendizagem e interações entre diferenças individuais e comportamento de aprendizagem.

Os estudantes que participaram do estudo, 65 alunos de pós-graduação, trabalharam com um conjunto de 6 atividades: (1) Indução, que oferecia uma breve explanação sobre o ambiente; (2) Pré-teste, no qual os estudantes respondiam a 20 itens de múltipla escolha, para verificação de conhecimentos anteriores sobre HTML; (3) Aprendizagem e tarefas práticas, um módulo no qual os alunos interagiam com o ambiente para construir uma homepage; (4) Pós-teste, no qual os estudantes respondiam a 20 itens de múltipla escolha (as mesmas do pré-teste); (5) Questionário Final, considerado pelos autores como um complemento do pós-teste, mas solicitando informações pessoais, como gênero, idade e experiência anterior, e (6) Avaliação do estilo cognitivo, no qual os estudantes respondiam a um teste denominado Avaliação de Estilos Cognitivos (CSA) para determinar nível de dependência ou independência do campo. Este termo, recorrente nas pesquisas sobre estilos cognitivos, é definido por Pithers (2000) como uma dimensão dos estilos cognitivos do indivíduo. Ele se traduziria como grau em que a percepção do sujeito pode ser afetada pelo contexto. Pessoas com maior grau de “dependência do campo”, por exemplo, são mais tendentes a serem afetados pela mudança de contexto no ambiente.

As análises estatísticas mostraram a existência de correlações significativas entre a experiência do sujeito na internet e a performance na criação do site web. As pessoas

² No original: “(a) What is HTML?; (b) Working with HTML; (c) Relationship of HTML with SGML and the Web”, (Ford e Chen, 2000, p. 238). HTML é uma linguagem de programação de computadores para a Internet, por meio da qual os sites são desenvolvidos. A linguagem SGML é uma linguagem de montagem (uma linguagem para construir outras linguagens). O HTML foi desenvolvido a partir do SGML.

com maior experiência em informática visitaram um número maior de páginas do ambiente de aprendizagem, aprenderam em tempo menor e executaram os exercícios em tempo menor. O estudo produziu correlações significativas entre a dependência/independência do campo e os resultados relativos à aprendizagem. Os autores fizeram uma interessante observação relativa aos estilos cognitivos: quando a estratégia de deslocamento pelo ambiente impõe a linearidade na navegação, a aprendizagem pode ser afetada. No entanto, quando a estratégia proposta desobriga o sujeito a seguir um caminho, oferecendo navegação livre, os efeitos sobre a aprendizagem não parecem tão evidentes e são mais difíceis de serem detectados. O estudo não apontou diferenças efetivas entre as duas abordagens. Os autores reconhecem, no entanto, que talvez este resultado se deva à utilização de um instrumento de medida impróprio para tal tarefa.

Os ambientes de aprendizagem têm sido repetidamente utilizados em tarefas de construção de conceitos tidos como difíceis de serem interpretados e assimilados pelos estudantes. Rezende (2002) descreve a aplicação de ambiente hipermídia para auxiliar os estudantes na compreensão de conceitos de mecânica clássica. O ambiente denominado "Força & Movimento", foi desenvolvido com a finalidade específica de permitir que os estudantes reestruturassem seus conhecimentos sobre fenômenos físicos que envolvem os conceitos de força e movimento. A escolha deste tema, segundo a autora, justifica-se pelo elevado índice de reprovação observado nos estudantes de física de nível básico universitário. O ambiente apresenta situações físicas relacionadas ao tópico, possibilitando também interações com os fenômenos demonstrados. O sistema oferecia recursos para que os estudantes pudessem expressar suas concepções espontâneas sobre o domínio estudado. O ambiente também proponha tarefas, apresentadas com nomes sugestivos, como "discutir a relação entre força e movimento". A navegação por entre as páginas se dava de forma não linear, permitindo que os estudantes se deslocassem em qualquer sentido.

Os participantes escolhidos para experimento foram estudantes dos períodos iniciais de cursos de graduação, que incluíam a disciplina de física. Um conjunto de testes foi aplicado anteriormente às interações com ambiente, visando conhecer as dificuldades experimentadas pelos estudantes. Os resultados destes testes produziram as evidências relativas às dificuldades mais comuns apresentadas pelos estudantes.

Questões relativas aos conteúdos foram respondidas durante o processo. O comportamento de alguns estudantes, que demonstraram dificuldades em trabalhar

com o sistema de navegação não linear, mostrou que esta é uma abordagem problemática. De fato, as metodologias de ensino raramente permitem aos estudantes mergulhar em processos de aprendizagem por descoberta. São quase inexistentes as ações que promovam a inserção de atividades que motivem a pesquisa e exploração autônoma de conteúdos, visando estabelecer um processo de construção de conhecimento autônomo e individualizado.

A autora descreve que os testes evidenciaram a ocorrência de reestruturação dos conceitos sobre força em movimento, em relação aos conhecimentos exibidos nos pré-testes. As mesmas questões, aplicadas antes das interações, foram reapresentadas aos alunos, apresentando um desempenho significativamente superior. Apesar desses resultados favoráveis, a autora salienta que ainda é muito cedo para se possa atribuir aos ambientes de aprendizagem um papel de ferramenta pedagógica efetiva.

Gabbard & Dillon (1998) apresentam um panorama sobre a produção de pesquisas focadas na utilização de ambientes de aprendizagem hipermídia. O estudo se concentrou em analisar artigos que tratassem especificamente de três temas: (a) os efeitos da utilização de ambientes de aprendizagem sobre a compreensão de domínios de conhecimento, comparados a outros meios; (b) os efeitos para a aprendizagem, da concessão de controle ao usuário, e (c) diferenças individuais nas respostas de aprendizagem por meio de hipermídia.

Em seu texto, os autores consideram a compreensão como uma medida clássica de performance e uma estimativa de ganhos de conhecimento, possivelmente a mais importante variável da aprendizagem mediada por tecnologia. Nos estudos analisados os autores comparavam a hipermídia com outras mídias (como por exemplo, textos impressos em papel) em relação à performance dos estudantes nas interações com esses artefatos.

“Quando alguém lê um texto ou participa de uma classe regular, é geralmente assumido que ele ou ela terminará esse processo com algum conhecimento construído ou informação adquirida. Apresentações em hipermídia são consideradas como provedoras de compreensão em virtude de serem capazes de suportar as estruturas de acesso, a rápida manipulação de informações, e por oferecer controle individual sobre a navegação”, (Dillon & Gabbard, 1998).

A maioria dos trabalhos analisados indica que não houve compreensão significativamente diferente entre o hipermídia e o material impresso. Aust et al (1993), por exemplo, procuraram comparar o uso de ambientes de aprendizagem e seus resultados, em contraste com material impresso. A idéia era fazer com que estudantes permutassem o uso de textos em papel e documentos eletrônicos. Diversos materiais em formato hipermídia foram utilizados. Os testes consistiam de traduções e reconhecimento de expressões. Os resultados mostraram-se não conclusivos, pois não ocorreu o efeito diferencial esperado.

Um trabalho semelhante foi realizado por Van der Berg & Watt (1991). Os autores compararam os resultados decorrentes da utilização do material impresso em relação ao computador. Um grupo de 80 estudantes de graduação, de turmas de língua espanhola, participou de interações em documento hipermídia, denominado LAST (Level of Abstraction Structured Text). Por um período de seis semanas, uma parte do grupo de estudantes trabalhou dentro do ambiente hipermídia, enquanto outro grupo (o grupo de controle) trabalhava com material impresso. Os resultados obtidos nos testes posteriores às interações indicaram não haver diferenças consistentes entre os estudantes que usaram o hipermídia e aqueles que trabalharam com material impresso padrão. Os autores argumentam que não encontraram bases suficientes para justificar a troca do material em papel pelos hipertextos, ou vice-versa, uma vez que ambos os materiais resultaram em medidas idênticas.

Resultados semelhantes foram encontrados por Becker & Dwyer (1994), em um experimento realizado com alunos de graduação em uma escola de ciências gerenciais, em um curso sobre vírus de computador. Duas formas de instrução foram desenvolvidas, uma utilizando material impresso em papel e outra utilizando um ambiente hipertexto. Adotou-se uma metodologia de quase-experimento, um grupo de experimento e outro de controle. O grupo de controle leu um material impresso sobre vírus de computador, enquanto o grupo experimental trabalhou com um hipermídia que tratava do mesmo assunto. Depois das interações, os alunos se submeteram a pós-testes. Os autores não encontraram nenhuma diferença significativa entre escores de pré e pós-testes, para os dois grupos. De modo análogo, Marchionini e Crane (1994), implementaram um estudo no qual examinaram os efeitos das interações dos estudantes com um ambiente denominado Perseus Project. Este hipermídia foi concebido como uma ferramenta para aprendizagem de língua Grega. Consistia em um conjunto de ferramentas de ensino, material histórico e léxico. Um grupo de

estudantes utilizou o hipermídia e, paralelamente, o outro grupo trabalhou com material impresso. Nos testes realizados após as interações, constatou-se não haver diferenças significativas nas traduções realizadas pelos dois grupos. Resultados equivalentes foram encontrados por Blanchard (1990), Mcknigh et al (1992), e Psoth et al (1993).

Os estudos descritos, até este ponto, revelam que os ambientes de aprendizagem informatizados podem ser considerados como ferramentas promissoras, mas de modo algum isentas de dificuldades. Os relatórios apresentados pelos vários autores apresentam, invariavelmente, ressalvas que apontam para a necessidade da ampliação das pesquisas neste domínio de conhecimento, especialmente quanto à possibilidade de ganhos em compreensão. As tecnologias computacionais podem ser consideradas como nascentes, o que deve inspirar nos pesquisadores toda forma de cuidados no planejamento de suas ações. Os sumários dos textos analisados (TAB. 2) mostram que, em alguns estudos, os objetivos primários não puderam ser atingidos. Ao que parece, as ações relativas à inclusão de ambientes de aprendizagem nas salas de aula não têm atingido seu objetivo de inovar as práticas educacionais. Não existem certezas em relação à empatia dos estudantes com relação aos computadores. Questioná-los sobre sua disposição em se submeter as práticas educacionais baseadas em tecnologia é uma abordagem pouco utilizada.

TABELA 2

Sumário de Utilização de ambientes de aprendizagem (1).

(Continua)

Autor e data	Multimídia ou Hiperídia utilizado e domínio	Variáveis dependentes	Resultados Obtidos
1. Miller; Lehman; Koedinger; (1999).	Electric Field Hokey (EFH); - Simulação do movimento de uma partícula eletricamente carregada	Entendimento sobre a física das interações entre as cargas elétricas	- Efetivo na compreensão dos fenômenos relativos às interações entre cargas elétricas; - Dificuldades detectadas na aprendizagem relacionadas à natureza da tarefa.
2. De Jong; Martin; Zamarro; Esquembre; Swaak; van Joolingen; (1999)	Collision; - Ambiente de simulação de colisões	Aprendizagem sobre colisões entre partículas	- Efetivo na construção de conhecimento; - Métodos utilizados para estimar os efeitos de um ambiente de aprendizagem devem diferir dos métodos convencionais.
3. Monaghan; & Clement; (1999)	RelLab (Relativity Laboratory) -Laboratório virtual de simulação de movimento relativo;	Entendimento sobre movimento relativo	- Efetivo na melhoria das habilidades dos sujeitos para a resolução de problemas; - O estudo evidenciou as dificuldades dos estudantes para a compreensão de explicações visuais;

TABELA 2

Sumário de Utilização de ambientes de aprendizagem (1).

(Continua)

Autor e data	Multimídia ou Hipermídia utilizado e domínio	Variáveis dependentes	Resultados Obtidos
4. Hannafin & Scott; (1998).	<i>The Geometer's Sketchpad</i> - Multimídia - Ambiente de geometria dinâmica	- Efeitos das interações com o ambiente de aprendizagem na memorização; - Influenciado ambiente na habilidade espacial	- Hipóteses investigadas não se confirmaram. Resultados não foram significativos; - As dificuldades talvez possam estar ligadas ao formato dos testes de avaliação.
5. Ford & Chen; (2000).	<i>Hypermidia Learning Program.</i> - Hipermídia; - Ambiente para ensino de construção de sites.	Conhecer o resultado de aprendizagem e interações, relacionadas a diferenças individuais e comportamento de aprendizagem.	- Evidências de correlação entre estilos cognitivos e aprendizagem; - Não se encontrou evidências de correlação entre a navegação em modo livre e o resultado nos pós-testes;
6. Resende, Flavia (1998)	<i>Força & Movimento</i> - Hipermídia;	Verificar a possibilidade do ambiente auxiliar os estudantes na compreensão de conceitos de mecânica	- Efetivo na reestruturação dos conceitos sobre força em movimento;
7. Aust et al (1993)	Ambiente Hipermídia não identificado	Memorização de Expressões	Não significativos
8. Becker, D.; & Dwyer, M. (1994)	Ambiente Hipermídia não identificado	Testes de aprendizagem sobre vírus de computador	Não significativos

TABELA 2

Sumário de Utilização de ambientes de aprendizagem (1).

(Conclusão)

Autor e data	Multimídia ou Hipermídia utilizado e domínio	Variáveis dependentes	Resultados Obtidos
9. Blanchard, D. (1990)	Ambiente Hipermídia não identificado	Fixação de conhecimentos sobre Sistemas Operacionais	Não significativos
10. Marchionini, G.; & Crane, G. (1994)	Perseus Project - Língua Grega	Tradução de textos	Resultados não significativos
11. Mcknigh, C.; Dillon, A.; Richardson, J.; Haraldsson, H.; & Spinks, R. (1992)	GUIDE - Tutorial sobre ergonomia	Qualidade de textos escritos	Resultados não significativos
12. Psocka, J.; Kerst, S.; E Westerman, T. (1993)	Ambiente Hipermídia não identificado sobre reconhecimento visual tipos de aeronaves	Reconhecimento visual de aeronaves	Resultados pouco significativos
13. Van Der Berg, S.; & Watt, J. (1991)	LAST - Level of Abstraction Structured Text	Resultados dos testes	Resultados não significativos

2.3 Os ambientes multimídia e a interface com o usuário: algumas características pertinentes de utilização e navegação

Para o desenvolvimento desta investigação sobre a aprendizagem em ambientes computacionais será proposto um ambiente multimídia de ensino e aprendizagem que tem acoplado a ele uma ferramenta de coleta de dados. Serão descritos alguns de seus aspectos técnicos e conceituais. A utilização da multimídia como meio educacional suscita a exploração de algumas questões referentes à interação entre ambiente e usuário. Alguns autores (Gomes, 1994; Mautone & Mayer, 2001) indicam um conjunto de elementos que parecem pertinentes à aplicação dentro desses ambientes. De maneira geral podemos citar três aspectos particularmente importantes, destacados na literatura:

- (a) a questão da interface com o usuário;
- (b) a maneira como essa interface interfere e determina a navegação do usuário pelo ambiente, e;
- (c) o registro das interações e do comportamento do usuário dentro do programa.

A exploração destes aspectos tem sido um tema recorrente nos estudos que abordam a aplicação da multimídia e hipermídia na educação. Muito da atenção dedicada a este domínio deve-se ao reconhecimento da Internet como um instrumento em potencial para a ampliação e disseminação do conhecimento. A interface de navegação é o agente de contato entre o conhecimento e o sujeito, por isso, de fundamental importância. Portanto, discutiremos alguns dos parâmetros mais comuns sustentados por pesquisadores que trabalham na construção de ambientes multimídia.

A interface com o usuário

A questão do interfaceamento com o usuário passa obrigatoriamente pela discussão da percepção do estudante relativa aos símbolos e sinais utilizados dentro de aplicativos. Muito se tem discutido a respeito do desenho apropriado para ambientes de ensino e aprendizagem, e sobre as habilidades cognitivas requeridas para sua utilização. Rezende (2002) argumenta que as habilidades cognitivas necessárias para a compreensão da interface dos ambientes hipermídia são semelhantes àsquelas utilizadas para a leitura de um texto. Para a autora, a leitura é um processo cognitivo

que envolve habilidades múltiplas, principalmente de percepção e reflexão sobre um conjunto razoavelmente complexo de elementos.

Evidentemente, trata-se de uma atividade socialmente construída, uma vez que a língua esta inserida dentro de um padrão determinado por uma comunidade. Estão envolvidos também os conhecimentos prévios para a leitura do texto e a visão de mundo do sujeito leitor. Estas duas instâncias parecem ser determinantes para que o sujeito compreenda signos utilizados nas telas de um programa. A "leitura" de uma imagem em tudo se assemelha a "leitura" de um texto, uma vez que ambos são constituídos de significante e significado. A leitura deve ser então caracterizada como o engajamento e uso de conhecimentos, e não apenas percebida como mera recepção passiva, destituída de crítica pelo sujeito. Essa percepção, que se dá a partir do conhecimento do mundo que o leitor deve resgatar, determina qual é a ordem natural das coisas que ele julga ser pertinente. Suas idiosincrasias interferem de maneira determinante neste processo. Se as imagens (ou signos) utilizadas na interface se afastam excessivamente da realidade "conhecida", caracteriza-se para o leitor uma incoerência que pode prejudicar o seu entendimento do ambiente.

O "conhecimento do mundo" que o sujeito leitor traz no momento de suas interações com o computador determina o grau de dificuldade que ele enfrentará em sua aprendizagem. Evidentemente, não há nenhuma forma de se garantir que todos os usuários do sistema tenham a mesma visão de mundo e que tenham um nível de informação semelhante. Daí a necessidade de se construir interfaces que aparentem uma certa proximidade com mundo conhecido das imagens e dos signos de senso comum. Também não há nenhuma garantia de que a utilização de signos de senso comum assegure compreensão geral, uma vez que os significados também tendem a se modificar. A Internet é um prolífico meio de criação e utilização de novos signos de leitura e compreensão, uma vez que a dinâmica de sua comunicação ultrapassa, em capacidade de modificação e reinvenção, todas as outras mídias até o momento desenvolvidas. Sua capacidade de recombinação de conteúdos supera até mesmo as demais áreas da informática.

Algumas observações, ainda feitas por Rezende, nos dão uma idéia de alguns dos problemas a serem enfrentados no desenvolvimento de interfaces destinadas a sustentar a acessibilidade em programas de aprendizagem: Ao tentar direcionar o sujeito durante sua navegação no ambiente, pode-se causar um conflito de intenções. O aluno pode, por conta própria, escolher caminhos diferentes daqueles que eram pretendidos pelo desenvolver do ambiente. É uma variável de difícil controle, mas é

necessário que alguma solução seja imaginada. Este problema pode ser definido como a questão da fidelidade epistêmica. O desenvolvedor, com o seu conhecimento, suas habilidades e sua visão do mundo, cria uma expectativa pessoal em relação ao comportamento do usuário em seu hipermídia (ou multimídia). No entanto, no momento das interações no ambiente, o usuário utiliza suas próprias estratégias e habilidades, que podem conflitar com aquelas sugeridas (ou esperadas) pelo desenvolvedor. Não é possível prever como exatamente o usuário se comportará. O desenvolvedor poderia criar meios de direcionar o usuário ao máximo possível, no intuito de garantir que as interações ocorram como esperado. Mas isto resulta em ambientes extremamente rígidos, de navegação muito controlada e onde a aprendizagem por descoberta torna-se impraticável.

O estilo de aprendizagem do sujeito também pode exercer profunda influência sobre seu relacionamento com o ambiente. Identificar esse estilo pode ser importante para a determinação de estratégias que permitam o desenvolvimento de programas que apresentem alguma flexibilidade neste sentido. No entanto, esta não é uma tarefa fácil, uma vez que esses estilos de aprendizagem sofrem imensa variação, dada a sua natureza extremamente pessoal.

Rezende cita ainda um conjunto de princípios sugeridos por Kleiman (1989), que consistem de estratégias imaginadas para permitir ao sujeito estruturar suas inferências dentro de um material instrucional apresentado em formato multimídia. Reconhecendo a existência de elementos paralelos entre a leitura de um texto e a "leitura" de elementos visuais (não constituídos por letras), poderemos então aplicar esse conjunto de regras a conteúdos de ambientes de aprendizagem. Descreve-se a seguir este conjunto de princípios criados por Kleiman, bem como as funcionalidades que lhes são atribuídas.

Princípio da economia ou parcimônia

Esse princípio determina as seguintes regras:

Regra da recorrência

O cenário observado em um determinado momento pelo sujeito apresenta um número limitado de objetos, personagens, símbolos e eventos, que devem aparecer de maneira recorrente durante todo o trajeto do aplicativo. Trata-se de tornar os elementos identificadores do ambiente familiares e constantes ao usuário.

Regra da continuidade temática

Deve existir uma continuidade de elementos dentro do aplicativo. Esta unidade temática não precisa constituir uma regra imutável, mas as telas que compõem o aplicativo devem ter aspecto semelhante durante todo o trajeto de navegação. Uma mudança da aparência geral da interface pode ser interpretada pelo aluno como sendo uma mudança de assunto, causando certo desconforto visual e dificuldades na compreensão dos conteúdos.

Princípio da Canonicidade

Esse princípio trata das expectativas do leitor em relação ao seu conhecimento sobre a ordem natural do mundo, e sobre os reflexos que essa ordem tem sobre a linguagem. A regra definida para o princípio é a seguinte: *Regra da Linearidade*: O caminho percorrido pelo sujeito dentro do ambiente deve seguir uma lógica de eventos, que respeitem a ordem natural e esperada em relação ao mundo.

Princípio da coerência

Na definição deste princípio, Kleiman argumenta sobre a possibilidade de interpretações conflitantes e a ocorrência de inconsistências, que podem ser prejudiciais à coerência do ambiente. A regra definida é a seguinte:

Regra da não contradição: A idéia é não permitir que existam informações contraditórias dentro do ambiente. Caso isso ocorra, o leitor poderá escolher a mais relevante para a sua compreensão do tema, de acordo com a sua percepção sobre o mundo real. Esta escolha pode não corresponder àquela entendida como correta.

Rezende desenvolve, a partir destes princípios, um conjunto de funcionalidades aplicáveis aos ambientes hipermídia, dirigidas aos elementos visuais incorporados ao programa. Espera-se que essas regras possam auxiliar o sujeito durante seu processo de navegação. São elas:

- A inclusão de um índice, (baseada na regra da linearidade) como elemento orientador dentro do ambiente;
- Indicadores de conexões (links de hipertexto), por meio de "hotwords" (textos marcados) ou até mesmo de imagens sensíveis ao clique do mouse (respeitando a regra da continuidade temática);
- O oferecimento de trilhas e mapas, respeitando a regra da recorrência;

- A criação de contextos de navegação, que ofereceria um sujeito diferentes possibilidades de direcionamento e interpretação do contexto, respeitando a regra da coerência.

Estes parâmetros não constituem uma novidade entre os pesquisadores que se dedicam a investigar os ambientes informatizados de ensino. As sugestões acima citadas já foram aplicadas em alguns programas educacionais.

Lacerda (1994) apresenta um estudo cujos objetivos foram investigar os possíveis formatos de apresentação de informação textual em documentos hipermídia e em que medida estes formatos e sua posição na interface do ambiente influenciavam a retenção da informação pelo sujeito. Embora faça parte do universo simbólico da humanidade, o texto pode ser considerado como um "objeto de iconicidade nula", para o qual o leitor deve fazer o uso de sua capacidade de abstração (Moles, 1976). Justifica-se então a necessidade de se implementar estudos mais aprofundados dedicados a encontrar melhores formas de apresentação de textos nos ambientes de aprendizagem informatizados.

Como qualquer outra forma de apresentação de conhecimento, a estratégia escolhida para esta finalidade terá papel determinante no sucesso da aprendizagem do aluno em um ambiente informatizado de ensino. A questão se torna mais abrangente com o uso dos computadores, por permitirem a formatação multidimensional de textos, como de qualquer outro objeto computacionalmente tratável. Além disso, a influência desses formatos sobre o sujeito ainda não é bem conhecida. Por meio dos recursos da multimídia, podemos apresentar textos na dimensão de um som, textos animados, acrescentando-se ainda a capacidade de hipertexto. A palavra passa a ser dotada de interatividade, ou seja, pode ser utilizada para levar o sujeito a um outro fragmento do texto (ou a outro módulo do ambiente), criando assim múltiplas superposições. O estudo apresentado por Lacerda questiona o posicionamento das janelas do texto em um aplicativo hipermídia. Relacionada a essa questão, estão as estratégias de exploração dos hiperdocumentos, adotadas pelo usuário, bem como seu modo particular de compreensão do texto.

Para a realização do estudo, Lacerda elaborou um ambiente hipermídia, denominado "Visita ao Parque Biológico de Gaia". O programa oferece um conjunto de informações referentes a este local e foi implementado em duas versões, diferenciadas pelo posicionamento das janelas de texto dentro das telas do ambiente. Uma das versões apresenta janelas de texto não-sobrepostas, e a outra apresenta aos estudantes janelas de textos sobrepostas. Toda a navegação dentro do ambiente é orientada pelo

texto, através de links de hipertexto (hotwords). Deste modo, uma palavra que dá acesso a um item poderia ser desmembrada em até 3 níveis diferentes (um link de hipertexto acessa outra página, que por sua vez acessa outra).

Considerou-se que a posição das janelas de texto dentro das telas do ambiente constituiu a variável independente do estudo. Foram consideradas como variáveis dependentes: (a) a frequência de acesso às janelas de texto nos diferentes níveis de estruturação e, (b) o grau de retenção da informação por parte dos sujeitos aprendizes. A variável a foi registrada por meio de um marcador de percurso, que resgatava as ações dos participantes durante sua navegação no sistema. A variável b foi registrada por meio de um pós-teste realizado após a exploração do ambiente proposto. Estes foram os instrumentos de coleta de dados aplicados ao estudo. Na análise dos dados obtidos, pôde-se verificar que com relação à retenção da informação, o grupo de estudantes exposto à versão do ambiente hipermídia com janelas de texto não sobrepostas alcançou resultados mais satisfatórios. Um dos fatores que talvez tenha influenciado esse resultado refere-se ao paradigma estabelecido para a leitura de textos, que freqüentemente estão formatados em apenas uma dimensão, e não sobrepostos. A autora argumenta que parece difícil avaliar o significado e o efeito cognitivo que a sobreposição de textos teve sobre a aprendizagem do sujeito. Considera a autora, no entanto, que mais estudos serão necessários para a obtenção de respostas mais satisfatórias.

A formatação dos textos e o aspecto visual dos ambientes multimídia constituem apenas uma fração da totalidade dos elementos a serem elucidados neste domínio de conhecimento. As ferramentas de orientação da navegação, colocadas à disposição do usuário, constituem outro foco de interesse e urgência para as pesquisas. Mautone & Mayer (2001) apresentam estudo sobre a utilização de sinalizadores como guias cognitivos em um ambiente multimídia. Os autores investigaram o oferecimento de sinais indicadores em textos apresentados em um ambiente multimídia como guias de auxílio para a aprendizagem. Argumenta-se que a construção de significado pelo estudante acontece quando três tipos básicos de processos cognitivos se interagem: a *seleção* dos tópicos importantes em um material, a *organização* destes tópicos, e a *integração* dos conteúdos. A *seleção* pode ser entendida como o direcionamento da atenção para aspectos relevantes de um material. A *organização* pode ser compreendida como envolvendo a construção de uma estrutura coerente, e a *integração* envolve a formação de conexões com outros conhecimentos existentes.

O experimento dos autores teve o objetivo de descobrir como auxiliar os estudantes a encontrar e selecionar informações relevantes, organizar essa informação logicamente e finalmente integrá-la com outros conhecimentos. A ferramenta de pesquisa utilizada para o estudo foi um ambiente multimídia contendo material explicativo sobre os fenômenos físicos envolvidos no voo de um avião. A estratégia aplicada pelos autores consistiu em adicionar indicadores dentro do texto, que auxiliam o estudante a conhecer melhor o material e direcionar sua leitura. A técnica foi chamada de sinalização. Estes "sinais" consistiam em palavras ou pequenas frases que orientavam o sujeito em direção a um determinado raciocínio, estabelecendo alguma conexão lógica (por exemplo, "isto é uma curva", ou "corrente de ar: o ar se move rapidamente através do topo da asa") ou chamavam a atenção para um detalhe (como por exemplo, "como resultado..." ou "isto acontece porque..."). Foram examinados três tipos diferentes de sinalização. A primeira delas, sempre aplicada às explicações científicas, foi apresentada em formato apenas escrito. A segunda forma consiste em oferecer sinalização em explicações científicas apresentadas em forma verbal (texto narrado). A terceira forma consistiu em apresentar sinais em forma verbal e visual, como uma narração ilustrada por animações.

Posteriormente às atividades com o uso do ambiente multimídia, os estudantes se submetiam a um conjunto de testes, que incluíam a transferência dos conhecimentos aprendidos de um domínio para outro. Os resultados provenientes da análise das respostas aos testes indicaram que houve ganho positivo para quase todos os estudantes (60 estudantes ao todo). Todos os participantes eram completamente inexperientes em aerodinâmica, o que garantia um nível semelhante de informação como ponto de partida para todos eles. Os autores interpretaram os resultados como sendo consistentes com a idéia de que a sinalização nos ambientes hipermídia auxilia os estudantes a se engajar em um processo cognitivo produtivo para eles.

A inclusão de marcadores dentro do material didático pode ser realmente uma estratégia profícua para facilitar o trabalho dos estudantes em selecionar itens relevantes de uma explicação textual, a construir uma estrutura de organização coerente dos tópicos oferecidos, bem como na integração dos conhecimentos tratados no ambiente para um outro domínio (como por exemplo, pressão do ar). Esse resultado pode ser considerado como uma referência positiva para que o princípio da sinalização em ambientes multimídia seja adotado em futuros aplicativos. Os autores chamam a atenção para o fato de que a interpretação dos resultados está limitada a apresentações curtas, envolvendo pequenas passagens de texto e trechos multimídia.

Futuras pesquisas precisarão determinar se esses resultados também podem ser válidos para ambientes que apresentam conteúdos mais extensos.

Questões relativas à navegação pelo ambiente multimídia

Tal como nas questões relativas à utilização dos textos nas interfaces com o usuário, a navegação dentro do ambiente hipermídia tem instigado a curiosidade dos cientistas da educação. Entre as questões mais comumente trabalhadas, estão a facilidade de se criar inúmeros caminhos dentro de um ambiente de hipertexto e a grande autonomia do usuário nas escolhas de caminhos durante a navegação. Faz-se necessário à geração de soluções para a melhoria da navegabilidade dos hiperdocumentos, visando principalmente auxiliar o usuário em problemas como a desorientação durante as interações com o ambiente. Algumas possíveis soluções seriam os hiper-mapas (mapa de orientação pelo ambiente), índices (alfabéticos e temáticos), ajudas "on line" e a utilização de dicas de navegação na interface (na forma de avisos como "você não visitou todos os links").

Diversos autores têm trabalhado na busca de soluções para os problemas associados à navegação no hiper-espaço. Gomes (1994) descreve um estudo no qual investigou a questão da desorientação do sujeito durante sua navegação nos ambientes hipermídia. O objetivo do trabalho foi identificar estratégias de navegação que poderiam ser utilizadas em auxílio ao usuário. No estudo, procurou-se fazer o registro dos percursos efetuados pelos participantes durante as interações no documento hipermídia, por meio de registros de variáveis que indicavam o comportamento e a atuação do sujeito (como por exemplo, o tempo de permanência em uma tela). Procurou-se também analisar se seria adequada a utilização de indicadores, propostos como elementos de caracterização dos percursos efetuados pelo usuário do programa. O ambiente utilizado intitulava-se "Hiperídia: mito ou realidade?", produzido pelos próprios pesquisadores, no qual se discutia o conceito de hipermídia, como sistema de aplicação de conteúdos para educação.

O percurso dos estudantes participantes era efetuado automaticamente, registrando-se a página em que o aluno se encontrava, o momento (a hora em que o aluno acessou e saiu da página) e a utilização de botões de controle e botões de acesso (avançar, voltar, entre outros). Os participantes foram divididos em dois grupos (num total de 26 participantes), com tarefas e atividades distintas para os dois conjuntos. O

autor observa que os estudantes eram completamente inexperientes no trato com a navegação em hiper-documentos. Os estudantes deveriam procurar informações contidas dentro do programa "Hipermissão: Mito ou realidade?", e posteriormente responder, de forma escrita, a um determinado conjunto de questões apresentadas em papel.

Ambos os grupos tiveram liberdade para explorar de forma completamente autônoma o documento, sem nenhuma limitação de tempo. Como consequência desta liberdade, diversos eventos interessantes foram observados. O número de telas visitadas teve variação significativa entre os estudantes, evidenciando que a liberdade total de navegação pode ter criado certa confusão entre eles ou incentivado saltos entre as páginas, mas estimulou a curiosidade e exploração. Alguns estudantes visitaram a maioria das telas apenas uma única vez, mas houve redundância de recorrência das páginas. A pequena dimensão do hiperdocumento utilizado (eram apenas 32 telas) e o tempo indefinido para sua utilização podem ter encorajado os estudantes a visitarem muitas telas repetidas vezes. Os autores argumentam que a análise dos dados recolhidos aponta para a existência de comportamentos de navegação diferenciados entre os dois grupos, determinados talvez pela diferença entre as tarefas. As tarefas do grupo A eram mais objetivas do que as tarefas indicadas para o grupo B. A conclusão do autor é que, os indivíduos do grupo A parecem ter tido maior preocupação em estudar mais atentamente o conteúdo do documento, baseado em sua necessidade de responder uma tarefa mais concreta.

2.4 Artefatos cognitivos como ambientes de Aprendizagem

As tarefas diárias da maioria das pessoas envolvem a manipulação de artefatos artificiais, tecnológicos ou não, dos mais diversos tipos. O termo "tecnológico" assume aqui a dimensão de objetos concebidos e construídos por seres humanos, com a finalidade de automatizar ou auxiliar os sujeitos em tarefas ou necessidades cotidianas. Dispositivos criados com as mais diversas finalidades passaram a fazer parte da vida das pessoas, caracterizando um processo em constante mudança. Apesar da importância dos artefatos tecnológicos em nossa sociedade, as habilidades exigidas para a sua manipulação freqüentemente ultrapassam as capacidades cognitivas dos indivíduos. A utilização de determinados objetos requer que o sujeito recorra a conhecimentos que podem não fazer parte de suas representações. Indivíduos que vivenciaram costumes e tecnologias abandonadas ou fora de uso há

muito tempo, podem encontrar dificuldades em manipular dispositivos de desenvolvimento recente, mesmo aqueles que encontram equivalentes no passado. Máquinas de escrever dos anos 60 e 70 apresentam apenas alguma semelhança física com os computadores atuais. Uma exímia datilógrafa daqueles dias sentir-se-á pouco à vontade ao manipular, pela primeira vez e sem treinamento adequado, as teclas de um moderno computador pessoal. No computador o texto não fica imediatamente impresso em papel e deve ser salvo periodicamente sob risco de se perder todo o trabalho. O acesso aos recursos de correção e verificação ortográfica e gramatical não estavam implementados na máquina de escrever. A aprendizagem das novas funções e como utilizá-las corretamente, e a adaptação a todos os recursos de um processador de texto é lenta e complicada.

Apesar da importância dos artefatos tecnológicos, a preocupação com o desenvolvimento de dispositivos que comportem facilidades em sua utilização é recente. A evolução das tecnologias da eletrônica possibilitou a criação de dispositivos de controle com diversos graus de sofisticação, incorporados aos próprios objetos, que auxiliassem as pessoas a utilizá-los corretamente. Tornou-se necessária a inclusão de manuais que explicassem passo a passo a operação de tais dispositivos. O caso da primeira geração dos aparelhos de reprodução de fitas de vídeos domésticos é emblemático, como indicador da tremenda dificuldade e a frustração que as pessoas podem enfrentar na operação de dispositivos incorporando novas tecnologias. Estes artefatos incorporavam controles e funções que tornavam bastante difícil a tarefa de operá-los. Os usuários tinham que memorizar listas relativamente longas de procedimentos e, em alguns casos, interpretar as instruções fornecidas nos manuais e verificar as indicações dos painéis sobre o estado do sistema. Frequentemente os usuários ficavam sem saber se estavam agindo corretamente ou como proceder no caso de acionar teclas ou escolher opções erradas.

Estas questões fizeram com que as interfaces³ dos artefatos tecnológicos passassem a merecer a atenção de cientistas de diversas áreas (Rezende, 2002; Lacerda, 1994; Mautone & Mayer, 2001). Estes pesquisadores foram motivados, principalmente, pela extensa utilização das interfaces em todos os artefatos tecnológicos construídos pelas

³ A expressão “interfaces” tem sido utilizada, mais frequentemente, para denotar os controles dispostos sobre a superfície de um artefato qualquer, tecnológico ou não. Não se trata, entretanto, de um conceito amplamente aceito. Sua aplicação tornou-se muito comum após a invenção e a popularização dos jogos de computadores.

indústrias, surgindo assim um novo domínio de conhecimento, denominado por seus especialistas como “usabilidade das interfaces”. As interfaces estão presentes em praticamente todos os dispositivos tecnológicos construídos pelos humanos, principalmente devido às dificuldades inerentes à manipulação dos mecanismos internos destes dispositivos. Em alguns artefatos, como os computadores, não existe outro meio de manipulação, que não seja a sua interface. Daqui em diante, estaremos tratando os artefatos tecnológicos como artefatos cognitivos,

Artefatos cognitivos

Norman (1991) define um artefato cognitivo como: “*Um dispositivo artificial, concebido para permitir a manipulação de informações (que podem ser organizadas na forma de símbolos), que sirvam para representar o funcionamento interno de um artefato tecnológico.*”. Este cientista tem direcionado seus estudos no sentido de investigar as relações entre os objetos cotidianos e o modo pelo quais os indivíduos aprendem com estes artefatos. Sua definição não implica na idéia de que um artefato cognitivo deva ser um objeto necessariamente construído a partir de tecnologia baseada em eletrônica. Mas está presente o conceito de uma interface como elemento mediador entre as funções internas do artefato tecnológico que ele representa e o indivíduo que necessita manipulá-lo.

O artefato deve oferecer a possibilidade do sujeito aprender com aquele dispositivo mediante algum tipo de interação com sua interface. Esta pode, portanto, ser direcionada em dois sentidos: o sujeito pode aprender sobre como o artefato funciona (fazendo uso de representações internas) ou como utilizar o artefato (a utilização de sua interface). Evidentemente, uma interface pode incorporar estas duas modalidades simultaneamente. A questão da utilização das interfaces tem sido tratada como principio da usabilidade dos artefatos tecnológicos. A evolução dos conhecimentos relativos ao aperfeiçoamento das interfaces é um processo diretamente ligado às investigações que se propõem a descobrir como as pessoas aprendem a manipulá-los (Hutchins, 1995).

As metáforas nas interfaces dos artefatos cognitivos

Se as interfaces são imaginadas de modo a serem operadas por meio de representações, faz-se necessária a determinação cuidadosa do conjunto de símbolos, signos e conceitos subjacentes (as metáforas adequadas àquela interface). A idéia de se construir uma interface entre o usuário e o computador surgiu da necessidade de se facilitar o acesso aos recursos da máquina. A história deste relacionamento mostra que, em alguns momentos, conceitos errôneos permearam a construção destas interfaces.

“O surgimento dos sistemas operacionais de tempo compartilhado e o uso de monitores de vídeo restabeleceram o relacionamento direto entre o ser humano e o computador, e possibilitaram o aparecimento das interfaces de linha de comando e das interfaces orientadas a menu. Tais interfaces carregam consigo uma noção simplista de conversação para a qual uma pessoa diz alguma coisa e o computador responde”. (Oliveira & Baranauskas, 1999).

O paradigma da interface como um painel de “respostas” do computador encontrou opositores desde os primórdios desta tecnologia. Sua utilização deveu-se ao fato de que as interfaces de manipulação de programas eram desenvolvidas por técnicos não preocupados com questões sobre a comunicação entre humano e máquina. No entanto, já nos anos 40, Vannevar Bush (1945) apresentava as premissas de um novo modelo conceitual de interfaceamento, que considerava a tela do computador como “um espaço de trabalho, uma mesa que armazena, permite recuperar e manipular informação” (Bush, 1945; Oliveira & Baranauskas, 1999). Estes preceitos foram adotados pelas indústrias de computadores nos anos seguintes, como a Xerox, nos anos 70, e pela Apple nos anos 80. A área de trabalho na tela do computador, conhecida como *desktop*, passou a ser a metáfora e o paradigma que definiram o modo de acesso aos computadores. Embora apresente limitações, este modelo *desktop* tem permanecido inalterado, dada a sua conformação ajustada ao conceito de trabalho e manipulação de objetos do mundo real.

As interfaces são desenvolvidas a partir de objetos que apresentem aparência diretamente ligada ao mundo cotidiano: pastas, arquivos, papéis e arquivos. Tais representações não sofreram alterações significativas desde sua concepção original.

Os projetistas que trabalham na concepção destas representações precisam considerar um conjunto de fatores ligados à representação dos objetos pelo computador. A utilização de metáforas (como a pasta de papéis que representa um conjunto de arquivos) não deve conduzir o indivíduo a elaborar concepções equivocadas ou muito afastadas daquilo que pretende representar. Oliveira & Baranauskas argumentam que a metáfora não deve substituir o mundo real:

A noção de metáfora desktop ou a noção de metáfora em geral foi criada para descrever uma correspondência entre o que o usuário vê na interface e o que ele deve pensar sobre o significado do que ele vê. Ao invés de pensar no próprio sistema representado na interface, a metáfora coloca junto o sistema e um domínio familiar. O efeito disto é que o usuário irá desenvolver um modelo mental do sistema que estará muito mais próximo do mundo da metáfora do que do mundo do sistema representado (Oliveira & Baranauskas, 1999).

Ou seja, as metáforas aplicadas às interfaces devem transmitir as funcionalidades do artefato representado e auxiliar o usuário a lidar com o dispositivo.

Como as metáforas que representem eventos como conjuntos de símbolos aplicados às interfaces, podem ser relacionadas às funcionalidades presentes no artefato? Pode-se primeiramente abordar a questão do **grau de proximidade entre a representação (símbolo ou metáfora) e a função ou mecanismo que ela representa**. O objetivo da interface é que determinará esse grau de proximidade. Algumas interfaces precisam incorporar símbolos que sejam diretamente relacionados com o mecanismo que representam. No entanto, na maioria das vezes, os símbolos utilizados não representam diretamente um mecanismo, isto é, o significado não representa de modo realístico, o significante, mas apenas a função que ele exercerá. Tome-se como exemplo os botões de um aparelho de rádio. O dispositivo de controle de volume não representa o conjunto de componentes eletrônicos que executa esta função, muito menos a forma pelas quais os componentes internos controlam eletronicamente a intensidade do som recebido, decodificado e amplificado, mas apenas o simboliza.

A representação fidedigna e realista dos dispositivos contidos no aparelho de rádio não acrescenta inicialmente nenhum elemento facilitador para o usuário. No entanto, com o passar do tempo, a utilização de certos objetos e símbolos para produzir comportamentos ou eventos específicos são internalizados e usados naturalmente por

cada usuário. Ao mesmo tempo, estes objetos e símbolos, bem como os comportamentos e coisas que representam passam a ser objeto das interações entre grupos de usuários, em nichos sociais e ambientais específicos, tornando-se parte da cultura comum daqueles grupos. No caso de máquinas e artefatos amplamente disseminados, como aparelhos eletrodomésticos, aparelhos de rádio, gravadores, televisores, entre outros, as representações de seu funcionamento são amplamente disseminadas entre a população fazendo parte de nossa cultura cotidiana das sociedades modernas.

As crianças, por exemplo, que aprendem a ligar e desligar aparelhos acionando um botão de um controle remoto ou acionar uma tecla no corpo do aparelho, lidam com isso de maneira muito natural, porque aqueles objetos são tratados como quaisquer outros objetos, desde brinquedos a construções, árvores e animais. As teclas do controle remoto e outros símbolos semelhantes são manipulados naturalmente e reconhecidos pelas crianças como objetos do seu mundo. Analogias construídas para representar os dispositivos internos dos artefatos e suas respectivas funções dificilmente podem descrever, completamente, o papel do dispositivo no conjunto a que pertence.

Um segundo ponto importante a se considerar no desenvolvimento das interfaces de artefatos cognitivos é a **familiaridade dos usuários em relação aos símbolos aplicados na interface (o contexto cultural dos sujeitos)**. A cultura da "sociedade tecnológica" está repleta de imagens, e a cada ano mais signos se tornam reconhecidos pelo público, devido à velocidade da produção de novas informações, visuais ou literais. Os projetistas necessitam utilizar repertórios de símbolos que sejam condizentes com o imaginário de senso comum. O contexto cultural, os interesses, motivações e a formação dos usuários finais de um artefato tecnológico não podem ser antecipados com exatidão, o que coloca a necessidade de um ideal de universalização dos símbolos nas interfaces.

Esta referência ao ser humano está relacionada à universalidade dos signos da interface, pois eles precisam ter seu significado compartilhado com outros indivíduos, de um mesmo grupo. Dispositivos de controle do painel de aviões, por exemplo, provavelmente utilizarão símbolos desconhecidos por um usuário comum de uma câmera fotográfica, que não tenha nenhuma familiaridade com o cockpit de uma aeronave.

Uma terceira questão refere-se a **quanto da complexidade dos mecanismos internos do dispositivo se pretende evidenciar para o usuário** através da interface.

A interface precisa representar apenas o que se pretende que o sujeito aprenda ou use, o que depende de decisões do projetista. O mais importante é que os usuários possam utilizar suas potencialidades sem um grande esforço e tempo de aprendizagem, requeridas por interfaces complexas e cheias de recursos. Uma câmera fotográfica automática exibe menos dispositivos de regulação em sua superfície externa do que uma câmera mecânica.⁴ Nesta última, o nível de controle do usuário é necessariamente maior que no outro modelo, mas a habilidade do usuário em utilizar todos os recursos e funcionalidades que a câmera oferece é severamente limitada pelo seu conhecimento de como a máquina funciona e como deve ser ajustada às diversas condições de uso. Os dispositivos de controle fazem referências diretas a mecanismos internos da câmera. Os símbolos utilizados têm uma carga de significados mais objetiva, isto é, orientada para permitir a produção de ajustes e controles específicos desejados pelo usuário, e menos conceituais.

Em uma câmera automática, por exemplo, o dispositivo de regulação para tomadas fotográficas em dias de sol ou nublados é freqüentemente representado por um pequeno ícone, onde estão desenhadas nuvens ou uma imagem do sol. Nas câmeras mecânicas não existem tais símbolos. Estes ajustes são representados por meio de símbolos abstratos, normalmente um conjunto de números que indicam valores de parâmetros e grandezas associadas às funções de mecanismos internos. O usuário não especialista encontrará dificuldades em interpretar signos que não lhe sejam representativos. Na realidade, determinados dispositivos foram imaginados em função de um público bastante limitado e para a execução de atividades que requerem alguma especialização. As câmeras fotográficas eletrônicas, por exemplo, não foram projetadas para usuários profissionais, mas como produtos de consumo de massa. O objetivo destes artefatos foi proporcionar a usuários comuns, pouco ou nada habituados a manipulação de câmeras mecânicas complexas, a possibilidade de manipular câmeras de boa qualidade e bons recursos.

⁴ Esta pesquisa utiliza como artefato tecnológico referencial uma câmera virtual e de funcionamento mecânico. As diferenças entre as câmeras mecânicas e as câmeras automáticas encontram-se na estrutura interna e na interface oferecida ao usuário. Nas câmeras mecânicas são encontrados mais dispositivos de manipulação do que nas câmeras automáticas. Portanto, existem mais tarefas a cargo do usuário. Nas câmeras automáticas, quase todos os processos necessários à tomada das fotografias são controlados pela própria câmera.

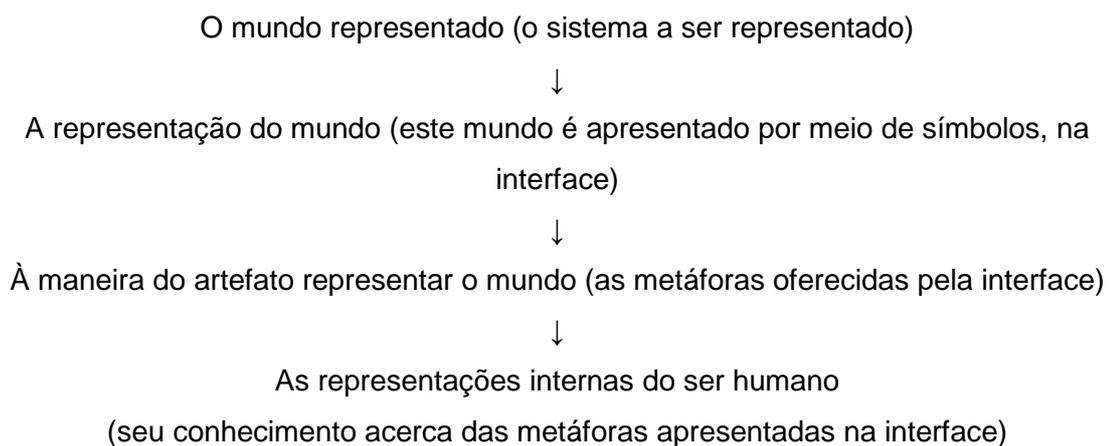
O modo como estes três aspectos são tratados pelo projetista das interfaces dependerá da complexidade dos artefatos, de seu conhecimento geral acerca dos usuários e a que fins o artefato se destina. Ou seja, se é um produto para uso profissional, em que se supõe que os usuários e operadores são pessoas com conhecimento especializado ou que poderão ser treinados, ou se para usos mais cotidianos, caso em que os usuários não devem estar dispostos a gastar muito tempo aprendendo a como operar e utilizar o artefato. Existe uma grande variedade de dispositivos cuja complexidade interna pode ser plenamente visualizada. Motores de automóveis ou relógios são exemplos de dispositivos possíveis de terem as suas estruturas visíveis e seus funcionamentos demonstrados. No extremo oposto, podemos encontrar dispositivos cujo funcionamento não pode ser observado, mas apenas demonstrado, a exemplo dos computadores. O funcionamento de um microprocessador não pode ser exibido ou demonstrado diretamente, a não ser que se recorra a modelos conceituais ou modelos construídos para fins de ensino. Sua estrutura interna não é visível e será sempre se fará necessária a utilização de esquemas e de representações simplificadas para o entendimento de seus processos internos.

De modo semelhante, alguns dispositivos apresentam *diversos níveis de visibilidade de suas estruturas*. O funcionamento do motor de um automóvel pode ser demonstrado por meio de esquemas e simulações. Certamente é possível que um sujeito interessado entenda como as diversas estruturas ocultas pela caixa metálica do motor funcionam, apesar de não ser possível ver o motor aberto e ao mesmo tempo funcionando. Portanto, a compreensão do funcionamento do motor deve ocorrer a partir de esquemas explicativos. Um computador não apresenta muitos níveis de visibilidade em sua estrutura. Não existem muitas relações evidentes e visíveis entre seus componentes. Seu funcionamento somente pode ser compreendido em modelos conceituais.

Norman (1986) sugere dois tipos possíveis de representação nas interfaces dos artefatos cognitivos: as **representações de superfícies** e as **representações internas**. As representações de superfície serão aquelas que oferecerem ao sujeito a interface necessária para manipular aquele dispositivo (como um painel de operações), por meio de símbolos apropriados. Alguns artefatos apresentam estruturas tão simples que seu funcionamento não pode ser representado por uma interface de símbolos. Então a interface oferecida ao sujeito já é a própria representação interna. Portanto, as suas representações de superfícies, ou símbolos

por meio dos quais o sujeito opera o artefato, constituem o próprio objeto. Um exemplo disso é o ábaco, dispositivo que não apresenta nenhuma interface além de sua própria estrutura, como também as ferramentas e utensílios de uso comum, como talheres, martelos e alicates. Os computadores constituem o possível extremo no conjunto dos objetos relacionados a representações de superfície: em termos da manipulação de sua estrutura interna, as interações com o usuário somente ocorrem por meio de representações de superfície, em elevado nível de abstração.

Nas representações internas, a interface (representações de superfície) será o meio pelo qual o sujeito poderá ter acesso às estruturas e ao funcionamento interno do dispositivo. A interface terá a função de traduzir as funções internas em representações superficiais, que podem ser interpretadas pelo sujeito. O esquema imaginado por Norman, em relação a esta representação, é apresentado a seguir.



O autor assim entende este modelo: o sujeito é um sistema ativo que constrói representações externas e internas. Estas representações permitem que o sujeito pense sobre o sistema com o qual interage e tome decisões com base nisso, produza explicações para os comportamentos e estados do sistema, faça previsões sobre o funcionamento do sistema sob novas condições e acerca de seus estados futuros. Ambas as formas de representação são essenciais para a compreensão e para a comunicação com outros sujeitos. Para utilizar um artefato cognitivo ele fará uso das representações da interface (metáforas), que devem corresponder de alguma forma àquelas representações ou conhecimentos que lhe são familiares. Desta forma, a interface poderá transformar os estados e as propriedades dos mecanismos internos daqueles artefatos em estados e propriedades que o usuário pode compreender. Norman argumenta que a escolha do mapeamento entre a representação do mundo e

o mundo representado (entre as representações de superfície e as tarefas executadas pelo artefato) são determinantes no sucesso e na implementação de interfaces satisfatórias. Os símbolos utilizados nessa representação precisam ser escolhidos a partir de um repertório que seja universal, comumente usado por aqueles indivíduos que irão manipular aquele dispositivo.

Para Norman, as representações de superfície se manifestam na forma de *objetos simbólicos*, relacionadas à operação do artefato e aos estados do sistema que representam. Os dispositivos de controle, presentes em uma interface, podem servir apenas para operar o sistema. Mas a interface de um artefato cognitivo pode comportar dispositivos que ao mesmo tempo operem e representem o estado do sistema (os objetos simbólicos). O estado do sistema pode ser entendido como a situação operacional do dispositivo em um dado instante. Ao se regular uma câmera fotográfica para operar sob determinadas condições de luz ambiente, estaremos escolhendo certos estados de operação para este sistema. Um exemplo simples de um objeto simbólico, nas câmeras fotográficas, é o controle de abertura do diafragma. Este mecanismo localiza-se no corpo da objetiva. É formado por um conjunto de laminas metálicas, que se abrem em um processo combinado, de modo a formarem um orifício circular, por onde a luz penetra na câmera. Para representar as possíveis aberturas, emprega-se um conjunto de números. O número que representa uma abertura específica é inversamente proporcional à área do orifício, isto é, quanto maior o número, menor a abertura. Estas representações localizam-se no anel de controle da objetiva, onde também estão os números indicadores da abertura. Este anel regulador constitui-se em um objeto simbólico, que controla e ao mesmo tempo exhibe o estado do mecanismo.

Objetos simbólicos são dispositivos notáveis, em vista de suas perspectivas cognitivas. Os aprendizes podem manipular diretamente os mecanismos representados pelos controles, relacionando assim a estrutura e a função presentes naquele sistema. Mas Norman argumenta que estes construtos estão se tornando pouco frequentes, pois as interfaces concebidas para ambientes informatizados não apresentam controles diretamente relacionados aos dispositivos que representam. Objeto e símbolo não se relacionam diretamente, e um apenas indica a existência do outro. Artefatos tecnológicos que comportam estruturas e funcionamento totalmente sustentados por dispositivos mecânicos passaram a ser controlados e operados por meio dispositivos eletrônicos. Tal fato ocorreu com as câmeras fotográficas, cujas

funções mecânicas tais como as de regulação de foco ou de velocidade do obturador são agora confiadas a microprocessadores digitais.

Antes de concluir esta sessão, há dois aspectos que merecem ser mencionados. O primeiro diz respeito ao fato de que algumas dessas representações tornam-se rapidamente parte de nossa cultura, ou de subculturas especializadas. Isso ocorre mesmo quando elas são contra-intuitivas, como no caso da relação entre o número que representa a abertura do diafragma da câmera fotográfica e o raio do orifício formado. Torna-se difícil modificar estas representações com o passar do tempo, em vista dos custos financeiros e de tempo de treinamento, que se fazem necessários. A disposição das teclas em um teclado de computador segue ainda a mesma disposição das máquinas datilográficas de um século atrás, embora não exista razão nenhuma para que seja assim, exceto a força da tradição e o número de pessoas que se acostumaram com o sistema anterior e que sentiriam dificuldades em mudar para um novo sistema.

Um outro aspecto mais próximo das questões que este trabalho procura responder refere-se à seguinte indagação: pessoas que conhecem como um dispositivo funciona são capazes de operá-lo melhor? Historicamente há duas posições sobre a questão. A indústria, especialmente a indústria que fabrica artefatos de uso doméstico defende a posição de que o que o usuário precisa saber é como proceder para realizar as tarefas que deseja, e para as quais o artefato foi produzido. Os manuais de operação, até os tutoriais de ajuda de aplicativos de informática sempre enfatizam esta perspectiva ao priorizar informações do tipo "como fazer para", na forma de listas de instruções. Por outro lado, a pesquisa sobre a relação de humanos com artefatos tecnológicos já produziu evidências de que o conhecimento necessário em situações normais de uso é aquele sobre como fazer para, isto é, o conhecimento prático de como fazer ou operar o artefato. Mas há também evidências de que quando o usuário compreende bem como o sistema funciona, ele é capaz de fazer mais inferências sobre o comportamento e acerca dos estados do dispositivo em situações novas ou inesperadas, bem como encontrar formas alternativas de conseguir os mesmos resultados com combinações diferentes de ajustes do dispositivo (Kieras & Bovair, 1984). Os responsáveis pela operação de dispositivos complexos, e caros e que envolvem grandes riscos como resultado de falhas e operação inadequada, como navios, submarinos, aviões, centros de controles de grandes fábricas e usinas elétricas, centro de controle de tráfego aéreo, freqüentemente passam por cursos longos de treinamento, onde aprendem como os sistemas funcionam detalhadamente.

Isto permite a aprendizagem relativa a manutenção e reparos de emergência, bem como operação em circunstâncias e condições não usuais.

Artefatos cognitivos na mediação entre o sujeito e a tarefa

Qual pode ser o papel de um artefato tecnológico na execução de uma tarefa por um sujeito? Embora as pessoas façam freqüente uso de ferramentas e utensílios, sua utilização não implica na ampliação da inteligência ou aperfeiçoamento de qualquer tipo de habilidade. Para Norman (1991), “*os artefatos cognitivos podem aumentar a performance do indivíduo na realização de uma tarefa, mas eles não aumentam as habilidades individuais*”. Um microfone, por exemplo, permite ao sujeito aumentar a potência de sua voz, mas não melhorá-la, ou torná-la mais afinada. Norman observa que o efeito mais notável da utilização de um artefato cognitivo é a modificação que ele produz na relação entre os procedimentos para a realização de uma tarefa e a percepção do sujeito acerca destes procedimentos. Dois aspectos podem auxiliar na compreensão do sentido desta mudança.

Primeiramente, a própria utilização do artefato é percebida como uma tarefa. O sujeito precisa se submeter aos procedimentos recomendados para utilização do artefato, antes que comece a interagir com o objeto representado. A utilização da ferramenta cognitiva constitui uma tarefa adicional para o usuário. Ele deverá, num primeiro momento, aprender a manipular o artefato cognitivo, e apenas posteriormente, utilizará o conhecimento aprendido sobre o artefato. No segundo momento, o sujeito inicia a operação do artefato tecnológico, que será compreendido a partir da perspectiva apresentada pelo artefato cognitivo que o representou. Caso o sujeito realizasse a tarefa sem a utilização de um artefato, sua percepção em relação aos procedimentos e ações a serem tomadas certamente seria diferente. Quando iniciar suas interações com o dispositivo, ele o fará baseado nas instruções apresentadas pelo artefato cognitivo.

A ocorrência desta mudança na condução das tarefas será determinada pela obrigatoriedade da utilização do artefato tecnológico. Em algumas situações, as interações entre o usuário e o artefato cognitivo podem ocorrer de modo independente em relação à tarefa que este objetiva ensinar. Recorrendo ao exemplo da cabine de um avião, o artefato cognitivo utilizado para a revisão dos procedimentos de pouso do avião (listas de verificação e esquemas), será percebido, pelos pilotos, como um

lembrete, caso ocorra alguma falha na memória. Mas a decisão sobre sua utilização não é facultada aos pilotos, pois tais procedimentos são regulamentados e obrigatórios. Se o artefato é utilizado como material de aprendizagem sobre vôo (como um simulador), o artefato será percebido como um instrumento para a verificação do processo de aprendizagem. Os pilotos sabem que não estão aprendendo a pilotar em um avião real e necessitam aprender como operar o simulador. Mas a utilização do artefato cognitivo confere um novo sentido aos processos de interação, pois permitem que os aprendizes explorem o ambiente de aprendizagem sem o risco de acidentes reais. Este processo poderá conceder ao aprendiz uma idéia bastante próxima (provavelmente, a mais próxima possível) da operação do artefato real, as conseqüências de seu mau funcionamento.

Ambientes informatizados de aprendizagem como artefatos cognitivos

Como discutido na seção anterior, diversos artefatos tecnológicos podem ser considerados como artefatos cognitivos. A premissa é que tais objetos se incluam na definição proposta por Norman, discutida anteriormente. Os artefatos cognitivos que constituem o objeto de interesse desta tese são os ambientes informatizados de aprendizagem, ou seja, os programas de computador desenvolvidos para finalidades educacionais. Entre os atributos que os diferenciam dos demais artefatos, pode-se citar:

Os artefatos cognitivos informatizados podem ser modificados com razoável rapidez. Sistemas criados em muitos dispositivos tecnológicos somente incorporam modificações em sua operação, pela sucessão de gerações produzidas em linhas de montagem. Torna-se dispendioso, e por vezes impraticável, modificar a interface de um dispositivo físico, como de uma câmara fotográfica, por exemplo;

As representações presentes na superfície do artefato podem facilmente ser trocadas ou atualizadas. Interfaces virtuais podem ser modificadas facilmente, caso a simbologia aplicada não tenha se mostrado adequada e coerente com as funções que pretende representar.

As interfaces virtuais permitem registrar com grande precisão o comportamento operacional do usuário. Os eventos ocorridos na manipulação das interfaces pelos sujeitos são difíceis de serem avaliados, dada a dificuldade de se captar seu comportamento e as ações que executa na manipulação do dispositivo. Se isso for possível, pode-se determinar que elementos oferecem maior índice de usabilidade.

Os artefatos cognitivos informatizados podem ser implementados em diferentes níveis de complexidade. As interfaces podem ser destinadas a audiências diferentes, comportando níveis de entendimento diferenciados. Um mesmo modelo de artefato pode ser desenvolvido em termos de complexidades diversas, permitindo o acesso a recursos internos com diferentes graus de detalhamento e que exigem maior ou menor esforço para a sua compreensão.

Os artefatos cognitivos informatizados podem ser implementados com interfaces que reproduzam o seu equivalente no mundo real com grande proximidade visual e funcional. Auxiliados por programas que oferecem técnicas de construção tridimensional, os projetistas constroem equivalentes virtuais de praticamente qualquer objeto do mundo real. É possível então, fazer-se uso da idéia dos objetos simbólicos, em um modelo virtual. As estruturas que têm como objetivo representar e controlar os estados de um dispositivo podem, então, ser recriados e manipulados pelos aprendizes. Este é um recurso interessante, caso se estabeleça a necessidade de haver correlação visual entre o artefato cognitivo e o objeto representado.

Os artefatos cognitivos informatizados possibilitam sua utilização simultânea, por muitos usuários. Este é um expediente particularmente importante, caso o processo de interação entre os aprendizes e a ferramenta cognitiva possa se dar em um ambiente de rede. Sua utilização acarretará a redução de custos e a possibilidade de disseminação das ferramentas cognitivas, com grande abrangência populacional. Uma vez que a participação dos estudantes ocorre em um ambiente colaborativo, de troca e compartilhamento de dados e informações, a atuação meramente passiva pode transformar-se em uma nova forma de contato entre professores e aprendizes. A aprendizagem pode ser monitorada, pela aplicação de modelos síncronos de conversação, em que os sujeitos participantes possam dialogar com um professor, instalado remotamente. Este tipo de abordagem não pôde ainda se desenvolver plenamente, em vista das condições pouco ideais em que se encontram as instituições de ensino, em termos de recursos tecnológicos. Mas os meios necessários para a sua realização estão plenamente disponíveis.

Uma vez que tais dispositivos constituem o objetivo desta discussão, passamos a descrever o Ambiente Fotograma para aprendizagem de fotografia. Este artefato cognitivo foi pensado em função de prover ao aprendiz, em termos informacionais, conteúdos relativos ao domínio da fotografia e câmeras fotográficas. Como foi discutido anteriormente, o ambiente Fotograma foi utilizado, para esta pesquisa, como material de estudo e também como ferramenta de coleta de dados.

CAPÍTULO 3

O DESENVOLVIMENTO DO AMBIENTE FOTOGRAMA

3.1 Introdução

Este capítulo e o próximo abordam o desenho metodológico escolhido e utilizado nesta pesquisa. Antes de apresentar a metodologia aplicada, discutirei aqui alguns aspectos ligados às questões de pesquisa. Tratarei especialmente do sentido aqui adotado para a aprendizagem relevante e significativa, aspectos fundamentais no projeto de pesquisa, e do desenvolvimento do ambiente de aprendizagem Fotograma, que proveu o contexto de aprendizagem, e ao mesmo tempo trazia embutido os instrumentos de coleta e registro de dados. O principal desafio para o desenho e construção de ambientes de aprendizagem e softwares educacionais é o fato de que é necessário explicitar as concepções de aprendizagem que subjazem o projeto. Algumas definições, oferecidas por autores que estudaram o assunto, delimitaram pontos de vista interessantes que pareceram aplicáveis a este trabalho. Também discutiremos o conceito de aprendizagem, e as possíveis diferenças entre aprender e aprender de maneira relevante e significativa.

Na segunda parte do capítulo, apresentarei o Ambiente de Fotograma de Aprendizagem, o artefato cognitivo definido e construído para a coleta de dados, suas principais características e modo de operação, seu processo de criação e implementação e a história de sua aplicação em campo.

Ao final do capítulo, apresentarei a descrição do recorte adotado para a pesquisa, a formatação escolhida para os dados, os processos imaginados para a obtenção de dados, e finalmente, a forma como os dados foram colhidos e o papel do Ambiente Fotograma neste processo. Dentro desta descrição, incluirei também a caracterização dos participantes, dado que o projeto de pesquisa foi objetivado para um público bastante específico.

3.2 Considerações sobre o problema da pesquisa: aprender e aprender de modo relevante e significativo

Aprender sobre tecnologia significa aprender sobre princípios racionais que orientam o desenvolvimento de produtos e processos específicos, que se destinam a um propósito bem definido. Aprender sobre artefatos tecnológicos significa aprender sobre objetos artificiais, orientados a propósitos bem definidos, produzidos a partir de tecnologias de média complexidade, que não se encontram incorporadas no repertório das técnicas e artes humanas ordinárias. Como exemplo, podemos citar as câmeras fotográficas e o conhecimento necessário para a sua utilização correta e eficiente. Apenas a sua função primordial, tirar fotografias é objeto de conhecimento da cultura de senso comum. Manipular uma câmera em nível elementar não exige o conhecimento de detalhes técnicos envolvidos no funcionamento dos mecanismos internos, da química dos filmes e papéis fotográficos. A aprendizagem sobre este objeto tecnológico implica em conhecer e aprimorar idéias e técnicas distantes das experiências cotidianas da maioria das pessoas. Mas, em que consiste a aprendizagem relevante e significativa, sobre artefatos tecnológicos?

Aprendizagem relevante

A determinação da relevância de um conhecimento ou habilidade deriva da necessidade do sujeito em utilizá-los. O reconhecimento desta relevância está sujeito à percepção do aluno, que deve estar convencido e motivado a se integrar no processo de aprendizagem. Muito do insucesso dos estudantes nas salas de aula guarda estreita relação com esta percepção acerca da relevância do conhecimento. Se o sujeito vai à escola em busca de uma aprendizagem relevante aos seus interesses, é preciso que os processos pedagógicos estabelecidos sejam direcionados a este objetivo (Luckesi, 2002). Neste contexto, o professor deverá incorporar um papel mais significativo perante as necessidades do aluno, oferecendo-lhe oportunidades efetivas de aprendizagem dos conteúdos. Também a escola (e os currículos) interfere de maneira crítica e determinante. Devemos então colocar em discussão a questão da relevância do conhecimento escolar para o aluno. Notadamente, o ensino sistematizado tem-se mostrado completamente deslocado das situações reais do cotidiano.

Por melhores que sejam seus esforços, os professores se vêm incapazes de justificar a necessidade da aprendizagem de determinados conhecimentos para seus estudantes, ávidos por aprenderem conteúdos mais diversificados. Evidentemente, não é uma tarefa simples argumentar sobre a necessidade de aprender Matemática com estudantes do ensino fundamental, e talvez tal discussão seja inoportuna e improdutiva, naquele momento. Os reflexos destes conteúdos se farão sentir pelo aluno em idade posterior. Mas a escola revela pouca preocupação em orientar o aluno e a auxiliá-lo a reconhecer que conhecimentos são relevantes aos seus interesses. Em tarefas de resolução de problemas, por exemplo, os sujeitos encontram dificuldade em determinar que elementos e informações parecem importantes para a resolução do exercício. Um estudo de Dhillon, (1998) indica que a noção de relevância e significado das informações na resolução problemas, bem como as estratégias aplicadas, mostram-se bastante diferentes entre o especialista e os estudantes e pesquisadores novatos.

Será então adotado o princípio de que um conhecimento relevante deve ser entendido como um conjunto de saberes e habilidades que auxiliam e orientam o sujeito de maneira determinante na execução de uma tarefa ou compreensão de uma situação. Sua aprendizagem deve permitir ao aluno atingir um propósito específico e conhecido. Estes objetivos podem ser determinados pelo próprio sujeito ou por outras pessoas, mas é importante que o aprendiz reconheça e julgue imprescindível atingi-lo. Como já foi dito, a percepção acerca de que elementos parecem importantes a uma situação sofrerá extrema variação, de acordo com as características cognitivas de cada indivíduo.

De que maneira as experiências que possibilitam a aprendizagem assim qualificada diferem de outras experiências de aprendizagem?

Ao se adotar um conceito de relevância ligado à *necessidade de se aprender alguma coisa*, deve-se então considerar este processo como sendo intencional. Outros conhecimentos, como aqueles adquiridos em circunstâncias como as interações sociais usuais, poderiam ser denominados de espontâneos (Luckesi, 2002). Conhecimentos de natureza espontânea podem ser adquiridos em situações informais, vivenciadas pelo sujeito na convivência com outras pessoas e em situações do mundo real, fora da escola. Não se deve descartar a possibilidade de ocorrer aprendizagem relevante acerca de algum domínio nestas interações sociais. Este tipo de aprendizagem pode estar ligado ao conhecimento prático relativo à tomada de

decisões, resolução de problemas cotidianos, realização de uma tarefa ou manipulação de um objeto. Devemos observar as diferenças existentes entre o que é necessário saber para se utilizar um objeto (como uma câmera fotográfica, por exemplo) e aquilo que é necessário se conhecer para que se possa controlá-la totalmente ou para formular explicações e previsões sobre o seu funcionamento.

A maioria dos artefatos tecnológicos oferece facilidades de operação, no intuito de permitir que usuários não especialistas os utilizem. Este grau de usabilidade do artefato dependerá, evidentemente, da função e complexidade do objeto. Computadores, por exemplo, não apresentam muitos elementos facilitadores para seus usuários. O indivíduo deve necessariamente buscar conhecimentos substancialmente técnicos, distantes de suas noções de senso comum em relação aos computadores. Em objetos de uso cotidiano, como um aparelho de televisão, por exemplo, a introdução de procedimentos facilitadores, que diminuem a necessidade de manipulação de botões pelo sujeito, é um fator essencial para a popularização de tais mecanismos. No início do processo de produção destes artefatos, a indústria mostrou-se pouco atenta a estes fatores. Os primeiros modelos de aparelhos domésticos gravadores e reprodutores de vídeo apresentavam dificuldades de operação. Poucos usuários eram capazes de compreender as instruções de operação, tal era o nível de complexidade técnica envolvida e a pouca familiaridade dos usuários com tais tarefas. Este comportamento foi modificado em virtude da evidente dificuldade demonstrada pelos usuários em compreender e assimilar conhecimentos relevantes à operação dos equipamentos.

Em uma câmera fotográfica, que é o artefato tecnológico que será utilizado neste estudo, pode-se distinguir pelo menos dois níveis de complexidade em sua operação. Em um primeiro nível, podemos incluir as etapas de operação e conhecimento exigidos para que o sujeito consiga apenas tirar uma fotografia. O sujeito não necessita conhecer absolutamente nada a respeito do significado e função técnica dos controles que manipula. A fotografia, para este indivíduo, é apenas um meio de registro, no qual não interessa como as coisas acontecem, mas apenas o resultado da operação. Isto pode parecer um tanto estranho, mas a maioria das câmeras pode ser operada desta forma. Nas câmeras eletrônicas, quase nenhuma tarefa ou conhecimento é exigido do usuário. Ajustes importantes, como a velocidade do obturador ou a abertura do diafragma, são realizados pela própria câmera. Isto oferece pouca ou nenhuma liberdade de ação para o usuário, mas a indústria argumenta que é exatamente isto que ele almeja. Os resultados interessam bem mais que o processo.

Os conhecimentos relevantes a esta operação, portanto, podem ser aprendidos de fontes comuns, como revistas, jornais, a Internet, ou de materiais pouco técnicos, como os manuais de operação do equipamento e livros para leigos. Mais recentemente esta perspectiva vem sendo cada vez mais utilizada nos computadores pessoais, com a adoção ampla de tecnologias do tipo 'plug and play' que habilita o computador a procurar e configurar acessórios e dispositivos.

Como segundo nível de conhecimento relevante encontra-se as técnicas de manipulação dos controles e as teorias que explicam seu funcionamento. Elas se tornam relevantes a partir do momento em que o indivíduo necessita aprimorar seus conhecimentos e melhorar seu desempenho na manipulação daquele artefato. Geralmente, tais conhecimentos envolverão graus sucessivos de complexidade, exigindo considerável esforço intelectual do usuário. De modo semelhante, estes conhecimentos também podem ser adquiridos em um ambiente informal, longe das salas de aula. No entanto, para a maioria dos sujeitos, esta não é uma tarefa viável. Na maioria dos casos, a atuação do professor é fundamental para o entendimento dos conteúdos. Ao que parece, determinados domínios de conhecimento são monopólios das escolas, dada a sua raridade ou dificuldade. A maioria dos indivíduos realmente recorrerá a uma instituição escolar formal para a aquisição de um conhecimento que considera relevante, para si e para a finalidade a que se propõem.

A escola, em sua tarefa complexa de prover conhecimento e oportunidades de aprendizagem, pode eventualmente mostrar-se incapaz de alcançar seus objetivos. O aluno vai à escola procurando um determinado conhecimento, mas a escola raramente tem condições de atender as demandas individualizadas e pode mesmo não estar preparada para servi-lo na totalidade de suas necessidades. Cercado de estímulos diversos, o sujeito termina por assimilar idéias e habilidades de senso comum, pouco sistematizadas, mas que podem ser igualmente importantes para o convívio em sociedade. As atenções do sujeito também podem estar voltadas para a apreensão de conhecimentos de nível comum, mas de extremo interesse pessoal.

É difícil determinar a natureza das experiências que resultam na aprendizagem relevante, ou em qualquer outra forma, mas possivelmente têm origem em fatores como a percepção da importância do conhecimento e a percepção do sujeito em relação ao mundo real. A visão do mundo, assumida implícita ou explicitamente pelo indivíduo, interfere diretamente em sua aprendizagem. Mas outros elementos também contribuem para a formação do conhecimento individual, como por exemplo, o modo de vida e o contexto social. Aprender é um processo individual, embora influenciado

socialmente, e a determinação dos eventos e estratégias que o viabilizam é uma tarefa difícil. As idéias acerca de estratégias de aprendizagem, reveladas nas falas dos estudantes, pouco contribuem para explicitá-las, tendo em vista o desconhecimento das pessoas, em geral, sobre como elas aprendem. Desse modo, determinar as particularidades inerentes a diferentes tipos de aprendizagem significa elucidar por que meios as pessoas aprendem. Na busca de possíveis diferenças entre a aprendizagem que se pode caracterizar como relevante e outras aprendizagens, procuraremos delinear os atributos de alguns tipos definidos por diferentes autores.

O que deve se em ser entendido como aprendizagem? Durante a história da pesquisa e do pensamento científico sobre educação, diferentes abordagens encontraram o seu lugar, e quase todas deixaram suas marcas na história da educação. Segundo Marton & Booth (2000), a aprendizagem é a transição de um estado de não ser capaz para um estado de ser capaz de fazer alguma coisa ou explicá-la. Os autores sustentam a idéia apresentando algumas entrevistas feitas com estudantes, em que suas falas demonstram que este conceito parece pertinente. Hilgard & Bower (1981) reiteram essa idéia, ao afirmarem que a aprendizagem é uma mudança de comportamento do indivíduo em uma determinada situação. Esta mudança pode ser provocada pelas repetidas experiências dos sujeitos naquela situação. A idéia é coerente com o conceito defendido por Marton & Booth, no sentido de que a aprendizagem ocorre a partir de alguma forma de contato entre uma situação e os sentidos do sujeito.

Uma série de outros fatores provavelmente interferirá neste fenômeno, como emoções, crenças e preconceitos, fatores ambientais e sócio-econômicos. Se considerarmos tais idéias como pertinentes em relação ao *que vem a ser aprendizagem*, podemos discutir a idéia da aprendizagem relevante em relação a outras formas, no sentido de se averiguar *como* ocorre tal fenômeno. Uma possível indicação é apresentada por Biggs (1987), que argumenta que podemos encontrar um certo padrão na maneira pela qual os sujeitos aprendem, denominadas *abordagens profunda e superficial*. Uma aprendizagem superficial poderia ser definida como aquela em que o aluno procura memorizar conceitos e regras. Poderia ser ocasionada por fraco contato entre aluno e professor, e avaliações que solicitam do sujeito apenas a reprodução de um conteúdo.

Evidentemente, uma aprendizagem profunda envolve um conjunto de requisitos a serem preenchidos pelos estudantes, bem como pelas escolas. Apresentar um comportamento cognitivo de tal modo voluntarioso solicitará um contínuo esforço, tanto dos estudantes quanto dos professores. Litto (2000) sugere um conjunto de

procedimentos e atributos que poderiam se integrar para a ocorrência de uma aprendizagem profunda, listados a seguir.

- motivar os estudantes a utilizar capacidades cognitivas de mais alta ordem, como análise, síntese, exercício de julgamento e interpretação;
- implementar procedimentos motivadores, que possam sensibilizar o aluno e fazê-lo gostar e querer aprender. O autor argumenta que isto pode trazer ao aluno a sensação de poder e satisfação ao adquirir um novo conhecimento;
- quando procuram compreender profundamente a matéria estudada, não se limitando ao nível superficial de conhecimento;
- ajudá-los a integrar ao seu novo conhecimento àqueles saberes que eles já possuem;
- auxiliá-los a encontrar o contexto e o "sentido" dos conteúdos propostos;
- procurar uma maior identificação entre o aluno e a proposta pedagógica, no sentido de oferecer material didático apropriado a diferentes estilos cognitivos;
- oferecer ambientes de aprendizagem que não façam uso de métodos punitivos, onde o erro seja tratado não como um indicativo de fracasso, mas como uma oportunidade de discussão dos conteúdos e renovação das idéias em sala de aula;
- permitir, na medida do possível, que os estudantes possam escolher o que e como estudar;
- oferecer aos estudantes a oportunidade de realização exames que priorizem o exercício dos conhecimentos adquiridos, como por exemplo, desenvolvimento de ensaios e avaliação por projetos;
- verificar a transferência de conhecimentos entre domínios diferentes e novos.

O autor caracteriza a aprendizagem superficial como “uma reprodução do conhecimento”, e enumera aqueles fatores que acredita serem determinantes para ocorrência deste tipo de aprendizagem:

- motivação de natureza extrínseca, como por exemplo, premiações de despenho;
- abordagem atomística obrigando os estudantes a assimilarem detalhes. Como consequência, os sujeitos acabam por construir na mente uma visão totalmente fragmentada sobre aquele domínio;

- adoção de estratégias de ensino que colaborem para que o aluno entenda “conhecimento” como um exercício de coleta de dados e fatos isolados;
- exploração ineficaz dos conteúdos, como por exemplo, cobertura extensiva e rápida da matéria, tornando limitado o tempo mínimo necessário para que ocorra aprendizagem;
- supervalorização da “resposta certa” como único indicativo de aprendizagem;

Tais colocações parecem mostrar que a transposição de uma abordagem metodológica motivadora de uma aprendizagem superficial, para uma aprendizagem profunda, está longe de ser comumente implementada no ambiente escolar. Possivelmente, as condições para realização desta tarefa nas escolas de outros países, como nos Estados Unidos, ou países da Comunidade Européia, não se mostrem muito diferentes. Boa parte das mazelas que atormentam o nosso sistema de ensino, como a crônica falta de recursos, baixos salários, elevado percentual de professores não qualificados ou com formação incompleta, foram superadas nestes países, mas eles ainda enfrentam dificuldades em promover a aprendizagem profunda e significativa para uma parcela considerável de seus estudantes.

A aprendizagem profunda de um determinado conteúdo pode ser apontada como um possível atributo que diferencia a aprendizagem significativa e relevante para um determinado domínio de outras formas de aprendizagem. A adoção desta estratégia dependerá unicamente do sujeito, mas, como salientou Litto, esta postura poderá sofrer influência das práticas pedagógicas adotadas em sala de aula.

Deve-se considerar o fato de que as pessoas adotam diferentes estratégias coletivas no momento de se concentrarem na aprendizagem de alguma coisa. Essas diferenças são determinadas por inúmeros fatores, e não parece prudente determinar tipos de aprendizagem e, numa consideração extremamente simplificadora, construir categorias onde um grande número de pessoas sejam excluídas de uma determinada forma de aprendizagem. Estudantes que se encontram em níveis distintos de suas vidas escolares certamente utilizarão formas diferentes de entendimento dos conteúdos e estratégias diferentes para a aprendizagem. Provavelmente, estudantes mais experientes são capazes de realizar aprendizagem em nível mais profundo, por talvez conhecerem melhor o grau de relevância que determinados conhecimentos terão para a solução dos problemas por eles abordados.

A medida desta aprendizagem talvez possa ser conhecida pelo grau de satisfação do aluno perante os resultados que obteve com sua aprendizagem, bem como pela avaliação dos resultados que ele consegue ao tornar-se apto a mobilizar os seus conhecimentos. Um exemplo seria um ambiente desenvolvido para a aprendizagem de linguagens de programação de computadores. Aprendizagem relevante sobre uma linguagem de programação significa aprender sua estrutura e recursos, o funcionamento de cada um deles e como utilizar estes recursos para finalidades práticas e aplicáveis à resolução de problemas reais, que requeiram a construção de programas. As câmeras fotográficas são exemplos interessantes de artefatos tecnológicos do cotidiano, em que a aprendizagem de conhecimentos comuns, amplamente disseminados na cultura e mídia, dificilmente caracterizam uma aprendizagem relevante. Aprendizagem relevante sobre câmeras fotográficas significa dominar os conceitos básicos de controle de seus diversos mecanismos e utilização de suas diversas combinações para a obtenção das imagens desejadas em situações reais de uso. A aplicação correta dos conhecimentos sobre a abertura do diafragma da objetiva, controle do foco e determinação da velocidade do obturador são determinadamente relevantes para a obtenção de uma boa fotografia em um dia nublado, e ilustra o que se deve considerar como aprendizagem relevante sobre câmeras fotográficas.

Aprendizagem significativa

O que uma ação, dentro de um determinado contexto, pode significar para o sujeito? O que esta ação poderá representar para este mesmo indivíduo com o passar do tempo e a mudança das atividades propostas? A mensuração do significado da aprendizagem para os sujeitos está ligada ao ato da cognição que é, de fato, algo extremamente pessoal e difícil de ser avaliado. Temos discutido a natureza e as possibilidades de avaliação desta aprendizagem em termos da relevância do conhecimento para o indivíduo. A discussão anterior mostra o quanto o conceito de aprendizagem é multifacetado, comportando uma variedade de qualificadores. Neste trabalho, adotamos o termo aprendizagem e aprendizagem significativa como proposto por Mayer (1984). Deste ponto de vista, a *aprendizagem significativa* deve comportar atributos de persistência à passagem do tempo e à transferência entre estilos e estratégias de resolução de problemas. Ainda que não utilizado por um longo período de tempo, é desejável que o sujeito possa ser capaz de, em determinado momento,

reintegrar conhecimentos aprendidos no passado para aplicá-los a uma situação do presente. Pode-se dizer então que aquela aprendizagem foi suficientemente significativa para ser lembrada e novamente aplicada a um novo contexto. Possivelmente, este tipo de aprendizagem esta relacionada à evolução da estrutura cognitiva do sujeito.

Mayer (1992) discute a aprendizagem significativa na perspectiva da transferência de conhecimentos para a resolução de problemas, propondo que modelos mentais podem ajudar os estudantes a resolverem problemas científicos novos. A ocorrência de uma aprendizagem significativa seria indicada pelo seu desempenho em uma atividade que envolveria um assunto já estudado, mas inserido em um contexto ainda desconhecido. Como exemplo, o autor descreve um experimento que envolveu um pequeno grupo de estudantes submetidos a um material instrucional sobre alguns sistemas científicos, entre eles uma câmera 35 mm, um sistema de freios e uma bomba pneumática. Mayer desenvolveu este estudo distinguindo entre conhecimento superficial e memorizado de *conhecimento explicativo*, que ele define como um modelo mental capaz de explicar ao sujeito como o sistema funciona.

Em oposição, Mayer define o conhecimento não-explicativo, descrito como aquele que nada informa ao sujeito acerca de como um dispositivo funciona como por exemplo, datas sobre a evolução do sistema. Para testar sua predição sobre a transferência do conhecimento para outro problema, Mayer adotou o procedimento de colocar os estudantes em contato com os conteúdos anteriormente citados e, posteriormente, pedir que eles tentassem memorizar a passagens daquele contexto. Em seguida, os estudantes eram solicitados a resolver problemas que aplicavam os mesmos conhecimentos, mas em situações novas e ainda desconhecidas. Como exemplo, podemos citar o experimento que apresentava o funcionamento de uma bomba pneumática. Após interagirem com o material instrucional, os estudantes passavam a resolver problemas que envolviam ocorrências não previstas. Eles deveriam descrever, por exemplo, o que poderia haver de errado com o sistema caso um determinado defeito fosse inserido. Os resultados dos experimentos mostram que aqueles estudantes que apresentaram melhores resultados, aparentemente fizeram uso de conhecimentos explicativos para resolverem os novos problemas apresentados. Portanto, ele conclui que a utilização de conhecimentos explicativos, que auxiliam o sujeito a formar modelos mentais coerente sobre sistemas científicos, parece ser um meio eficiente de proporcionar aprendizagem significativa para os sujeitos.

De maneira semelhante, Jacobson & Archodidou (2000) investigaram a possibilidade de aprendizagem significativa nos mesmos termos apresentados por Mayer. Os autores desenvolveram uma ferramenta hipermídia com a finalidade de proporcionar a um grupo de estudantes um entendimento conceitual aprofundado sobre a teoria evolucionária Darwiniana. O programa, desenvolvido pelos autores como ferramenta de pesquisa, foi denominado Knowledge Mediator Framework (KMF), e os seus objetivos foram (a) auxiliar os estudantes a construir um entendimento conceitual profundo, (b) efetuar mudanças em suas representações e modelos mentais sobre o domínio da teoria evolucionária e, (c) transferir ou aplicar o conhecimento adquirido em novos problemas e situações. Esses três elementos definem o ponto de vista dos autores sobre aprendizagem significativa.

Os autores definiram para o ambiente KMF um conjunto de elementos a serem aplicados no design do ambiente aprendizagem, em termos da maneira pela qual a tecnologia representaria o conhecimento, bem como a profundidade dos conhecimentos apresentados. Posteriormente os autores definiram as atividades que fariam parte do ambiente, como por exemplo, exercícios interativos e resolução de problemas. Uma das atividades de aprendizagem foi definida no sentido de avaliar se houve ou não transferência de conhecimento para a resolução de novos problemas.

São conhecidas as consideráveis dificuldades que os estudantes enfrentam no momento de resgatar um determinado conhecimento, que foi estudado e aplicado a uma determinada situação e contexto, e posteriormente aplicá-lo a uma nova situação. Os autores denominam este tipo de conhecimento como "conhecimento inerte". O ambiente de aprendizagem a KMF oferecia um módulo que auxiliava os estudantes a cruzar conhecimentos diversos no sentido de resolver um problema novo. A idéia da atividade era permitir que os usuários pudessem conectar idéias, formulando então uma idéia nova relativa algum tópico. Uma série de questões sobre biologia e evolução, acrescidas de problemas, foram apresentadas aos estudantes em um módulo anterior. Os estudantes então trabalhavam com uma série de questões, após terem completado o ciclo de atividades. Os novos problemas apresentados podiam ser resolvidos de muitas maneiras diferentes, pois as suas respostas estavam localizadas em diversas partes do ambiente KMF, como estudo de caso, explicações de conceitos, simulações animadas e outros. Na mesma tela em que o ambiente apresentava o novo problema, eram oferecidas dicas sobre o domínio e temas que poderiam oferecer possíveis respostas aos problemas.

No mesmo estudo, os autores descrevem procedimentos no sentido de avaliar a persistência do conhecimento dos estudantes que participaram da pesquisa, cerca de um ano após a realização do experimento. Os testes aplicados foram adaptações das questões aplicadas anteriormente, portanto em tudo semelhantes. Mais importante do que os resultados específicos deste trabalho, o que mais nos interessa é justamente a abordagem por eles aplicada para a determinação da aprendizagem significativa. As duas abordagens adotadas para a avaliação da aprendizagem significativa (a transferência de conhecimento para a resolução de problemas e a persistência do conhecimento) serão adotadas como parâmetros desta pesquisa, com a mesma finalidade.

Sob que condições podem ocorrer aprendizagem significativa? Moreira e Masini (2001) argumentam que a aprendizagem significativa pressupõe duas condições. A primeira é que o material a ser aprendido tenha um significado real e reconhecido pelo aprendiz, uma vez que sem este reconhecimento, o que ocorrerá será apenas uma aprendizagem mecânica e superficial. Esta associação ao reconhecimento também é defendida por Zanchet (2001), argumentando ainda necessidade do professor tentar compreender as múltiplas realidades vividas pelos estudantes. As idéias contidas no material devem ter características de não-arbitrariedade e substantividade, no sentido de fazer parte de um universo simbólico que possa ser reconhecido pelo sujeito. Esta é uma premissa de fundamental importância, pois não se pode esperar que ocorra aprendizagem significativa se o aprendiz não reconhece a sua importância e tampouco consegue perceber uma certa unidade e coerência naquilo que se deseja que ele aprenda.

Se o objeto de estudo mostrar-se por demais abstrato e difícil, exigindo que o aluno transcenda muito além de sua capacidade, dificilmente ocorrerá uma aprendizagem realmente significativa. Isso não quer dizer que as pessoas não consigam aprender tópicos abstratos ou difíceis, mas que se eles o conseguem é porque estão especialmente interessadas e motivadas em fazê-lo. O conhecimento das limitações dos sujeitos torna-se então uma estratégia importante no planejamento de ações pedagógicas que objetivem aprendizagem significativa. A segunda condição é a de que o estudante manifeste interesse e disposição em se envolver com o material de estudo. Se a intenção do sujeito é a de se relacionar de maneira superficial com os temas abordados, nada mais ocorrerá além de uma aprendizagem mecânica e superficial.

A teoria da aprendizagem significativa tem sido explorada de diferentes maneiras, mas quase sempre os experimentos são elaborados no sentido de investigar como se pode construir práticas pedagógicas que proporcionem este tipo de aprendizagem aos estudantes. Buchweitz (2001) descreve um experimento que envolveu 40 estudantes do último ano de cursos de licenciatura em física e ciências biológicas. Estes foram solicitados a descrever uma experiência de aprendizagem que lhes tenha sido significativa, ou seja, que ficou bastante marcada e caracterizada durante a sua vida. Os estudantes deviam informar qual foi essa aprendizagem, como ocorreu, em que situação ocorreu, e por que eles a consideravam significativa. As respostas apresentadas revelaram aprendizagens de conteúdos consideradas escolares, mas também de habilidades e conhecimentos não ligados à sala de aula, e até mesmo de atitudes e sentimentos. Alguns dos respondentes mencionaram aprendizagem sobre a evolução humana, um conceito matemático, aprender a ler uma partitura, como usar corretamente a crase, aprender a nadar, tocar violão, desenvolver disciplina ou gostar de música.

Com respeito ao local onde ocorreu a aprendizagem as respostas indicavam que as experiências mais significativas aconteceram fora do ambiente escolar. A participação ativa nas atividades foi um dos itens comuns a todos os estudantes, nos processos que resultaram em aprendizagem significativa. Apenas um pequeno número deles revelou que sua participação nestas situações foi passiva. Como última informação, os estudantes descreveram porque consideraram significativa a aprendizagem que relataram. À semelhança das respostas sobre o local da aprendizagem, os motivos também se revelaram bastante diversificados. As respostas foram organizadas segundo uma classificação da natureza da aprendizagem, e algumas delas são transcritas a seguir:

- Aprendizagem de valores e comportamentos:
- Aplicação de conhecimentos:
- Retenção (persistência) de conhecimentos:
- Satisfação:

O autor considera os resultados como relevantes, no sentido de indicar quais atributos devem estar presentes em um projeto pedagógico que objetive a aprendizagem significativa. Ficou caracterizada a importância da participação direta e ativa dos estudantes em todas as atividades propostas. As evidências também mostram que a motivação, o prazer de aprender, os estímulos e as atividades que removam o aluno da sala de aula convencional e os coloque em contato com realidades e práticas

inovadoras podem contribuir diretamente para a ocorrência de uma aprendizagem realmente significativa. Alguns estudantes consideraram que a ampliação de sua capacidade de transferência de conhecimentos para outros domínios foi um claro sinal de que aquela aprendizagem foi importante. Devemos, no entanto, salientar que a possibilidade de transferência de conhecimentos específicos é um assunto bastante controverso.

A literatura sobre a questão da transferência é ampla e há pouco acordo entre os vários pesquisadores. O que desejamos enfatizar é que a transferência para situações em outros domínios, por meio de analogia, metáforas ou modelamento, pode ser bastante difícil. Mas a transferência entre situações do mesmo domínio é, no entanto, bastante comum. Se ela não fosse possível, ou muito difícil de acontecer, a tarefa da escola de ensinar conteúdos específicos seria quase impossível. Os métodos de avaliação educacional atualmente empregados baseiam-se, na sua quase totalidade, neste princípio. Os professores não ensinam aos seus estudantes tudo aquilo que desejam que eles aprendam, e mesmo se isto fosse tentado, provavelmente os estudantes não conseguiriam aprender no nível desejado. Por outro lado, ao avaliar a aprendizagem, o professor não apresenta uma lista de situações já estudadas, mas situações novas, embora semelhantes às aquelas já conhecidas, com o propósito de que os estudantes apliquem os métodos discutidos e conhecimentos aprendidos.

Outros fatores ligados à aprendizagem

Quando o aluno está imerso em um ambiente de aprendizagem, muitos fatores contextuais podem ser determinantes na aprendizagem dos conhecimentos relativos a algum artefato tecnológico. O registro destas ocorrências é dificultado pela própria natureza da relação entre pessoas e os computadores. A profusão de sentimentos indeterminados e a interferência de fatores externos que atuam neste relacionamento carecem ainda de métodos de registro e investigação, mas podemos relacioná-los em certo número, pois que parecem exercer alguma influência nestes processos:

A navegabilidade do ambiente, relativa à facilidade com que o aluno navega na interface do ambiente de aprendizagem;

A atratividade da interface, entendida como os atributos audiovisuais que colaboram para que sejam mantidos o interesse e a atenção do aluno durante as interações no ambiente de aprendizagem.

A motivação do aluno para a tarefa, entendida como o engajamento do aluno em relação às tarefas propostas. A motivação está relacionada a fatores externos ao ambiente de aprendizagem e internos ao sujeito. O propósito para o qual o aluno concorda em se submeter ao ambiente de aprendizagem tem profunda influência na sua motivação durante o trabalho com o sistema.

O grau de abstração dos conteúdos, o que significa compreender em que medida os assuntos tratados se tornam mais intangíveis de um nível para outros. O nível de abstração de um conhecimento pode inclusive apresentar uma componente tácita, derivada apenas da experiência no trato com aquele domínio. Como exemplo, podemos citar a habilidade de julgar a qualidade das fotografias e apontar valores estéticos reconhecíveis. Teorias estéticas sobre composição de imagens podem dar ao sujeito noções de pouco valor prático sobre como compor uma fotografia. Somente sucessivas experiências reais e a interação com fotógrafos ou artistas mais experientes podem sugerir ao fotógrafo iniciante idéias de como obter imagens que comportem valores estéticos universais, como beleza plástica, equilíbrio e conteúdo visual.

O grau de complexidade da tarefa, que pode evoluir pelo aumento da carga de conhecimentos sobre o domínio tratado e pela multiplicidade e abrangência das relações envolvidas na tarefa. Analisando o exemplo da câmera fotográfica, podemos imaginar os diversos níveis de complexidade que podem estar envolvidos na aprendizagem deste objeto. Partindo da câmera como um objeto completo, o estudante pode inicialmente compreender os princípios fundamentais para a manipulação do foco da objetiva, enquadramento e exposição do filme. Isto significa apenas apontar a câmera em alguma direção, observar a imagem pelo visor e dar o "clique" final. Estes procedimentos podem ascender, sucessivamente, a níveis de complexidade, que envolveriam o funcionamento detalhado de cada mecanismo disponível na câmera. Compreender como funciona o sistema de deslocamento da cortina do obturador e o controle de sua velocidade envolve conhecer uma infinidade de relações entre pequenas peças mecânicas, com alto grau de interdependência. O nível de complexidade pode chegar a ponto de não mais poder analisar mecanismos individuais, mas separá-los em grupos de relações.

3.3 Princípios para promover a aprendizagem significativa e relevante

A procura por métodos e técnicas de ensino ideais desafia os educadores há muito tempo. Uma forma de se avaliar quanto esforço tem sido despendido nesta busca pode ser obtida pelo exame da variedade e quantidade de publicações existentes que tratam da temática. O quadro em qualquer uma das áreas disciplinares é hoje pontilhado de tendências e perspectivas, e torna-se complicado responder a uma questão inicial acerca de qualquer método que venha a ser cogitado de ser adotado por dada escola: Sob que condições ele funciona? Essa é uma questão que interessa diretamente aos pais e estudantes daquela escola.

Tradicionalmente o saber e o fazer são tratados separadamente pela aprendizagem escolar. Resnick (1987) argumenta que a marca registrada da escolarização é o foco no ensino de princípios, conceitos e fatos de forma abstrata e descontextualiza, enquanto que Cole (1990) aponta que a educação tradicional sobrevaloriza a aquisição de fatos e procedimentos. Outros pesquisadores apontam que essa ênfase em conhecimento descontextualizado e acumulativo é reforçada pelos programas de perguntas e resposta comuns na televisão (Entwhistle, Entwhistle & Tait, 1993). Todos estes trabalhos argumentam que a fraca aprendizagem resulta da ênfase do ensino descontextualizado e abstrato, mas eles não propõem que a instrução formal seja trocada por estratégias dependentes do contexto e aprendidas ao fazer as tarefas e trabalhos. Ao contrário, estão preocupados em promover técnicas e práticas apropriadas e efetivas para incentivar a aprendizagem significativa.

Se este é realmente o caso, como argumenta Resnick, ele estaria na origem da aprendizagem de 'conhecimento inerte', isto é conhecimento pouco aplicável às situações reais que as pessoas enfrentam no seu dia-a-dia. Nestes casos, há uma falha em acessar o conhecimento que é realmente relevante, ou então, como argumenta Bransford e colaboradores (Bransford, Sherwood, Hasselbring, Kinzer, & Williams, 1990), "as novas informações foram armazenadas como fatos, e não como ferramentas prontas para uso futuro". No entanto, os educadores e pesquisadores interessados no desenho de novos sistemas de aprendizagem, ou na introdução de inovações, não dispõem de informações seguras para tomar decisões sobre qual a melhor perspectiva e sobre como estes sistemas podem ser usados criativamente

para melhorar a aprendizagem. Afinal, as evidências disponíveis sobre a questão não são conclusivas, e também não são evidências fortes indicando qualquer caminho.

Já há algum tempo as abordagens construtivistas priorizadas por muitas escolas, pelo menos no discurso, vem sendo estudadas e contrastadas com os "métodos tradicionais", que enfatizam a transmissão de conhecimentos de professores para alunos. Os "métodos tradicionais" têm sido criticados por produzir mais memorização do que aprendizagem, não enfatizando a aprendizagem de conhecimentos que possam ter utilidade na resolução de problemas práticos, não promovendo o desenvolvimento de pensamento crítico, além de fracassarem no recrutamento de novos talentos para carreiras científicas (Brown, Collins & Duguid, 1989; NSTA, 1993; AAAS, 1989). O fraco desempenho de estudantes de vários países, como Estados Unidos, Alemanha e Brasil em avaliações comparativas internacionais sugere que após vários anos de escolarização compulsória, a maioria dos estudantes consegue apenas desenvolver um entendimento simplificado e superficial das disciplinas que estudaram, conforme apontado repetidamente. Atribuir o fracasso da escola ao fato de que vivemos numa sociedade que passa por uma expansão tecnológica e de conhecimento rápida não resolve, nem explica. Afinal, alguns países vêm conseguindo melhorar seu sistema de ensino ou se mantêm no topo das avaliações internacionais ano após ano.

Vários dos autores que têm buscado desenvolver as idéias da cognição situada para contextos escolares (Brown, Collins, & Duguid, 1989; Collins, Brown & Newman, 1989) apontam que muito do conhecimento abstrato ensinado nas escolas e cursos superiores não é aplicável a contextos de solução de problemas em situações da vida real, porque esta abordagem ignora a interdependência entre a cognição e as situações em que as aprendizagens ocorrem. Quando a aprendizagem e contexto estão separados, o conhecimento é visto pelos próprios aprendizes como o produto final da educação e não como uma ferramenta a ser utilizada de forma dinâmica para resolver problemas em diferentes situações.

Uma versão mais forte da teoria da cognição situada foi proposta por Lave & Wenger (1991) para quem a participação numa comunidade de prática pode se dar através de observação das margens da comunidade ou através da participação periférica legítima. À medida que o envolvimento e aprendizagem do indivíduo sobre a cultura crescem, seu papel se modifica, mudando de observador para um participante completamente funcional. A participação periférica legítima possibilita ao aprendiz a fundir progressivamente a cultura do grupo e o que significa ser um membro,

aprendendo a linguagem e as histórias da comunidade de prática, e a aprender como falar na prática e sobre ela. O que é negado a muitos estudantes na escolarização formal.

Nós escolhemos seguir uma linha próxima daquela defendida entre outros por John Seely Brown & Allan Collins. Como outros pesquisadores da área procuramos usar os resultados das pesquisas sobre aprendizagem relevante e significativa para desenhar um modelo de instrução. Vamos abordar mais à frente os princípios psicológicos, pedagógicos, tecnológicos e pragmáticos que orientam o desenho e implementação de ambientes de aprendizagem, de uma perspectiva de quem está preocupado com a aprendizagem de pessoas reais e não em teorizações sobre a aprendizagem ou sobre ambientes de aprendizagem ideais. Estes princípios têm sido insistentemente demandados por professores e construtores de ambientes de aprendizagem dos teóricos da aprendizagem e da educação.

A principal dificuldade com as diferentes teorias da aprendizagem, como um exemplo podemos mencionar as muitas perspectivas recentes, diz respeito a como torná-las operacionais em situações reais. Isto é, como desenvolver ambientes de aprendizagem em situações de aprendizagem formal que façam uso desses sistemas teóricos. Entendemos que as teorias servem para auxiliar-nos a organizar e compreender o mundo, bem como orientar nosso comportamento nele e prever o que pode acontecer (LeCompte and Preissle; 1993). O trabalho original de Brown, Collins and Duguid (1989) apresentava um esboço de uma futura teoria da aprendizagem situada, que tinha possibilidades de fornecer um referencial teórico para o desenho e desenvolvimento de sistemas multimídia. Outras perspectivas que se basearam naquele trabalho perderam de vista este compromisso com a viabilidade prática e operacionalização, com raras exceções. Resnick (1987), por exemplo, propôs que ambientes de aprendizagem pelo trabalho mediassem o fosso da aprendizagem teórica da educação formal e as aplicações no mundo real do trabalho. Brown, Collins e Duguid (1989) desenvolveram e popularizaram a idéia de aprendizagem situada, baseada na perspectiva da cognição situada. Para eles, a aprendizagem situada pode ser entendida como a "noção de aprender conhecimentos e habilidades em contextos que refletem a maneira como eles serão úteis na vida real" (p. 2).

Os ambientes de aprendizagem centrados no aprendiz é uma das alternativas passíveis de implementação, dentre várias existentes e possíveis, que vêm sendo explorados. A despeito do seu potencial, os problemas práticos e logísticos associados à sua implementação são enormes. Passam pela falta de recursos, pela urgência que

os políticos e administradores públicos e seus mandatos impõem, por escassez de profissionais técnicos e professores qualificados para construí-los e colocá-los em operação. Uma dificuldade adicional é que estes sistemas não são gerais, eles precisam ser desenvolvidos para cada tópico do currículo escolar, e adaptados às diferentes demandas e necessidades dos estudantes e professores que irão utilizá-los. Colocado dessa forma, pode-se ter a impressão que os ambientes de aprendizagem centrado nos estudantes e ricos em tecnologia não são viáveis. Do ponto de vista tecnológico eles são inteiramente factíveis e viáveis. A dificuldade não decorre de fazerem uso do computador ou de serem centrados nos aprendizes. São as mesmas dificuldades que, no fundo, emperram todas as tentativas de reformar nossas escolas e as aprendizagens que promovem. No entanto, há evidências de que sistemas desse tipo promovem o engajamento dos estudantes nas atividades propostas a eles e melhoram sua aprendizagem (Hannafin, 1992). Além disso, a introdução de sistemas ricos em tecnologia da informação em salas de aulas reais provoca um efeito perturbador que se propaga por vários aspectos da vida escolar, como a organização da classe, sobre o papel do professor e sobre as interações entre alunos e entre estes e os seus professores (Bransford, Franks, Vye & Sherwood, 1989).

Ambientes de aprendizagem centrados nos aprendizes possibilitam a organização de temas estudados nas várias disciplinas, mas relacionados, em contextos significativos, geralmente na forma de problemas a serem resolvidos ou de objetivos a serem alcançados por alunos individuais ou por grupos de alunos. Ele confere certa funcionalidade às tarefas e atividades que os aprendizes desenvolvem, possibilitam que atividades interativas e complementares sejam desenvolvidas por grupos diferentes e comunicadas entre eles. Permite que situações mais complexas sejam tratadas com maior naturalidade, aprofundando o entendimento. Fazendo isso, eles estabelecem condições que enriquecem o pensamento e a aprendizagem.

Diferentes maneiras de promover o entendimento autêntico existem entre os pesquisadores de orientação construtivista. Alguns recomendam heurísticas e diretrizes baseadas em princípios do design (Perkins, 1991, Young, 1993), outros defendem uma abordagem pragmática para promover a integração de conhecimentos (Linn e Hsi, 2000). A teoria da integração de conhecimentos descreve o processo que os estudantes seguem ao aprender ciências. Os defensores da teoria argumentam que aprender ciências envolve juntar idéias disparatadas de várias fontes (os conhecimentos prévios e concepções espontâneas dos estudantes com informações disponíveis em várias fontes, como professores, livros, bancos de dados e mídia em

geral) e integrá-las para explicar fenômenos no mundo, desenvolvendo um senso de coerência e aprender a reconhecer novas situações onde o novo conhecimento possa ser aplicado (Linn & Hsi, 2000).

As Origens dos Ambientes de Aprendizagem

O interesse em ambiente que promova experiências de aprendizagem autênticas, ou seja, experiências em que as habilidades e o significado do conhecimento estejam assentados em contextos reais têm longa tradição. Dewey (1938), por exemplo, caracterizava as escolas como lugares em que os estudantes receberiam uma aprendizagem de vida, tal como um aprendiz de um ofício com seu mestre. Piaget sugeriu que as crianças constroem e modificam seu entendimento através de suas interações cotidianas com o seu ambiente. O objetivo da educação é, com efeito, fornecer um ambiente estimulante para apoiar a curiosidade epistêmica natural da criança. Mais recentemente as tentativas de situar a cognição humana na realização de tarefas que promovam aprendizagem autêntica tornaram-se freqüentes (por exemplo, Brown, Collins, & Duguid, 1989; Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1991, 1992). Segundo esta perspectiva, os ambientes de aprendizagem são desenhados e implementados não apenas para instruir, mas para prover contextos que promovam a aprendizagem e a compreensão.

Os micromundos de Papert (1993), influenciados pelas idéias de Piaget, refletem os viéses filosóficos de muitos ambientes de aprendizagem centrados no aprendiz e baseados em computadores. Neles, em lugar de se ensinar explicitamente, a aprendizagem e a busca compreensão pelos indivíduos é fomentada. Eles priorizam a autonomia através do meta-conhecimento a que os aprendizes recorrem para conferir sentido ao seu ambiente. Os micromundos permitem ao aprendiz manipular conceitos complexos de forma concreta, como se fossem objetos. Eles enfatizam a necessidade de descobrir, prever, testar, reformular e construir significados pessoalmente relevantes (Edwards, 1995).

Desde então, tem havido um crescente interesse em ambientes multimídia interativos e centrados no estudante. Tais sistemas incluem bancos de dados ricos, ferramentas de busca, apresentação e análise de informações, além de recursos que auxiliam a investigação dirigida pelo próprio estudante, a busca por informações adicionais e a tomada de decisão (Land & Hannafin, 1996). Os idealizadores dessas iniciativas

acreditam que o entendimento evolui via processos de exploração, investigação, construção de representações e artefatos, e comunicação.

As perspectivas sobre o papel da tecnologia na aprendizagem centrada no estudante expandiram enormemente na última década. As mudanças refletem por um lado o desenvolvimento tecnológico, onde a enorme capacidade de processamento e armazenamento dos atuais computadores permite coisas difíceis de imaginar apenas alguns anos antes. Por outro ocorreu uma expansão na natureza das possibilidades de utilização desses sistemas provocadas pelo próprio estado de conhecimento atual e experiências anteriores. Atualmente existem projetos e pesquisas voltados para estudar a parceria entre aprendizes, experiência, discurso e conhecimento.

Ensino e aprendizagem

Os ambientes de aprendizagem evoluíram como resultado de uma reestruturação nas crenças sobre papel do indivíduo na aprendizagem. Os projetistas contemporâneos foram fortemente influenciados pelos teóricos e acadêmicos construtivistas que afirmam que o entendimento transcende a codificação literal de informação e só pode ser construído (Guba, 1990; Jonassen, 1991). Ao mencionar a perspectiva construtivista queremos salientar um conjunto de crenças:

- (i) o conhecimento é construído ativamente pelo aprendiz, não recebido passivamente de alguém que o transmite;
- (ii) o conhecimento prévio filtra todas as experiências do aprendiz, influenciando fortemente aquilo que é aprendido;
- (iii) o entendimento inicial é local, não global. Leva-se tempo considerável até que diferentes saberes e conhecimentos sobre um mesmo tema possam ser integrados e generalizados;
- (iv) a construção de estruturas de conhecimento úteis requer esforço. O conhecimento deve ser assimilado, percepções de valor, significado e relevância devem ser buscadas, o conhecimento prévio deve ser avaliado, ao mesmo tempo em que o novo conhecimento e um novo entendimento devem ser construídos.

Os ambientes de aprendizagem centrados no estudante enfatizam a aprendizagem individual e em comunidades. A tecnologia fornece recursos e ferramentas que facilitam a construção, busca de informações, construção de representações e comunicação.

A idéia central da aprendizagem situada é que para compreender como as pessoas aprendem e o que elas aprendem é importante considerar que "a atividade em que aquele conhecimento é desenvolvido e empregado, é uma parte integral do que é aprendido" (Brown, Collins & Duguid, 1989). Isto é, é a idéia de que a cognição não pode ser separada do contexto em que a pessoa existe e atua. Aceitar isso significa aceitar a idéia de que toda aprendizagem é situada, gostemos ou não da idéia. Não há aprendizagem num vazio de pessoas, objetos. No entanto, situação é mais que contexto, na medida em que vai além da interação humana com objetos e eventos. Ela inclui também as influências sobre o aprendiz de "tradições, instituições, costumes e os propósitos e crenças que ele carrega e que o inspiram" (Dewey, 1938, p. 43). A aprendizagem é influenciada também pelas disposições, talentos, interesses e medos que localizam cada pessoa e a orienta no mundo. Reconhecer isso não nos obriga necessariamente a examinar toda esta gama de influências sobre a aprendizagem.

Neste trabalho, examinamos a habilidade dos aprendizes em aplicar os conhecimentos em novas situações, diferentes daquelas utilizadas para o ensino-aprendizagem. Esta aplicação está relacionada com o problema da transferência e é um modo usual de medir a compreensão ou a aprendizagem autêntica. Existe um forte desacordo sobre o que é transferido e como é transferido entre situações (por exemplo, Lave, 1988), mas não sobre o fenômeno. As versões fortes da cognição situada, como a de Lave, não explicam como os entendimentos de um indivíduo podem ser generalizados para além das especificadas de seus contextos originais, ou como conhecimentos prévios são empregados numa nova situação. A luta dos aprendizes para reconciliar seus conhecimentos anteriores com os novos fenômenos e situações com que se defrontam é compatível com a descrição da teoria Piagetiana, em termos de assimilação e acomodação.

Os ambientes de aprendizagem efetivos apóiam as intenções dos estudantes de aprender e de resolver problemas usando os recursos e ferramentas oferecidas pelo ambiente (Jonassen, 1992). O resultado disso são complexas interações entre conhecimento prévio, percepção, intenções e ações, observações e reflexões que se sucedem num processo contínuo de pensamento e ação. Ações, objetivos e processos são iniciados como resultado tanto do conjunto de experiências anteriores e

suposições sobre os conceitos sob estudo. A aprendizagem é assim um processo dinâmico de reflexão-na-ação, em que a ação amplia e estende o pensamento e reflexão, e seus resultados, por sua vez, governam a reflexão (Schön, 1983).

Tobin & McRobie (1996) identificaram quatro mitos culturais entre professores norte-americanos que impõem severos limites à implementação dos currículos de ciências. Estes mitos têm a ver com as visões dos professores sobre o ensino e são: o mito da transmissão, o mito da eficiência, o mito do rigor e o mito de preparar os estudantes para os exames. Assumindo a validade dos mesmos entre nós, este último corresponderia no caso da educação de ensino médio, preparar os estudantes para o vestibular. Lá, como no Brasil, os professores têm muito controle sobre o que acontece em suas sala de aula, de forma que esses mitos influenciam significativamente as visões dos professores sobre a aprendizagem. Procuramos, na medida do possível, não deixar o ambiente de aprendizagem desenvolvido ser fortemente caracterizado por nenhum desses mitos, mas não descarto que eles possam ter tido alguma influencia.

Um dos desafios enfrentados pelos advogados da inclusão de novas tecnologias na educação formal é definir claramente papéis alternativos para a tecnologia no ensino e aprendizagem. Isso é claramente observado nos programas de ensino de ciências e matemática (por exemplo, Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1991, 1992; diSessa & White, 1982; Roth & Roychoudhury, 1993; Linn & Hsi, 2000). Estes pesquisadores têm focalizado mais o desenvolvimento do pensamento crítico, da solução de problemas entendida como uma função cognitiva superior, e o raciocínio. Os objetivos são amplos e buscam apoiar o processo de aprendizagem na experiência concreta, encorajando a manipulação em vez de simples aquisição. Sistemas com estas características representam visões e crenças sobre ensino e a natureza da aprendizagem diferentes da visão tradicional.

Operacionalizações da visão tradicional ainda são encontradas, embora numa roupagem adaptada aos nossos tempos. Merrill, Li & Jones (1990) citam a natureza fechada da abordagem tradicional, a ausência de orientações para desenvolver interações e a adaptação limitada dos modelos tradicionais de aprendizagem baseada em computador. Eles advogam uma extensão daquele modelo para acomodar as novas tecnologias, embora as suposições sobre ensino e aprendizagem continuem as mesmas, consistentes com uma epistemologia objetivista.

O papel da tecnologia

O rápido desenvolvimento da tecnologia verificado nas duas últimas décadas influenciou de maneira marcante a evolução dos ambientes de aprendizagem centrados nos estudantes. Sistemas complexos de informação podem ser desenvolvidos e tornaram-se acessíveis pelo menos no âmbito da pesquisa, podendo ser acessados para propósitos individuais. Os sistemas de informação que emergiram nos últimos anos, tais como a world wide web suportam variadas formas de abordagens centradas no aprendiz. Também as plataformas integradas baseadas em multimídias, sistemas de autoria, softwares de simulação e sistemas especialistas tornaram-se mais comuns em usos específicos, mas ainda não são comuns nas nossas escolas.

O uso simplificado, possibilitado pelo desenvolvimento de interfaces amigáveis, aumentou o interesse em aplicações em salas de aulas de aplicações baseadas em aprendizagem por meio de design (Harel & Papert, 1991; Pea, 1993; Hoffman, Wu, Krajcik & Soloway, 2003). Os desenvolvimentos nos programas aumentaram não apenas o poder e versatilidade dos novos ambientes de aprendizagem, mas tornaram-nos amigáveis e intuitivos. Apesar disso, pouco impacto ocorreu ao nível dos sistemas escolares. As abordagens ao ensino e à aprendizagem, na maioria das vezes, foram apenas transferidas para o novo meio e não redefinidas. As razões para isso já foram tratadas em outro ponto desse trabalho. Sistemas amplamente disseminados ainda não exploraram todo o potencial das tecnologias existentes ou das características de ambientes centrados nos aprendizes. Para isso, é preciso desenvolver uma melhor compreensão e disseminação das bases e suposições sobre as quais tais sistemas são desenvolvidos. Estas bases e suposições envolvem aspectos de natureza psicológica, pedagógica, tecnológica, cultural e pragmática. Estas são bem conhecidas nos círculos de pesquisadores, mas distantes ainda dos formadores de professores e dos próprios professores, e mais grave, desconhecidas dos políticos e administradores públicos.

Ambientes de Aprendizagem Baseados em Tecnologia

Os ambientes de aprendizagem são construídos sobre vários pilares: psicológico, pedagógico, tecnológico e pragmático. Os ambientes de instrução tradicionais como

os tutoriais e programas de instrução programada, típicos da etapa inicial de uso dos computadores na educação refletem uma perspectiva objetivista e centrada no construtor e projetista. Eram ambientes desenvolvidos de acordo com os cânones comportamentalistas, onde informações consideradas relevantes eram apresentadas, praticadas e o reforço adequado era fornecido. Os ambientes centrados no aprendiz refletem uma visão centrada no usuário e são mais abertos quanto às visões acerca da natureza da aprendizagem, geralmente construtivista, e do papel do aprendiz, ativo e no controle de sua aprendizagem.

Bases Psicológicas

Todos os ambientes de aprendizagem refletem, explícita ou implicitamente, as crenças de seus idealizadores sobre como os indivíduos adquirem, organizam e utilizam novos conhecimentos. De certa maneira, os ambientes operacionalizam estas bases através das estratégias de desenho e programação que são implementadas. A pesquisa cognitiva, desde então, influenciou de forma acentuada os sistemas construídos. Nas décadas de 70 e 80, esta pesquisa e os ambientes focalizam questões como as limitações e capacidades de seleção e processamento, forneciam estímulos para a organização dos tópicos em unidades que faziam sentido e para a integração do novo conhecimento com o conhecimento existente. A teoria do processamento da informação mudava o foco das condições externas para a aprendizagem para os processos internos de selecionar, codificar e recuperar informações. Conceitos como memória de curto e de longo prazo passaram a fazer parte do vocabulário dos projetistas e desenvolvedores de ambientes de aprendizagem baseados em computador, bem como nossas limitações quanto à capacidade de processamento.

Datam também desse período conceitos como elaboração (Anderson & Reder, 1979), significância e relevância (Mayer, 1984; 1989), e conceitos relacionados a variáveis individuais, como metacognição e auto-eficiência percebida (Salomon, 1986). Não que estes conceitos não fossem usados antes, mas passaram a ser usados de formas diferentes, na medida em que a metáfora da mente do indivíduo como com computador, ganhou predominância nesta época. A ciência cognitiva foi instrumental concebendo a aprendizagem como um processo mediado internamente pela arquitetura neural e psicológica do indivíduo. Tratava-se de uma teoria de fácil extensão e que podia ser compreendida sem muitas dificuldades por especialistas de diferentes áreas.

Mais recentemente o sócio-contrutivismo chamou a atenção para as relações entre conhecimento e contexto, enfatizando na natureza mediada socialmente da aprendizagem (Brown, Collins & Duguid, 1989; Lave & Wenger, 1991). Conhecimentos e os contextos dos quais eles derivam seu significado, são considerados interdependentes. O conhecimento isolado de contextos é pouco produtivo e provavelmente daquele tipo caracterizado como inerte. Estas maneiras de conceber a aprendizagem e o conhecimento é que deram origem à ênfase em ambientes contextualizados, que promoveriam experiência e aprendizagem autênticas. As várias vertentes do construtivismo são originárias das contribuições de Piaget (1952) e

Vygotsky (1978), entre outros. O construtivismo propõe que o conhecimento não é obtido ou determinado por fontes externas, mas construído individualmente. Piaget e Vygotsky enfatizavam a importância das estruturas internas do pensamento e a mediação social, embora discordando sobre a primazia que cada um destes aspectos devesse ter.

A premissa central para um ambiente de aprendizagem centrado no aprendiz é que ele deve propiciar experiências concretas e pessoalmente relevantes e significativas, às quais o sujeito atribui significado, assimila e acomoda ao seu sistema cognitivo. Assim, eles enfatizam o papel do aprendiz como construtor de conhecimentos, a importância do contexto no entendimento e a natureza essencial da experiência na aprendizagem.

Bases Pedagógicas

As bases pedagógicas dos ambientes de aprendizagem dizem respeito às atividades, métodos e estruturas dos ambientes de aprendizagem. As fundações pedagógicas é que determinam como o ambiente é desenhado e as “affordances” que ele disponibiliza. Juntamente com o modelo psicológico, elas sustentam as estratégias e métodos implementados no ambiente e a organização do material que ele apresenta. Tudo isso constitui as bases operacionais para a utilização de diversos métodos e técnicas de design visando implementar métodos e atividades concebidas. Os tutoriais muitas vezes organizam as atividades e estratégias de ensino em estruturas hierárquicas de conteúdos de baixo para cima, as questões relevantes são definidas externamente, enfatizam a realimentação e avaliação do progresso.

Ao contrário, as abordagens centradas no aprendiz priorizam questões como a liberdade de escolha do usuário, seu controle sobre o ritmo e sobre os conteúdos a serem visitados. Técnicas de design são utilizadas para maximizar estes aspectos, bem como as capacidades cognitivas do aprendiz. Os designers de orientação construtivistas tendem a valorizar a exploração livre de recursos e conteúdos relacionados e a manipulação concreta (Perkins, 1991).

Cada uma dessas possíveis implementações reflete diferentes suposições sobre a aprendizagem e sobre os melhores métodos e técnicas para torná-las efetivas. Os ambientes construtivistas de aprendizagem usualmente estabelecem contextos que estimulam a descoberta, manipulação e investigação. A idéia básica é que o aprendiz

deve pensar antes de agir, avaliar o que ele precisa compreender, identificar e executar tarefas e atividades que podem ter resultados produtivos para sua aprendizagem. Por exemplo, a Science Vision Series usa cenários de orientação para descrever problemas para um grupo de estudantes (Tobin & Dawson, 1992). São usualmente problemas sistêmicos que tratam de temas como a poluição em rios. Os estudantes usam ferramentas e recursos para navegar, buscar informações em bases on-line, conduzir experimentos e coletar dados em sua busca por solução para os problemas apresentados. Nestes contextos os conhecimentos e habilidades são autenticamente ancorados, não são situações e problemas artificiais que parecem truques para cativar a atenção e motivar o engajamento dos estudantes. Eles têm oportunidades de procurar informações e soluções em lugar de receber e concordar com as informações comunicadas pelo professor ou pelo sistema eletrônico. Igualmente têm que avaliar e interpretar, em lugar de acumular e adotar. As bases pedagógicas não são, portanto, apenas métodos derivados do construtivismo, mas princípios ainda que provisórios advindos da pesquisa e teoria, que estabelecem contextos, recursos e ferramentas para promover a aprendizagem relevante e significativa.

Bases Tecnológicas

Consideradas isoladamente, os recursos tecnológicos sugerem o que é possível fazer em termos de construção de ambientes de aprendizagem, não necessariamente o que é desejável. Mas esta é uma área sobre a qual os pesquisadores e educadores pouco tiveram influência, até porque o uso de computadores na educação ainda é um empreendimento pequeno comparado ao seu uso na indústria e administração. As tecnologias podem ser diferenciadas pelos sistemas simbólicos que utilizam e suportam, bem como pelas operações que realizam. Os computadores atuais podem empregar textos impressos, gráficos variados, efeitos sonoros, visuais, táteis, e animação.

As bases tecnológicas dos ambientes de aprendizagem não têm sido exploradas até os seus limites. Basicamente elas influenciam o desenho de ambientes de aprendizagem ao estabelecer que ferramentas estão disponíveis para os projetistas e demais indivíduos encarregados do desenvolvimento e implementação desses sistemas e de que formas o aprendiz poderá interagir com ele.

A vantagem desses sistemas é que eles possibilitam o contato do estudante com certos fenômenos que de outra forma ele não poderia ter. Sistemas sofisticados podem apresentar imagens e sons de maneira que não poderíamos experimentar. Por exemplo, apresentar fenômenos que ocorrem muito lentamente de forma mais rápida, como vídeos de uma planta crescendo ou de nuvens passando sobre um mesmo local, o movimento aparente do sol ou da lua contra o céu. Outro exemplo seria simular como ouviríamos o som se sua velocidade de propagação fosse muito menor do que é, possibilitando-nos experimentar coisas que só podemos imaginar. Enquanto que os vídeos em alta ou baixa velocidade poderiam ser implementados com outras tecnologias, este não é o caso das simulações e animações. Outra possibilidade é a de usar sensores diversos, produzindo representações gráficas na tela, de fenômenos difíceis de observar com outros recursos ou produzindo representações que tornem visíveis fenômenos e eventos que não o são. Isso é particularmente importante para auxiliar a aprendizagem de conceitos abstratos.

Os recursos tecnológicos podem assim promover desenhos e estratégias até agora não testados. Eles permitem redefinir o que é possível ou viável e estimular novas abordagens ao processo de ensino aprendizagem. Os responsáveis pelo desenho e implementação de ambientes de aprendizagem são desafiados a tirar proveito das tecnologias e possibilidades que estão emergindo e, ao mesmo tempo, levar em conta as bases psicológicas e pedagógicas que emergem continuamente da pesquisa e teorização.

Bases Pragmáticas

As bases pragmáticas para o desenho e implementação de ambientes de aprendizagem dizem respeito às limitações situacionais existentes. São fatores como recursos materiais, financeiros e humanos disponíveis, que limitam as possibilidades de desenvolvimento e a qualidade do ambiente e das aprendizagens que ele pode promover. Não menos importante é a disponibilidade de tempo, que se manifesta na forma de prazos e datas limites. Estas dificuldades não se manifestam na teoria. É através dessas limitações pragmáticas que a realidade situacional se manifesta. As bases pragmáticas traduzem as razões por que certas abordagens podem ou não ser usadas num ambiente de aprendizagem e podem implicar que ambientes reais exibam uma mistura de modelos pedagógicos.

Ao desenvolver o ambiente Fotograma tive que lidar com estas questões, e com o fato de que não dispunha de recursos financeiros e tinha que cumprir um calendário apertado de desenvolvimento, teste e refinamento, para depois coletar dados, analisá-los e escrever este documento. Na proposta inicial, que fiz no meu projeto de pesquisa, o ambiente era muito mais amplo do que acabou sendo ao final do trabalho. Como o número de páginas crescia muito e isso implicaria mais tempo para o desenvolvimento, pilotagem e também para a coleta de dados, provavelmente em múltiplas sessões, tive que fazer escolhas e selecionar os conteúdos, recursos e estratégias implementadas. Os recursos de som, sinalizadores e combinação de texto e áudio que havia proposto inicialmente tiveram que ser abandonados.

Um outro exemplo, é a serie Jasper, um dos ambientes mais conhecidos desenvolvido pelo grupo de Vanderbilt, alterna várias estratégias de implementação, desde uma estratégia chamada de 'basics first', mais dirigida até a resolução de problemas abertos (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1992). Nem sempre, as limitações são reais, mas resultam de viéses teóricos, quanto aos fundamentos psicológicos e pedagógicos. Isso não chega a ser surpreendente, pois freqüentemente as equipes de desenvolvimento e implementação não incluem educadores e pesquisadores educacionais entre seus membros. Muito freqüentemente quem está à frente dos projetos são pessoas da área de formação específica em computação, que desconhecem a literatura de pesquisa sobre os ambientes de aprendizagem.

3.4 As bases do ambiente Fotograma

Há, entretanto, um acordo crescente de que representações baseadas em computador e micromundos tornam-se um veículo poderoso para emular as características de aprendizagem por imersão na prática tradicional em ambientes de aprendizagem localizados na sala de aula. Reeves (1993) aponta que um dos pontos fortes de ambientes multimídia bem desenhados é a possibilidade de criar oportunidades para a imersão em práticas simuladas e a ampla variedade de atividades de aprendizagem que suportam. Muitos dos pesquisadores explorando o modelo da aprendizagem situada aceitam que o computador oferece uma alternativa aos contextos da vida real, e que a tecnologia pode ser usada sem sacrificar o contexto autêntico, que é elemento crítico do modelo. Este contexto autêntico pode ser o ambiente real de trabalho, um

substituto virtual e realístico, ou um contexto que forneça ancoragem, tal como um vídeo ou programa multimídia.

A partir da ampla revisão da literatura sobre aprendizagem com o computador, em ambientes baseados em hipermídia e multimídia, desenvolvemos um referencial prático para o desenho de ambientes de aprendizagem centrados no aprendiz, e que utilizamos no projeto e construção do ambiente Fotograma. Estes princípios podem ser traduzidos em um conjunto de afirmações curtas que responde a nossa primeira questão de pesquisa. Os ambientes de aprendizagem que visam promover a aprendizagem autêntica e significativa devem:

- Possibilitar contextos autênticos que reflitam a forma como conhecimento será usado na vida real.
- Possibilitar atividades autênticas e que respeitem os ritmos próprios de cada aprendiz.
- Possibilitar acesso ao conhecimento especializado sobre a área.
- Possibilitar ferramentas para o modelamento de processos.
- Possibilitar múltiplos papéis e perspectivas.
- Promover a construção colaborativa de conhecimentos.
- Promover a reflexão que possibilite a formação de abstrações, e não apenas o desenvolvimento de entendimentos fortemente situados.
- Promover a articulação que possibilite ao conhecimento tácito do aprendiz se tornar explícito.
- Possibilitar o auxílio e apoio pelo professor em momentos críticos.
- Possibilitar a avaliação autêntica da aprendizagem na realização de tarefas.

O ambiente multimídia desenhado e implementado para esta pesquisa procurou observar estes princípios ao máximo. No entanto, devemos ter em mente que o seu principal propósito era de prover um ambiente de aprendizagem e ao mesmo tempo de coleta de dados. Isto justifica que alguns aspectos tenham sido sacrificados, face às limitações de utilização para coleta de dados. Quanto a isso, alguns dos itens do referencial proposto para o desenho de ambientes de aprendizagem foram pouco enfatizados, pela própria natureza do ambiente, do tempo limitado de desenvolvimento e implementação, e pelas próprias funções que o ambiente deveria desempenhar, isto é, funcionar como ambiente de aprendizagem e como um instrumento de pesquisa.

3.5 Estrutura do ambiente fotograma

A exploração de um tema tão complexo como a aprendizagem mediada por um ambiente informatizado implica em desenvolver artefatos cognitivos específicos, com características especiais. Optei então por desenvolver o ambiente adequado ao meu trabalho, voltado exatamente para a busca das respostas às questões de pesquisa. O processo de concepção e desenvolvimento do ambiente Fotograma de Aprendizagem será o ponto de partida para a apresentação da metodologia de pesquisa.

Ao desenvolver o ambiente Fotograma tive em mente que ele deveria atender a dois requisitos: que oferecesse espaços de interação e que apresentasse testes que pudessem registrar as respostas dos estudantes, no formato que atendesse aos requisitos das questões de pesquisa. O ambiente multimídia foi então projetado tendo em mente tais condições. É importante observar que o ambiente Fotograma hipermídia foi utilizado como ferramenta de pesquisa e de forma alguma deve ser confundido com o objeto de análise desta tese. Para o aluno, foi um ambiente de aprendizagem. Para mim, a ferramenta de coleta de dados.

O primeiro passo consistiu no delineamento da espinha dorsal do ambiente, em termos de sua estrutura e de suas funcionalidades. A exemplo de outros programas de autoria de pesquisadores (Pereira, Summchen, Biesdorf & Silveira, 1998; Costa & Correa, 1999), desenvolvi o Ambiente Fotograma para atender a finalidades específicas e oferecer recursos que não são comumente encontrados em outros sistemas. Sua estrutura lógica está baseada em tecnologia multimídia, que permite tratar informações em modo multidimensional (imagens, animações, textos e interatividade). Para a sua implementação, foi escolhida a linguagem de programação Delphi e o ambiente operacional MS Windows, por permitirem o registro de eventos e dados, decorrentes das intervenções dos aprendizes. A interface foi planejada no sentido de simplificar a navegação e a utilização dos recursos oferecidos. Os conteúdos foram formatados de modo a sempre relacionar uma estrutura das câmeras e sua respectiva função.

A estrutura básica do ambiente está representada na FIG. 1 e sua descrição é apresentada logo a seguir. Vê-se que o Ambiente Fotograma foi particionado em cinco módulos. Primeiramente, os aprendizes recebem um conjunto de instruções, de como navegar e interagir com os eventos dentro do ambiente. A visita a estas instruções é obrigatória, dada a necessidade de se garantir que o funcionamento do aplicativo será

compreendido por todos os participantes. Neste momento, os participantes do estudo são solicitados a escolherem que tipo de navegação eles desejam fazer, com as opções **livre ou orientada**. Se escolherem a navegação orientada, será imposta uma seqüência predeterminada de visitas aos módulos, do primeiro ao quinto. Neste caso, o sujeito não poderá passar a uma fase posterior sem visitar as anteriores. Se a escolha for pela navegação livre, o aluno poderá visitar os cinco módulos na seqüência que desejar, possibilitando a aprendizagem por descoberta. No entanto, em ambos os casos, a visita a todos os módulos não é obrigatória.

ESTRUTURA DO AMBIENTE FOTOGRAMA DE APRENDIZAGEM DE FOTOGRAFIA	
<i>Telas Iniciais - Apresentação do Ambiente e instruções de navegação</i>	
<i>Questões de Pré-Teste</i>	
<i>1º Módulo</i>	COMO UTILIZAR A CÂMERA FOTOGRÁFICA
<i>Mini Entrevista sobre Atratividade e Navegabilidade</i>	
<i>2º Módulo</i>	QUAIS SÃO AS PARTES COMPONENTES DA CÂMERA FOTOGRÁFICA
<i>Mini Entrevista sobre Atratividade e Navegabilidade</i>	
<i>3º Módulo</i>	QUAIS SÃO OS DISPOSITIVOS DE REGULAGEM DA CÂMERA FOTOGRÁFICA
<i>Mini Entrevista sobre Atratividade e Navegabilidade</i>	
<i>4º Módulo</i>	COMO REGULAR A CÂMERA PARA SE EXECUTAR UMA FOTOGRAFIA
<i>Mini Entrevista sobre Atratividade e Navegabilidade</i>	
<i>5º Módulo</i>	COMO SÃO FORMADOS OS DISPOSITIVOS DA CÂMERA FOTOGRÁFICA
<i>Mini Entrevista sobre Atratividade e Navegabilidade</i>	
Questões de Pós-teste	
Testes de Transferência	

FIGURA 1 - Estrutura do Ambiente Fotograma.

Se o aluno quisesse abandonar o aplicativo sem visitar todos os módulos (ou nenhum), basta clicar na opção de sair do ambiente, a qualquer momento. Os questionários correspondentes às mini-entrevistas são oferecidos ao fim de cada módulo (FIG 2). Se desejar, o aluno poderia responder aos questionários sem passar pelos módulos instrucionais. Estas abordagens possibilitam registrar, de modo bastante fidedigno, o comportamento dos participantes durante as interações com o ambiente, que ficam obscurecidas pela obrigatoriedade da navegação linear. Este procedimento pode revelar evidências sobre a influência do estilo de navegação do sujeito em sua aprendizagem. Deve-se ressaltar que todas as telas acessadas pelos alunos são registradas pelo ambiente, bem como quanto tempo ele permaneceu em cada tela.

As ferramentas de navegação e acesso a eventos foram disponibilizadas em ícones, acoplados sobre botões. Bastava clicar sobre o ícone para que o acesso fosse registrado. Quatro ícones ofereciam controle sobre a navegação dentro do ambiente, um ícone fornecia acesso a animações e eventos interativos e um ícone exibia um texto explicativo relativo ao tópico acessado naquele momento (FIG. 3 e 4).



FIGURA 2 - Ferramentas de navegação do ambiente Fotograma.



FIGURA 3 - Ícones de acesso a textos explicativos e eventos.

Ao clicar sobre o ícone de texto, será exibido um quadro, onde o tópico é explicado ao aprendiz (FIG. 4).

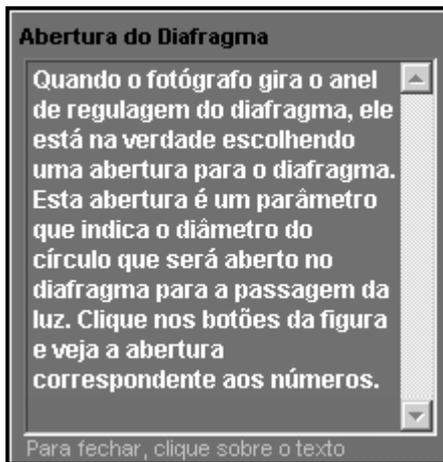


FIGURA 4 - Quadro de exibição de textos.

As instruções e explicações contidas nos quadros de textos eram fundamentais para a compreensão dos eventos exibidos pelo ambiente. Existem diversas maneiras de se oferecer explicações sobre conteúdos. O método mais utilizado consiste em criar botões do tipo "Ajuda", de modo que possa ser acessado pelo usuário em momento adequado. No entanto, as telas de ajuda costumam ser posicionadas fora dos ambientes, o que pode provocar alguma confusão durante a sua consulta. Em ambientes hipermídia, criados para a Internet, existe o artifício de se criar um "hint", isto é, uma dica, um recurso bastante comum. Consistem em atribuir a um objeto de tela, que pode ser uma imagem ou um texto, a capacidade de mostrar um pequeno quadro explicativo cada vez que o mouse é posicionado sobre este objeto. As linguagens de programação modernas também dispõem deste recurso. No entanto, não é uma técnica muito prática, pois o usuário facilmente se cansa da interferência visual provocada pelo constante aparição de quadros de texto na tela.

No ambiente Fotograma, o modo escolhido para exibição de conteúdos textuais e explicações foram os quadros explicativos, que eram posicionados próximos aos eventos de tela (FIG. 6). Foram consideradas outras possibilidades de apresentação dos textos, inclusive a narrativa sonora. No entanto, após alguns testes, os textos narrados mostraram-se pouco eficientes. O usuário é capaz de executar a leitura em tempo menor que o período requerido para a audição do texto.

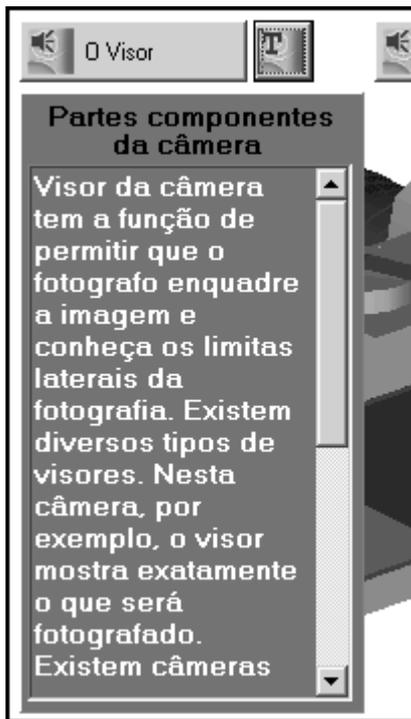


FIGURA 5 - Ícone de Texto com texto correspondente.

A seguir apresentamos breve descrição dos módulos constituintes do ambiente.

Módulo 1 - Como utilizar a câmera fotográfica

O enfoque deste módulo concentrou-se na seqüência básica de manipulação da câmera, com o objetivo de prepará-la para a tomada da fotografia (FIG. 7). Foram tratados apenas os elementos fundamentais de sua interface, sem a inclusão de detalhes a respeito de estruturas internas. Os dispositivos da interface câmera são explicados, em suas respectivas funções. Neste nível, não é oferecido nenhum tipo de aprofundamento técnico. A seqüência estabelecida foi:

- A escolha do tema;
- A colocação do filme na câmera;
- O enquadramento da cena;
- O clique final.

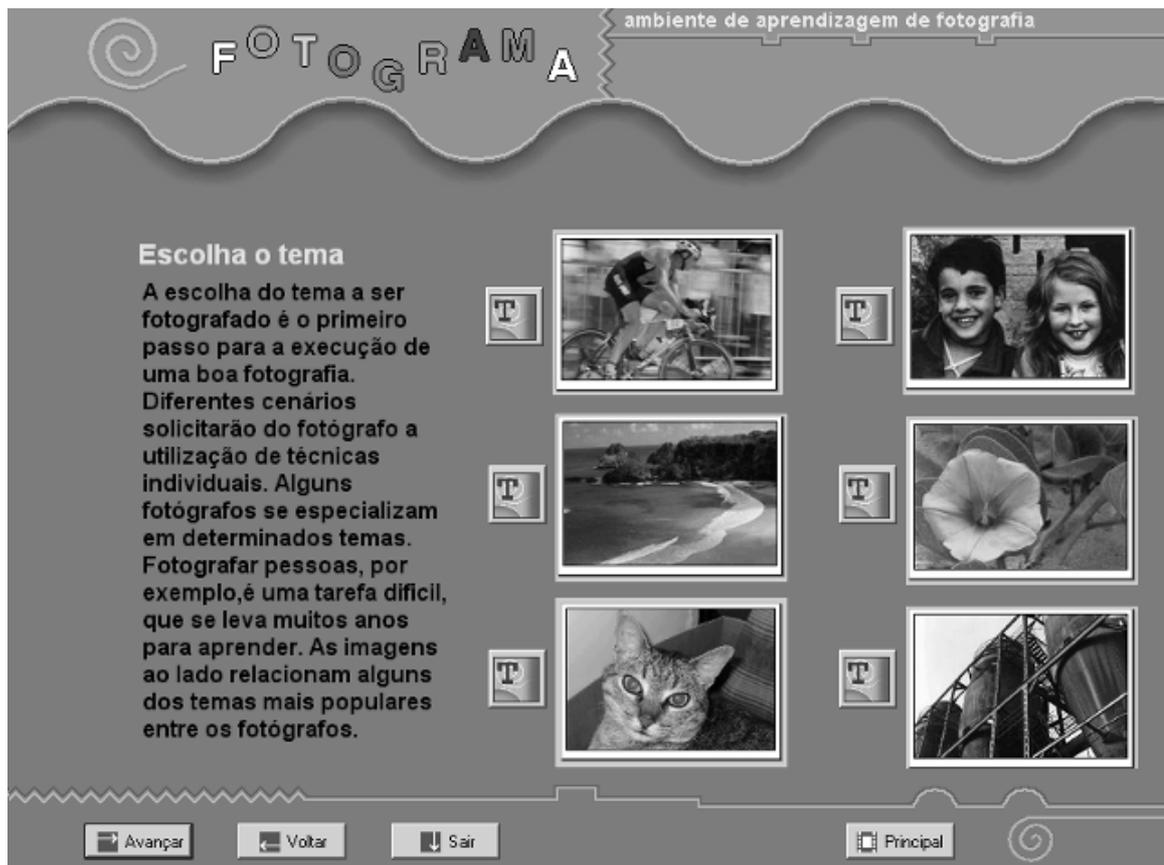


FIGURA 6 - Tela de abertura do módulo 1, no tópico “E escolha do Tema”.

Esta primeira tela do módulo 1 exibe um conjunto de tipos de fotografia, consideradas básicas para a aprendizagem da técnica. Ao clicar sobre um das figuras, surge uma tela descrevendo o tipo de fotografia escolhido.

Neste módulo, os estudantes são instruídos sobre o processo de colocação do filme na máquina (FIG. 7). Este é um processo relativamente simples, mas está próximo de ser abandonado. A tarefa é demonstrada por meio de uma simulação, que mostra ao estudante cada passo da colocação do filme na câmera. Para ver a simulação, os estudantes clicam sobre um botão, onde a instrução está escrita. Uma animação daquele passo a passo então pode ser observada.

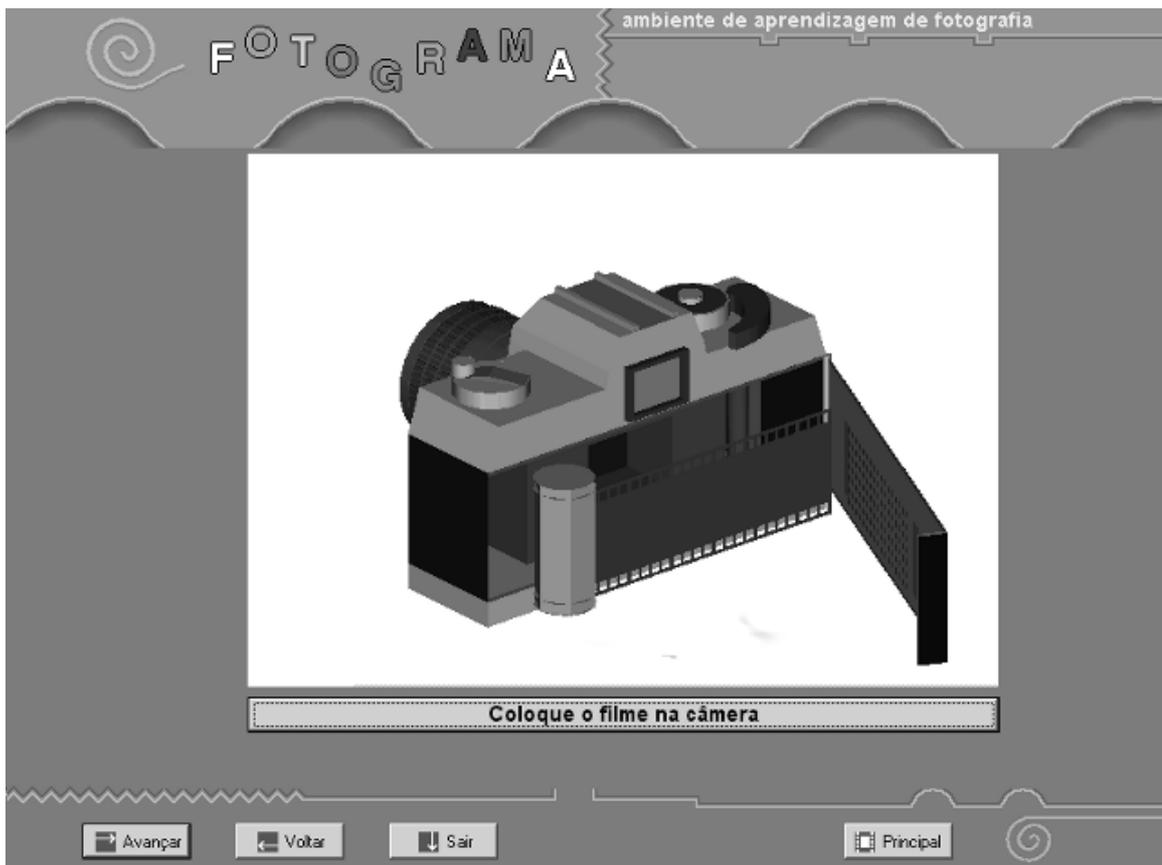


FIGURA 7 - Simulação da colocação do filme na câmera.

Módulo 2 - Quais são as partes componentes da câmera fotográfica?

Nesse módulo, são apresentadas as partes componentes de uma câmera, mas apenas os elementos externos, acessíveis ao usuário, sem nenhum detalhamento sobre sua estrutura interna. O roteiro consiste da seqüência:

- O visor da câmera;
- A objetiva da câmera;
- O botão disparador, onde você dá ao clique final para a foto;
- O compartimento do filme, onde você coloca o filme;
- Dispositivos para regulagens, onde você regula a quantidade de luz que entra na câmera e que vai atingir um filme;

Módulo 3 - Quais são os dispositivos de regulagem da câmera fotográfica?

Neste módulo, damos prosseguimento às observações sobre utilização da câmera, mas agora são indicados os dispositivos da interface da câmera que exercem determinada função. Alguns termos técnicos começam a aparecer. Aborda principalmente a seqüência de procedimentos como regular a câmera para se executar uma fotografia:

- escolha um tema ;
- escolha o filme, preto-e-branco ou colorido;
- verifique qual é a sensibilidade do filme;
- coloque o filme na câmera;
- ajuste na câmera a sensibilidade do filme;
- verifique se a câmera necessita de ajustes de luminosidade, indicando se há algum ajuste para um dia ensolarado, um dia nublado, ou à noite;
- tente enquadrar a cena no visor da câmera;
- verifique se o foco está correto, se a imagem está nítida;
- bata a foto.

Módulo 4 – como se constituem as câmeras?

Neste módulo, foi dada continuidade às observações sobre utilização da câmera, mas agora são indicados os dispositivos da interface da câmera que exercem determinada função. Alguns termos técnicos são utilizados mais freqüentemente. Duas questões básicas formam o conteúdo do módulo:

- Que dispositivos são oferecidos para regular a câmera?
- Quais são as estruturas que executam as regulagens feitas nos dispositivos de regulagens das câmeras?
- Os conteúdos das questões foram organizados nos seguintes parâmetros:
- Descrição e localização do dispositivo regulador da sensibilidade do filme na câmera;
- Descrição do dispositivo responsável pelo controle da entrada de luz na câmera;
- Localização e descrição da objetiva.

- As estruturas que executam as regulagens feitas na nos dispositivos de regulagens das câmeras.

Neste momento, são tratados elementos relativos à estrutura da câmera, ou seja, como os dispositivos funcionam. O grau de abstração é mais avançado do que no primeiro nível, pois, não mais utilizamos apenas as idéias vinculadas à utilização e usabilidade da câmera, mas passamos a tratar de questões técnicas, que não são visíveis para o usuário. A complexidade também se expande, em termos do número de informações e conexões entre conceitos. O roteiro proposto é descrito a seguir:

O dispositivo do regulador do tempo de exposição do filme: esse dispositivo recebe o nome de obturador. Tem a função de regular por quanto tempo o filme ficará exposto à luz que entra pela objetiva. Esse dispositivo pode ser controlado pelo usuário por meio do botão de regulador de velocidade do obturador. O dispositivo regulador da entrada de luz: esse dispositivo recebe o nome de diafragma, e é responsável por controlar a intensidade da luz que entrará pela objetiva. Esse dispositivo geralmente se localiza na objetiva, e pode ser regulado por meio do anel regulador de abertura do diafragma, que se localiza na própria objetiva.

Dispositivo de regulagem do foco: o dispositivo que regula o foco da imagem é a própria objetiva. O foco pode ser regulado na objetiva por meio dos anéis de regulagem de foco, que se localizam no próprio corpo objetiva.

Módulo 5 - Como são formados estes dispositivos da câmera?

Neste módulo, são explicados a estrutura completa e o funcionamento dos dispositivos tratados anteriormente, no seguinte modelo:

- Como funciona o mecanismo obturador;
- Como funciona o diafragma da objetiva;
- Como funciona a objetiva;
- Como funcionam os filmes.

CAPÍTULO 4

METODOLOGIA

4.1 Justificativas desta pesquisa

Meu interesse no desenvolvimento de uma pesquisa orientada para a informática na educação tem origem em minha formação acadêmica, em artes e computação, e posterior atuação profissional. Os projetos em que trabalhei concentraram-se, na sua maioria, no desenvolvimento de ambientes educacionais, voltados para o ensino de conteúdos dos níveis fundamental e médio. Durante o desenvolvimento destes projetos, freqüentemente compartilhados com professores e outros profissionais de ensino, tive a oportunidade de conhecer suas opiniões, dúvidas e anseios em relação ao uso de computadores na sala de aula. Muitos dos problemas identificados tinham origem na dificuldade de obtenção de informações sobre como desenvolver práticas pedagógicas que envolvessem estes artefatos, bem como na dificuldade de se obter programas que atendessem suas demandas específicas. O interesse crescente da comunidade educacional sobre o tema reflete as expectativas criadas em relação às possibilidades e promessas da informática para ensino.

Um dos principais obstáculos para a utilização dos computadores na educação parece advir do fato de que a maioria dos professores não foram educados para compreender bem o funcionamento dos computadores e as linguagens de programação. Os especialistas da área, por outro lado, não conseguem compreender as demandas, desejos e necessidades dos educadores. O diálogo entre as duas comunidades torna-se ainda mais complicado pelo fato de que os especialistas em tecnologias da informação trabalham em empresas que visam desenvolver aquilo que acreditam poder gerar lucro ou programas gerais que possam ser adaptados a diferentes situações. Os aplicativos mais utilizados são produtos que permitem resolver determinados tipos de problemas ou executar determinados tipos de tarefas. Cabe ao usuário adaptar os seus projetos e tarefas às exigências e limitações dos aplicativos

Os defensores do uso de novas tecnologias como ferramentas de ensino são a, todo momento, contestados em suas idéias e crenças sobre o potencial delas na educação,

o que pode ser entendido com um indício da importância do assunto (Setzer, 1997; Gomes e Silva, 1995). Uma avaliação de pesquisas recentes que descrevem propostas de laboratórios baseados em computadores aponta resultados satisfatórios para os estudantes e professores (Boohan, 1997; Barab, Hay, Barnett, e Keating, 1999). Isto permite concluir que os ambientes informatizados de aprendizagem (doravante chamados apenas de ambientes de aprendizagem) como ferramentas educacionais são merecedoras da atenção dos cientistas da educação.

As pesquisas educacionais sobre ambientes de aprendizagem e desenvolvimento de unidades de ensino mediadas por computador representam uma das fronteiras de investigação no horizonte das questões cognitivas. A oportunidade de argumentar e refletir sobre práticas científicas, em um processo mais interativo do que aqueles praticados na aula tradicional, pode contribuir de maneira efetiva para aumentar o interesse dos estudantes pelos conteúdos abordados em sala de aula. **Como recurso de representação do mundo, um ambiente informatizado de ensino pode proporcionar um momento de interação com o fenômeno estudado, motivando a participação do estudante no processo de observação, análise e construção de conhecimento.**

Ao se analisar a importância e os resultados obtidos com atividades e abordagens alternativas para a compreensão de fenômenos da natureza, ou de construções humanas, não se pode prescindir da função do laboratório na escola. Tal como acontece com o computador, o laboratório tem uma finalidade que não é claramente entendida e definida no contexto escolar, mas mesmo assim os currículos tratam a experiência laboratorial como uma questão central no ensino de ciências. O uso de objetos do mundo real encontra-se respaldado na idéia de que os experimentos com fenômenos naturais são freqüentemente a principal fonte de descobertas e explorações, especialmente nos estágios iniciais de aprendizagem sobre aqueles fenômenos e objetos. As dificuldades para implementação de atividades experimentais nas escolas, especialmente no Brasil, costumam ser complicadas por questões infraestruturais e econômicas. Além das dificuldades de viabilização dos laboratórios (ou da utilização de objetos do mundo real), existem ainda os problemas encontrados na produção de atividades, material didático e situações de ensino em ponto de serem efetivamente utilizadas. Igualmente difícil é a adequação de atividades que possam permitir aos estudantes formular suas idéias.

Como resposta à necessidade de se dispor de atividades que promovam a participação ativa dos estudantes, os ambientes informatizados de aprendizagem

podem representar fenômenos físicos difíceis de serem acessados ou observados no mundo real, quer pela dificuldade de repetição dos fenômenos, quer pelos custos envolvidos na construção de um laboratório. Como alternativa para a realização de atividades desse tipo, os ambientes informatizados devem ser usados como recursos adicionais para o professor, não devendo ser tratados como material único para sala de aula.

Esperamos que este trabalho possa contribuir para aumentar o conhecimento nesta área, bem como apontar possíveis respostas para os problemas decorrentes do uso de tecnologias na sala de aula, além de proporcionar a fonte de pesquisa e ponto de partida para trabalhos futuros.

4.2 As questões da pesquisa

Para a investigação da hipótese formulada no início desta tese, serão analisadas as questões ligadas aos aspectos citados na descrição do ambiente Fotograma. . A conclusão esperada é que a abordagem individual das relações envolvidas nestes fatores possa contribuir para elucidar um pouco mais a aprendizagem em ambientes informatizados de ensino. Os artefatos tecnológicos escolhidos para serem aplicados como material de estudo foram a câmera fotográfica e as tecnologias envolvidas na produção de fotografias. A determinação deste objeto deve-se a fatores relativos à natureza do conhecimento necessário para a sua operação, bem como pela familiaridade do objeto na vida cotidiana. Diversos objetos construídos pelo homem podem ser manipulados apenas com o uso de conhecimentos superficiais, sem o aprofundamento técnico sobre o funcionamento interno do objeto. Este é o princípio orientador de grande parte dos artefatos tecnológicos dimensionados para serem utilizados no cotidiano. Um automóvel é um exemplo interessante, considerando apenas o conhecimento necessário para dirigi-lo. Um sujeito pode ser um excelente motorista, sem, no entanto nada conhecer sobre a mecânica de seu automóvel.

O mesmo princípio se aplica aos computadores pessoais. O conjunto de conhecimentos aplicados pela maioria dos usuários de programas limita-se a operações básicas de manipulação de documentos. É possível realizar operações de média e até alta complexidade em um programa (como MS-Word, por exemplo) sem que se conheça coisa alguma sobre como o computador funciona. A maioria dos usuários não se encontra nem mesmo interessada em conhecer detalhes técnicos

sobre a eletrônica do computador, ou sobre a lógica de funcionamento de um programa e seu desenvolvimento. A máquina fotográfica, no entanto, constitui um objeto especial. Sua manipulação eficiente exige algum conhecimento sobre seus mecanismos internos e sobre os resultados possíveis de serem obtidos com a operação combinada de seus elementos. Se o sujeito deseja obter fotografias que sejam no mínimo nítidas (com foco preciso e tonalidades próximas ao real) será necessário conhecer os fundamentos operacionais dos mecanismos envolvidos neste processo. Não nos referimos apenas às câmeras fotográficas de funcionamento completamente mecânico. Mesmo câmeras eletrônicas e digitais solicitam do usuário algum aprofundamento na essência de seu funcionamento. Elas manipulam variáveis que precisam ser conhecidas pelo usuário, mas estes dificilmente conseguem entender o que exatamente a câmera fotográfica fez.

Nas câmeras de operação completamente manual, no entanto, o controle das variáveis envolvidas no processo está completamente entregue nas mãos do usuário. Os dois tipos de equipamentos, manual e eletrônico, apresentam diferentes relações entre seus elementos constituintes, conseqüentemente, graus de complexidade diversos. Portanto, a utilização de ambas as câmeras adquire interesse especial na análise da complexidade e graus de abstração em seu funcionamento. Não serão utilizadas câmeras reais. Para que os estudantes possam executar exercícios de aplicação dos tópicos tratados no ambiente hipermídia de aprendizagem, será construída uma "Câmera Fotográfica Virtual", dentro do próprio aplicativo. Esta câmera simulará todas as funções de uma máquina real, de operação completamente manual ou automática, provendo ao aluno todas as possibilidades de manipulação dos dispositivos e sua combinação.

Em consonância com os objetivos gerais anteriormente discutidos, as questões centrais propostas para esta pesquisa são:

- **Como deve um ambiente de aprendizagem baseado em hipermídia ser organizado para promover a aprendizagem?**
- **Um ambiente de aprendizagem baseado em hipermídia pode possibilitar a aprendizagem relevante e significativa sobre artefatos tecnológicos?**

Algumas questões secundárias serão também analisadas, no intuito de complementar as conclusões obtidas a partir das questões centrais da pesquisa, definidas nos seguintes moldes:

- **Em que medida fatores como navegabilidade do ambiente, a atratividade da interface, a motivação do aluno para a tarefa e o aprofundamento do ambiente de aprendizagem em níveis crescentes de complexidade e abstração podem interferir na aprendizagem significativa e relevante sobre artefatos tecnológicos?**

4.3 O trabalho de campo

O primeiro contato dos estudantes com o ambiente Fotograma acontece com a leitura das instruções de navegação, sem o qual seria difícil compreender a operação básica do programa. À medida que as telas são visitadas, o percurso é registrado. O processo de interação entre os estudantes e o ambiente Fotograma foi dividido basicamente em quatro etapas: O Pré-teste, as sessões interativas, o Pós-Teste e o Teste de Transferência. Após a leitura das instruções de navegação, ambiente Fotograma apresenta o Pré-teste.

O Pré-teste pretendeu obter elementos para avaliar o conhecimento inicial dos participantes no domínio das tecnologias envolvidas nas câmeras fotográficas. Sua formatação foi concebida de modo a permitir aluno pudesse explicitar seus diversos saberes relativos à fotografia antes das interações no ambiente. Todas as perguntas do teste envolveram tópicos que foram posteriormente tratados pelo ambiente. Os conhecimentos não foram tratados à luz de critérios estéticos. O que se desejava era envolver apenas conhecimentos técnicos básicos, sempre relacionados às estruturas e suas funções, sem a preocupação com o desempenho artístico. O teste foi composto de 20 questões de múltipla escolha, em formato de conhecimento explicativo, cada item de teste contendo cinco opções. Como exemplo, solicitamos ao estudante que indicasse a resposta que melhor definia a expressão “enquadrar uma imagem”. Na maioria dos casos, os sujeitos trazem consigo noções pessoais do que seja uma expressão deste tipo. A fotografia é, de fato, um domínio de conhecimento muito divulgado, mas geralmente de forma imprecisa e pouco científica.

O domínio de conhecimentos próprios da fotografia é amplo e pontilhado de sutilezas técnicas, multifacetado em seus temas, e por isso, exigente em seu tratamento. Ao nos apropriarmos desta matéria para construirmos um ambiente tecnológico, somos obrigados a definir limites, em nome coerência e viabilidade do projeto. Do enorme conjunto de saberes envolvidos na fotografia, e da grande quantidade de objetos

tecnológicos que comporta, apenas a câmera e os filmes foram objeto de nosso interesse. Algumas poucas perguntas do pré-teste visavam o reconhecimento de algumas características pessoais dos estudantes escolhidos para a pesquisa. Neste primeiro grupo de perguntas, os alunos foram indagados sobre os motivos que o levaram a participar da pesquisa. Os dados obtidos do pré-teste foram registrados em um banco de dados.

Após o pré-teste, teve início as Sessões Interativas, que consistem de “aulas interativas” no ambiente hipermídia de aprendizagem, formadas por seqüências explicativas, auxiliadas por simulações animadas interatividade. Durante esta fase, os estudantes observam os conteúdos propostos no ambiente, navegando por suas telas. Nas Sessões Interativas um conjunto de dados originários da navegação dos sujeitos nas telas foi obtido. Em nosso ambiente de aprendizagem, os métodos foram escolhidos considerando a natureza das possíveis relações entre o estudante e o ambiente. A melhor forma de se efetuar a captação destas relações é pelo *registro de eventos*. Em ambientes hipermídia, eventos devem ser entendidos como uma determinada reação de um componente da interface, ativada pela atuação do usuário sobre o componente. Este processo é, na realidade, o que chamamos de interação com o usuário e pode ser registrada de diversas formas. Esta reação do componente significa que um processo será disparado, ou seja, o componente ativado executará uma determinada função. O componente deve estar apropriadamente habilitado a executar alguma função, que é determinada pelo projetista. O número e o comportamento dos eventos disponíveis em ambientes hipermídia podem sofrer variações devido a diferenças existentes entre tecnologias concorrentes. Neste trabalho, os eventos registrados foram visitas às várias telas.

Uma segunda forma de coleta de dados durante as interações com o ambiente fotograma foram as *Mini Entrevistas*, que consistem em perguntas, em modelo fechado que solicitam dos estudantes suas opiniões a respeito do ambiente e seu conteúdo. Estas *Mini Entrevistas* têm o objetivo de responder às questões secundárias propostas para a pesquisa.

A navegação dos estudantes dentro do ambiente fotograma terminava segundo o desejo de cada um deles. O ambiente, como já foi dito, não exige que todas as suas telas sejam visitadas. O estudante poderia então encerrar a navegação no ambiente quando julgasse adequado.

Ao sair do ambiente, o estudante era submetido ao Pós-teste, que utilizou a mesma estrutura do pré-teste, inclusive repetindo alguns dos itens literalmente, ou então, na

forma de questões bastante semelhantes. O Pós-Teste consiste de 20 questões, que abordam os mesmos tópicos do pré-teste. A análise da diferença entre o desempenho no Pré e Pós-teste será de grande importância para a avaliação da aprendizagem no ambiente.

A última tarefa dentro do fotograma era o Teste de Transferência. De forma diferente do exercício anterior, neste momento os estudantes deverão considerar o funcionamento dos mecanismos da câmera em seu conjunto, e não isoladamente, na forma de previsão de eventos. Este teste consiste de dezesseis questões, também de tipo múltipla-escolha, nas quais os sujeitos tinham que correlacionar estruturas e suas funções, de modo a identificarem qual será a fotografia resultante de uma combinação sugerida. Como exemplo, perguntamos ao participante que tipo de fotografia seria obtida se ajustássemos o obturador e o diafragma em uma determinada velocidade e abertura, em um dia com ocorrência de determinadas condições atmosféricas. O aluno responde às perguntas na forma de itens fechados, num campo disponibilizado pelo ambiente.

Em outra situação, foi solicitado que o participante visualizasse um conjunto de fatores e ajustes apresentados, que ocorriam no momento em que determinada fotografia foi executada. Esta tarefa representa um desafio para o sujeito, pois exige uma razoável capacidade de abstração, ao relacionar uma imagem com os mecanismos e funções combinadas que deram origem a ela. Para isso, são exibidas diversas fotografias, a partir das quais o aluno tenta identificar as condições sob as quais ela foi obtida.

4.4 Estratégias para a construção e análise de dados.

São descritas a seguir metodologia e a aplicação das ferramentas de coleta de dados anteriormente citadas para se responder às questões propostas para esta tese.

Identificar princípios para a organização de ambientes de aprendizagem baseados em hipermídia

Os princípios foram identificados na ampla revisão da literatura sobre aprendizagem em ambientes hipermídia e multimídia apresentados no capítulo 3 dessa tese. Estes princípios foram usados tanto quanto possível na construção do ambiente Fotograma empregado nessa pesquisa. A ressalva é devida à dupla função que o ambiente Fotograma cumpre: ambiente de aprendizagem e instrumento de coleta de dados para

minha pesquisa. Esta duplicidade de funções restringiu as possibilidades de desenho e a flexibilidade que o ambiente poderia ter.

Identificar se a aprendizagem foi relevante e significativa

A aprendizagem significativa e relevante deve se caracterizar pela transferibilidade. A transferibilidade será conhecida com base nos resultados do teste de transferência.

Nas questões do Teste de *Transferência* são propostas situações novas, desconhecidas pelo sujeito. A tarefa consiste de um exercício em que os conhecimentos tratados nas ferramentas de pesquisa anteriores possam ser reaplicados, mas com um deslocamento no foco principal. Como exemplo, os estudantes são solicitados a resolver problemas semelhantes àqueles apresentados no Pré-teste, mas envolvendo situações não trabalhadas até este momento. Isto exige que eles elaborem combinações entre mecanismos e funções que ainda não haviam experimentado.

Identificar a influência da navegabilidade e atratividade do ambiente

A navegabilidade da interface é um fator que deve ser medido em estreita consonância com o sujeito envolvido. Existem poucos parâmetros que podem referenciar a construção de interfaces, seja em ambientes hipermídia ou em qualquer outro tipo de programa de computador. Alguns fabricantes de programas de autoria indicam modelos básicos de construção de interfaces, mas não os apóiam em teorias convincentes. Em nosso caso, escolhemos avaliar os julgamentos dos participantes do estudo sobre o ambiente, como um indício da navegabilidade da interface. Para esta finalidade, são adotadas *Mini Entrevistas*, aplicadas ao final das atividades em cada interface do ambiente hipermídia. Cada participante foi solicitado a emitir suas impressões sobre a interface. As perguntas visam explorar o modo como o aluno se relacionou com o ambiente. Três questões registram as opiniões deles, em formato fechado, que ofereciam respostas do tipo escala de Likert, da concordância máxima dos sujeitos, até a rejeição total ao item.

Identificar a influência das interações dos alunos, com o ambiente fotograma, no desempenho nos testes.

A comparação do desempenho dos estudantes no Pré e Pós-teste pode ser um índice importante para a compreensão do papel dos ambientes informatizados na

aprendizagem. Cada uma das questões do Pré e Pós-teste estavam diretamente relacionadas a uma ou mais telas do ambiente fotograma. O desempenho dos sujeitos nestes testes, seja em termos de escores ou de itens respondidos corretamente, podem evidenciar em que medida os conteúdos, textos e animações dentro do aplicativo foram influentes no resultado final. Além dos escores e acertos, também utilizei o número de cada página visitada durante a sessão, como um indicador do mapa de navegação do sujeito. Se o sujeito visitou poucas telas, ou não visitou as telas equivalentes às questões dos testes, provavelmente obterá resultados finais menos satisfatórios.

4.5 Procedimentos para a intervenção e coleta de dados

Após ter sido discutido o desenho metodológico da pesquisa, segue-se a descrição do processo de coleta de dados. Posteriormente, serão descritos os procedimentos adotados para a análise dos dados obtidos. O Ambiente Fotograma foi concebido de modo a viabilizar a interação com os sujeitos de modo individualizado. Pode-se imaginar que as atividades executadas em duplas poderiam ter resultados mais satisfatórios para os alunos, no sentido de aprenderem melhor e mais rapidamente. No entanto, pretendia-se obter resultados individuais sobre a aprendizagem, bem como alguns elementos sobre as relações entre o comportamento do sujeito e seus reflexos na construção de conhecimento. Os grupos de estudantes que se voluntariaram para o estudo encontravam-se no ensino médio e em disciplinas iniciais de cursos superiores de tecnologia.

Participaram do processo três turmas de uma faculdade (curso de sistemas de informação, de primeiro e segundo períodos) e 2 turmas de ensino médio, de disciplinas de introdução à informática (pertencentes ao colégio técnico da UFMG). Sessenta e oito pessoas se apresentaram e realizaram as atividades propostas no ambientes. Ao iniciar a fase de análise, com a tabulação das respostas aos testes, percebi que no caso de alguns deles, não havia dados que permitissem avaliar seu desempenho e aprendizagem ao interagir com o ambiente. Assim, 10 sujeitos foram excluídos da amostra, visto que não haviam respondido aos testes apresentados através do computador ao final das atividades. A amostra analisada ficou então com um total de 58 sujeitos sobre os quais há dados em todas as fases, 36 estudantes de nível superior, 22 estudantes do primeiro ano do ensino médio. Os grupos de nível

superior apresentavam características bastante heterogêneas. A faixa etária variava dos 18 aos 45 anos, apresentando variada formação anterior, alguns já cursando sua segunda faculdade. Nenhum deles, no entanto, informou possuir conhecimentos avançados sobre fotografia e câmeras fotográficas. Nos grupos de estudantes de nível médio, a constituição era mais homogênea, em termos de idade e interesses. Mas também não relataram possuir conhecimentos sólidos sobre fotografia (que foi conhecido com base nos pré-testes). As turmas não apresentaram dificuldades no trato com o computador, uma vez que a informática constituía disciplina corrente em seus currículos.

Ambiente Fotograma foi instalado nos computadores das respectivas escolas. Apesar do número bastante limitado de computadores disponíveis (15 máquinas, em média, para cada turma), o processo realizou-se. Os estudantes passaram por uma única sessão de atividades no ambiente. No início de cada aula, os participantes assistiram a uma breve explanação sobre o que iriam fazer, e então iniciaram as tarefas. Algumas orientações iniciais objetivavam orientar os participantes a respeito da estrutura de navegação. Ao iniciar o programa, os alunos liam um conjunto de instruções explicativas sobre a navegação e as ferramentas que iriam encontrar.

Como já foi anteriormente descrito, o Ambiente Fotograma registrava o curso de navegação seguido pelos estudantes, mas não determinava qual deveria ser a forma e o sentido desses deslocamentos. O registro do comportamento do sujeito mediante sua interação com o computador não foi o principal foco desta pesquisa, mas vale registrar aqui algumas observações feitas durante o acompanhamento dos estudantes nas suas tarefas e interações no Ambiente Fotograma. Algumas atitudes adotadas pelos estudantes apontaram possíveis dificuldades dos sujeitos no exercício da autonomia de navegação permitida pelo ambiente. Alguns dos sujeitos pareciam demonstrar um certo receio e alguma timidez diante do ambiente, provavelmente por se sentirem numa situação de avaliação. Os questionamentos por parte dos estudantes também foram raros. Poucas vezes esse tipo de solicitação ocorreu. De modo semelhante, a intervenção do pesquisador, ou do professor, foi pouco solicitada. Os alunos praticamente não pediram qualquer ajuda, preferindo tentar resolver dúvidas de modo autônomo. Observou-se que alguns estudantes aparentemente procuravam testar o programa. Como exemplo, uma das instruções iniciais explicava que o sujeito poderia abandonar o curso a qualquer instante e em qualquer ponto do ambiente. Alguns alunos saíam do ambiente e depois retornavam, aparentemente no intuito de comprovar a veracidade das informações sobre navegação.

Há que se considerar um outro fator de estranheza para os alunos: o tema abordado pelo ambiente. A fotografia não faz parte dos currículos escolares oficiais, e poucas escolas adotam este tema como discussão de sala de aula. Provavelmente, a escolha de um tema familiar aos estudantes, como um tópico de física ou química, poderia deixá-los menos apreensivos durante a manipulação do ambiente. A escolha do domínio de conhecimento de fotografia deu-se, em certa medida, justamente pela pouca disseminação entre o público escolar. Poderia-se assim garantir uma certa homogeneidade do grupo, em relação aos conhecimentos prévios de cada um.

Os diferentes estilos e preferências dos sujeitos parecem ter influenciado a interação com o ambiente, e sua interferência talvez tenha sido mais intensa do que o previsto. Por exemplo, ao se depararem com uma animação, parte dos alunos executavam-na repetidamente, talvez por mera curiosidade ou para melhor compreender o fenômeno explicado. Outros, no entanto, sequer esperavam a animação encerrar, concedendo pouca atenção ao evento. Um comportamento semelhante ocorreu em relação aos textos explicativos, por meio dos quais os eventos eram explicados. Muitos estudantes não chegaram a abrir os textos (estes podiam ser visualizados pelo clique do botão apropriado). Interpreto isso como resultado do pouco engajamento de vários estudantes com uma atividade que lhes era estranha: cumpriram-na como uma tarefa escolar, como uma obrigação. Mas há outras interpretações possíveis. Talvez isso possa ser interpretado como falta de interesse do sujeito pela leitura do texto, ou até mesmo como não reconhecimento dos ícones presentes dentro do ambiente. Neste caso, pode-se imaginar que as telas de instruções iniciais não tenham sido suficientemente claras ao descrever as ferramentas de navegação. Uma outra hipótese é que os sujeitos não tenham dedicado qualquer atenção à leitura das instruções sobre os botões de navegação.

Tal comportamento pode ter sido replicado do comportamento normal da leitura de um texto, e não guardar qualquer relação especial com o ambiente Fotograma. Como já discutido em capítulos anteriores, o computador não traz, necessariamente, uma dimensão nova e surpreendente para o sujeito. Se os alunos apresentam dificuldades ou resistência à leitura, estas dificuldades virão à tona quer seja no computador, quer seja em um livro comum. Os computadores não são artefatos superiores a qualquer outro, em termos pedagógicos. Apenas oferecem recursos adicionais, cujo aproveitamento dependerá bastante do método utilizado e da disposição dos sujeitos em interagir e explorar o ambiente.

Os horários de aulas utilizadas para as atividades no ambiente foram cedidas pelos professores, que permaneciam no local durante o processo. Nenhum dos participantes foi previamente avisado sobre o experimento. Todos os estudantes tinham experiência prévia em informática, em nível básico ou um pouco acima. Não foi concedido tempo para ensaio ou para que o sujeito pudesse se familiarizar com o ambiente oferecido. O tempo aproximadamente necessário para que todo o ambiente fosse percorrido, e as perguntas respondidas, era de cerca de 1 hora e 10 minutos. No entanto, não foi imposto limite de tempo para a navegação dentro do ambiente.

A comunicação entre os estudantes também foi permitida. No entanto, durante o período em que estiveram ocupados pelo ambiente, praticamente não houve troca de idéias. Aparentemente, os estudantes encararam a tarefa como um processo de certa forma “oficial” dentro do programa de seu curso, dado que este ocorreu durante uma aula normal. Talvez esta postura tenha sido influenciada pela informação colocada a eles de que aquela aula fazia parte de um projeto de pesquisa.

Apesar de todos os estudantes declararem (mesmo que de modo informal) possuírem experiência pregressa em informática, alguns se mostraram um pouco apreensivos durante o processo. Aparentemente, o fato de se sentirem avaliados ou por estarem engajados em um processo de aprendizagem totalmente controlado por um computador causou-lhes algum desconforto. Apesar de ocorrerem diversos “padrões” de comportamento, nenhum dos estudantes recusou-se a participar das atividades. A dinâmica das atividades decorreu de forma um pouco diferente de uma aula normal. Ninguém manifestou qualquer necessidade de sair da sala. Mas eram bastante evidentes os diferentes graus de atenção apresentados pelos alunos. Alguns permaneciam alguns minutos observando uma animação ou lendo um texto, enquanto outros assumiram o processo como mais uma obrigação escolar.

Estas observações apontam para discussões de capítulos anteriores, relativos à dificuldade de adaptação dos sujeitos aos novos domínios tecnológicos em sala de aula. A mera inserção destes modelos não garante a completa aceitação dos mesmos pelos alunos. Uma possibilidade para a aparente introspecção dos alunos perante as atividades no Ambiente Fotograma era a presença de um elemento estranho em sala de aula, representado pelo pesquisador. Uma apresentação inicial foi feita pelo professor da disciplina, mas isto não bastou para atenuar a desconfiança o novo elemento em sala de aula. O instinto de auto-preservação, acentuadamente presente nos seres humanos, faz com que desconfiemos ate mesmo da mais simples perscrutação sobre nossa individualidade. O desconhecimento sobre o destino dos

dados recolhidos naquele processo causou-lhes, certamente, algum incômodo. No entanto, nenhum incidente ocorreu durante as sessões com os alunos, que no todo, parecerem bastante satisfatórias.

CAPÍTULO 5

ANÁLISE DE DADOS

5.1 A metodologia de análise de dados

A navegação dos estudantes no ambiente Fotograma gerou um conjunto de dados, base para a análise investigativa relativa à aprendizagem dos estudantes mediada por este ambiente. Optou-se por fazer uma análise estatística desses dados, pontuada por reflexões de natureza qualitativa. Esta abordagem resultou de decisões tomadas após a análise dos dados coletados durante estudo piloto e o ambiente Fotograma foi construído de forma a registrar estes dados bem como as opções selecionadas pelos participantes para os itens dos testes aplicados. A realização de entrevistas poderia indicar reações e comportamentos face ao hiperfórum e, também os conhecimentos prévios dos participantes de um modo mais claro. No entanto, isto não aconteceu no estudo piloto, em que o volume de material empírico registrado não se traduziu em dados mais ricos e esclarecedores. Efetuou-se a análise dos dados em quatro fases, que serão descritas a seguir: Tabulação dos dados, Análise de Itens, Procedimentos de Análise estatística, e Discussão dos Itens.

Tabulação dos dados

Nesta primeira fase, os dados coletados nas interações dos alunos com ambiente Fotograma e registrados automaticamente num banco de dados durante a navegação de cada um dos participantes, foram recuperados e organizados sistematicamente, de modo a serem tabulados em um modelo que pudesse ser visualizado mais claramente. Primeiramente foram constituídas tabelas, nas quais as respostas dos estudantes (aos itens do Pré-teste, Pós-teste e Teste de Transferência) foram ordenadas e corrigidas. As respostas a cada um dos itens de testes foram comparadas com um gabarito padrão, gerando para cada item dois valores: 0 para respostas incorretas e 1 para respostas corretas. Os escores de cada participante

foram apurados como o número de acertos. Estes escores brutos foram então ponderados (para os mesmos três conjuntos de testes), convertidos para uma escala de 0 a 10, para que todas as notas pudessem ser mais facilmente comparadas. Outras variáveis, além das notas em cada um dos testes, foram ordenadas de modo semelhante, dentre elas: o Número de Eventos visitados pelo sujeito durante sua navegação, a *Escolaridade* (nível médio ou superior), e ainda o tempo de permanência em cada tela. Da mesma forma, as respostas aos itens apresentados durante a navegação, que denominei de Mini-entrevistas, foram coletados e organizados.

O Pré-teste, aplicado logo no início da sessão consistiu de 24 itens específicos sobre máquinas fotográficas e fotografia. Questões solicitando informações adicionais como nome, sexo, escolaridade, idade, entre outros foram acrescentadas a ele, mas não são analisadas juntamente com o Pré-teste, restando um total de 20 questões.

O Pós-teste foi aplicado logo que o participante saía do ambiente Fotograma. Ele apresentava questões que são equivalentes àquelas apresentadas pelo Pré-teste, no sentido que tratam dos mesmos aspectos do conhecimento do conteúdo. Tanto o Pré, quanto o Pós-teste, visavam levantar o conhecimento declarativo do participante sobre o domínio da fotografia e tópicos relacionados.

Um terceiro teste, chamado Teste de Transferência, respondido após o Pós-teste, consistia de 16 questões que visavam mais a compreensão conceitual. São questões que não podem ser respondidas apenas com conhecimento superficial ou memorizado. Ao contrário, o objetivo dele era levar cada sujeito a aplicar os seus conhecimentos em situações diferentes daquelas tratadas no hipermídia e nos testes anteriores. Os dois primeiros testes avaliam o conhecimento inicial e final sobre fotografia, enfatizando o domínio de fatos e conceitos que o ambiente Fotograma abordou. Já o Teste de Transferência requer que o respondente se envolva com a resolução de problemas novos e é tomado como uma avaliação de compreensão. O sucesso no Teste de Transferência é um indicador de que ocorreu aprendizagem relevante e significativa. Decidir se um sujeito aprendeu ou não como resultado de navegar pelo ambiente de aprendizagem, envolve a comparação de seus resultados em testes antes e ao final do processo. Desde o início tomamos a decisão de não aplicar um teste semelhante ao teste de transferência no início, pois avaliamos que os participantes teriam pouco conhecimento específico sobre o domínio que o habilitasse a resolver problemas como aqueles que foram utilizados. A fotografia é um domínio de conhecimento pouco ou nada discutido no ensino fundamental e médio. Nesse aspecto, estamos apenas adotando práticas comuns em pesquisas dessa natureza

(Mayer, 1989; 1992; Mautone & Mayer, 2001). No sentido de se aproveitar melhor os dados obtidos a partir das respostas dos estudantes nos testes, foi adotado um índice que visa conhecer o grau de dificuldade de cada item de teste para os respondentes. Numa situação de avaliação da aprendizagem de grandes contingentes de estudantes, este procedimento é feito a priori, quando da validação dos itens dos testes. O procedimento usual não pode ser adotado neste estudo, pois requer duas amostras, o que implica em mais tempo de coleta de dados e análise, sendo a primeira amostra utilizada unicamente para efeitos de estudos visando à validação dos instrumentos. De modo semelhante, também foi adotado um índice de discriminação, ou seja, um indicador que mostre o quanto a questão apresentou-se como difícil para os sujeitos menos preparados e fácil para os sujeitos com melhor conhecimento.

Para determinar os índices de discriminação e de dificuldade de cada item dos testes, utilizamos a abordagem descrita por Vianna (1973). Basicamente, um índice de discriminação mede o quanto cada item distingue sujeitos de desempenho superior e desempenho inferior. O seu cálculo envolve a diferença entre a proporção de acertos dos dois subgrupos de respondentes. O tamanho de cada subgrupo é que varia de um método para outro. Já o índice de dificuldade depende da proporção total de erros.

O método proposto consiste em dividir amostra em três grupos distintos. Dois grupos extremos, formados cada um deles por 27% dos estudantes, aqueles que obtiveram nota superior (27% *superiores*) e aqueles que obtiveram notas inferiores (27% *inferiores*). Os demais alunos formam o grupo central, denominado pelo autor como 46% *médios*. O autor justifica esses números, baseado na idéia de que grupos formados com base nestes critérios "permitem formar grupos extremos tão grandes quanto possível e, ao mesmo, tempo tão diferentes quanto possível" (Vianna, 1973, p. 189). Estes percentuais podem constituir amostras intermediárias significativas dentro do grupo total. Este número (27%) oferece um grau de confiança bem maior que porcentagens de 10%, ou talvez muito maiores do que 27%. O grupo dos 46% médio, por sua vez, não seria muito significativo, caso fosse menor.

Em termos estatísticos, aproximadamente metade dos estudantes de uma turma obtêm notas intermediárias (ou seja, encaixam-se em uma distribuição normal de probabilidades). Na prática, estes valores podem, e às vezes precisam ser aproximados, porque é necessário estabelecer escores de corte, para distinguir quem pertence a um grupo ou outro e fazer aproximações. Dificilmente se consegue formar os 3 grupos com a proporção de sujeitos recomendada. O grupo superior, por exemplo, poderia apresentar ocasionalmente 25 ou 33%, sem prejuízo para a análise

dos resultados. O percentual utilizado dependerá da nota de corte escolhida para divisor dos grupos. Não faz sentido incluir alunos que obtiveram a nota de corte, e que poderiam estar no grupo superior, no grupo intermediário. A adoção do critério de divisão da mostra em três grupos é usual na análise estatística, sendo comum a utilização dos quartis de desempenho superior e inferior, com o grupo intermediário formado pelo segundo e terceiro quartis.

O grau de *dificuldade* é um índice formado pelo percentual do grupo de estudante que errou o item. Um índice de dificuldade classifica o item como fácil ou difícil. Um índice de dificuldade baixo, isto é, menor que 0,20, indica um item fácil. Já itens com índice de dificuldade acima de 0,80 são considerados itens difíceis. Questões muito fáceis ou difíceis podem, levando-se em conta o contexto de aplicação, ser consideradas como impróprias para aquela aplicação e poderão ser descartadas.

Por sua vez, o *Índice de Discriminação* é a diferença entre a proporção de acertos dos membros do grupo de desempenho superior, isto é, o sub-grupo formado 27% dos indivíduos com desempenho mais elevado no teste, e a proporção de acertos do grupo de desempenho inferior. O valor máximo deste índice é 1 e o valor mínimo 0. É desejável então que os testes tenham um alto índice de discriminação. Isto significa que um determinado item de um teste deve realmente se mostrar difícil para um aluno considerado menos capacitado, e conseqüentemente, fácil ou relativamente fácil para um aluno que possa ser considerado mais capacitado. Para efeitos de interpretação das questões de avaliação, um item de teste com índice de discriminação maior que 0,40 pode ser considerado um bom item. Uma questão com índice de discriminação entre 0,30 e 0,39 poderia ser considerada como uma questão com bom índice, mas sujeita algum aprimoramento. Uma questão que apresentasse um índice discriminação entre 0,20 e 0,29 pode ser considerada como um item marginal, que deveria talvez ser re-elaborado. E uma questão que apresentasse um índice abaixo de 0,19 deve ser considerada como deficiente, sendo igualmente passível de ser resolvida corretamente por qualquer sujeito independente de seu conhecimento.

A TAB. 3 mostra como isso foi feito para o Pré-teste, adiantando que o procedimento para os outros testes é semelhante. Primeiramente computou-se os acertos e erros de cada participante no estudo. A seguir, determinou-se o número de membros de cada um dos três grupos. Os escores de corte entre os grupos de desempenho superior e médio, e entre este e o grupo de desempenho inferior foram estabelecidos. A seguir, foram feitos os ajustes necessários para evitar que sujeitos com escores iguais ficassem em grupos distintos.

TABELA 3
Composição dos grupos de desempenho no Pré-teste

Número Ajustado de Membros	Grupo de Desempenho	Número Calculado de Membros
17	Superior	16
24	Médio	26
17	Inferior	16

A TAB. 4 exibe os resultados obtidos para os índices de dificuldade e discriminação para os itens do Pré-teste. O exame dos resultados ressalta dois aspectos que entendemos estarem intimamente relacionados: a quantidade de itens de alta dificuldade e a pouca discriminação produzida por muitas questões. De fato, 11 dos 20 itens do Pré-teste apresentam índice de discriminação menor que 0,20. Estes baixos valores recomendariam a análise da viabilidade de substituição destas questões. Associado a isso, 15 dos 20 itens apresentaram índice de dificuldade acima de 0,80. Todas as questões com baixo índice de discriminação são, sem exceção, questões difíceis.

A combinação desses dois resultados deveu-se ao pouco conhecimento específico dos participantes sobre fotografia. As questões do Pós-teste são muito semelhantes a estas utilizadas no Pré-teste. Elas diferem no uso do vocabulário técnico preciso no Pós-teste e na ordem das opções e os resultados obtidos para os dois índices apresenta um quadro muito diferente, como indicado pela TAB. 5. No Pós-teste apenas dois itens apresentam índice de discriminação abaixo de 0,30, mas muito próximo disso. E nenhum item apresentou índice de dificuldade que os caracterizassem como questões fáceis ou muito difíceis. Os resultados obtidos para ambos os índices no Pós-teste reforça a interpretação apresentada acima de que a aparente pequena validade dos itens do Pré-teste dificilmente poderia ser melhorada com a re-elaboração das questões. Isso é já era esperado, tendo em vista os resultados da análise dos dados qualitativos coletados durante as entrevistas do estudo piloto, realizado durante o primeiro semestre de 2002.

TABELA 4
Índices de Dificuldade e Discriminação de questões do Pré-teste

Item	Num. Acertos	Num. Erros	Percentual Acerto		Índice Discriminação	Índice Dificuldade
			Superior	Inferior		
1	26	32	0.65	0.12	0.53	0.55
2	11	47	0.29	0.18	0.12	0.81
3	8	50	0.24	0.06	0.18	0.86
4	9	49	0.35	0.00	0.35	0.84
5	7	51	0.18	0.12	0.06	0.88
6	10	48	0.18	0.18	0.00	0.83
7	9	49	0.18	0.12	0.06	0.84
8	37	21	0.82	0.41	0.41	0.36
9	9	49	0.18	0.12	0.06	0.84
10	10	48	0.29	0.00	0.29	0.83
11	5	53	0.12	0.06	0.06	0.91
12	4	54	0.12	0.00	0.12	0.93
13	9	49	0.18	0.12	0.06	0.84
14	10	48	0.41	0.00	0.41	0.83
15	6	52	0.18	0.00	0.18	0.90
16	8	50	0.29	0.00	0.29	0.86
17	33	25	0.76	0.35	0.41	0.43
18	8	50	0.18	0.12	0.06	0.86
19	24	34	0.65	0.29	0.35	0.59
20	18	40	0.47	0.06	0.41	0.69

Também o fato de que nenhuma questão do Pré-teste pode ser considerada como fácil ou com índice de discriminação elevado sugere que os participantes responderam aleatoriamente ao teste. Algumas questões são apresentadas e as respostas dos participantes analisadas, em outro momento desse capítulo.

TABELA 5
Índices de Dificuldade e Discriminação de questões do Pós-teste

Item	Num. Acertos	Num. Erros	Percentual Acerto		Índice Discriminação	Índice Dificuldade
			Superior	Inferior		
1	23	35	0.73	0.24	0.50	0.60
2	31	27	0.87	0.29	0.57	0.47
3	24	34	0.87	0.29	0.57	0.59
4	24	34	0.67	0.29	0.37	0.59
5	26	32	0.80	0.18	0.62	0.55
6	26	32	0.80	0.18	0.62	0.55
7	20	38	0.60	0.12	0.48	0.66
8	24	34	0.73	0.12	0.62	0.59
9	17	41	0.53	0.24	0.30	0.71
10	24	34	0.80	0.18	0.62	0.59
11	21	37	0.67	0.06	0.61	0.64
12	24	34	0.73	0.24	0.50	0.59
13	19	39	0.53	0.24	0.30	0.67
14	26	32	0.73	0.35	0.38	0.55
15	18	40	0.67	0.06	0.61	0.69
16	30	28	0.67	0.41	0.25	0.48
17	20	38	0.67	0.12	0.55	0.66
18	17	41	0.53	0.06	0.47	0.71
19	25	33	0.80	0.24	0.56	0.57
20	16	42	0.40	0.12	0.28	0.72

Um exame da tabela com os Índices de Discriminação e de Dificuldade sugere que os itens do Pré-teste foram difíceis para os estudantes e, por isso, discriminam pouco os sujeitos em termos de seu conhecimento acerca de Fotografia. Exatamente por não ser viável validar previamente os testes, antes da coleta de dados, decidimos por construir o Pós-teste com base no Pré-teste. Escolhemos questões que abordassem aspectos tratados no ambiente Fotograma e as reformulamos. Basicamente elas diferem apenas em termos da linguagem utilizada, mas certamente alguém com familiaridade com os tópicos reconheceriam as questões como equivalentes.

A TAB. 6 representa os resultados do grupo de desempenho superior no Pré-teste. A variável **Grupo-Pré** indica o grupo de desempenho de cada sujeito no teste inicial e assume os valores "Superior", "Médio" e "Inferior". A variável **Desempenho-Pré**, que

pode assumir os valores 0 e 1 que indicam se o desempenho do participante ficou abaixo ou acima da mediana. A variável **Nota-pré** indica o escore normalizado de cada respondente. A variável **Escolaridade**, que assume os valores "EM" e "SUP", indica o nível de ensino em que os respondentes atualmente estudam.

TABELA 6

Resultados individuais no Pré-teste – Grupo Superior

Num	Aluno	Acertos	Nota-pré	Grupo-Pré	Desempenho Pré	Escolaridade
1	58	8	3,33	Superior	1	EM
2	67	8	3,33	Superior	1	SUP
3	4	7	2,92	Superior	1	SUP
4	14	7	2,92	Superior	1	SUP
5	19	7	2,92	Superior	1	SUP
6	30	7	2,92	Superior	1	SUP
7	57	7	2,92	Superior	1	SUP
8	61	7	2,92	Superior	1	EM
9	66	7	2,92	Superior	1	SUP
10	68	7	2,92	Superior	1	SUP
11	5	6	2,50	Superior	1	EM
12	17	6	2,50	Superior	1	SUP
13	23	6	2,50	Superior	1	SUP
14	39	6	2,50	Superior	1	EM
15	45	6	2,50	Superior	1	SUP
16	55	6	2,50	Superior	1	SUP
17	64	6	2,50	Superior	1	EM

As TAB. 6, 7 e 8 indicam que o desempenho dos participantes no Pré-teste é muito fraco, mesmo o grupo de desempenho superior, com uma proporção de acertos muito pequena. Os resultados corroboram a interpretação de que o conhecimento inicial sobre fotografia dos participantes é surpreendentemente baixo. Todos os sujeitos dos grupos de desempenho médio e inferior, num total de 41 estudantes, obtiveram entre 1 e 5 acertos, em 20 questões. Os valores médios da variável **Nota-pré** para os grupos de desempenho valem 2,80 (DP = 0,29) para o grupo superior; 1,87 (DP = 0,21) para o grupo de desempenho médio; e 0,96 (DP = 0,35) para o grupo de desempenho inferior. Os cálculos das médias por nível de escolarização indicam que o desempenho é pouco influenciado por ele.

TABELA 7
Análise de Itens do Pré-teste – Grupo Médio

Num	Aluno	Acertos	Nota-pré	Grupo-Pré	Desempenho Pré	Escolaridade
18	53	5	2,08	Médio	1	ES
19	16	5	2,08	Médio	1	ES
20	37	5	2,08	Médio	1	ES
21	47	5	2,08	Médio	1	ES
22	10	5	2,08	Médio	1	ES
23	12	5	2,08	Medio	1	ES
24	3	5	2,08	Médio	1	EM
25	29	5	2,08	Médio	1	EM
26	41	5	2,08	Médio	1	EM
27	59	5	2,08	Médio	1	ES
28	8	5	2,08	Médio	1	EM
29	35	5	2,08	Médio	1	EM
30	7	4	1,67	Médio	0	ES
31	15	4	1,67	Médio	0	ES
32	18	4	1,67	Médio	0	ES
33	24	4	1,67	Médio	0	ES
34	33	4	1,67	Médio	0	ES
35	60	4	1,67	Médio	0	ES
36	13	4	1,67	Médio	0	EM
37	25	4	1,67	Médio	0	EM
38	31	4	1,67	Médio	0	EM
39	48	4	1,67	Médio	0	ES
40	56	4	1,67	Médio	0	EM
41	38	4	1,67	Médio	0	EM

TABELA 8

Análise de Itens do Pré-teste – Grupo de desempenho Inferior

Num	Aluno	Acertos	Nota-pré	Grupo-Pré	Desempenho-Pré	Escolaridade
42	1	3	1,25	Inferior	0	EM
43	28	3	1,25	Inferior	0	ES
44	42	3	1,25	Inferior	0	EM
45	21	3	1,25	Inferior	0	ES
46	27	3	1,25	Inferior	0	ES
47	32	3	1,25	Inferior	0	ES
48	36	3	1,25	Inferior	0	EM
49	43	3	1,25	Inferior	0	ES
50	26	3	1,25	Inferior	0	ES
51	40	2	0,83	Inferior	0	ES
52	6	2	0,83	Inferior	0	EM
53	65	2	0,83	Inferior	0	EM
54	34	2	0,83	Inferior	0	EM
55	49	1	0,42	Inferior	0	ES
56	11	1	0,42	Inferior	0	ES
57	2	1	0,42	Inferior	0	ES
58	22	1	0,42	Inferior	0	ES

Os escores totais no Pós-teste são visivelmente diferentes daqueles do Pré-teste. Os Índices de Discriminação e de Dificuldade também são significativamente menores. Portanto, o Pós-teste pareceu menos problemático para os estudantes. A comparação dos itens do Pré e Pós-teste sugere que o conhecimento inicial dos sujeitos sobre Fotografia era muito fragmentado e rudimentar e que a interação, mesmo que em uma única sessão com o ambiente Fotograma, teve influência no desempenho deles nos testes. A queda do índice de dificuldade e a elevação do Índice de discriminação dos itens do Pós-teste nos levaram a não abandonar as questões que poderiam ser pensadas como problemáticas do Pré-teste

Pode ser argumentado que se trata de um artifício da metodologia, visto que estamos usando um desenho do tipo teste-reteste, em que os efeitos de memória podem ser importantes. Mas, os itens utilizados, embora equivalentes em termos de conteúdo,

não são exatamente os mesmos itens. Cada sujeito teria que reconhecer isso. Em segundo lugar, o número de questões utilizadas é elevado para o tempo que os sujeitos dispuseram para estudar o ambiente e responder às questões.

Procedimentos de Análise Estatística

Os dados tabulados foram então submetidos a análises estatísticas, por meio do pacote SPSS. A análise estatística clássica nos permite encontrar variações não observáveis somente com o uso de análise qualitativa. No entanto, apenas um olhar matemático sobre as relações entre as variáveis não será suficiente para se determinar em que medida ocorreu aprendizagem e o seu grau de relevância para os sujeitos. Seguindo-se à análise estatística, apresentaremos uma análise das respostas dos estudantes a algumas questões dos testes, com a intenção de tentar elucidar um pouco mais os efeitos da interação com o ambiente de aprendizagem sobre os participantes do estudo.

Discussão dos Itens

O processo de análise se encerra com uma discussão relativa às questões aplicadas nos testes propostos aos alunos. Foi dito anteriormente que a análise estatística pura a simples pode ser insuficiente para explorar os dados e decodificar seus significados. Cada uma das questões do Pré-teste, suas equivalentes no Pós-teste, e as questões do Teste de Transferência foram apreciadas em termos de sua relação com os conteúdos e sua possível conexão com o desempenho dos estudantes. A forma de aplicação das questões, e sua relação com os conteúdos, podem acarretar problemas de interpretação. Não é um processo simples, pois não existem outras evidências da influência da forma escolhida para a pergunta sobre a resposta do sujeito, a não ser o próprio item escolhido como resposta. Mas é possível construir algumas inferências, principalmente se forem consideradas as possíveis falhas conceituais alimentadas pelos estudantes. Segue-se então, a partir daqui, a seção dedicada à análise dos dados.

5.2 Análise de dados

Que observações e conclusões podem ser feitas sobre a aprendizagem dos alunos no ambiente Fotograma, mediante a análise dos dados obtidos? As interações dos

estudantes com o Ambiente Fotograma resultaram em aprendizagem significativa e relevante? Em que medida isto ocorreu? A utilização de ambientes de aprendizagem informatizado pode realmente gerar resultados satisfatórios para os estudantes?

Nas seções anteriores dedicadas à revisão de literatura, observou-se que os resultados obtidos por alguns pesquisadores nem sempre levaram a conclusões positivas. Em alguns estudos, ocorreram indícios de que o processo de aprendizagem pode realmente sofrer um incremento com a ajuda de computadores, mas dentro de certos limites e condições. Portanto, ao se iniciar este capítulo de análise de dados, não devemos perder a de vista o fato de que os ambientes de aprendizagem informatizados ainda se encontram em uma fase inicial de pesquisa e aplicação. O computador não pode ser considerado isoladamente, como único fator relevante no processo de aprendizagem. Não se pode dissociar os processos cognitivos da influência de fatores exógenos (como o contexto sócio-cultural) e endógenos (temores, crenças e formação cultural). Além disso, os computadores são máquinas imperfeitas em processo de contínuo aperfeiçoamento, e são dispositivos totalmente dependentes da inventividade humana. A aprendizagem será então o resultado deste “conflito”, travado entre o indivíduo, suas possibilidades pessoais e o computador.

Este capítulo apresenta então os dados recolhidos durante as interações entre os estudantes e o ambiente Fotograma, bem como as análises que poderão auxiliar-nos na conclusão final sobre a aprendizagem em ambiente multimídia. A discussão se inicia com a apresentação de análises estatísticas, efetuadas no pacote SPSS.

Como foi o desempenho dos alunos no Pré-teste e Pós-teste?

O GRAF. 1 exibe a distribuição dos escores, numa escala de 10 pontos, obtidos no Pré-teste. O teste consistiu de 20 itens, de forma que o número de acertos ficou entre 1 e 7. Como já havíamos adiantado na discussão sobre a dificuldade e discriminação dos testes, em geral o desempenho no Pré-teste sugere que os participantes do estudo tinham muito pouca familiaridade com o domínio da fotografia. Os resultados já haviam sido antecipados em nosso projeto de pesquisa, por ser a fotografia encarada pelo usuário comum como um sendo um domínio especializado. O interesse imediato dos usuários de câmeras fotográficas é obter 'boas' fotos, o que conseguem com os recursos que as interfaces das câmeras automáticas, hoje mais populares e baratas do que câmeras mecânicas, usadas basicamente por profissionais e por amadores com forte motivação e interesse diferenciado pela fotografia. É bastante provável que seja possível encontrar fotógrafos amadores que possuam bons conhecimentos

técnicos sobre o tema, mas a identificação destes sujeitos não interessava a este trabalho.

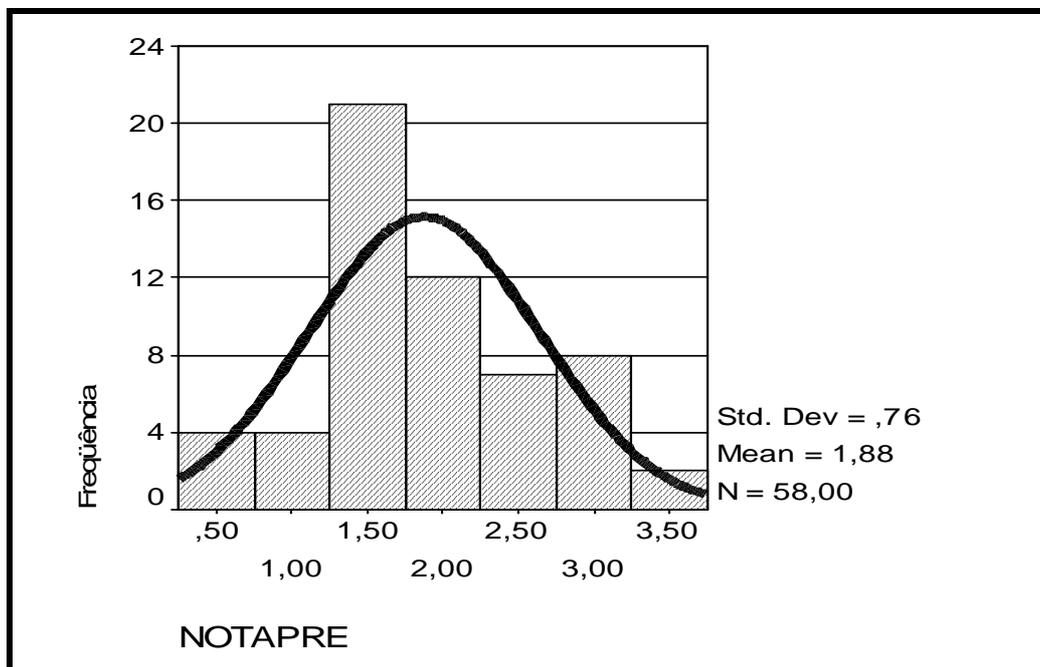


GRÁFICO 1 - Distribuição de escores obtidos no Pré-teste

Da mesma forma, o GRAF. 2 exibe a distribuição dos escores obtidos no Pós-teste. O número de acertos neste teste ficou entre 3 e 17, em 20 itens. A distribuição é, no entanto, assimétrica para a esquerda, indicando a predominância de escores mais baixos. A média dos escores no Pós-teste é significativamente maior do que a média equivalente para o Pré-teste, mas a dispersão dos escores é também acentuadamente maior.

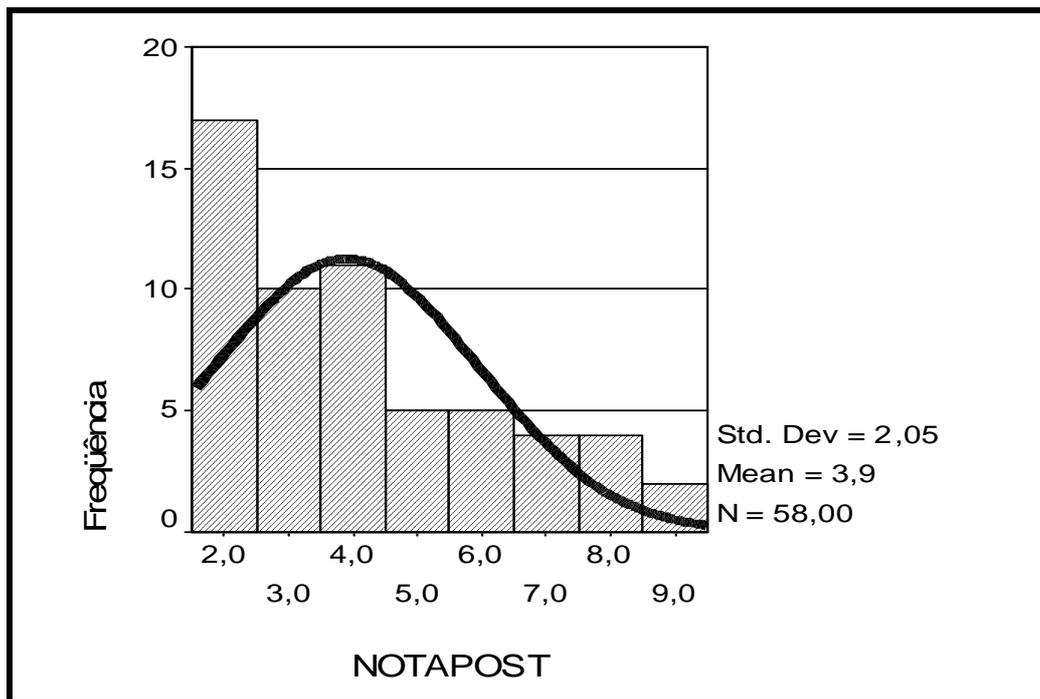


GRÁFICO 2 - Distribuição de escores obtidos no Pós-teste

A TAB. 9 sumariza os resultados do Pré-teste, incluindo as médias e desvio padrões dos escores obtidos. A TAB. 10 exibe as mesmas informações relativas ao Pós-teste, em função dos grupamentos formados a partir dos resultados no Pré-teste.

TABELA 9
Sumário dos Resultados no Pré-teste

		Casos Válidos		Média	DP	Média Aparada	Mediana
		N	%				
NOTA_PRET	Inferior	17	100,0%	0,96	0,36	0,97	1,25
	Médio	24	100,0%	1,88	0,21	1,86	1,88
	Superior	17	100,0%	2,80	0,29	2,78	2,92

TABELA 10
Sumário dos Resultados no Pós-teste

	GRUPOS	Casos Válidos		Média	DP	Média Aparada	Mediana
		N	%				
NOTA_POS	Inferior	17	100,0%	2,91	1,33	2,79	2,50
	Médio	24	100,0%	3,09	1,78	3,92	3,50
	Superior	17	100,0%	4,76	2,61	4,74	4,50

A comparação dos escores por grupo indica aumento expressivo nas médias dos grupos no Pós-teste em relação àqueles do Pré-teste. Ambas as tabelas incluem ainda as medianas e as médias aparadas, em 5%. Este é um artifício corriqueiro para excluir casos anômalos das caudas das distribuições, isto é, casos muito afastados da média. Chama a atenção que ao lado do aumento expressivo das médias dos grupos, a dispersão indicada pelo desvio padrão em cada caso. O GRAF. 3 do tipo boxplot⁵ exhibe o escore dos três grupos no Pré-teste.

⁵ O gráfico de caixas, ou “boxplot”, fornece uma idéia da posição, dispersão e assimetria de um conjunto de dados. É particularmente útil na tarefa de relacionar grupos de variáveis. As delimitações apresentadas pelo gráfico representam os seguintes percentuais:

- O limite inferior da caixa indica o percentil de ordem 25.
- O limite superior corresponde ao percentil de ordem 75.
- A linha no interior da caixa indica a mediana (percentil 50).
- O topo da linha superior do gráfico representa o percentil de ordem 90.
- O topo da linha inferior da caixa representa o percentil de ordem 10.
- Quanto maior quadro, maior será a dispersão nos valores observados, pois a caixa retangular representa o desvio padrão acima e abaixo da media.

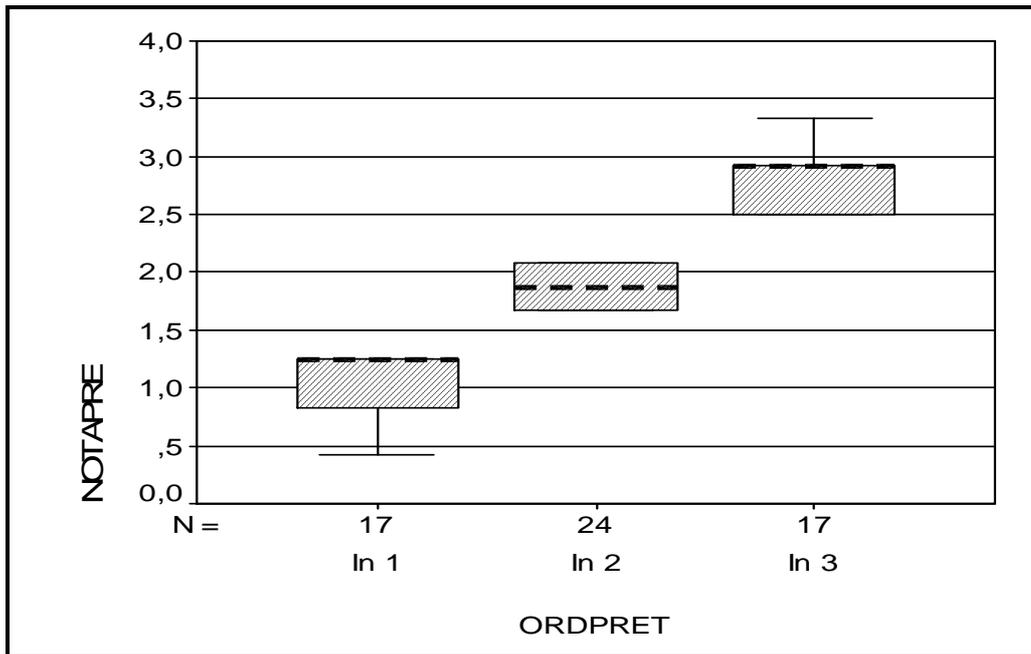


GRÁFICO 3 - Desempenho no Pré-teste por grupo

Para prosseguir com a análise dos dados foram criadas algumas categorias de análise, representadas por variáveis categóricas ordinais, com o objetivo de ordenar os vários grupos de estudantes em relação ao grupo total. O *desempenho* que é indicado pelas variáveis **desempre**, **desempos** e **desemtrans**, permite posicionar cada estudante acima ou abaixo das medianas das distribuições mostradas nos GRAF. 1 e 2, para o Pré-teste e Pós-teste. O mesmo se aplica ao teste de transferência. Foram definidas três variáveis categóricas **Ordpret**, **Ordpost** e **Ordtransf**, para ordenar os sujeitos dentro do grupo com base em seus escores nos Pré-teste. A variável **Ordpret**, que assume os valores *In 1*, *In 2*, *In 3*, dividiu a amostra em 3 grupos que coincidem exatamente com os grupos de desempenho no Pré-teste, ou seja, *Inferior*, *médio* e *superior*, respectivamente.

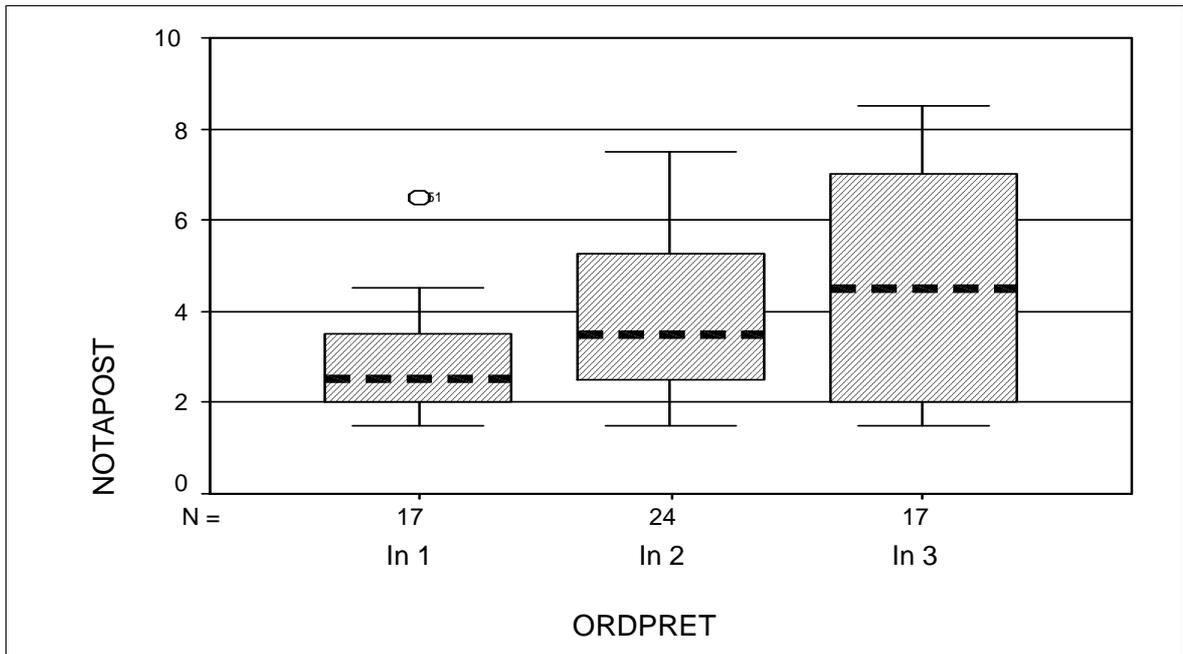


GRÁFICO 4 - Desempenho dos Grupos no Pós-teste

Para efeito de análise os participantes foram também ordenados com base em seu desempenho no Pós-teste, o que é representado pela variável **Ord-post**. Ela assume os valores ordinais **FIP1** a **FIP5**, indicando categorias de desempenho muito fraco, fraco, regular, bom e muito bom, respectivamente. Nenhum sujeito obteve desempenho excepcional em qualquer dos testes.

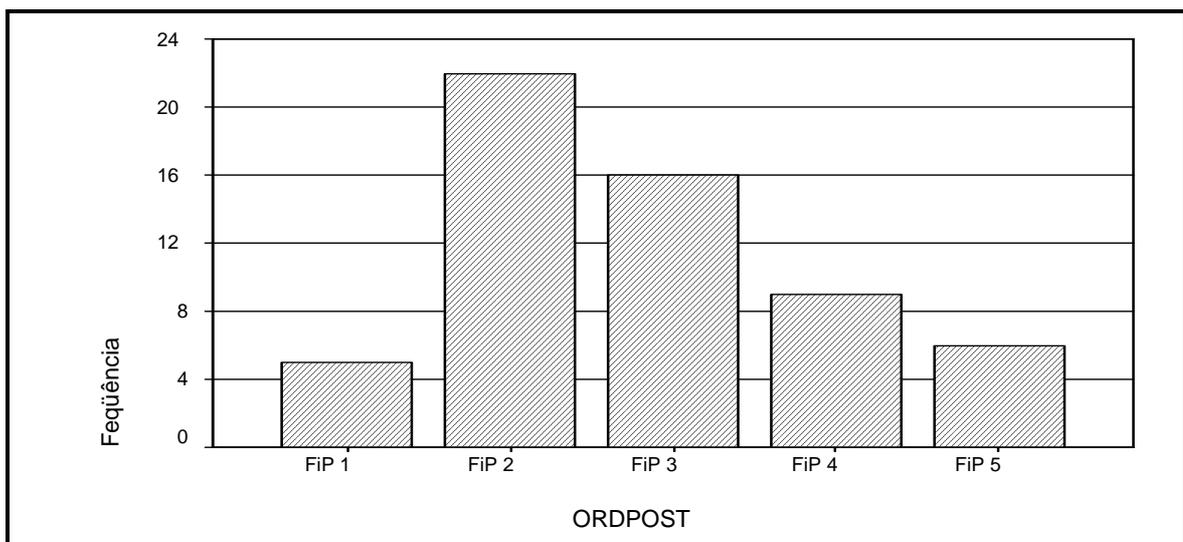


GRÁFICO 5 - Desempenho por categorias no Pós-teste

O GRAF. 5 apresenta os resultados obtidos no Pós-teste, ainda representados numa escala de 0 a 10 pontos, para cada uma das categorias de desempenho. Observa-se a predominância de escores fracos, isto é, de 4 a 6 acertos (FiP 2) e regulares com de 7 a 10 acertos, correspondentes à categoria FiP 3. O GRAF. 6 a seguir apresenta os mesmos resultados do Pós-teste por categoria de desempenho no Pré-teste.

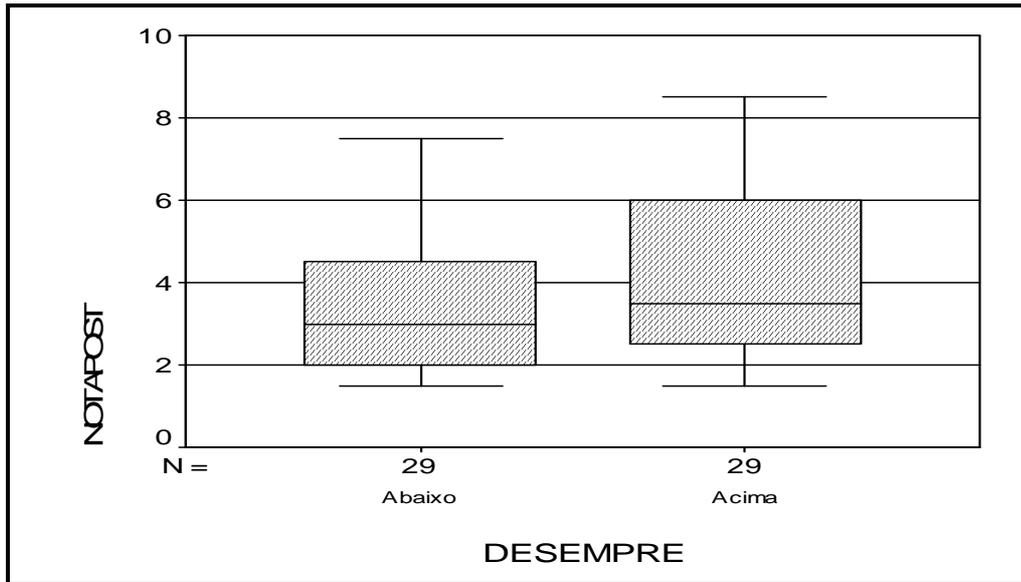


GRÁFICO 6 - Escores no Pós-teste por categoria.

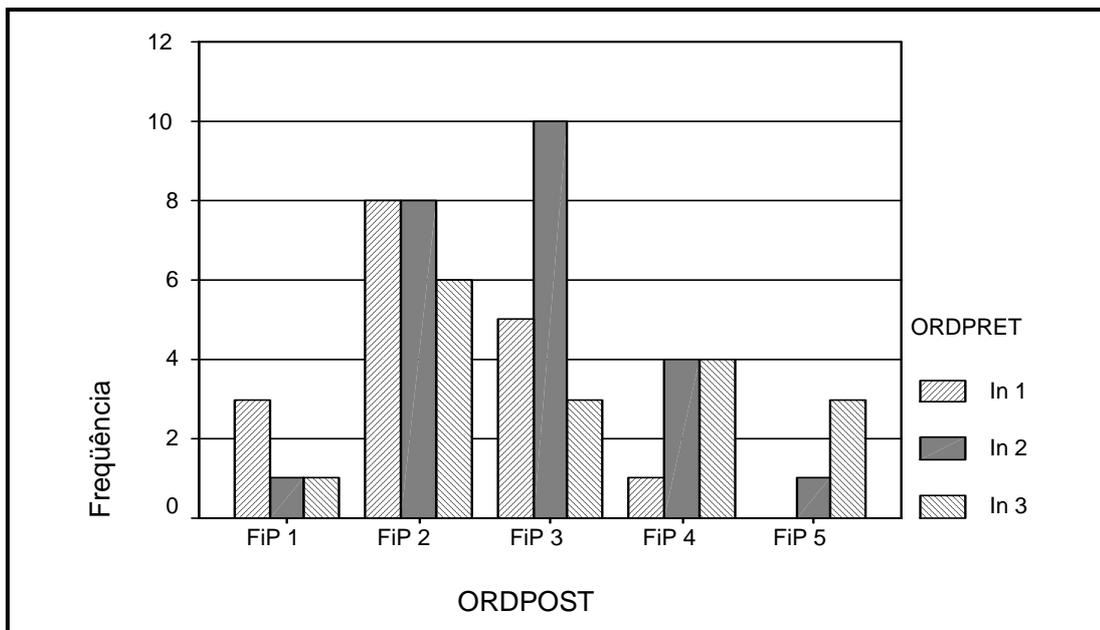


GRÁFICO 7 - Escores no Pós-teste por categoria.

O GRAF. 7 apresenta o desempenho dos sujeitos no Pós-teste em função de sua localização no grupo a partir de seus resultados no Pré-teste, isto é, acima ou abaixo da mediana. Ele reforça os indícios apresentados pelos gráficos anteriores, especialmente os GRAF. 4 e 6, de que o desempenho no Pré-teste não é um bom preditor do desempenho dos sujeitos no Pós-teste. Somando-se aos resultados apresentados nas TAB. 9 e 10, acreditamos ter evidências de que os sujeitos aprenderam em suas interações com o ambiente Fotograma. O teste t é um teste especialmente adequado para verificar se a diferença entre as médias nos dois testes é estatisticamente significativa ou não.

Teste T para Pré-teste e Pós-teste

Como é conhecido, este teste tem a finalidade de determinar se existem diferenças entre as médias de duas amostras (Agresti e Finlay, 1997; Levin & Fox, 2004). Utilizou-se o teste para a diferença de médias de duas amostras emparelhadas (notas do Pré-teste e notas do Pós-teste), visto que elas se referem à mesma amostra. O resultado do teste indica se há bases estatísticas para se aceitar a hipótese nula de igualdade das médias ($\mu_1 = \mu_2$), caso não haja diferenças entre as médias, ou rejeição desta hipótese e conseqüente aceitação da hipótese alternativa ($\mu_1 \neq \mu_2$), se a diferença entre as médias é significativa.

Vamos inicialmente computar o teste t , tomando-se as médias globais dos dois testes, reconhecendo que poderemos buscar obter evidências mais fortes que este teste para sustentar a nossa hipótese de trabalho de que seria possível aos estudantes realizarem aprendizagens relevantes e significativas em suas interações com o ambiente Fotograma. Para isso, realizaremos o teste t agrupando os sujeitos por categorias de desempenho. Ou seja, como agrupamos os sujeitos em três categorias de desempenho no Pré-teste, vamos aplicar o teste t a cada um deles, comparando as médias nos dois testes dentro de cada grupo.

A TAB. 11 apresenta o resultado do teste t para a diferença de média da amostra inteira.

TABELA 11
 Teste t para Pré-teste e Pós-teste.

	Diferenças emparelhadas					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Diferença das Médias	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
					Inferior	Superior
NOTAPRE - NOTAPOST	-8,005	57	.000	-2,0212	-2,5268	-1,5156

O procedimento foi efetuado com um intervalo de 95% de confiança ($\alpha=0,05$). A diferença entre o valor inferior e o valor superior para a diferença entre as médias indica que esta diferença é improvável de ter sido devida a mero acaso. O teste sugere que a Hipótese Nula pode ser rejeitada, e a Hipótese da Pesquisa (médias no Pós-teste maior do que média no Pré-teste, portanto ocorrência de aprendizagem devida ao ambiente Fotograma) pode ser considerada como válida. Temos, dessa forma, razoável confiança para acreditar que o tratamento teve efeito estatisticamente significativo sobre o desempenho médio do grupo no pré e Pós-teste. Estes valores confirmam a influência do ambiente Fotograma, como fator de diferenciação entre os processos de Pré-teste e Pós-teste.

O uso do teste t especialmente em avaliação educacional não é sem controvérsias. Ele é adequado para variáveis de escala, isto é, variáveis que representam um valor absoluto e que podem ser comparadas entre si. A distância entre dois pontos é uma variável desse tipo, pois uma distância de 3 unidades é o dobro de uma distância de 1,5 unidades, e esta diferença entre elas é absoluta. No caso de avaliações, dizer que alguém obteve nota 3 não significa que ele sabe a metade de alguém que obteve nota 6. Portanto, é preferível pensar que os escores apenas servem para ordenar os estudantes em termos de conhecimento crescente ou decrescente. As variáveis que se comportam dessa forma são chamadas de variáveis ordinais. Para variáveis ordinais recomenda-se usar outros tipos de testes, como o teste de Wilcoxon. Este teste ordena os sujeitos nos dois testes e realiza cálculos separados com aquelas situações em que os emparelhamentos são positivos ou negativos. Isto é, ele leva em consideração se a ordem de cada indivíduo é maior ou menor nos dois testes. O teste de Wilcoxon identificou 49 instâncias em que a posição dos estudantes é maior no Pós-teste do que no Pré-teste, uma situação em que a posição não se modificou e apenas 8 situações em que a posição dos indivíduos era maior no Pré-teste. A TAB.

12, a seguir, apresenta o resultado do teste, que também indica que a diferença entre as médias é estatisticamente significativa.

TABELA 12
Teste de Wilcoxon

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
NOTAPOST - NOTAPRE	Negative Ranks	8	11,75	94,00
	Positive Ranks	49	31,82	1559,00
	Ties	1	-	-
	Total	58	-	-

NOTA - a NOTAPOST < NOTAPRE

b NOTAPOST > NOTAPRE

c NOTAPRE = NOTAPOST

Test Statistics

	NOTAPOST - NOTAPRE
Z	-5,821
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,000

NOTA - a Based on negative ranks.

b Wilcoxon Signed Ranks Test

Em continuação à análise calculamos o teste *t* considerando os três grupos de desempenho no Pré-testes separadamente. Os testes calculados dessa forma são indicadores mais confiáveis para se decidir se houve ou não ganhos em desempenho no Pós-teste comparado ao Pré-teste. As TAB. 13, 14 e 15 apresentam o sumário dos testes, todos eles significativos.

TABELA 13

Teste **t** de amostras emparelhadas (ORDPRET=1)

	Diferença das Médias	DP	DP da Média	Diferenças emparelhadas				
				95% Intervalo de Confiança da Diferença		t	df	Sig. (2-tailed)
				Inferior	Superior			
NOTAPRE - NOTAPOST	-1,96	1,45	0,35	-2,70	-1,21	-5,57	16	0,000

TABELA 14

Teste **t** de amostras emparelhadas (ORDPRET=2)

	Diferença das Médias	DP	DP da Média	Diferenças emparelhadas				
				95% Intervalo de Confiança da Diferença		t	df	Sig. (2-tailed)
				Inferior	Superior			
NOTAPRE - NOTAPOST	-2,10	1,83	0,37	-2,88	-1,33	-5,62	23	0,0000

TABELA 15

Teste **t** de amostras emparelhadas (ORDPRET=3)

	Diferença das Médias	DP	DP da Média	Diferenças emparelhadas				
				95% Intervalo de Confiança da Diferença		t	df	Sig. (2-tailed)
				Inferior	Superior			
NOTAPRE - NOTAPOST	-1,97	2,50	0,61	-3,25	-0,69	-3,25	16	0,005

Cada um dos testes acima envolve os mesmos sujeitos, classificados pelo seu desempenho no Pré-teste. Os resultados reforçam a conclusão anterior de que as médias dos escores obtidos no Pós-teste são significativamente diferentes daquelas relativas a cada um dos três grupos de desempenho no Pré-teste. São evidências suportando a hipótese de que os resultados melhores no Pós-teste resultam da aprendizagem pelos participantes do estudo sobre o domínio da fotografia no ambiente Fotograma.

A análise estatística dos dados revela que ocorreram ganhos reais entre a realização do Pré-teste e Pós-teste. Porém, estes valores revelam apenas o desempenho médio dos grupos, não evidenciando pormenores que podem ser importantes para se entender os desafios e facilidades postos pelo ambiente de aprendizagem. Por exemplo, a natureza das questões propostas aos estudantes e o grau de dificuldade delas. A próxima sessão avalia estes parâmetros, no intuito de compreender estes fatores.

5.2.1 A aprendizagem acerca das estruturas e funções da câmera: o que podemos dizer?

As questões de Pré-teste e Pós-teste pretendiam analisar os mesmos tópicos, ou seja, apresentam questões bastante semelhantes, no conteúdo e no enunciado. Pretendia-se abordar conhecimentos que apresentassem um caráter mais aplicativo e menos teórico. Detalhes excessivamente técnicos não foram solicitados.

Neste momento, o foco de nosso interesse dirige-se para a análise daquelas questões, do Pré e Pós-teste, cujos enunciados podem ser considerados como muito semelhantes. Esta análise nos permitirá observar que aspectos de cada questão podem ser considerados como relevantes para o seu entendimento, ou até mesmo porque ela se mostrou difícil ou fácil. Também será possível compreender um pouco mais sobre como o desempenho dos participantes pode ter sido afetado pelo enunciado das perguntas ou pela forma como o conteúdo foi oferecido. A análise será feita com base nos indicadores de dificuldade e discriminação, reproduzidos na TAB. 16. Três questões serão analisadas, para o Pré-teste e Pós-teste (de um total de 20, em ambos os testes), cujos números são indicadas na linha Resposta/Questão. O número de estudantes que acertaram as questões encontra-se indicado em negrito (indicando também a opção correta). As questões estão colocadas de modo emparelhado, ou seja, a questão 3 do Pré-teste é equivalente a questão 3 do Pós-teste, a assim sucessivamente.

TABELA 16

Dados comparativos do número de acertos e índices de dificuldade de discriminação no Pré-teste e Pós-teste.

Resposta/Questão	Número de acertos no Pré-teste			Número de Acertos no Pós-teste		
Resposta/Questão	3	9	12	3	9	12
A	8	26	19	9	21	8
B	10	9	3	9	6	8
C	34	8	13	24	17	24
D	3	12	19	8	7	11
E	3	3	4	8	7	7
Índices de Dificuldade	0.86	0.84	0.93	0.59	0.71	0.59
Índices de Discriminação	0.18	0.06	0.12	0.63	0.30	0.50

Ao compararmos a distribuição de dados na TAB. 16, surge novamente a evidência do desempenho superior obtido pelos alunos no Pós-teste. Além do número de estudantes que acertaram as questões no Pós-teste ter sido significativamente superior, os índices de discriminação e dificuldade também se apresentaram melhores. No entanto, é possível que a discussão do conteúdo das questões, em termos de seus enunciados e respostas, permita-nos elucidar como estes fatores influenciaram as respostas.

Questão 3 do Pré-teste e do Pós-teste

Os dois itens, embora tratem do mesmo tópico, são elaborados de modo diverso. A questão no Pré-teste tem enunciado e respostas mais simples, dado que o preparo anterior dos estudantes não era conhecido. A questão trata de um tema simples e, ao mesmo tempo, fundamental para a fotografia. O enquadramento da foto é um momento decisivo na fotografia, precedendo o clique final. Apenas oito estudantes indicaram a resposta correta no Pré-teste. O tema não faz parte do conhecimento de senso comum sobre fotografia. Isto pode ser indicado pelo alto número de sujeitos que escolheram a opção **c**, relacionando o enquadramento à cor do filme. Aparentemente, os participantes não reconhecem o enquadramento como a técnica de composição da imagem na câmera. Ao se deslocar uma palavra de seu uso corriqueiro para um domínio específico, os sujeitos tendem a atribuir-lhe um novo significado. É difícil dizer

que tipo de relação os estudantes estabeleceram entre o enquadramento e a cor do filme. Uma possibilidade é que a palavra “enquadramento” tenha remetido os sujeitos à idéia de quadro, ou pintura, portanto, de manipulação de cores. Outras definições de fotografia podem levar o sujeito a relacionar esta palavra a outras definições, até mesmo mais complexas. É comum, por exemplo, a utilização do termo fotografia para identificar o enquadramento aplicado a um filme de cinema. Neste contexto, estão reunidos as cores, o movimento, as posições da câmera, enfim, um conjunto de atributos, que não são bem compreendidos pelo público.

Pré-teste : Como você definiria “enquadramento da imagem”?

- a) Enquadramento da imagem significa identificar a área da cena que será o foco de interesse da fotografia.
- b) Enquadramento da imagem significa identificar o fabricante do filme.
- c) Enquadramento da imagem significa identificar a cor do filme.
- d) Enquadramento da imagem significa medir a distância da imagem em relação à câmera.
- e) O enquadramento da imagem não se aplica a todos os filmes, mas apenas aos filmes preto e branco.

Pós-teste : O enquadramento da imagem pode ser definido como:

- a) O processo de enquadramento da imagem pode ser executado aplicando-se os mesmos procedimentos de colocação do filme.
- b) Enquadramento da imagem significa identificar a sensibilidade do filme e regular a câmera de acordo com a abertura do diafragma e a velocidade do obturador corretas.
- c) Enquadramento da imagem significa definir a área da cena que será o objeto de interesse do fotógrafo. O enquadramento sofrerá influência do tema a ser fotografado.
- d) Enquadramento da imagem significa medir a distância da imagem em relação à câmera.
- e) O enquadramento da imagem não se aplica a todos os filmes, mas apenas aos filmes preto e branco.

FIGURA 8 – Questão 3 do Pré e Pós-Teste

O resultado no Pós-teste foi significativamente superior. Um total de vinte e quatro estudantes acertaram a questão. As opções apresentadas neste item foram bem mais completas e complexas do que aquelas apresentadas na questão do Pré-teste. O tratamento dado ao tópico no ambiente Fotograma parece ter sido suficiente para torná-lo claro para um bom número de estudantes (devendo-se considerar, no entanto, que o número total de participantes foi de 58).

As opções **a** e **b** foram indicadas por 9 estudantes, cada uma. A escolha da opção **a** talvez deva ser creditada à relação entre o enquadramento e a forma quadrada, ou retangular, do filme. De fato, este seria um bom motivo para se imaginar que o enquadramento estaria relacionado à forma do filme. No caso da opção **b**, a escolha pode estar relacionada à citação dos dispositivos de regulagem, mas não podemos descartar a possibilidade de ter ocorrido marcação ao acaso.

Questão 9 do Pré-teste e do Pós-teste

A questão (FIG. 9) solicitava aos estudantes que relacionassem a ASA (índice de sensibilidade do filme) à velocidade do filme. Quanto maior a ASA, um parâmetro que indica a sensibilidade dos filmes e que costuma variar entre 25 e 800 ASA, mais rápido é o filme. Então, a questão demandava que o sujeito pensasse no significado destas razões, tarefa que sempre gera dúvidas. No Pré-teste, apenas 9 pessoas acertaram o item. Estabelecer relações entre os indicadores de sensibilidade dos filmes não se mostra difícil apenas para fotógrafos ocasionais. Profissionais e especialistas também manifestam dúvidas sobre as relações entre a sensibilidade dos filmes e outras variáveis.

A idéia de um filme ser “rápido” ou “lento” está relacionada à velocidade com que as substâncias químicas que recobrem a superfície do filme reagem à luz. Quanto mais sensíveis, tanto mais rápida será a reação. Se a reação ocorre muito rapidamente, os grânulos de prata da superfície do filme não conseguem se formar a tempo, fazendo com que menos detalhes sejam registrados. Este processo foi explicado e ilustrado dentro do ambiente fotograma. No entanto, não pode ser considerado como um tópico de fácil entendimento, principalmente para os participantes da pesquisas, que revelaram possuir pouco conhecimento sobre fotografia e química. De fato, os índices de dificuldade mostram-se elevados, em 0.84 para o Pré-teste 0.71 para o Pós-teste. A questão também revelou-se pouco discriminadora, especialmente no Pré-teste. É

possível que a posição do tópico dentro do ambiente possa ter influenciado a navegação dos sujeitos. As telas que tratavam da sensibilidade do filme foram colocadas no final do aplicativo, a porção menos acessada da ambiente. No Pré-teste, os estudantes deram preferência à letra **a**, que descreve os filmes de ASA abaixo de 100 como filmes rápidos. É difícil afirmar que os estudantes soubessem o significado da expressão ASA, antes das interações com o ambiente, e este alto número de indicações nesta opção provavelmente deve-se ao acaso. Este tipo de conhecimento não faz parte do senso comum acerca da fotografia. Na maioria dos casos, os fotógrafos amadores conhecem apenas os valores mais comuns e úteis na prática fotográfica amadora (os filmes de ASA 100 são os mais populares).

Pré-teste. Ainda sobre a ASA, podemos afirmar que:

- 1) Os filmes com ASA abaixo de 100 são considerados filmes rápidos.
- 2) Os filmes com ASA entre 100 e 400 são considerados filmes médios.
- 3) Os filmes com ASA acima de 100 são considerados filmes lentos.
- 4) Os filmes com ASA 400 são considerados filme lentos.
- 5) Não existe relação entre a ASA e a velocidade dos filmes.

Pós-teste. Leia a frase abaixo:

“ Os filmes com ASA abaixo de 100 são considerados filmes lentos. Os filmes com ASA entre 100 e 400 são considerados filmes rápidos. Os filmes de ASA acima de 400 são considerados filmes de media velocidade.”

- a) A frase esta correta, e não existe nenhuma correção a ser feita.
- b) A frase esta incorreta. Os filmes com ASA abaixo de 100 são considerados filmes lentos; os filmes com ASA entre 100 e 400 são considerados filmes médios e os filmes de ASA acima de 400 são considerados filmes rápidos.
- c) A frase esta incorreta. Os filmes com ASA abaixo de 100 são considerados filmes rápidos; os filmes com ASA entre 100 e 400 são considerados filmes médios e os filmes de ASA acima de 400 são considerados filmes lentos.
- d) A frase esta incorreta. Os filmes com ASA acima de 100 são considerados filmes lentos.
- e) Não existe relação entre a ASA e a velocidade dos filmes.

FIGURA 9 - Questões 9 do Pré-teste e do Pós-teste

A questão equivalente, no Pós-teste, teve um número de acertos maior (17 estudantes acertaram a questão). No entanto, ainda permanece pequeno, pois 41 alunos (do total de 58) indicaram outras opções. Como em outros casos, as respostas apresentadas no Pós-teste foram mais elaboradas e complexas, embora equivalentes às aquelas do Pré-teste. Os filmes talvez constituam o objeto de mais difícil entendimento no domínio da fotografia, e as informações disponíveis ao público não especialistas são menos abundantes e esclarecedores. No Pré-teste, seria previsível que os sujeitos apresentassem baixo desempenho. Após as interações com o ambiente Fotograma, no entanto, a assimilação do tópico não superou em muito o resultado anterior. A questão revelou-se difícil, apresentado índice de dificuldade de 0.71 e baixo grau de discriminação, calculado em 0.30.

Dois itens da questão podem ter provocado dúvidas entre os estudantes, as opções **b** (resposta correta) e **c**. As duas opções apresentavam enunciados bastante próximos. A opção **c** apresentava o enunciado inverso em relação à opção **b**. Esta abordagem pode ter se mostrado incomoda para os estudantes, que talvez nem efetuassem uma tentativa de solucionar o problema. As questões que envolvem proporções inversas (neste caso, quando a sensibilidade aumenta a velocidade do filme também aumenta) parecem ser difíceis para a maioria dos sujeitos.

Ao considerarmos as possíveis dificuldades na manipulação de números, devemos também abordar o problema da compreensão dos termos utilizados. Embora a expressão ASA tenha sido tratada dentro do ambiente fotograma, não se pode garantir que ela tenha sido compreendida pelos estudantes. Portanto, é possível supor que um conceito relativamente complexo, como a medida de sensibilidade do filme, não possa ser assimilado em uma única sessão no ambiente de aprendizagem.

Questão 12 do Pré-teste e do Pós-teste

A questão (FIG. 10) abordava a função do diafragma, uma estrutura fundamental na câmera. Sua tarefa é limitar a intensidade da luz que atinge o filme. Apenas quatro estudantes acertaram a questão no Pré-teste. Isto evidencia a dificuldade do item e o baixo grau de conhecimento dos estudantes antes das interações com o ambiente. Certamente muitos dos alunos tinham pouca informação sobre o funcionamento e função deste dispositivo, ou desconheciam completamente sua existência. Além disso, é preciso considerar o entendimento dos sujeitos acerca da expressão “intensidade da

luz”. Provavelmente, muitos estudantes relacionam a palavra “intensidade” com “força” ou potência. A intensidade, no caso do diafragma, refere-se ao diâmetro da coluna de luz que atinge o filme. Este conceito é claramente demonstrado no ambiente Fotograma. Mas provavelmente, não era o modelo aplicado pelos aprendizes. De fato, quanto maior a coluna de luz, maior será a sua intensidade (mais luz atinge o filme).

Pré-teste: Qual é a função do diafragma na câmera?

- a) O diafragma tem a função de focalizar a cena.
- b) O diafragma tem a função de expor o filme à luz durante um determinado e exato período de tempo.
- c) O diafragma tem a função de expor o filme à luz durante um período de tempo indeterminado.
- d) O diafragma tem a função de permitir que o fotógrafo execute o enquadramento da fotografia.
- e) O diafragma tem a função de controlar a intensidade da luz que atinge o filme.

Pós-teste: Identifique a opção que melhor descreve a função do diafragma na câmera?

- a) O diafragma tem a função de auxiliar o fotógrafo a enquadrar a imagem cena para a fotografia.
- b) A principal função do diafragma é controlar a intensidade da luz que atinge o filme. Esse controle é exercido por meio de um conjunto de lamina metálicas que se abrem, formando um orifício que tem o diâmetro determinado pela necessidade de mais ou menos luz.
- c) A principal função do diafragma é controlar a intensidade da luz e o tempo de exposição do filme à luz. Esse controle é exercido por meio de um conjunto de lamina metálicas por uma cortina de tecido, que se abrem de acordo com a necessidade de mais ou menos luz.
- d) A principal função do diafragma é expor o filme à luz durante um determinado e exato período de tempo.
- e) O diafragma não tem a função de expor o filme à luz, mas apenas de indicar para ao fotógrafo as informações necessárias para a regulação do obturador.

FIGURA 10 - Questões 12 do Pré-teste do Pós-teste

As opções **b** e **c** apresentam um enunciado muito próximo da resposta correta (opção **e**). No entanto, estas opções relacionam a função do diafragma a uma variável temporal (controlar o tempo de exposição do filme à luz), o que é uma função do obturador. Esta proximidade dos textos é um fator que impõe dificuldade, mas a presença de uma variável como intervalo de tempo também é um elemento determinante. A duração de um intervalo de tempo não é uma variável bem compreendida pelos estudantes, que podem relacioná-la, erroneamente, à intensidade de uma grandeza. Ao intervalo de tempo não se atribui intensidade mas sim um módulo (uma ou duas horas). Não se pode excluir a possibilidade dos estudantes terem imaginado uma relação de intensidade para o tempo, e então direcionando este raciocínio para o diafragma.

O Pós-teste novamente apresentou opções mais elaboradas, incluindo expressões técnicas mais sofisticadas, todas tratadas pelo ambiente Fotograma. Vinte estudantes indicaram a resposta correta (opção **b**). Nesta opção, foi incluído um elemento novo, uma breve descrição da estrutura do diafragma, que pode ter auxiliado os estudantes na escolha de sua opção. Além disso, foi incluído um segundo conceito, demonstrado no ambiente Fotograma: a idéia de que a intensidade da luz está relacionada a mais luz ou menos luz.

Embora o número de acertos tenha sido superior ao Pré-teste, é importante reiterar o fato de que menos da metade dos estudantes acertaram a questão no Pós-teste (24 estudantes).

Estas três questões nos dão um exemplo de como os aprendizes se saíram nas questões de Pré e Pós-Testes. De modo geral, os estudantes demonstraram ter dificuldade em compreender aqueles termos e elementos que envolvem alguma complexidade numérica. Razões e proporções, com aquelas apresentadas nestas três questões, solicitam alguma inventividade e um certo grau de abstração. Isto é certamente um obstáculo para a maioria dos usuários comuns, que não desejam mais do que obter uma boa fotografia.

Algumas conclusões sobre as questões do Pré e Pós-teste, em relação ao desempenho dos alunos

O desempenho do sujeito em um teste, escolar ou profissional, está intimamente relacionado à importância que ele concede a tarefa. Não se pode esperar que um aluno atue de forma satisfatória em uma avaliação para a qual ele não esteja

motivado. O caso das questões de Pré-teste parece envolver um pouco desta falta de sinergia com o tema. A fotografia é um domínio desconhecido para a maioria das pessoas, em seus níveis mais profundos. No entanto, durante as interações com o ambiente, os sujeitos demonstraram entusiasmo pelo processo. Então, é possível inferir que o baixo desempenho no Pré-teste deva-se à falta de conhecimentos prévios sobre o tema. A elevação dos índices de acerto de um teste para o outro pode ser creditada às interações com o ambiente.

As questões, de modo geral, mostram-se difíceis para os alunos. Não existem muitas oportunidades para que o sujeito possa se instruir sobre o funcionamento de um artefato tecnológico, principalmente no ambiente escolar.

O grau de conhecimento prévio foi determinante na atuação dos estudantes no Pré-teste. Mas também podemos supor que este fator tenha influenciado até mesmo o Pós-teste, pois o nível de entendimento não se torna muito mais elevado em um curto espaço de tempo. O conhecimento de senso comum, formado pelas concepções alternativas dos sujeitos, mantém-se ativo mesmo que o novo conhecimento seja entendido. Se o tempo de permanência dos sujeitos no ambiente foi demasiado curto para que ele pudesse adquirir o conhecimento novo, ele provavelmente reutilizaria idéias anteriores, corretas ou não.

5.2.2 Ocorreu aprendizagem relevante e significativa para os estudantes? Avaliação dos itens e respostas do teste de transferência.

Testar a transferência de conhecimentos é uma das formas mais comuns de se avaliar a aprendizagem. Quase todas as metodologias de ensino baseiam-se na premissa de que o sujeito é capaz de transferir um conhecimento aprendido, de um tópico para outro. Esta habilidade é fundamental no processo de resolução de problemas. Na prática, os professores não ensinam absolutamente tudo que eles querem que os alunos aprendam. Esperasse que os alunos pudessem resgatar aqueles elementos importantes naquele tópico e os apliquem em problemas diferentes.

O teste de transferência de aprendizagem é sugerido por Mayer (1992), como uma forma de mensurar a compreensão dos conceitos que foram apresentados na forma de conhecimento explicativo. Nas questões do pré e Pós-teste, o sujeito aplicava conhecimento declarativo ou memorizado, sem que ele necessitasse explicar sua resposta ou a resolução de um problema prático. O Teste de Transferência oferecia

questões que exigiam interpretação e resolução de problemas, onde algumas condições eram apresentadas (ou imagens), devendo os estudantes aplicar conhecimentos explicativos, apresentados durante as interações com o ambiente Fotograma, de modo a resolverem a questão.

Em minha experiência como professor, tenho observado que a transferência de conhecimento pode sofrer influência de inúmeros fatores. Na prática, é difícil mensurar o quanto um conhecimento oferecido em situação de treinamento (ou de ensino) é realmente aplicado em uma situação de trabalho. Os sujeitos precisam identificar o que é realmente importante para a resolução de um problema. Na maioria das vezes, os conteúdos oferecidos aos alunos não os auxiliam na busca dos pontos mais importantes, isto é, aqueles elementos que são realmente úteis na resolução de uma tarefa. Algumas discussões sobre o tema, (Lacerda, 1994) atentam para as tentativas de se estabelecer formas de indicar para os sujeitos os pontos importantes de um texto.

Neste contexto, podemos nos remeter novamente a Mayer, que propõe avaliar o grau de transferência de aprendizagem para a resolução de problemas por meio de testes de lembrança de *conhecimentos explicativos*. Este tipo de conhecimento pode ser definido como um modelo que descreve o funcionamento de um sistema, em todas as suas relações internas. O sistema apresentado deve ser descrito em seu funcionamento geral, no funcionamento de seus elementos constituintes e como as mudanças de estado de cada componente influenciam o funcionamento do todo. O contrário deste conhecimento seria o conhecimento não explicativo, que inclui informações que não auxiliam o sujeito a compreender o funcionamento daquele sistema. Em um texto didático, livro ou qualquer outro material instrucional, é possível encontrar estes dois tipos de conhecimento. De fato, nada impede que os dois ocorram simultaneamente. A utilização de um ou outro dependerá inteiramente dos objetivos definidos para o material instrucional construído.

Em minha tese, optei por avaliar a aprendizagem significativa e relevante com base no desempenho dos sujeitos no teste de transferência, oferecido ao estudante após as interações com o ambiente Fotograma, uma vez que os testes anteriores avaliaram apenas conhecimento representativo, e não interpretativo.

Foram elaboradas diversas demonstrações em formato de conhecimento explicativo para o ambiente Fotograma, principalmente nos momentos em que era necessário descrever estruturas complexas, como o diafragma e o obturador. Foram ilustradas

não apenas os elementos isolados, mas também a operação em conjunto e as mudanças de estado possíveis.

Os itens do teste de transferência tiveram construção bastante diferente dos anteriores. As situações apresentadas exigiam que os estudantes elaborassem respostas baseadas nas informações explicativas apresentadas no ambiente. Teoricamente, seria de se esperar que estes testes seriam os mais difíceis para os estudantes, se comparados aos testes anteriores. Os problemas oferecidos não foram tratados anteriormente, nem no ambiente Fotograma e nem nas questões de Pré e Pós-teste. Foram oferecidos quatro tipos de questões, totalizando 16 itens.

O primeiro grupo de questões, denominado “QUE OBJETIVA FOI UTILIZADA?” apresentava um conjunto de fotografias, solicitando ao estudante que indicasse o tipo de objetiva que formou a imagem. O aluno então escolhia uma das opções disponíveis, de a até e. Para que se possa determinar a objetiva utilizada para a tomada de uma fotografia, é necessário conhecer o tipo de imagem que é formado por cada uma das objetivas. No caso do ambiente Fotograma, quatro tipos básicos foram descritos: as objetivas normais, as macro objetivas, as grande angulares e as teleobjetivas. No entanto, é necessário disponibilizar mais alguma informação, ou alguma outra dica que possa facilitar a tarefa. A imagem, por si só, diz muito pouco a respeito das características técnicas do equipamento que foi utilizado. Então, uma segunda dica é oferecida na questão: a distância que existia entre a objetiva e a cena fotografada. Este parâmetro facilita a dedução da resposta, uma vez que a própria aparência da imagem elimina algumas possibilidades. Por exemplo, se a fotografia exhibe um objeto de dimensões reduzidas, uma pequena flor, por exemplo, se ela está bastante ampliada, e se a distância indicada for de 30 centímetros, a imagem foi certamente obtida com a ajuda de uma macro objetiva. Nenhuma outra objetiva, combinada a estes fatores, poderia formar uma imagem como a descrita acima. Era este o tipo de raciocínio necessário para se responder a pergunta. E os conhecimentos relevantes para a sua elaboração foram tratados no ambiente Fotograma.

O segundo grupo de questões, chamadas “PREVISÃO DE EVENTOS”, pode ser considerada bem mais difícil que o conjunto anterior. As questões envolvem a necessidade de se fazer previsões sobre qual será o resultado, no caso a fotografia resultante, sob a ação de um determinado conjunto de parâmetros e condições. Cada conjunto de parâmetros é denominado “Configuração”. No enunciado das questões, os

estudantes são informados que as condições propostas não necessariamente resultarão em boas fotografias. Os parâmetros indicados nas questões dividiram-se em dois grupos, os *Ajustes da Câmera* e as *Condições Ambientais*. Nos Ajustes da Câmera, foram informadas a velocidade do obturador, a abertura do diafragma, o tipo de objetiva, a sensibilidade do filme e a intensidade da luz ambiente. As informações relativas às condições ambientais incluíam a luminosidade do ambiente, a hora do dia, e a distância entre a cena e a câmera. Depois de apresentadas as condições técnicas propostas para a fotografia, uma questão, ou objetivo, eram colocados aos estudantes, como por exemplo, “Haverá distorção na imagem resultante?”. Os alunos deveriam então considerar todos os parâmetros apresentados, e fazer previsões relativas à imagem apresentada.

O terceiro e último conjunto de questões do teste de Transferência foi denominado “O JEITO CERTO”. Nestas questões, os alunos foram solicitados a novamente observarem um conjunto de fotografias e, posteriormente, indicarem qual pode ter sido a abertura do diafragma e a velocidade do obturador utilizadas. Estas questões envolviam raciocínios bastante mais abstratos que nas demais perguntas. Para se deduzir o resultado da combinação destes dispositivos, deve-se considerar principalmente a luminosidade visível na fotografia. Se a cena fotografada apresenta uma paisagem ensolarada, com cores fortes e grande profundidade de campo, é provável que a combinação entre os dois dispositivos seja algo em torno de 1/250 para o obturador e abertura 5.6 para o diafragma. Está é, de fato, a única indicação a ser considerada para a dedução da resposta correta. No entanto, ela não constitui uma tarefa simples. O ambiente Fotograma apresentava textos e animações, de natureza explicativa, que demonstrava o funcionamento combinado destes dispositivos. No entanto, se poderia prever alguma dificuldade para os alunos na resolução destas questões.

Observa-se, portanto, que o Teste de Transferência é mais exigente e bastante diferenciado dos testes anteriores. O motivo é que os resultados coletados pretendem captar as mudanças na natureza do conhecimento, em termos de profundidade ou superficialidade, decorrentes das interações com o ambiente Fotograma. Evidentemente, os itens do teste de transferência abrangem apenas uma pequena parcela de todo o domínio de conhecimento tratado pelo ambiente Fotograma, mas não poderia ser diferente. Neste momento, analisaremos algumas questões a título de exemplo, no intuito de ilustrar como as questões foram formatadas, bem como discutir o desempenho dos estudantes no teste. A discussão decorrerá a partir dos valores

encontrados para os índices de dificuldade e discriminação, encontrados para as questões do teste. A TAB. 17 apresenta os índices de discriminação e dificuldade para todas as questões do teste de transferência. A TAB. 18 enumera o número de acertos para as questões que serão analisadas.

TABELA 17

Índices de Dificuldade e Discriminação de questões do Teste de Transferência

Item	Num. Acertos	Erros	% Acertos		Índice Discriminação	Índice Dificuldade
			Superior	Inferior		
1	25	33	0.60	0.29	0.31	0.57
2	33	25	0.80	0.41	0.39	0.43
3	29	29	0.87	0.35	0.51	0.50
4	27	31	0.87	0.35	0.51	0.53
5	18	40	0.40	0.06	0.34	0.69
6	22	36	0.60	0.18	0.42	0.62
7	24	34	0.67	0.18	0.49	0.59
8	26	32	0.67	0.35	0.31	0.55
9	21	37	0.53	0.24	0.30	0.64
10	23	35	0.53	0.24	0.30	0.60
11	26	32	0.53	0.12	0.42	0.55
12	21	37	0.67	0.29	0.37	0.64
13	18	40	0.33	0.29	0.04	0.69
14	21	37	0.53	0.24	0.30	0.64
15	23	35	0.53	0.35	0.18	0.60
16	20	38	0.53	0.18	0.36	0.66

TABELA 18

Dados comparativos do número de acertos nas questões do Teste de Transferência

Resposta/ Questões (resposta correta em negrito)	Número de acertos no Teste Transferência					
	1	2	6	7	12	13
A	7	14	13	10	8	16
B	11	33	15	15	9	5
C	25	5	22	24	21	9
D	13	0	7	6	12	18
E	2	6	1	3	8	10
Índices de Discriminação	0.31	0.39	0.42	0.49	0.37	0.04
Índices de Dificuldade	0.57	0.43	0.62	0.59	0.64	0.69

A TAB. 17 mostra que o número de acertos foi semelhante aos números do Pós-teste, e algo superiores ao pré-teste. Notadamente, pelos índices de discriminação e dificuldade, podemos observar que as questões não se mostraram excessivamente difíceis para os alunos. Talvez possamos atribuir este resultado à própria formatação dos testes, que apresentaram imagens. Este procedimento pode ter sido importante para o entendimento das questões, como auxílio visual para a interpretação dos parâmetros oferecidos. Procederemos então a discussão proposta para as questões.

Discussão acerca das questões do tipo 1: QUE OBJETIVA FOI UTILIZADA?



Distância da câmera ao seu objetivo: 20 centímetros.

- a. Foi usada uma objetiva grande angular.
- b. A objetiva utilizada foi uma normal.
- c. O fotógrafo pode ter utilizado uma zoom ou uma macro.
- d. O fotógrafo somente poderia ter utilizado uma objetiva zoom.
- e. O fotógrafo pode ter utilizado uma grande angular ou uma normal.

FIGURA 11 - Questão 1 do teste de Transferência

Questão 1.

A questão apresentou índice de discriminação 0.31 e índice de dificuldade 0.57. Pode ser considerada como uma questão que ofereceu dificuldade mediana (FIG. 11). É interessante observar como os estudantes se saíram bem nestes testes. A forma mais elaborada e desafiadora das perguntas e o uso de imagens podem ter sido responsáveis por este desempenho superior. Neste item, 25 estudantes indicaram a opção correta (letra **c**, "O fotógrafo pode ter utilizado uma zoom ou uma macro."). O tópico relativo às objetivas parece ter despertado mais a atenção dos estudantes. Na prática, não é fácil perceber, a partir de uma imagem, que tipo de objetiva foi utilizado. Uma objetiva do tipo zoom (de aproximação) pode produzir a mesma imagem que uma objetiva normal, ou até mesmo uma grande angular. Este fato parece ter sido percebido por alguns estudantes, que optaram pela letra **d**, opção que atribui o

resultado da imagem unicamente às objetivas do tipo zoom. As objetivas são estruturas bem mais simples que os demais dispositivos, conseqüentemente, de mais fácil entendimento. Além disso, a única forma de compreender seu funcionamento é observar as imagens resultantes de cada uma. No ambiente Fotograma, o processo deu-se exatamente dessa forma: para cada tipo de objetiva foi exibida uma imagem correspondente. Isto parece ter ajudado os estudantes a relacionarem melhor o objeto à sua função. A letra **b** foi a opção indicada por 11 estudantes, que atribuíram a fotografia a uma objetiva normal. A distancia indicada entre a câmera e o objeto, cerca de 30 centímetros, descarta a possibilidade de uso de uma objetiva do tipo normal, pois esta não apresenta a característica de obter foco em distancias tão curtas. No entanto, o fato da imagem não apresentar distorções pode ter levado os sujeitos a indicar esta opção, que de certo modo, não esta inteiramente incorreta.



Distância da câmera ao seu objetivo: 1 metro.

- a. Foi usada uma objetiva grande angular.
- b. A objetiva utilizada foi uma normal.
- c. O fotógrafo pode ter utilizado uma zoom ou uma macro.
- d. O fotógrafo somente poderia ter utilizado uma objetiva zoom.
- e. O fotógrafo pode ter utilizado uma grande angular ou uma normal.

FIGURA 12 - Questão 2 do teste de Transferência.

Questão 2.

Esta questão obteve índice de discriminação de 0.39 e índice de dificuldade de 0.43, que a caracterizam como bastante discriminadora, e de dificuldade mediana. O número de acertos (33 alunos) foi um dos maiores entre todas as questões. De modo semelhante às questões anteriores, os estudantes puderam reconhecer, a partir da configuração indicada com a imagem, a objetiva utilizada. A imagem transmitia aos estudantes uma noção de normalidade, principalmente pela perspectiva ao nível dos olhos. A escolha mais evidente recaiu sobre a objetiva normal, embora outras objetivas também ofereçam esta mesma imagem.

Uma das opções que atraiu os estudantes foi letra **a** (“Foi usada uma objetiva grande angular”), escolhida por 14 alunos. As objetivas grande-angulares são utilizadas para a obtenção de fotografias em ambientes fechados, com pouco espaço disponível, e isto foi salientado dentro do ambiente Fotograma. Esta proposição foi discutida no tópico sobre objetivas, o que pode ter levado alguns estudantes a associarem imediatamente o uso destas objetivas a qualquer fotografia em áreas fechadas. Estas construções espontâneas são relativamente comuns, principalmente em situações em que o domínio de conhecimento é absolutamente novo para os sujeitos. Os estudantes parecem ter dado mais importância à relação entre a objetiva grande angular e áreas internas, do que na aparência da fotografia. As fotografias obtidas com o uso destas objetivas sempre resultam em distorções da imagem, o que não ocorre nesta fotografia.

Discussão acerca das questões do tipo 2: PREVISÃO DE EVENTOS

Ajustes da câmera	Condições ambientais
<ul style="list-style-type: none"> ▶ CENA: Grupo de pessoas sentadas ao redor de uma mesa; ▶ ABERTURA DO DIAFRAGMA: f 5; ▶ VELOCIDADE DO OBTURADOR: 1/250; ▶ OBJETIVA: Normal. ▶ TIPO DE FILME: Preto e branco. ▶ SENSIBILIDADE DO FILME: ASA 100. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ LUMINOSIDADE: Área aberta com luz do Sol; ▶ HORÁRIO: 17:00 HORAS; ▶ DISTANCIA DA CENA: 10m.
Questões	
<p>6. COM RELAÇÃO À OBJETIVA E ÀS REGULAGENS DE DIAFRAGMA E OBTURADOR:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. O tempo de exposição e a abertura do diafragma deveriam ser, respectivamente, B e f 1.7. b. A abertura do diafragma não será suficiente para as condições ambientais descritas. A velocidade do obturador não tem importância nestas condições. c. <u>O tempo de exposição e a abertura do diafragma são suficientes.</u> d. O filme será exposto na velocidade correta, mas não é possível dizer qual seria a abertura do diafragma adequada. e. O tempo de exposição e a abertura do diafragma estão incorretos, mas os filmes preto e branco não permitem a tomada de fotografias deste tipo. <p>7. HAVERÁ DISTORÇÃO NA IMAGEM RESULTANTE ?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Sim, ocorrerá distorção da imagem pois a objetiva do tipo zoom é a mais indicada para esta situação. b. Sim, haverá distorção pois a objetiva normal forma imagens distorcidas, por captar um ângulo de visão maior que o olho humano. c. <u>Não, a objetiva utilizada não causará distorção, pois as objetivas normais foram projetadas para captar um ângulo de visão semelhante ao olho humano.</u> d. Não é possível responder a esta pergunta, pois não se pode prever que tipo de imagem a objetiva formará. e. A objetiva utilizada não causará distorção, mas as normais foram projetadas para fotografias de objetos muito próximos da câmera (alguns centímetros). Talvez não seja possível focar a imagem. 	

FIGURA 13 – Questão 6 e 7 do Teste de Transferência (tipo: Previsão de Eventos)

Questão 6.

Apesar de exibir um enunciado longo, a questão não oferecia muitas dificuldades, dado que sua configuração era bastante simples. A questão 6 apresentou índice de dificuldade mediano (0.62) e bom índice de discriminação, em 0.42. De fato, a resolução desta questão exigia bastante atenção dos estudantes, dado o grande número de variáveis apresentadas. Os principais obstáculos impostos por esta questão encontravam-se no fato de não ser exibida nenhuma imagem, além de solicitar raciocínios que envolviam o diafragma e o obturador. Vinte e dois alunos acertaram a questão (letra **c**). As letras **a** e **b** também atraíram a atenção dos alunos, com 13 e 15 indicações, respectivamente. No tópico relativo a estes dispositivos, o ambiente Fotograma salientou que, caso exista pouca incidência de luz no ambiente, deve-se utilizar a abertura do tipo B, com duração indeterminada. A indicação da hora de execução da fotografia (17 horas), pode ter remetido os estudantes a indicar a opção **a**. De todo modo, é interessante notar que os alunos conseguiram construir este tipo de relação.

A questão número 7 era bem mais simples. A objetiva normal, por sua própria denominação, denuncia o tipo de imagem que será formada. De fato, o número de acertos foi maior que na questão anterior, 24 ao todo. Os índices de dificuldade foi de 0.59, próximo a questão anterior, mas o índice de discriminação foi mais alto, calculado em 0.49. É interessante o número de sujeitos que optaram pela letra b, 15 ao todo, pois esta opção atribuía à objetiva normal a função de distorcer a imagem. O uso da expressão “ângulo de visão maior que o olho humano” pode ter remetido os estudantes à função mais primitiva e popular das lentes, que é ampliar uma imagem. Neste caso, podemos também imaginar que estes sujeitos ainda mantenham o conceito de que lentes e objetivas são a mesma coisa. As respostas dos estudantes a estas duas questões evidenciam a sua dificuldade em fazer previsões, a partir de um conjunto de dados. Não é uma prática comum nas escolas a adoção de estratégias que motivem os alunos a se engajarem em atividades voltadas a este tipo. A previsão de eventos relativos a um determinado sistema, baseado em estados iniciais, envolve um tipo de abordagem incomum para a maioria das pessoas. No caso dos artefatos tecnológicos, esta prática torna-se a cada dia menos necessária. Devemos também levar em consideração a dificuldade intrínseca aos dois dispositivos abordados.

Discussão acerca das questões do tipo 3: O JEITO CERTO

Observe o conjunto de fotografias abaixo e indique a abertura do diafragma e a velocidade do obturador que provavelmente foi utilizada pelos fotógrafos.

<p>12. FOTOGRAFIA 1</p> <p>a. Diafragma: f 16; Obturador: 1/500</p> <p>b. Diafragma: f 22 Obturador: 1/1000</p> <p>c. <u>Diafragma: f 1; Obturador: 1/30</u></p> <p>d. Diafragma: f4; Obturador: 1/500</p> <p>e. Diafragma: f 16; Obturador: 1/1000</p>	
--	---

FIGURA 14 – Questão 11 do Teste de Transferência (tipo: Jeito Certo)

<p>13. FOTOGRAFIA 2</p> <p>a. Diafragma: f 22; Obturador: 1/1000</p> <p>b. Diafragma: f 1; Obturador: B</p> <p>c. Diafragma: f 1; Obturador: 1/15</p> <p>d. <u>Diafragma: f 5.6; Obturador: 1/250</u></p> <p>e. Diafragma: f 16; Obturador: 1/1000</p>	
---	--

FIGURA 15 – Questão 13 do Teste de Transferência (tipo: Jeito Certo)

Estas questões apresentaram os índices de dificuldade mais altos entre todas as questões analisadas. A primeira fotografia, na questão 12 (com índice de dificuldade 0.64), apresentava uma imagem noturna. As fotografias em ambiente escuros, ou à noite, são sempre problemáticas para os fotógrafos amadores. O ambiente Fotograma, no tópico relativo à regulação do diafragma e do obturador, salientou que fotografias de cenários noturnos podem ser obtidas por meio de exposições mais longas do filme, como por exemplo, na velocidade 1/30. Apenas 21 alunos acertaram a questão. As opções disponíveis foram formatadas de modo a se excluírem mutuamente, pois

apresentavam velocidade do obturador entre 1/500 e 1/1000, muito rápidas para fotos à noite. Mas esta dica não parece ter ajudado os estudantes, evidenciando as dificuldades que tiveram em reconhecer e aplicar conhecimentos relativos à regulação dos dispositivos das câmeras.

A questão 13 ofereceu dificuldades ainda maiores. A questão foi muito pouco discriminadora (0.04), e teve alto índice de dificuldade (0,69). As opções foram construídas de modo semelhante à questão anterior, com itens que se excluía por apresentarem números completamente impróprios. Mas apenas 18 alunos acertaram a questão. É possível que os elementos oferecidos na questão não tenham sido suficientes para que os alunos pudessem deduzir a resposta.

O teste de transferência baseou-se na idéia da transferência de conhecimentos, em um determinado domínio, de um contexto para outro. As questões escolhidas para a análise ilustram bem o desempenho dos estudantes e suas dúvidas mais comuns. Na maioria dos casos, é possível reconhecer um desempenho baixo, mas que não deve ser considerado como insuficiente, dadas as condições em que ocorreram as interações com o ambiente. Provavelmente, os motivos para a ocorrência de notas baixas encontram-se no próprio ambiente Fotograma.

Este teste apresentou questões que utilizaram um vocabulário mais técnico, refletindo os conteúdos apresentados no ambiente Fotograma. As análises do Pré-teste indicaram baixo conhecimento prévio, que certamente influenciou também a atuação dos estudantes no teste de transferência. Uma única sessão no ambiente Fotograma pode não ter sido suficiente para a aquisição de um vocabulário técnico sobre fotografia.

A análise das questões nos auxilia a perceber se os estudantes se engajaram ao processo de exploração do ambiente. Os registros de navegação, no entanto, podem nos ajudar a reconhecer o quanto esta integração ocorreu.

5.2.3 Comportamento de navegação dos estudantes: o que se pode inferir?

Os resultados obtidos da análise estatística das notas e acertos obtidos pelos estudantes indicam a ocorrência de ganhos na compreensão dos conteúdos apresentados pelo ambiente Fotograma. Isto pode significar que os sujeitos, ou parte

deles, realmente se engajaram nas tarefas apresentadas pelo ambiente. A análise pura e simples das respostas, conduzida até aqui pouco contribui para esclarecer se e como os estudantes se envolveram efetivamente com as tarefas a eles propostas. Os registros de navegação dos alunos no ambiente Fotograma podem nos dizer um pouco mais a respeito do significado do desempenho dos estudantes. Esta avaliação estava prevista na metodologia de pesquisa, como um adendo à avaliação da aprendizagem significativa.

Alguns estudos, citados na sessão de revisão de literatura, tentaram elucidar a questão da influência do estilo de navegação do indivíduo na sua aprendizagem. Algumas destas pesquisas relatam a inexistência de correlação positiva e significativa entre a aprendizagem e o estilo de navegação. Estes resultados sugerem que há uma certa dificuldade em se conhecer em que medida os fatores comportamentais podem influenciar a aprendizagem. Principalmente, se levarmos em conta a imprecisão e incerteza comuns a medidas relativas às preferências e valores pessoais. Mas também aponta para a importância de se valorizar estes aspectos, no sentido de se conhecer melhor o papel destes indicadores.

Neste estudo, o comportamento de navegação foi registrado a partir dos acessos feitos pelos estudantes às telas do ambiente Fotograma, nos moldes previstos na metodologia de pesquisa. O modelo implementado, no entanto, sofreu pequenas modificações, dadas a forma e o tipo de dados obtidos das interações entre sujeitos e o ambiente de aprendizagem. Mas não houve prejuízo para o entendimento e avaliação do significado destas variáveis.

O roteiro de navegação adotado pelos estudantes foi registrado em termos das telas visitadas. A cada vez que uma tela era acionada, o seu número era gravado em um banco de dados, acompanhado pela senha pessoal do aluno. Deste modo, obteve-se registros no *número total de telas visitadas* pelos sujeitos, e a *identificação individual de cada tela*, com seu número correspondente. As questões do Pós-teste eram diretamente relacionadas aos conteúdos exibidos nas telas. Portanto, era razoável esperar que aqueles estudantes que não acessaram a tela (ou as telas) correspondente a uma determinada questão poderiam ter menor sucesso em respondê-la corretamente. A correspondência entre as questões do Pós-teste e as telas do ambiente, estão descritas na TAB. 21. Deste modo, torna-se possível a identificação precisa das telas visitadas pelo estudante. Isto possibilitará inferir se existe alguma correlação entre aprendizagem e o roteiro de navegação adotado pelo sujeito. Esta suposição pode, entretanto, nos incorrer a um erro de julgamento, pois a

visita a uma tela não indica que ela foi lida atentamente. Espera-se, portanto, que seja possível inferir a existência, ou não, de correlação entre o conteúdo visto e o desempenho do sujeito.

As TAB. 19 e 20 exibem o efeito do tempo total de navegação no ambiente Fotograma e do número total de telas visitadas sobre alguns indicadores médios de desempenho. O grupo foi dividido em dois, segundo seu desempenho no Pós-teste. A correlação de Pearson entre o escore no Pós-teste e o tempo total de navegação é significativa apenas para o grupo com desempenho superior no Pós-teste. Para o mesmo grupo também é significativa a correlação entre o escore no Pós-teste e o número de eventos. A tabela também exhibe as médias e correlações de uma variável que mede a diferença entre os escores no Pré e Pós-teste, denominada **Ganhopos**.

TABELA 19
Tempo total de navegação e número de eventos I

DESEMPOST = ACIMA					
	MÉDIA	DP	N	Correlação Pearson	Sig (2-tail)
NOTAPOST	5,39	1,69	31	0,525	0,002
TEMPOTOTAL	51,56	22,56	31	0,459	0,009
GANHOPOS	3,40	1,46	31	0,466	0,008
NOTAPOST	5,39	1,69	31	0,442	0,013
EVENTOS	101,26	54,32	31		
GANHOPOS	3,40	1,46	31		

Como ambos os testes consistiam do mesmo número de questões e elas eram muito semelhantes, argumentamos que **Ganhopos** é um indicador da aprendizagem dos estudantes entre o início e o final de sua navegação pelo Fotograma. A média estatística de **Ganhopos** é sensivelmente diferente entre os dois grupos, com o valor 3,40 (DP= 1,46) para o grupo de desempenho superior e 0,44 (DP= 0,89) para o grupo de desempenho inferior no Pós-teste. Note-se que uma vez que vários estudantes obtiveram escore 3,50 no Pós-teste, valor exatamente igual ao da mediana, o número de indivíduos nos dois grupos não é o mesmo, como deveria ser. As correlações entre **Ganhopos** e tempo total de navegação, e entre **Ganhopos** e número de eventos são significativas para o grupo de desempenho superior no Pós-teste.

Para o grupo de desempenho inferior no Pós-teste, nenhuma dessas correlações é significativa. As TAB. 19 e 20 sugerem que, em geral, os estudantes de melhor desempenho no Pós-teste se beneficiam de visitar mais telas e gastar mais tempo navegando pelo ambiente. Não significa que os estudantes que obtiveram desempenho inferior no Pós-teste gastaram menos tempo ou visitaram um número menor de telas. A média do tempo total de navegação é muito próxima entre os dois grupos: 51,56 minutos (DP= 22,56) para o grupo Acima da mediana, e 48,29 minutos (DP= 17,33) para o grupo com escore Abaixo da mediana. Por outro lado, a dispersão é maior no primeiro grupo do que no segundo. A mesma análise foi realizada em termos do tempo médio por evento, mas não produz nenhuma evidência nova.

TABELA 20

Tempo total de navegação e número de eventos II

	DESEMPOST = ABAIXO				
	MÉDIA	DP	N	Correlação Pearson	Sig (2-tail)
NOTAPOST	2,19	0,50	27	0,321	0,103
TEMPOTOTAL	48,29	17,33	27	0,09	0,963
GANHOPOS	0,44	0,89	27	- 0,056	0,781
NOTAPOST	2,19	0,50	27	- 0,222	0,266
EVENTOS	103,11	49,25	27		
GANHOPOS	0,44	0,88	27		

A média do número de eventos para o grupo de indivíduos com desempenho inferior no Pós-teste, é ligeiramente superior à média do grupo de desempenho superior. A inexistência de correlação entre **Ganhopos** e **Tempototal**, e as correlações pequenas, mas negativas entre o número de **Eventos** com **Notapost** e **Ganhopos** sugerem que os alunos do grupo de desempenho inferior adotaram um padrão de navegação exploratória e desatenta, como se estivessem vagando pelo ambiente, mas sem assumir compromissos em aprender.

A navegação dentro do ambiente fotograma não apresentava um roteiro obrigatório. Mas algumas passagens eram essenciais para o entendimento dos tópicos tratados, principalmente aquelas que exibiam os conteúdos diretamente relacionados às questões de Pós-teste e teste de transferência. Denominamos estas telas como *Telas de Referência*.

TABELA 21
Relação entre telas do Fotograma e questões do Pós-teste

Telas	Questão	Tópico da questão
1; 101; 102; 2; 3; 4	Instruções	Instruções de Navegação pelo ambiente
5; 6; 7; 8; 71	1	Seqüência de execução da fotografia
61; 62; 63; 64; 65; 66	2	Procedimentos aplicados aos diversos temas da
8	3	Enquadramento da cena
170, 1701	4	Medida de sensibilidade dos filmes
103	5	Finalidade do visor da câmera
10	6	Principais dispositivos das câmeras
125; 1271; 1621; 1632	7	Função do diafragma
112; 1701; 116	8	Indicar significado dos números relativos ao diafragma e à velocidade do obturador
113	9	Posição do dispositivo de regulação do diafragma
160, 161	10	Localização do mecanismo do diafragma
170	11	Estrutura dos filmes fotográficos
17	12	Velocidade dos filmes
17	13	Relação entre ASA e velocidade dos filmes
18	14	Função do fotômetro
1407	15	Quando utilizar o fotômetro
138	16	Estrutura das objetivas
1302, 1303, 1304, 1305	17	Relação entre tipo e objetiva e a imagem que produz
136; 134	18	Relação entre estrutura e função do obturador
13	19	Relação entre o índice e a velocidade do obturador
13	20	Relação entre tempo e a velocidade do obturador

Deve-se observar que o número de identificação das telas não corresponde ao número total de telas, mas sim a uma seqüência de identificação. A tela de número 1302, por exemplo, indica que esta tela pertencia a um conjunto de telas ligadas à tela 13. O ambiente Fotograma foi composto de cerca de 60 telas, mas apenas 41 delas foram consideradas fundamentais para se responder às questões do Pós-teste. Outras telas do ambiente não foram incluídas na tabela. Com essa tabela podemos verificar

se o número de telas de referências visitadas faz alguma diferença no desempenho dos estudantes no Pós-teste.

Os estudantes que visitaram mais telas tiveram melhor desempenho?

A TAB. 22 exibe os resultados de alguns testes realizados para levantar a extensão das correlações entre o número de telas visitadas, dentre as 41 telas de referência listadas na TAB. 21. Pode parecer que a pergunta já foi respondida, uma vez que apresentamos nas TAB. 19 e 20 os resultados das correlações com o número de eventos do escore no Pós-teste e do ganho deste relativo ao Pré-teste, indicando valores significativos para o grupo Acima. No entanto, o ambiente registrou o número de acionamentos do mouse. Não há relação simples entre o número de eventos e o número de telas visitadas, especialmente se os estudantes adotaram um padrão de navegação exploratório ou se parte deles ficou perdida no ambiente navegando ao acaso.

TABELA 22

Telas visitadas e desempenho no Pós-teste (grupo Médio)

	DESEMPOST = ABAIXO				
	MÉDIA	DP	N	Correlação Pearson	Sig (2-tail)
NOTAPOST	2,19	0,50	27	- 0,152	0,448
TELAS	25,74	6,13	27	- 0,222	0,226
GANHOPOS	0,44	0,89	27		
	DESEMPOST = ACIMA				
NOTAPOST	5,39	1,69	27	0,541	0,002
TELAS	26,03	5,94	27	0,491	0,005
GANHOPOS	3,40	1,46	27		

Novamente, só se verificam correlações significativas no grupo de desempenho superior, do número de telas visitadas com **Notapost** e com **Ganhopos**. Para o grupo de desempenho inferior, ambas as correlações são negativas e não significativas.

Calculamos também a correlação entre o número de eventos e o número de telas visitadas para os dois grupos de desempenho. Em ambos os casos as correlações são estatisticamente significativas ($p < 0,001$) com os valores 0,597 para o grupo Abaixo e

0,687 para o grupo Acima. Estes valores dão confiança de que o uso do número de eventos não distorceu a análise anteriormente apresentada. No entanto, as correlações entre o número de telas visitadas e o tempo total de navegação revelam-se bem diferentes. Para o grupo Acima, o coeficiente de correlação de Pearson vale 0,634 ($p < 0,001$), enquanto que para o grupo Abaixo obtivemos uma correlação extremamente baixa e não significativa, 0,047 ($p=0,817$).

Dois aspectos da TAB. 22 chamam a atenção. Em primeiro lugar, o fato de que os valores médios do número de telas visitadas para os dois grupos de desempenho são muito semelhantes, bem como sua variância. Em segundo lugar, o fato de que o número médio de telas visitadas (26,03 para o grupo Acima e 25,74 para o grupo posicionado Abaixo da mediana do Pós-teste) serem bem menores do que as 41 telas de referência, que abordavam os conteúdos dos itens do Pré-teste e do Pós-teste. Isso explica em parte o desempenho médio relativamente baixo no Pós-teste.

A visita a uma tela particular não garante, de forma alguma, que o conteúdo dela foi atentamente observado ou sequer que ela foi lida. Diversas situações e fatores podem interferir no processo. O sujeito pode ter lido e examinado o conteúdo exibido, mas pode não ter entendido o tópico que era abordado naquela tela particular. De modo semelhante, os sujeitos podem ter apenas examinado superficialmente os textos e animações. A correlação positiva nos diz apenas que existe uma relação fraca entre a visita à tela e a aprendizagem dos tópicos expostos naquelas telas.

É possível, no entanto, afirmar que quem visitou maior número de tela obteve melhor desempenho?

A TAB. 23 mostra que os alunos que se colocaram no grupo superior visitaram um número de telas um pouco superior aos demais. Devemos notar que, o número de telas do ambiente Fotograma era de cerca de 60 telas, e a média de visitas ficou abaixo da metade do número total. Temos elementos suficientes para afirmar que os dois grupos de desempenho, denominados Acima e Abaixo, adotaram comportamentos muito distintos em suas interações com o ambiente de aprendizagem.

TABELA 23

Relação entre as notas no Pós-teste e número médio de visitas às telas

Número de Alunos	Grupo-pós	Média Nota-pós	Media de visitas nas 41 Telas de Referência
15	Superior	7.00	25
26	Medio	4.00	21
17	Inferior	2.00	22

As TAB. 19, 20, 21 e 22 mostram que ocorreu uma tendência, não muito expressiva, para a melhoria das notas na medida em que o número de visitas aumenta. No entanto, muitos estudantes que visitaram poucas telas obtiveram notas próximas do limite superior das notas.

O resultado do teste de transferência

O Teste de transferência, como já discutido brevemente, deve ser considerado de forma diferente do Pós-teste. Suas questões, como aquelas anteriormente discutidas, abordavam os temas da fotografia de modo diverso das questões do Pós-teste. Os sujeitos eram solicitados a fazer previsões, baseados em um conjunto de dados apresentados na pergunta. Apenas os tópicos eram os mesmos do Pós-teste. Como era de se esperar, os escores tendem a ser mais modestos, pois este tipo de tarefa revela-se bastante difícil para estudantes que tenham tido apenas um contato inicial com a fotografia e seu domínio de conhecimento.

O GRAF. 8 apresenta o histograma dos escores obtidos no teste de transferência. A média amostral e o desvio padrão indicam que o desempenho neste teste é inferior ao obtido Pós-teste, como argumentado acima.

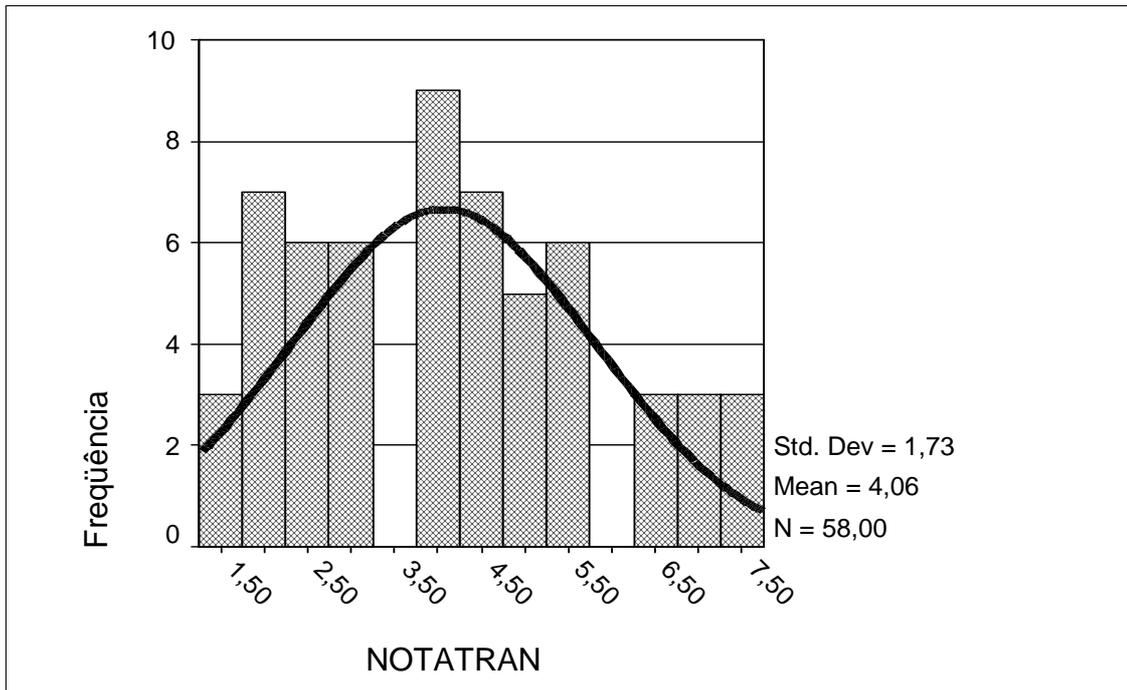


GRÁFICO 8 - Histograma dos Escores no Teste de Transferência

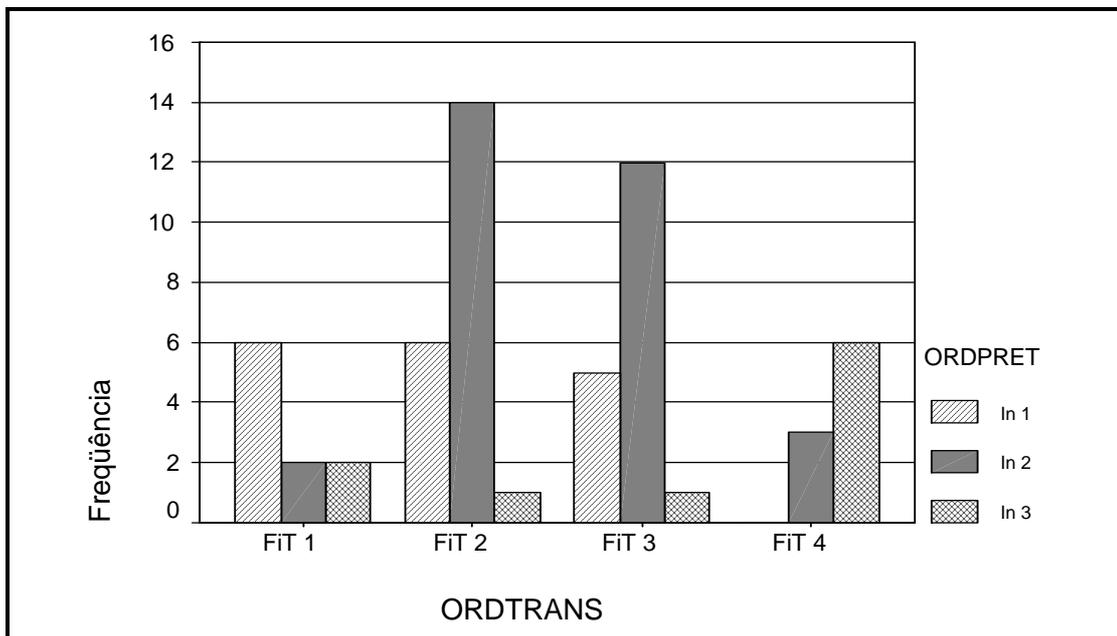


GRÁFICO 9 - Categorias de desempenho no Teste de Transferência

O GRAF. 9 apresenta as frequências de categorias de desempenho no teste de transferência, levando-se em conta o posicionamento inicial dos participantes dentro do grupo. Com relação aos resultados do teste, os estudantes foram ordenados segundo quatro categorias, **FIT 1** a **FIT 4**, correspondentes a desempenho muito fraco

a bom. Nenhum sujeito conseguiu, neste teste, obter resultado muito bom. A categoria In 1 é a de rendimento inferior, In 2 de desempenho médio e In 3 de rendimento superior no Pré-teste. Como observado com relação ao Pós-teste, enquanto se observa um melhor desempenho para a maioria dos estudantes, alguns poucos tiveram desempenho pior relativo ao Pré-teste.

O GRAF. 10 apresenta os mesmos resultados por categorias, independentemente do desempenho no Pré-teste. Percebe-se a predominância de estudantes com desempenho fraco (FIT 2) e regular (FIT 3). O teste de transferência exige o domínio de vários conhecimentos de natureza específica sobre o funcionamento e controle da câmera, e por isso mesmo é mais difícil do que o Pós-teste.

O conhecimento acerca de artefatos tecnológicos pode ser classificado em dois tipos: conhecimentos de senso comum e conhecimentos técnicos sobre o domínio. No caso das câmeras fotográficas, é bastante incomum detectar conhecimentos técnicos entre não especialistas. O principal motivo é que as câmeras modernas são automáticas e atendam às necessidades imediatas dos usuários de bater boas fotos. A questão é que tais conhecimentos não são mais necessários. As câmeras, como artefatos cognitivos, já escondem a maioria de suas peculiaridades funcionais, exigindo do usuário apenas a manipulação de uma interface extremamente simplificada. O surgimento das câmeras digitais levará ao desaparecimento de dispositivos mecânicos, como diafragma e obturador, pois estes equipamentos não fazem uso de filmes.

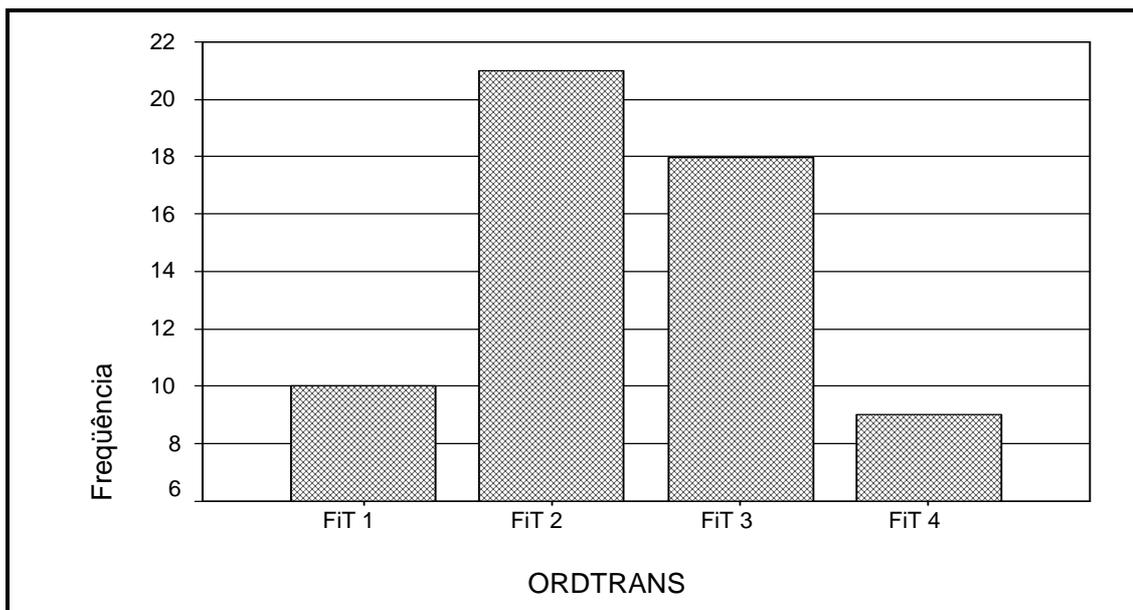


GRÁFICO 10 - Desempenho no Teste de Transferência

TABELA 24
Sumário de Correlações no Teste de Transferência I

DESEMPOST = ACIMA					
	Média	DP	N	Correlação Pearson	Sig (2-tail)
NOTATRANS	4,56	1,69	31	0,849	0,000
NOTAPOST	5,39	1,69	31		
NOTATRANS	4,56	1,69	31	0,541	0,002
TEMPOTOTAL	51,56	22,76	31		
NOTATRANS	4,56	1,69	31	0,501	0,004
TELAS	26,03	5,94	31		
NOTATRANS	4,56	1,69	31	0,422	0,018
EVENTOS	101,26	54,32	31		

A TAB. 24 sumariza os resultados do Teste de Transferência para o grupo de desempenho superior no Pós-teste e várias correlações: entre o escore no Teste de Transferência, indicado por **Notatrans**, e o escore no Pós-teste, entre **Notatrans** e o tempo total de navegação, entre **Notatrans** e o número de telas visitadas, e entre **Notatrans** e o número de eventos. O Teste de Transferência consistiu de 16 questões e o número de acertos foi convertido em escore numa escala de 0 a 10. A média do grupo de desempenho superior no Pós-teste é de 4,56 (DP = 1,69).

A correlação de Pearson entre os escores no Pós-teste e Teste de Transferência é elevada e estatisticamente significativa. Ela indica que o desempenho dos sujeitos no Pós-teste é um bom preditor de seus escores no teste de transferência. O resultado é interessante porque diferentemente do que foi planejado para os testes inicial e ao final da navegação, que usaram questões muito semelhantes, o teste de transferência foi construído com um conjunto de itens que envolviam a aplicação de conhecimento a novas situações para sua solução.

As respostas ao teste de transferência não podiam ser obtidas simplesmente relembando-se definições ou trechos apresentados pelo Fotograma. A elevada correlação com o resultado do Pós-teste é evidência de que não só ocorreu muito boa aprendizagem para uma única sessão de interação com o ambiente de aprendizagem, como a aprendizagem ocorrida é significativa e relevante. Os estudantes pertencentes ao grupo de desempenho superior no Pós-teste conseguiram transferir o que aprenderem para outras situações. Também é significativa, embora indique

correlações mais fracas, as correlações entre **Notatrans** e o número de eventos, com o número de telas visitadas e com o tempo total de navegação.

TABELA 25
Sumário de Correlações no Teste de Transferência II

DESEMPOST = ABAIXO					
	MÉDIA	DP	N	Correlação Pearson	Sig (2-tail)
NOTATRANS	3,50	1,63	27	0,060	0,767
NOTAPOST	2,19	0,50	27		
NOTATRANS	3,50	1,63	27	0,307	0,119
TEMPOTOTAL	48,29	17,33	27		
NOTATRANS	3,50	1,63	27	0,268	0,177
TELAS	25,74	6,13	27		
NOTATRANS	3,50	1,63	27	- 0,0 22	0,913
EVENTOS	103,11	49,25	27		

O quadro é bem diferente com respeito ao grupo de desempenho mais baixo no Pós-teste (TAB. 25). Nenhuma das correlações calculadas é significativa. Para este grupo, nem o escore no Pós-teste, nem o número de telas visitadas ou o número de eventos são bons preditores do desempenho no teste de transferência. O coeficiente de correlação de Pearson entre **Notatrans** e **Notapost** para o grupo todo é ainda muito razoável e significativa, valendo 0,607, mas este valor resulta especialmente do grupo de melhor desempenho no Pós-teste.

Estes resultados corroboram a interpretação anterior de que parte dos participantes não se compromissou e se engajou com as oportunidades de aprendizagem oferecidas pelo ambiente. A amostra desse estudo foi formada por 36 estudantes dos períodos iniciais de um curso superior da área tecnológica e por 22 estudantes do primeiro ano do ensino médio. O estudo não tinha por objetivo examinar diferenças de desempenho em função da escolarização. Mesmo porque o tema abordado pelo ambiente Fotograma não tinha ainda sido estudo como um conteúdo escolar por nenhum dos participantes. Os resultados por escolaridade não indicam quaisquer diferenças dignas de exame mais detalhado.

5.2.4 A opinião dos estudantes acerca das características de navegação encontra correspondência em relação ao desempenho nos testes?

Por fim, procederemos a discussão das opiniões dos alunos sobre as questões relativas às características navegação do ambiente Fotograma. Cinco perguntas solicitavam dos alunos que indicassem, em uma escala do tipo Likert, suas opiniões acerca de aspectos do ambiente. As questões propostas e as respostas apresentadas pelos alunos são descritas na TAB. 26, a seguir. Estas questões procuram responder ao item de minhas questões de pesquisa, sobre a influência da atratividade do ambiente na aprendizagem.

TABELA 26
Questões de Avaliação do Ambiente Fotograma

Opinião/ questão	Concordo Plenamente	Concordo	Sem opinião	Discordo	Discordo Totalmente
Você está conseguindo navegar no curso com facilidade?	45	9	3	1	0
Com relação às cores e posicionamento dos botões e imagens nas telas, você as considera adequadas?	44	11	2	1	0
Os textos explicam o conteúdo de modo suficientemente claro?	41	13	3	1	0
Na sua opinião, as animações que demonstram as explicações estavam satisfatórias?	44	13	0	0	1
Na sua opinião, a localização e descrição da função dos botões de navegação e os botões de interação mostrou-se satisfatória?	44	13	1	0	0

De maneira geral, observa-se que a maioria dos alunos apresentou avaliação favorável acerca das questões propostas. 45 alunos responderam favoravelmente sobre a facilidade de navegação do ambiente. Na verdade, os alunos participantes não tinham nenhuma experiência prévia em fotografia, mas a informática é uma ferramenta comum em seu dia a dia. Navegar pelo ambiente Fotograma era totalmente semelhante a navegar por um site na internet.

Os recursos disponibilizados pelo ambiente Fotograma não conflitavam com a experiência dos alunos. Mas, apesar de afirmarem que a navegação estava satisfatória, nenhum deles visitou todas as telas do ambiente. O mesmo fenômeno acontece para quase todas as opções. As cores e o posicionamento dos botões foram indicados como plenamente satisfatórias por 44 estudantes, mas este é um caso mais simples. Bastaria ao sujeito navegar por algumas telas para que pudesse conhecer todos os tipos de botões e esquemas de cores usados.

Um ponto interessante são as 41 pessoas que concordaram plenamente com a qualidade dos textos explicativos. Estes textos estavam localizados sempre próximos às animações ou imagens, que eles explicavam. Para acessá-los era preciso clicar sobre o botão indicativo de texto. Estes botões foram muito pouco acessados, indicando que poucos alunos realmente leram os textos, mas apenas atentaram para as imagens e animações. Este pode ser um dos fatores responsáveis pelo baixo índice de acertos traduzidos nos escores gerais dos testes. Embora algumas animações e imagens fossem auto-explicativas, a maioria delas carecia de auxílio do texto para serem plenamente compreendidas. É possível que o pouco tempo disponível (o tempo de duas aulas) possa ter contribuído negativamente para o engajamento e mobilização dos alunos para explorarem melhor o aplicativo e seus recursos. De modo geral, as opiniões dos alunos não encontram correspondência nas notas obtidas. Uma possibilidade a ser considerada é a de que os alunos se preocuparam mais em explorar os conteúdos em termos de suas imagens, sem dar total atenção aos textos. A TAB. 27 a seguir relaciona os grupos no Pré-teste E Pós-Teste às suas respectivas avaliações.

TABELA 27

Sumário de avaliação dos estudantes acerca das características de navegação do ambiente Fotograma, por grupos de desempenho, para o Pré-Teste e Pós-Teste

(Continua)

	Grupos/Opções	Pré-Teste					Pós-Teste				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Pergunta 1	Inferior	15	2	0	0	0	12	5	0	1	0
	Médio	19	4	1	0	0	20	3	2	0	0
	Superior	11	3	2	1	0	13	1	1	0	0
	Total	45	9	3	1	0	45	9	3	1	0
Pergunta 2	Inferior	14	3	0	0	0	12	5	0	1	0
	Médio	20	3	1	0	0	20	3	2	0	0
	Superior	10	5	1	1	0	12	3	0	0	0
	Total	44	11	2	1	0	44	11	2	1	0

TABELA 27

Sumário de avaliação dos estudantes acerca das características de navegação do ambiente
Fotograma, por grupos de desempenho, para o Pré-Teste e Pós-Teste

(Conclusão)

	Grupos/Opções	Pré-Teste					Pós-Teste				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Pergunta 3	Inferior	13	4	0	0	0	11	6	0	1	0
	Médio	17	5	2	0	0	18	4	3	0	0
	Superior	11	4	1	1	0	12	3	0	0	0
	Total	41	13	3	1	0	41	13	3	1	0
Pergunta 4	Inferior	12	5	0	0	0	13	4	0	0	1
	Médio	19	5	0	0	0	20	5	0	0	0
	Superior	13	3	0	0	1	11	4	0	0	0
	Total	44	13	0	0	1	44	13	0	0	1
Pergunta 5	Inferior	15	2	0	0	0	13	4	1	0	0
	Médio	18	5	1	0	0	19	6	0	0	0
	Superior	11	6	0	0	0	12	3	0	0	0
	Total	44	13	1	0	0	44	13	1	0	0

A distribuição das avaliações dos alunos, em relação aos grupos de desempenho, confirmam os indícios já apontados sobre o engajamento dos no ambiente Fotograma. A maioria dos alunos opinou favoravelmente, mas esta opinião não coincide com alto desempenho. Em todas as perguntas, o número de estudantes que validaram plenamente o programa, indicando opção 1, situam-se nos grupos inferior e médio.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES E CONTRIBUIÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

6.1 Quais eram os objetivos deste trabalho? Eles foram atingidos?

Esta pesquisa insere-se na ampla literatura produzida nos últimos anos voltada para a busca de uma melhor compreensão acerca das possíveis implicações para a aprendizagem, da utilização dos ambientes informatizados de ensino (artefatos cognitivos) em sala de aula. A maior parte delas investigou a utilização de ambientes informatizados no contexto de aprendizagem formal. O objetivo central de meu trabalho foi investigar em que medida ocorreu aprendizagem sobre um artefato tecnológico particular, a câmera fotográfica, em termos da compreensão das suas estruturas e respectivas funções, baseada na mediação de um ambiente informatizado de ensino e aprendizagem.

Para isto, um grupo de estudantes participou de atividades neste ambiente de aprendizagem que oferecia interatividade, simulações do funcionamento de estruturas de uma câmera e testes de conhecimento. Os pressupostos teóricos adotados encontram-se no domínio do desenho de ambientes de aprendizagem centrados no aprendiz de orientação construtivista, nas idéias sobre artefatos cognitivos, da usabilidade dos ambientes computacionais, das teorias sobre desenvolvimento de ambientes de aprendizagem centrados no aprendiz, e da possibilidade de ocorrência de transferência de aprendizagem entre diferentes tópicos de um mesmo domínio de conhecimento.

Examinada a partir de uma perspectiva histórica, a informática pode ser considerada como um recurso pouco testado, em comparação com aos demais recursos e materiais utilizados em contextos da educação formal. Os estudos que promovem a discussão do tema podem contribuir para a elaboração de caminhos e soluções para

escolas e professores, tendo em vista as dificuldades existentes em avaliar os riscos e possibilidades das novas tecnologias educacionais. Mas, a própria história recente e as pesquisas sugerem que talvez o melhor uso que possamos fazer de ambientes informatizados de aprendizagem seja em ambientes não escolares, tais como locais de trabalho e lazer.

O problema proposto para esta investigação foi estruturado a partir da hipótese de que é possível ao aluno aprender de forma relevante e significativa sobre artefatos tecnológicos, mediado por um ambiente de aprendizagem informatizado. A partir desta hipótese, definimos o “conhecimento relevante e significativo” como aqueles saberes ou habilidades que auxiliam o sujeito na execução de uma tarefa ou compreensão de uma situação de seu interesse pessoal, e que, além disso, possa ser útil na transferência de conhecimento entre situações diferentes. Três questões de pesquisas foram formuladas no intuito de investigar esta hipótese:

- Como deve um ambiente de aprendizagem baseado em hipermídia ser organizado para promover a aprendizagem?
- Um ambiente de aprendizagem baseado em hipermídia pode possibilitar a aprendizagem relevante e significativa sobre artefatos tecnológicos?
- Em que medida fatores como navegabilidade do ambiente, a atratividade da interface, a motivação do aluno para a tarefa podem interferir na aprendizagem significativa e relevante sobre artefatos tecnológicos?

No capítulo 4 desta tese descrevemos a metodologia, as questões de pesquisa e as estratégias que seriam adotadas para obter respostas para as questões de pesquisa. Estas estratégias são reproduzidas a seguir, juntamente com as respostas encontradas.

6.2 Identificar princípios para a organização de ambientes de aprendizagem baseados em hipermídia

Nos capítulos 2 e 3 apresentei uma ampla revisão da literatura sobre artefatos cognitivos, ambientes de aprendizagem baseados em hipermídia e multimídia. Em cada trabalho revisado, buscamos destacar os princípios que orientaram a construção dos ambientes de aprendizagem utilizados. Parte da literatura revista é de natureza

teórica, discutindo concepções de aprendizagem e aprendizagem mediada por recursos informáticos, e parte é de natureza aplicada.

É importante salientar que, embora exista grande número de pesquisas que abordem a informática como material de apoio pedagógico, na prática, outras correntes de pensamento mostram-se visível. Nem sempre os princípios de estruturação destes ambientes, criados e defendidos pelos pesquisadores, se fazem presentes na implementação dos programas. Grande número de ambientes são desenhados sem a intervenção de especialistas em educação, o que torna estes projetos sujeitos à desconfiança das escolas e dos educadores.

Várias diretrizes para o desenho e construção de ambientes de aprendizagem baseados em computador foram identificados e apresentados sob a forma de quatro pilares básicos:

- Bases Psicológicas

Que expressam o fato de que todos os ambientes de aprendizagem refletem, explicita ou implicitamente, as crenças de seus idealizadores sobre como os indivíduos adquirem, organizam e utilizam novos conhecimentos. Isto significa que os ambientes operacionalizam estas bases através das estratégias de desenho e programação que são implementadas.

O ambiente Fotograma foi idealizado como um ambiente construtivista que estimulasse a exploração, procurando respeitar os ritmos, estilos de aprendizagem e preferências individuais. A premissa central para um ambiente de aprendizagem centrado no aprendiz é que ele deve propiciar experiências concretas e pessoalmente relevantes e significativas, às quais o sujeito atribui significado, assimila e acomoda ao seu sistema cognitivo. Assim, eles devem priorizar o papel do aprendiz como construtor de conhecimentos, destacando a importância do contexto no entendimento e a natureza essencial da experiência na aprendizagem.

A questão do posicionamento dos ambientes em um contexto coloca-se como uma importante área de estudos futuros. Muitas áreas de conhecimento ainda não foram devidamente exploradas pela informática, e esperam pela chance de verem novas práticas pedagógicas serem implementadas. Mas é preciso trilhar um cuidadoso caminho, pontuado pela pesquisa sistemática das melhores formas de aplicação e

inovação em cada área. Não se pode permitir que os ambientes imaginados e construídos sejam apenas a mera repetição de materiais didáticos impressos.

- Bases Pedagógicas

As bases pedagógicas dos ambientes de aprendizagem dizem respeito às atividades, métodos e estruturas dos ambientes de aprendizagem. As fundações pedagógicas é que determinam como o ambiente é desenhado e as possibilidades de ação que ele disponibiliza. Juntamente com o modelo psicológico, estas bases sustentam as estratégias e métodos implementados no ambiente e a organização do material que ele apresenta. Tudo isso constitui as bases operacionais para a utilização de diversos métodos e técnicas de desenho visando implementar os métodos e as atividades concebidas.

Abordagens centradas no aprendiz priorizam questões como a liberdade de escolha do usuário, seu controle sobre o ritmo e sobre os conteúdos a serem visitados. O desenho do ambiente deve procurar maximizar estes aspectos, bem como mobilização das capacidades cognitivas do aprendiz. O ambiente Fotograma procurou valorizar a exploração livre de recursos e conteúdos sobre fotografia, apresentando várias simulações de funcionamento de estruturas das câmeras mecânicas.

Os ambientes construtivistas de aprendizagem usualmente estabelecem contextos que estimulam a descoberta, manipulação e investigação. A idéia básica é que o aprendiz deve pensar antes de agir, avaliar o que ele precisa compreender, identificar e executar tarefas e atividades que podem ter resultados produtivos para sua aprendizagem. As bases pedagógicas não são, portanto, apenas métodos derivados do construtivismo, mas princípios ainda que provisórios advindos da pesquisa e teoria, que estabelecessem contextos, recursos e ferramentas para promover a aprendizagem relevante e significativa.

- Bases Tecnológicas

Os recursos tecnológicos determinam o que é possível fazer em termos de desenho e construção de ambientes de aprendizagem, não necessariamente o que é desejável. As tecnologias podem ser diferenciadas pelos sistemas simbólicos que utilizam e suportam, bem como pelas operações que realizam. Os computadores atuais podem

empregar textos impressos, gráficos variados, efeitos sonoros, visuais, táteis, e animação.

A vantagem de sistemas que tiram proveito desses variados recursos é que eles possibilitam o contato do estudante com certos fenômenos que de outra forma ele não poderia ter. Sistemas sofisticados podem apresentar imagens e sons de maneira que não poderíamos experimentar. O Fotograma usa simulações para apresentar fenômenos que ocorrem muito rapidamente de forma mais visualizável. Isso é particularmente importante para auxiliar a aprendizagem de conceitos abstratos. Os recursos tecnológicos podem assim possibilitar desenhos e estratégias até agora não testados. Eles permitem redefinir o que é possível ou viável e estimular novas abordagens ao processo de ensino aprendizagem.

- Bases Pragmáticas

As bases pragmáticas para o desenho e implementação de ambientes de aprendizagem dizem respeito às limitações situacionais existentes. São fatores como recursos materiais, financeiros e humanos disponíveis, que limitam as possibilidades de desenvolvimento e a qualidade do ambiente e das aprendizagens que ele pode promover. Não menos importante é a disponibilidade de tempo, que se manifesta na forma de prazos e datas limites. Estas dificuldades não se manifestam na teoria. É através dessas limitações pragmáticas que a realidade situacional se manifesta. As bases pragmáticas traduzem as razões por que certas abordagens podem ou não ser usadas num ambiente de aprendizagem e podem implicar que ambientes reais exibam uma mistura de modelos pedagógicos.

O principal determinante do aspecto final do ambiente Fotograma foram as limitações e restrições pragmáticas existentes. Ao desenvolvê-lo, tive que tomar uma série de decisões muito cedo e lidar com o fato de que o Fotograma deveria atender aos propósitos de minha pesquisa. Questões de falta de recursos financeiros e de tempo tiveram papel determinante da implementação do ambiente.

Na proposta inicial, que fiz no meu projeto de pesquisa, o ambiente era muito mais amplo do que acabou sendo ao final do trabalho. Somente com a sua construção é que ficou claro que ele ficaria muito extenso, se implementado conforme o projeto original. Isto teve conseqüências em outras etapas da pesquisa, como por exemplo, poucas informações tratáveis sobre a influência da usabilidade e dos estilos de

navegação dos estudantes sobre sua aprendizagem. Os recursos de som, sinalizadores e combinação de texto e áudio que haviam sido cogitados no projeto original tiveram que ser abandonados.

Estes são problemas comuns na implementação de ambientes de aprendizagem. Apesar de minha experiência profissional, que pontuou-se principalmente no desenvolvimento de ambientes de aprendizagem, deparei-me com inúmeros problemas novos, para os quais não conhecia solução imediata. Esta é uma ocorrência comum, que tem origem principalmente na própria dinâmica das mudanças nas tecnologias computacionais. As linguagens de programação sofrem constantes atualizações, que sempre impõem mudanças em seu funcionamento. Mudam as formas de estruturação dos programas, novos paradigmas têm que ser aprendidos. Este é, de fato, um caminho sem volta, e que pode trazer benefícios reais para a educação. A melhoria das linguagens simbólicas abre a possibilidade de que, num futuro próximo, sejam criadas linguagens especialmente voltadas para a criação de ambientes educacionais. Tais modelos de desenvolvimento já existem, mas ainda em estado embrionário.

Nesta perspectiva pragmática, a criação de um novo modelo de participação dos professores deve ser visto como vital para a continuação dos processos de inserção dos computadores em sala de aula. Não apenas como orientadores ou direcionadores das práticas, mas como criadores em potencial, de materiais e ambientes.

A partir da literatura revista e da identificação dos pilares para a construção de ambientes de aprendizagem centrados no aprendiz, chegamos a um conjunto de diretrizes que procuramos adotar tanto quanto possível no desenho e construção do Fotograma. Estas diretrizes funcionam como um referencial prático para o desenho de ambientes de aprendizagem baseados em hipermídia e multimídia centrados no aprendiz. Estes princípios podem ser traduzidos em um conjunto de afirmações curtas que respondem a nossa primeira questão de pesquisa. Os ambientes de aprendizagem que visam promover a aprendizagem autêntica e significativa devem:

- Possibilitar contextos autênticos que reflitam a forma com o conhecimento será usado na vida real.
- Possibilitar atividades autênticas e que respeitem os ritmos próprios de cada aprendiz.
- Possibilitar acesso ao conhecimento especializado sobre a área.

- Possibilitar ferramentas para o modelamento de processos.
- Possibilitar múltiplos papéis e perspectivas.
- Promover a construção colaborativa de conhecimentos.
- Promover a reflexão que possibilite a formação de abstrações, e não apenas o desenvolvimento de entendimentos fortemente situados.
- Promover a articulação que possibilite ao conhecimento tácito do aprendiz se tornar explícito.
- Possibilitar o auxílio e apoio pelo professor em momentos críticos.
- Possibilitar a avaliação autêntica da aprendizagem na realização de tarefas.

6.3 Identificar se a aprendizagem foi relevante e significativa

A aprendizagem significativa e relevante deve se caracterizar pela transferibilidade. A transferibilidade foi conhecida com base nos resultados do teste de transferência.

Nas questões do Teste de *Transferência* foram propostas situações novas, desconhecidas pelo sujeito. As tarefas consistiram de exercícios em que os conhecimentos tratados nas ferramentas de pesquisa anteriores possam ser reaplicados, mas com um deslocamento no foco principal. Como exemplo, os estudantes são solicitados a resolver problemas semelhantes àqueles apresentados no Pré e Pós-teste, mas envolvendo situações não trabalhadas até este momento. Isto exige que ele elabore combinações entre mecanismos e funções que ainda não havia experimentado.

Os escores obtidos pelos estudantes, e analisados por meio de técnicas estatísticas, mostraram haver uma pequena evidência de que houve aprendizagem significativa, para uma parcela dos sujeitos. O vocabulário utilizado no teste de transferência foi bem mais sofisticado e técnico, se comparado ao Pré e Pós-testes. Os estudantes não tiveram muito tempo para se habituarem aos novos termos técnicos apresentados. Os resultados nos itens dos testes que ofereciam imagens mostraram-se ligeiramente superiores aos demais. De fato, as questões o tipo “Previsão de eventos” solicitavam um exercício de imaginação e abstração, dada a falta de imagens de referência.

6.4 Identificar a influência da navegabilidade e atratividade do ambiente

A navegabilidade da interface é um fator que deve ser medido em estreita consonância com o sujeito envolvido. Existem poucos parâmetros que podem referenciar a construção de interfaces, seja em ambientes hipermídia ou em qualquer outro tipo de programa de computador. Alguns fabricantes de programas de autoria indicam modelos básicos de construção de interfaces, mas não os apóiam em teorias que explique sua concepção. Em nosso caso, escolhemos avaliar os julgamentos dos participantes do estudo sobre o ambiente, como um indício da navegabilidade da interface. Para esta finalidade, foram adotadas *Mini Entrevistas*, aplicadas ao final das atividades em cada interface do ambiente hipermídia. Cada participante foi solicitado a emitir suas impressões sobre a interface. As perguntas visavam explorar o modo como o aluno se relacionou com o ambiente. Cinco questões registram as opiniões deles, em formato fechado, que ofereciam respostas do tipo escala de Likert, da concordância máxima dos sujeitos, até a rejeição total ao item. Não se encontrou indícios incontestáveis de que o número de telas visitados possa ser relacionado ao desempenho dos sujeitos. Alunos com desempenho inferior visitaram quase o mesmo número de telas do que os alunos dos grupos de desempenho superior. Além disso, nenhum aluno visitou todas as telas do ambiente, e nenhum deles visitou todas as telas de referência. Este resultado leva à conclusão de que as interfaces continuam a representar um sério problema para o entendimento dos conteúdos dentro dos ambientes de aprendizagem.

6.5 Identificar a influência das interações dos alunos, com o ambiente Fotograma, no desempenho nos testes.

A comparação do desempenho dos estudantes no Pré e Pós-teste pode ser um índice importante para a compreensão do papel dos ambientes informatizados na aprendizagem. Cada uma das questões do Pré e Pós-teste estavam diretamente relacionadas a uma ou mais telas do ambiente fotograma. O desempenho dos sujeitos nestes testes, seja em termos de escores ou de itens respondidos corretamente, pode evidenciar em que medida os conteúdos, textos e animações dentro do aplicativo

foram influentes no resultado final. Além dos escores e acertos, também utilizei o número de cada página visitada durante a sessão, como um indicador do mapa de navegação do sujeito. Se o sujeito visitou poucas telas, ou não visitou as telas equivalentes às questões dos testes, poderíamos esperar que os resultados finais fossem pouco satisfatórios.

Algumas destas colocações de fato se confirmaram. No entanto, a navegação dos estudantes pelo ambiente Fotograma apresentou alguns problemas de registro, que podem ter afetado nossa avaliação dos resultados. O número total de telas, do ambiente Fotograma, eram de aproximadamente 60. No entanto, maioria dos estudantes não visitou mais que 60% destas telas. Isto se deveu, principalmente, ao modelo de livre exploração, adotado para o ambiente, mas este modelo revelou-se problemático para os estudantes. A primeira intenção foi proporcionar aos sujeitos uma certa autonomia na condução do processo de navegação. Esta abordagem poderia permitir os sujeitos aplicassem suas próprias estratégias de aprendizagem, de modo individualizado. No entanto, o processo parece ter sido prejudicado por uma série de fatores. Podemos citar, por exemplo, o pouco conhecimento prévio revelado no Pré-teste. Por não conhecerem o tema, cada tela ou evento tinha significado novo, o que pode ter motivado a navegação desatenta e pouco engajada.

O fato dos estudantes que participaram da pesquisa possuírem pouca ou nenhuma experiência prévia sobre fotografia certamente fez com que eles não pudessem identificar o que era significativamente importante nos conteúdos oferecidos. Todos os estudantes tinham experiência no trato com os computadores, mas isto não foi suficiente para ajudá-los. Aprender a identificar o que é realmente importante em um texto é um processo lento, e às vezes, frustrante. As questões do Pós-Teste estavam diretamente relacionadas às páginas do ambiente fotograma, mas não havia indicações precisas ou marcações nos textos e imagens, para evidenciar os pontos fundamentais. Ao que parece, esta atitude (de procurar mais atentamente pelos pontos mais importantes), não foi adotada pelos estudantes. Não há formas seguras de se garantir que os estudantes se engajem neste processo de busca consciente no ambiente.

A atenção dedicada pelos sujeitos parece ter tido uma relação estreita com a informalidade do processo. As turmas escolhidas para o trabalho de campo tinham conhecimento de que aqueles momentos dedicados ao ambiente Fotograma não teriam validade para efeito de avaliação escolar, caracterizando, portanto, uma certa informalidade na tarefa. Os dados referentes ao número de telas visitadas e a

inconsistência encontrada entre os escores obtidos e a avaliação que os estudantes fizeram sobre o ambiente, indicam o baixo nível de compromisso assumido.

Um fator importante nos resultados das interações entre estudantes e o ambiente Fotograma está relacionado à própria natureza da aprendizagem mediada por computadores. Os sujeitos não estão habituados a aprenderem com o computador, embora conheçam algo sobre ele. Mas poucas pessoas tiveram a chance (ou se propuseram) a se engajar em um curso ou processo de aprendizagem inteiramente viabilizado em meio informatizado.

6.6 Conclusões sobre este trabalho e implicações para a pesquisa em ambientes de aprendizagem: que inferências resultam do processo e o que eu aprendi?

Esta pesquisa implementou um projeto de aprendizagem sobre artefatos tecnológicos, mediada por computadores. Os alunos interagiram com um ambiente, denominado Fotograma, que oferecia conteúdos formatados em termos de imagens, textos e animações.

Como conclusão geral acerca das interações entre os estudantes e o ambiente Fotograma, podemos dizer que a análise dos resultados apresentados sugere que houve aprendizagem significativa e relevante sobre artefatos tecnológicos, para uma parcela dos estudantes testados. Este processo, no entanto, não transcorreu sem percalços, talvez pela complexidade e novidade do processo, para os alunos.

Mas precisamos refletir sobre a forma como se deu esta aprendizagem, para desenharmos propostas que possam abrir janelas para o futuro das pesquisas na área. As abordagens e os processos construídos para esta pesquisa resultaram em uma rica experiência pessoal. Ao término de meu trabalho, aponto para novas questões, vislumbrando possibilidades e intenções diferentes daquelas com as quais iniciei minha pesquisa.

Considero muito enriquecedora a própria experiência de ter planejado e implementado um ambiente de aprendizagem centrado no aprendiz e orientado por diretrizes construtivistas. O ambiente Fotograma não constituía, em si, um objeto de estudo, mas muitos de seus aspectos foram relevantes para os resultados do trabalho. Muitos projetos anteriores a esta pesquisa, os quais projetei e desenvolvi, não puderam ser

pontuados em bases pedagógicas sólidas, por questões que não cabe aqui abordar. Neste trabalho, pude, de fato, avaliar a funcionalidade e a aplicabilidade de muitas idéias que me inquietavam. No entanto, muitas de minhas opiniões e idéias foram abandonadas.

Mas, o que podemos dizer sobre as possíveis implicações, para alunos, professores, escolas e para a pesquisa sobre ambientes de aprendizagem, decorrentes dos resultados deste modesto trabalho.

Desde os meus primeiros projetos voltados para o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem, pareceu-me que os estudantes estariam fadados a serem eternos ouvintes passivos. Como desenvolvedor, minha função era dar forma e funcionalidade a concepções de professores e escolas, que imaginavam o computador como um veículo de repetição de conteúdos. Poucas vezes tive a oportunidade de intervir neste processo.

Em meu projeto de tese, tentei me afastar das concepções que me pareciam anacrônicas, no intuito de proporcionar maior controle aos alunos. Pretendia estabelecer uma forma diferente de contato entre eles e os computadores, para que a aprendizagem pudesse ser a mais significativa e relevante possível. Minhas idéias sobre um ambiente de aprendizagem mais construtivista, que não recriasse uma “máquina de aprender”, revelaram-se, no entanto, quase tão conservadoras quanto aquelas que repudiava.

O desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem é um trabalho difícil, tanto em termos técnicos como em termos conceituais. Tenta-se, de antemão, imaginar quais poderiam ser as situações e ocorrências mais importantes. Mas o erro mais comum, do qual não me eximo, é *o de considerar o computador como um objeto que transformará, por si só, as atitudes dos sujeitos perante o processo de aprendizagem*. O fato de uma aula transcorrer em um computador não a torna mais ou menos atraente. A atenção emprestada pelos sujeitos será a mesma, e todas as suas idiosincrasias se farão presentes. De fato, para uma parte dos alunos, nada mudou. Eles continuaram atuando como ouvintes passivos.

Que caminhos podemos apontar?

Percebo então que, para que possamos apontar novas possibilidades para os alunos, devemos trabalhar no sentido de *incluir-los no processo construção dos ambientes, torná-los mais responsáveis pelo seu próprio processo de aprendizagem*. Esta

perspectiva é um tanto problemática, pois existem poucas ferramentas disponíveis, e poucos professores dispostos e habilitados a conduzir este processo. Mas é exatamente este o ponto crucial da questão: o engajamento no processo é o verdadeiro gerador da aprendizagem. A partir desta visão crítica sobre meu trabalho, percebo que a adoção desta estratégia teria contribuído em muito para a minha pesquisa.

Os currículos formais oferecem pouco espaço para a investigação de fenômenos naturais ou para a exploração de artefatos tecnológicos. Este modelo torna-se mais problemático, posto que os ambientes urbanos estão a cada dia mais permeado por novas tecnologias. Os alunos não existem como aprendizes apenas na escola, eles também são indivíduos que aprendem em sociedade. E experimentam, em seu dia a dia, novos contatos com tecnologias às quais a escola não dá a merecida atenção. Os conhecimentos curriculares são formatados em termos excessivamente conceituais, distanciados dos eventos da vida cotidiana. *A principal contribuição que a informática tem a oferecer, para os estudantes, é a possibilidade de proporcionar um novo modelo de aprendizagem, situado na exploração de artefatos e fenômenos naturais, que na maioria dos casos, ele já conhece, mas não é capaz de compreender.*

Como as escolas e os professores devem se colocar, diante do desafio de inserir o computador nas práticas pedagógicas? Minha experiência como professor me faz repensar as propostas que antes me inundavam os pensamentos. A escola está pronta para realizar esta tarefa? E os professores?

As principais formas de utilização dos computadores como ferramentas pedagógicas ainda são, fundamentalmente, ações passivas. Alunos ouvintes, professores transmissores. Caso seja perpetuado e estendido para a informática, este modelo de ensino pode levar as escolas a perderem a oportunidade de dar aos computadores um destino diferente de outras tecnologias, como a televisão. A televisão foi preconizada como a grande tecnologia educacional, na época de sua popularização. Hoje, após tantos anos transcorridos de sua invenção, a sua aplicação não mais atende ou beneficia o ensino, na proporção que se imaginava. Muitos fatores levaram a esta situação, principalmente a exploração comercial da televisão como forma de entretenimento. Dificilmente a televisão se voltará para a educação, a não ser por algumas ações isoladas. Os computadores são elementos mais controláveis, mas também mais complexos.

E em termos pessoais? O que eu aprendi com meu trabalho? Nos quatro anos em que trabalhei nesta tese, inúmeros foram os obstáculos impostos no processo. Apesar de

minha grande experiência anterior, ligada ao desenvolvimento de sistemas computacionais, muitas dificuldades se impuseram, originadas principalmente da própria natureza do ambiente de aprendizagem.

Não existem padrões ou metodologias confiáveis para o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem. Até mesmo as linguagens de programação, hoje disponíveis, não são perfeitamente adequadas para a tarefa. No entanto, as barreiras impostas ao projeto me motivaram à criação de soluções que antes eu desconhecia. Todos os problemas de natureza técnica foram, de alguma forma, solucionados. No entanto, minhas contestações sobre o uso de tecnologias computacionais na educação foram, de certa forma, ampliadas.

Um dos aspectos que mais se impuseram em meu trabalho dizia respeito à necessidade de se contar com a colaboração de todo o grupo envolvido no processo. Este é um dos fatores determinantes para o sucesso de qualquer projeto de implementação de ambientes ou de atividades educacionais informatizadas. Em meu trabalho, pude contar com a colaboração de muitas pessoas, que me auxiliaram o quanto lhes era possível. Evidentemente, o projeto de um único indivíduo, como era meu caso, não pode mobilizar todo um grupo. Mas no caso de uma instituição inteira, como uma escola, *a atuação em conjunto é fundamental*. Não apenas no sentido da realização de um trabalho em conjunto, mas também no sentido de elaborar documentos que apontem todas as ações em uma única direção, com pensamentos e metas comuns. Se isto não for feito, a escola corre o risco de se desassociar do contexto tecnológico, como se a escola e o computador pertencessem a mundos completamente diferentes.

Que novos direcionamentos podem ser propostos para futuras pesquisas? Um dos aspectos que mais comprometeram a utilização do ambiente Fotograma estava relacionado justamente à extensão dos conteúdos abordados. Em uma primeira análise, anterior ao desenvolvimento do ambiente, parecia viável a inclusão de um certo número de tópicos. No desenvolvimento do projeto piloto, no entanto, o volume de informações inseridas no ambiente mostrou-se excessivo. A compreensão e a navegação pelo ambiente mostrou-se por demais trabalhosa para os participantes, que se perderam nas telas do programa. A versão definitiva do ambiente incluiu a redução dos conteúdos e tópicos abordados. Durante a aplicação do ambiente em campo, pude constatar que mesmo sofrendo alguma redução, o programa apresentou algumas impropriedades.

Na realidade, estamos falando de uma característica que aponto agora como imprescindível para implementação de ambientes de aprendizagem realmente funcionais: *a limitação dos conteúdos a poucos e bem explorados tópicos*. O ambiente Fotograma certamente teria de beneficiado com a adoção de um recorte mais limitado e menos pretensioso. Esta medida poderia acarretar a diminuição do tempo de permanência necessário dos sujeitos em contato com o ambiente. Permitiria também o engajamento mais cuidadoso nas tarefas e nos conteúdos, que poderiam ser revistos e revisados pelos sujeitos.

Na outra ponta do processo, distante da implementação, está o professor, talvez o mais importante, não o mais fraco, elo desta cadeia. Como preparar o professor e permitir que ela seja o mentor desta mudança de paradigmas? Os professores sentem-se, de modo acentuado, subjugados pelas tecnologias que, freqüentemente, não compreendem. Não são raros os casos em que, professores sem preparo e conhecimento técnico, são obrigados a assumir responsabilidades pedagógicas em laboratórios de informática. A introdução da informática no currículo dos alunos ocorre à margem da capacitação do pessoal envolvido. Alunos e professores são levados a um processo de aprendizagem que mais parece uma aventura sem rumo determinado. *A questão do preparo técnico do professor é o fator que irá determinar o sucesso da implementação dos laboratórios nas escolas*. Caso os professores não se sintam motivados pelo processo, não há como exigir a dedicação dos alunos.

O que dizer a respeito do estado atual da tecnologia? A pesquisa em informática para a educação têm muito a ganhar com a adesão dos pesquisadores da área de informática. Na maioria dos casos, os trabalhos desenvolvidos por profissionais com formação em computação tratam de questões ligadas a soluções de problemas técnicos. Dificilmente se sentem motivados a compartilhar seus conhecimentos e a discutirem estratégias que promovam a junção destes domínios de conhecimento. *Um dos objetivos primordiais de meu trabalho era justamente investigar a possibilidade da diminuição das barreiras existentes entre a educação e a informática*. No entanto, percebo agora que estes limites mostram-se mais amplos e sólidos do que eu poderia prever. A informática ainda é uma ciência completamente voltada para si mesma, ainda ocupada na resolução de questões muito particulares, que precisará se submeter aos objetivos da educação, e não o contrário. No presente momento, as tecnologias ainda impõem seu próprio conceito de interatividade, criando até mesmo novos modos de pensar, falar e escrever.

Defendo este ponto de vista com base no preceito mais simples que posso imaginar: a educação é uma ciência bem mais antiga do que a informática. Seus fundamentos já foram discutidos, reformulados e sofrem constantes modificações. Os resultados decorrentes da boa ou má aplicação de políticas educacionais, a longo prazo, já são conhecidos. Este não é o caso da informática. Os computadores podem ser considerados como uma tecnologia nascente. Apenas duas ou três gerações de brasileiros vivenciaram a inserção destas máquinas em nossa sociedade. Os computadores foram inventados há pouco mais de 50 anos, um período que é historicamente insignificante. Ainda é muito cedo para fazermos considerações sobre a influência da informática na sociedade, que começa agora a tomar consciência dos efeitos de sua existência. *Portanto, considero que educação, como ciência, tem muito a oferecer para a informática.* Espero que isto venha a ocorrer em um futuro bastante próximo.

Para finalizar, acredito que consegui atingir a maioria de meus objetivos, que não se limitavam apenas a obter bons resultados nos experimentos com os alunos. O caminho traçado para a construção do ambiente, a condução do experimento com os estudantes e a análise dos dados obtidos de fato me permitiram reconsiderar idéias originais acerca dos ambientes de aprendizagem. Considero esta pesquisa como a porta de entrada para uma outra etapa, na qual pretendo investigar novas formas de proporcionar aprendizagem mais autônoma e construtiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AAAS (1989). **Science for All Americans: Project 2061**. New York: Oxford University Press.
- AGRESTI, A. & FINLAY, B. (1997) **Statistical Methods For The Social Sciences**, Ed. Prentice Hall.
- ANDERSON, J.R. & REDER, L.M. (1979). An elaborative processing explanation of depth of processing, in **L. S. Cermak & F.I.M. Craik, eds., Levels of Processing in Human Memory**. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- AUST, R.; KELLEY, M.; E ROBY, W. (1993). The use of hyper-reference and conventional dictionaries. **Education technology research and development**, 41 (4), pp. 63-73.
- BARAB, A. SASHA; HAY, KENNETH E.; BARNETT, MICHAEL; KEATING, THOMAS (1999). Virtual Solar System Project: Building understanding through model building. **Journal of Research in Science Teaching**.
- BARNEA, N. (1997). The use of computer-based analog models to improve visualization a chemical understanding. **Exploring Models and Modeling in Science and Technology Education**. University of Reading, p. 145-161.
- BECKER, D.; E DWYER, M. (1994). Using hypermedia to provide learner control. **Journal of Education Multimedia and Hypermedia**, 3, pp. 155-172.
- BEVILACQUA, JOYCE DA SILVA. (2002) Introdução da disciplina de cálculo numérico no ambiente WebCT: uma experiência positiva na Escola Politécnica da USP. **The VII International Conference on Engineering and Technology Education**, Santos, Brasil.
- BIGGS, J. B. (1987) Student approaches to learning and studying. **Australian Council for Education Research**. Hawthorn: Victoria.

- BLANCHARD, D. (1990). **A hypertext computer-assisted instruction (CAI) program: Teaching the Disk Operation System (DOS)** to community college students. Tese não publicada, Center for the Advanced of Education, Nova University.
- BOOHAN, Richard (1997) Computer modeling and dynamic processes in science education. **Exploring Models and Modeling in Science and Technology Education**. University of Reading, p.126-144.
- BORGES, Antonio Tarciso (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, V.19, Nº 03, DF-UFSC, Florianópolis:SC.
- BOSSUET, Gerard (1985). **O computador na escola – o sistema Logo**. Ed. Artes Médicas, Porto Alegre.
- BRANSFORD, J., FRANKS, J., VYE, N. & SHERWOOD, R. (1989). New approaches to instruction: Because wisdom can't be told, in **S. Vosniadou & A. Ortony, eds., Similarity and Analogical Reasoning** (pp. 470–497). New York: Cambridge University Press.
- Bransford, J. D., Sherwood, R.D., Hasselbring, T.S., Kinzer, C.K., & Williams, S.M. (1990). Anchored instruction: Why we need it and how technology can help. In D. Nix & R. Spiro (Eds.), **Cognition, education and multimedia: Exploring ideas in high technology** (pp. 115-141). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- BROWN, J.S., COLLINS, A. & DUGUID, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. **Educational Researcher** 18(1): 32–41.
- BUCHWEITZ, Bernardo (2001). Aprendizagem significativa: idéias de estudantes concluintes de curso superior. **Investigações Em Ensino De Ciências**. Vol. 6, n.2. Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.
- BUSH, VANNEVAR (1945). The Atlantic Monthly. **As We May Think**; Volume 176, No. 1; 101-108.
- CARVALHO, L. ORQUIZA DE; VILLANI, A. (1996). Aprendizagem dos Princípios de Conservação em Entrevistas Didáticas. **Investigações em Ensino de Ciências**,

Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, Vol.1, N-1.

Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1991). Technology and the design of generative learning environments. **Educational Technology** 31(5): 34–40.

Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1992). Emerging technologies, ISD, and learning environments: Critical perspectives. **Educational Technology Research and Development**, 40(1): 65–80.

COLE, N. (1990). Conceptions of educational achievement. **Educational Researcher**, 19(3), p. 2-7.

COLLINS, A., BROWN, J.S. & NEWMAN, S. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics, in **L.B. Resnick, ed., Knowing, Learning and Instruction** (pp. 453–494). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

CONCEIÇÃO, Katiani Da. (2001). **Um Protótipo para Resolução de Problemas de Máximos e Mínimos de Funções de Várias Variáveis**. Tese de Mestrado, UFSC, Florianópolis.

COSTA, Jose Alberto L.; CORREIA, Ferrer A.J. (1999). Reações Químicas – Construção de uma aplicação hipermídia. **Atas do Simpósio de Investigação e Desenvolvimento de Software Educativo**. Convento dos Capuchos, Costa de Caparica.

DE JONG, T.; MARTIN, E.; ZAMARRO, J.; ESQUEMBRE, F.; SWAAK, J.; VAN JOOLINGEN, W. R. (1999) The Integration of Computer Simulation and Learning Support: An Example From The Physics Domain of Collision. **Journal of Research in Science Teaching**. Vol. 36, Nº 5, pp 597-615.

DEWEY, J. (1938). **Experience and Education**. New York: Collier Macmillan.

DHILLO, Amarjit Singh (1998). **Individual differences within problem-solving strategies used in physics**. **Science Education**. V. 82, n. 3.

DILLON, ANDREW e GABBARD, RALPH. (1998) Hypermedia As An Education Technology: A Review Of The Quantitative Research Literature On Learner

- Comprehension, Control, An Style. **Review Of Education Research**. vol 68, n.3, pp. 322-349.
- DISESSA, A. & White, B. (1982). **Learning physics from a dynaturtle**. Byte 7: 324.
- EDWARDS, L.D. (1995). The design and analysis of a mathematical microworld. **Journal of Educational Computing Research** 12(1): 77–94.
- ENTWHISTLE, N., ENTWHISTLE, A., & TAIT, H. (1993). Academic understanding and contexts to enhance it: A perspective from research on student learning. In T.M. Duffy, J. Lowyck, & D.H. Jonassen (Eds.), **Designing environments for constructive learning** (pp. 331-357). Heidelberg: Springer-Verlag.
- ENTWISTLE, N e RAMSDEN, P. (1983). **Understanding student learning**. London: Croom Helm.
- FORD, NIGEL; CHEN, SHERRY Y. (2000) Individual Differences, Hypermedia Navigation, and Learning: An Empirical Study. **Journal of Education Multimedia and Hypermedia**, n. 9(4), pp. 281-311.
- GOMES, M.C.A., SILVA, M.J.D. (1995). Avaliação de Programas Educativos de Computador para o Ensino das Ciências da Natureza. **Educação em Ciências da Natureza**, Atas do V Encontro Nacional de Docentes, Escola Superior de Educação de Porto Alegre, pp. 159-164, Porto Alegre.
- GOMES, M. (1994) Um estudo sobre comportamentos de navegação em hiper documentos - Uma abordagem quantitativa. **Atas do 2º Congresso Ibero Americano de Informática na Educação**. Lisboa, Portugal.
- GUBA, E.G. (1990). **The alternative paradigm dialog**, in E. Guba, ed., *The Paradigm Dialog* (pp. 17–27). Newbury Park: Sage.
- HANNA, J. (1986). Learning environment criteria. In R. Ennals, R.Gwyn, & L. Zdravchev (Eds.), **Information technology and education: The changing school**. Chichester, UK: Ellis Horwood.

- HANNAFIN, M.J. (1992). **Emerging technologies, ISD, and learning environments: Critical perspectives.** Educational Technology Research and Development 40(1): 49–63.
- HANNAFIN, R. D. & SCOTT, B. N. (1998). Identifying critical learner traits in a dynamic computer-based geometry program. **Journal of Educational Research**, 92(1), 3-12.
- HAREL, I. & PAPERT, S. (1991). **Software design as a learning environment, in I. Harel & S. Papert, eds.**, Constructionism (pp. 41–84). Norwood, NJ: Ablex.
- HILGARD, E. R. e BOWER, G. H. (1981). **Theories of learning** (5. Ed.) Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- HOFFMAN, J.L., Wu, H.K, Krajcik, J.S. & Soloway, E. (2003). **Nature of middle school learners' content understanding with the use of online resources.** Journal of Research in Science Teaching, Vol 40, No. 3, p. 323-346. Wiley periodicals, Inc.
- HUTCHINS, E. L. (1995). How a cockpit remembers its speed. **Cognitive Science**, 19, pp. 265-288.
- JACOBSON, MICHAEL J. e ARCHODIDOU, ANTHI. (2000). The Design of Hypermedia Tools for Learning: Fostering Conceptual Change and transfer of Complex Scientific. **The Journal of The Learning Science**, 9(2), p.145-199. Lawrence Erlbaum Associates.
- JACOBSON, M. J., MAOURI, C. , MISHRA, P., & KOLAR, C. (1996) Learning with hypertext learning environments: Theory, design, and research. **Journal of Educational Multimedia and Hypermedia**, 5(3/4), 239-281.
- JONASSEN, D. (1991). Objectivism versus constructivism: Do we need a new philosophical paradigm? **Educational Technology Research and Development**, 39: 5–14.
- JONASSEN, D. (1992). What are cognitive tools? in P. Kommers & H. Mandl, eds., Cognitive Tools for Learning. Heidelberg: Springer-Verlag.

- JONASSEN, D. (2000). **Computer as Mindtools for Schools. Engaging Critical Thinking**. Second Edition. Pennsylvania Staté University. Print of Prentice Hall, Columbus, Ohio.
- KIERAS, D. & BOVAIR, S. (1984). The role of mental models in learning to operate a device. **Cognitive Science**, 8, 255-273.
- KLEIMAN , A. (1989). **Texto e leitor: Aspectos cognitivos da leitura**. São Paulo: Pontes.
- LACERDA, CARMEN D. DE F. DE; KOMOSINSKI, LEANDRO J. ; PACHECO, LÚCIA H. M. (1998). **Uma Base Teórica para Construção de Sistemas RBC Educacionais**. Artigo apresentado no RIBIE 98, IV Congresso da Rede Iberoamericana de Informática Educativa, Brasília, Brasil.
- LACERDA, TEREZA MARIA BALTAZAR DE. (1994). Apresentação do texto em documentos educativos: **influência da posição das janelas de texto no espaço da imagem-ecrã hipermídia no acesso e retenção da informação**. Artigo apresentado no II Congresso Ibero Americano de Informática na Educação. Lisboa, Portugal.
- LAND, S. M. & HANNAFIN, M. J. (1996). A conceptual framework for the development of theories-in-action with open-learning environments. **Educational Technology Research and Development**, 44(3): 37–53.
- LAVE, J. & Wenger, E. (1991). **Situatéd Learning: Legitimaté Peripheral Participation**. New York: Cambridge.
- LAVE, J. (1988). **Cognition in practice: Mind, mathematics, and culture in everyday life**. Cambridge: England: Cambridge University Press.
- LECOMPTE, M.D., & PREISSLE, J. (1993). **Ethnography and qualitative design in educational research**. (2nd ed.). San Diego: Academic Press.
- LEVIN, J. & FOX, JAMES A. (2004). **Estatística Para Ciências Humanas**, Ed. Prentice Hall, São Paulo.
- LINN, M. C. & HSI, S. (2000). **Computers, teachers, and peers: Science learning partners**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates

- LITTO, FREDRIC MICHAEL (2000). **Aprendizagem Profunda e Aprendizagem de Superfície**. Publicado no Site *Aprendiz do Futuro*. Disponível na Internet em: http://www.futuro.usp.br/producao_cientifica/artigos/fl_aprendizagem.htm.
- LUCKESI, CIPRIANO C. (2002). **Avaliação da Aprendizagem Escolar**. São Paulo, Cortez Editora.
- MARCHIONINI, G.; e CRANE, G.(1994) Evaluating hypermedia and learning: Methods and results from the Perseus Project. **ACM Transactions on Information Systems**, 12, pp. 5-34.
- MARTON, FERENC & BOOTH, SHIRLEY. O. (2000). Aprendiz e sua experiência de aprendizagem. In **Educação e Desenvolvimento Humano**. David R. Onson e Nancy Torrance. Tradução de Dayse Batista e Daniel Bueno. Porto Alegre: Ed. Artes Médicas., pp. 441 a 466.
- MAUTONE E MAYER (2001). Signaling as a cognitive guide in multimedia learning. **Journal on education psychology**, Vol. 93, nº 2, pp 337-389.
- MAYER, R.E. (1984). **Aids to text comprehension**. Educational Psychologist 19: 30–42.
- MAYER, R.E. (1989). Models for understanding. **Review of Educational Research** 59: 43–64.
- MAYER, RICHARD E. (1992). Knowledge and Thought: Mental Models that suport Scientific Reasoning. In: DUSCHI, RICHARD A. e HAMILTON, RICHARD J.(Ed.). **Philosophy of science, cognitive psychology, and education theory and practice**. New York: State University of New York Press, p.226-243.
- MCKNIGHT, C.; DILLON, A.; RICHARDSON, J.; HARALDSSON, H.; e SPINKS, R. (1992). Information access in different media: An experimental comparision. In E. J. Lovesy (Ed.), **Contemporary Ergonomics** 1992 (pp. 515-519), London:Taylor & Francis.
- MERRILL,M.D., LI, Z.& JONES,M. (1990b). The second generation instructional design research program. Educational Technology 30(3): 26–31.
- MILLER, CRAIG S.; LEHMAN, JILL FAIN & KOEDINGER, KENNETH R. (1999). **Goals and Learning in Microworlds**. Cognitive Science. Vol. 23 (3), pp. 305-336.

- MOLES, ABRAHAM A. (1976). Em busca de uma teoria ecológica da imagem. In Anne-Marie Thibault-Laulan, (Ed.) **Imagem e comunicação**. São Paulo:Edições Melhoramentos; Série Hoje e Amanhã.
- MONAGHAN, M. JAMES; & CLEMENT, JOHN. (1999). Use of a computer simulation to develop mental simulations for understanding relative motion concepts. **International Journal of Science Education**. Vol. 21, nº 9, 921-944.
- MOREIRA, Adelson Fernandes (2003). Práticas de Interpretação em Ambientes de Aprendizagem de Física. **Tese de Doutorado. Faculdade de Educação da UFMG**. Belo Horizonte.
- MOREIRA, Adelson Fernandes; Borges, Oto Neri (2001) **Interpretação de modelos mediada por simulações**. In: Atas do III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, MG. ABRAPEC (1 CD).
- MOREIRA, MARCO A. e MASINI, ELCIE F. SALZANO. (2001). **Aprendizagem Significativa – A teoria de David Ausubel**. São Paulo, Ed. Centauro.
- National Science Teachers' Association (1993). **NSTA Standards for Science Teacher Preparation: An NSTA Position Statement**. Washington, DC: National Science Teachers' Association.
- NORMAN, DONALD A. (1991). Cognitive Artifacts. **Design Interaction – Psychology at the Human-computer Interface**. Editado por John M. Carroll. Cambridge University Press.
- OLIVEIRA, OSVALDO LUIZ DE; BARANAUSKAS, M. CECÍLIA C. (1999). **Interface entendida como um espaço de comunicação**. Atas do HIC'99 – Workshop Sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, Campinas.
- PAPERT, S. (1980). **Mindstorm: Children, computers and powerful ideas**. New York: Basic Books.
- PAPERT, S. (1993). **Mindstorms** (2nd ed.). New York: Basic Books, Inc.

- PEA, R.D., (1993). Practices of distributed intelligence and designs for education, in G. Salomon's, ed., *Distributed Intelligence* (pp. 47–87). New York: Cambridge.
- PEREIRA, ANA PAULA MORALES; SUMMCHEN, KEITHY LIONELLO; BIESDORF, VIVIANE MARIA & SILVEIRA, MILENE SELBACH. (1998). **Mecanismo de auxílio a orientação e navegação em sistemas hipermídia**. Artigo publicado no Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Fortaleza, Ceará.
- PERKINS, D. (1991). Technology meets constructivism: Do they make a marriage? *Educational Technology* 31(5): 18–23.
- PIAGET, J. (1952). **The Origins of Intelligence in Children**. New York: International University Press.
- PITHERS, R. T. (2002). Cognitive Learning Style: A Review of the Field Dependent-Field Independent Approach. **Journal of Vocational Education & Training**, 54, nº. 1.
- PSOTKA, J.; KERST, S.; e WESTERMAN, T. (1993). The use of hypermedia and sensory-level supports for visual learning af aircraft names and shapes. **Behavior Research Methods**, 25, pp. 168-172.
- REEVES, T.C. (1993). Evaluating interactive multimedia. In D.M. Gayeski (Ed.), **Multimedia for learning:Development, application, evaluation** (pp. 97-112). Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- RESNICK, L. (1987). Learning in school and out. **Educational Researcher**, 16(9), 13-20.
- REZENDE, FLÁVIA. (2002). **Navegação hipertextual em um sistema hipermídia de mecânica básica**. Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Águas de Lindóia, São Paulo.
- RIEBER, L. P. (1992). Computer-based microworlds: A bridge between constructivism and direct instruction. **Educational Technology Research and Development**. V. 40(1), 93-106.
- ROTH,W.M.& ROYCHOUDHURY, A. (1993). The development of science process skills in authentic contexts. **Journal in Research in Science Teaching** 30(2): 127–152.

- SALOMON, G. (1986). Information technologies: What you see is not (always) what you get. **Educational Psychologist** 20: 207–216.
- SANDHOLTZ, JUDITH HAYMORE; RINGSTAFF, CATHY & DWYER, DAVID C. (1997). **Ensinando com tecnologia - Criando salas de aula centradas dos estudantes**. Editora Artes Médicas Sul Ltda. São Paulo, p. 148-153.
- SCHÖN, D.A. (1983). **The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action**. New York: Basic Books, Inc.
- SETZER, VALDEMAR W. (1997). Uma Revisão De Argumentos Em Favor do uso de Computadores na Educação Elementar. **Atas do VIII Sbie, São José Dos Campos**, Nov.
- TOBIN, K. & DAWSON, G. (1992). Constraints to curriculum reform: Teachers and the myths of schooling. **Educational Technology Research and Development** 40(1): 81–92.
- TOBIN, K. & MCROBBIE, C. (1996). Cultural myths as constraints to the enacted science curriculum. **Science Education**, 80, p. 223-241.
- VAN DER BERG, S. e WATT, J. (1991). Effects of education setting on student responses to structured hypertext. **Journal of Computer-Based Instruction**, 18(4), 118-124.
- VIANNA, HERALDO MARELIN. (1973). **Testes em educação**. Editora Ibrasa/MEC, São Paulo,
- VYGOTSKY, L. (1978). **Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes**. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- YOUNG, M. (1993). Instructional design for situated learning. **Educational Technology Research and Development** 41(1): 43–58.
- ZANCHET, BEATRIZ M. B. ATRIB. (2001). Desenvolvimento de processos algébricos na perspectiva de uma aprendizagem significativa. **Cadernos de Educação**. UFPel, Pelotas (17):125-145.

ANEXOS

ANEXO I - Questões de Pré-Teste

- 1) **Indique a opção que lhe parece indicar a seqüência fundamental para a execução de uma fotografia.**
 - a. Enquadrar a imagem, escolher o tema, colocar o filme, bater a foto.
 - b. Colocar filme, enquadrar a fotografia, escolher o tema, bater a foto.
 - c. Escolher o tema,colocar o filme na câmera , enquadrar a cena no visor, e finalmente, bater a foto.
 - d. Não é necessário enquadrar a imagem, apenas colocar o filme e bater a foto.
 - e. A escolha do tema não terá nenhuma influência sobre o enquadramento, mas apenas sobre o tipo de filme a ser utilizado.

- 2) **Sobre o tratamento dado aos diversos temas possíveis para a execução de fotografias, é possível dizer que:**
 - a. Os diferentes temas pedem tratamentos de composição, técnica e enquadramentos individuais, mas apenas para os filmes em preto e branco.
 - b. Não devem existir diferenças no tratamento dos diferentes temas abordados pelo fotógrafo.
 - c. Não se deve dar atenção aos temas, mas apenas aos tipos de filme.
 - d. Os diferentes temas pedem tratamentos de composição, técnica e enquadramentos individuais.
 - e. Não é possível dar tratamento diferenciado aos temas.

- 3) **Como você definiria “enquadramento da imagem”?**
 - a. Enquadramento da imagem significa identificar a área da cena que será o foco de interesse da fotografia.
 - b. Enquadramento da imagem significa identificar o fabricante do filme.
 - c. Enquadramento da imagem significa identificar a cor do filme.

- d. Enquadramento da imagem significa medir a distância da imagem em relação à câmera.
- e. O enquadramento da imagem não se aplica a todos os filmes, mas apenas aos filmes preto e branco.

4) Em relação aos filmes, é possível afirmar que:

- a. Todos os filmes têm a mesma sensibilidade à luz, mas eles podem ser em preto-e-branco ou coloridos.
- b. Existem filmes com diversos graus de sensibilidade para a luz, tanto para os preto-e-branco quanto para os coloridos.
- c. Todos os filmes têm a mesma sensibilidade à luz, variando apenas o formato do filme.
- d. Os filmes coloridos são menos sensíveis à luz que os filmes em preto-e-branco.
- e. O fotógrafo é quem determina a sensibilidade do filme.

5) Indique a opção que apresenta, na sua opinião, a lista mais completa das partes fundamentais de uma câmera (apenas da câmera).

- a. O compartimento do filme, o rebobinador e a objetiva.
- b. O compartimento do filme, o visor e a pilha do flash.
- c. A lente, o tripé da câmera, a pilha do flash, o flash, e o conector do flash.
- d. O compartimento do filme, o visor, o rebobinador, a objetiva, o disparador, o conector do flash, a alavanca de rolagem.
- e. O fotômetro de mão, o tripé da câmera, o rebobinador automático do filme, o visor, as lentes e o disparador.

6) Qual é a função do visor da câmera.

- a. Visor da câmera tem a função de permitir que o fotógrafo enquadre a imagem.
- b. Visor da câmera tem a função de indicar para o fotógrafo o tipo de obturador disponível.
- c. O visor tem a função de permitir que o fotógrafo conheça a distância entre ele e a cena a ser fotografada.
- d. Visor da câmera não exerce nenhuma função importante na tomada da foto.

- e. Visor da câmera não exerce nenhuma função importante na tomada da foto, além do que, a maioria das câmeras nem possuem visor.

7) Indique a opção que melhor descreva a estrutura dos filmes.

- a. Os filmes fotográficos são compostos de camadas de material plástico, onde são fixadas as emulsões fotográficas, geralmente sais de prata. Mas os filmes somente se tornam sensíveis durante a exposição à luz.
- b. Os filmes fotográficos são compostos de camadas de metal, onde são fixadas as emulsões fotográficas, geralmente sais de prata.
- c. Os filmes não possuem material sensível à luz. Na verdade, esta função (registrar a imagem) pertence ao diafragma.
- d. Os filmes são feitos de material plástico, onde são fixadas emulsões fotográficas, sensíveis à luz.
- e. Os filmes fotográficos são compostos de camadas de material plástico, mas a maioria deles não possui emulsões fotográficas.

8) O índice conhecido como ASA indica:

- a. A velocidade do obturador.
- b. A cor do filme.
- c. A sensibilidade do filme à luz.
- d. O fabricante do filme.
- e. Quantas fotografias já foram executadas.

9) Ainda sobre a ASA, podemos afirmar que:

- a. Os filmes com ASA abaixo de 100 são considerados filmes rápidos.
- b. Os filmes com ASA entre 100 e 400 são considerados filmes médios.
- c. Os filmes com ASA acima de 100 são considerados filmes lentos.
- d. Os filmes com ASA 400 são considerados filme lentos.
- e. Não existe relação entre a ASA e a velocidade dos filmes.

10) A função do fotômetro é:

- a. Indicar para o fotógrafo o número de exposições existentes naquele filme?
- b. Indicar para o fotógrafo se o filme é preto e branco?
- c. Indicar para o fotógrafo o número de cores que aparecerão no filme?
- d. Indicar para o fotógrafo a velocidade do obturador e a abertura do diafragma necessárias para aquela fotografia?

- e. Indicar para o fotógrafo se a imagem ficará no foco correto.

11) Em que situações o fotômetro deve ser utilizado?

- a. Apenas quando o fotógrafo tem dúvidas sobre a intensidade da luz no ambiente.
- b. Apenas quando o filme utilizado for preto e branco.
- c. O fotômetro deve ser utilizado pelo fotógrafo somente quando o ambiente for fechado.
- d. O fotômetro deve ser utilizado pelos fotógrafos amadores, que não sabem ainda determinar a intensidade da luz sem a ajuda de instrumentos ópticos.
- e. O fotômetro sempre deve ser utilizado pelos fotógrafos, amadores ou profissionais, pois nossa visão não é capaz de determinar a intensidade da luz sem a ajuda de instrumentos ópticos.

12) Qual é a função do diafragma na câmera?

- a. O diafragma tem a função de focalizar a cena.
- b. O diafragma tem a função de expor o filme à luz durante um determinado e exato período de tempo.
- c. O diafragma tem a função de bloquear a passagem da luz até o filme.
- d. O diafragma tem a função de permitir que o fotógrafo execute o enquadramento da fotografia.
- e. O diafragma tem a função de controlar a intensidade da luz que atinge o filme.

13) Indique a opção que melhor descreve como os fotômetros devem ser utilizados.

- a. Para utilizar o fotômetro, o fotógrafo deve aproximá-lo da câmera, bem distante da cena, para que conheça a intensidade da luz na câmera.
- b. Para utilizar o fotômetro, o fotógrafo deve aproximá-lo da cena a ser fotografada, para que conheça a intensidade da luz que é refletida pelos objetos da cena.
- c. Raramente é necessário medir a intensidade da luz no ambiente. Portanto, o fotômetro somente deve ser utilizado em casos extremos.

- d. Para utilizar o fotômetro, o fotógrafo colocar o fotômetro atrás da câmera, para que o fotógrafo conheça a intensidade da luz que chega até seus olhos.
- e. Não existe maneira correta de se utilizar o fotômetro.

14) O número f4, referente ao diafragma, expressa:

- a. A sensibilidade do filme.
- b. A distância entre o diafragma e o filme.
- c. O tempo durante o qual o diafragma ficará aberto.
- d. O diâmetro do círculo de abertura do diafragma.
- e. O tamanho da janela que será aberta pelo obturador.

15) Onde se localiza o mecanismo do diafragma na câmera?

- a. No visor da câmera.
- b. Dentro do filme.
- c. Próximo ao filme.
- d. No disparador da câmera.
- e. No corpo da objetiva.

16) Onde se localiza o dispositivo de regulagem do diafragma?

- a. No compartimento do filme.
- b. No corpo da câmera, geralmente na parte superior.
- c. Não existe dispositivo de regulagem do obturador. Ele é regulado automaticamente, em todas as câmeras.
- d. No fotômetro.
- e. No corpo da objetiva.

17) Qual é a função do obturador na câmera?

- a. O obturador tem a função de controlar a intensidade da luz que atinge o filme.
- b. O obturador tem a função de controlar o foco da imagem.
- c. O obturador tem a função de indicar para a câmera a sensibilidade do filme à luz.
- d. O obturador tem a função de controlar o tempo de exposição do filme à luz.
- e. O obturador tem a função de controlar a umidade do ar dentro da câmera.

18) Onde se localiza o mecanismo obturador na câmera?

- a. No corpo da objetiva.
- b. No corpo da câmera, mas atrás do filme.
- c. No corpo da câmera, na frente do filme.
- d. Dentro do cilindro do filme.
- e. Junto ao flash.

19) O número 1/250, referente ao obturador, significa:

- a. Que o obturador ficará aberto por 250 segundos.
- b. Que o obturador ficará aberto por mais de 250 segundos.
- c. Que o obturador ficará aberto por menos de 250 segundos.
- d. Que o obturador ficará aberto por 250 avos de segundo.
- e. Este número não se refere a uma regulação do obturador.

20) Onde se localiza o dispositivo de regulação do obturador:

- a. No próprio obturador.
- b. No corpo da câmera, geralmente na parte superior.
- c. Na objetiva.
- d. No diafragma.
- e. Não existe dispositivo de regulação do obturador. Ele é regulado automaticamente.

21) Levando em consideração a relação entre o índice velocidade do obturador e o seu significado, podemos dizer que:

- a. Não existe tal relação.
- b. Quanto maior este número, maior será o tempo em que o obturador ficará aberto.
- c. Esta relação existe apenas para filmes em preto e branco.
- d. Quanto menor este número, menor será o tempo em que o obturador ficará aberto.
- e. Quanto maior este número, menor será o tempo em que o obturador ficará aberto.

22) Com relação às objetivas, indique a resposta correta.

- a. Lentes e objetivas são sinônimos.
- b. As lentes são formadas por um conjunto de objetivas
- c. As objetivas são formadas por um conjunto de lentes.
- d. As objetivas são formadas por uma película plástica sensível luz, na qual a imagem fica gravada.
- e. As objetivas têm a mesma função dos filme, ou seja, registrar as imagens e fixá-las de modo que não desapareça.

23) Com relação às imagens produzidas pelas objetivas, podemos afirmar que:

- a. As objetivas produzem imagens diferentes, pois cada uma delas é construída com elementos ópticos (que seriam as lentes e anéis) distintos.
- b. Todas as objetivas produzem imagens idênticas, mas em cores diferentes.
- c. As objetivas não têm nenhum papel na formação das imagens.
- d. As características das imagens produzidas pelas objetivas dependerá apenas do tipo de filme utilizado.
- e. Não é possível prever o tipo de imagem que uma objetiva formará.

24) Com relação aos tipos de objetivas, indique a resposta correta.

- a. As objetivas grande angulares são utilizadas freqüentemente para fotografias de paisagens e ambientes fechados, pois cobrem um ângulo de visão maior que o olho humano e podem captar uma grande área de imagem, mas causam deformação nas imagens.
- b. As objetivas do tipo normal são utilizadas freqüentemente para fotografias de paisagens e ambientes fechados, pois cobre um ângulo de visão maior que o olho humano e podem captar uma grande área de imagem, mas causam deformação nas imagens.
- c. As objetivas normais são aquelas que ampliam grandemente objetos distantes, oferecendo uma profundidade de campo bastante ampla.
- d. As objetivas do tipo zoom são utilizadas freqüentemente para fotografias de objetos pequenos, pois ampliam a imagem e permitem a focalização de objetos muito próximos ao fotógrafo.
- e. As objetivas macro são aquelas que ampliam grandemente objetos distantes, oferecendo uma profundidade de campo bastante ampla.

ANEXOS II - Questões do pós-teste

1. Indique a opção que apresenta a seqüência mais completa e coerente de procedimentos para a execução de uma fotografia.

- a. Enquadrar a imagem, escolher o tema, fotometrar a imagem, colocar o filme, trocar a objetiva, e bater a foto.
- b. Colocar filme, enquadrar a fotografia, escolher o tema, bater a foto.
- c. Basta colocar o filme e bater a foto.
- d. A escolha do tema não terá nenhuma influência sobre o enquadramento, mas apenas sobre o tipo de filme a ser utilizado.
- e. Escolher o tema, colocar o filme câmera , fotometrar a imagem, regular o obturador, regular o diafragma, enquadrar a cena no visor, encontrar o foco e, finalmente, bater a foto.

2. Em relação aos métodos e procedimentos aplicados aos diversos temas fotográficos, podemos afirmar que:

- a. Os diferentes temas pedem tratamentos de composição, técnica e enquadramentos individuais, para todos os tipos de filmes e câmeras.
- b. Existem diferenças apenas para as fotografias com animais.
- c. Não se deve dar atenção aos temas, mas apenas aos tipos de filme.
- d. Os diferentes temas não pedem tratamentos de composição, técnica e enquadramentos individuais. Não existem diferenças entre os procedimentos aconselháveis para o fotógrafo ao fotografar paisagens pessoas ou animais.
- e. Não é possível dar tratamento diferenciado aos temas.

3. O enquadramento da imagem pode ser definido como:

- a. O processo de enquadramento da imagem pode ser executado aplicando-se os mesmos procedimentos de colocação do filme
- b. Enquadramento da imagem significa identificar a sensibilidade do filme e regular a câmera de acordo com a abertura do diafragma e a velocidade do obturador corretas.
- c. Enquadramento da imagem significa definir a área da cena que será o objeto de interesse do fotógrafo. O enquadramento sofrera influência do tema a ser fotografado.

- d. Enquadramento da imagem significa medir a distância da imagem em relação à câmera.
- e. O enquadramento da imagem não se aplica a todos os filmes, mas apenas aos filmes preto e branco.

4. Em relação à medida de sensibilidade dos filmes, podemos afirmar que:

- a. A sensibilidade do filme é um atributo bastante flexível, que pode ser determinado pelo fotógrafo no momento da tomada da fotografia. O filme terá a sensibilidade que o fotógrafo escolher.
- b. Todos os filmes têm a mesma sensibilidade à luz, variando apenas a qualidade dos filmes.
- c. O formato do filme é, na realidade, o atributo que determina a sensibilidade do filme. Cada formato de filme tem uma sensibilidade particular.
- d. Existem filmes com diversos graus de sensibilidade para a luz, tanto para os preto-e-branco quanto para os coloridos. Esta sensibilidade é determinada por características físico-químicas das emulsões fotossensíveis presentes na película.
- e. Os filmes coloridos são menos sensíveis à luz que os filmes em preto-e-branco.

5. Indique a opção que melhor explica a principal finalidade do visor da câmera:

- a. Visor da câmera tem a função de indicar para o fotógrafo o tipo de obturador disponível, bem como indicar a abertura do diafragma necessária.
- b. O visor tem a função de permitir que o fotógrafo conheça a distância entre ele a objetiva e o obturador. A partir desta informação ele poderá determinar a velocidade do obturador e a abertura do diafragma necessárias para a tomada da imagem.
- c. Visor da câmera não exerce nenhuma função importante na tomada da fotografia.
- d. A principal finalidade do visor da câmera é permitir que o fotógrafo componha o enquadramento da imagem, delimitando assim o tema que esta sendo focado.
- e. Visor da câmera não exerce nenhuma função importante na tomada da fotografia, e além disso, nem todas as câmeras possuem visor.

6. Leia a lista abaixo.

- O regulador do diafragma.
- O regulador do obturador.
- O disparador.
- O fotômetro de mão.
- O filme.
- O compartimento do filme.
- O visor, o rebobinador.
- A objetiva.
- O conector do flash.
- A alavanca de rolagem.
- O tripé da câmera.

Observe as afirmativas abaixo e indique a que lhe parece correta.

- a. A lista acima enumera todos os dispositivos fundamentais das câmeras fotográficas mecânicas, ou seja, que estão presentes no corpo principal da câmera. O único item que não deveria fazer parte desta lista é o tripé da câmera.
- b. A lista acima não enumera todos os dispositivos fundamentais das câmeras fotográficas mecânicas, ou seja, que estão presentes no corpo principal da câmera. Faltam ainda nesta lista os produtos químicos de revelação do filme.
- c. A lista esta absolutamente correta. Estão enumerados todos os dispositivos fundamentais das câmeras fotográficas mecânicas, ou seja, que estão presentes no corpo principal da câmera.
- d. A lista acima enumera todos os dispositivos fundamentais das câmeras fotográficas mecânicas, ou seja, que estão presentes no corpo principal da câmera. No entanto, dois itens não deveriam estar na lista: o filme e o tripé da câmera. Na verdade, estes são dois elementos que não fazem parte integrante do corpo da câmera.
- e. A lista acima não enumera todos os dispositivos fundamentais das câmeras fotográficas mecânicas, ou seja, que estão presentes no corpo principal da câmera. No entanto, dois itens não deveriam estar na lista: o compartimento do filme e a objetiva.

7. Leia a frase abaixo:

“Todos os filmes fotográficos possuem um certo grau de sensibilidade, conhecido como Velocidade do Filme. Esta velocidade pode assumir valores que vão dos filmes mais lentos, de velocidade em torno de 25, até os filmes rápidos, que atingem velocidade em torno de 800.”

Agora, indique a opção correta.

- a. A frase esta totalmente correta. Realmente, a sensibilidade dos filmes é indicada por sua velocidade.
- b. A frase esta incorreta. Na verdade, a sensibilidade dos filmes é indicada pelo seu tamanho.
- c. A frase esta incorreta. A sensibilidade dos filmes é indicada por um número denominado ASA. A ASA dos filmes pode variar entre valores que vão de 25 ate cerca de 1000.
- d. A frase esta incorreta. A sensibilidade dos filmes é indicada por um número denominado ASA. Seus valores mais comuns são $f/1$, $f/1.4$, $f/2$, $f/2.8$, $f/4$, $f/5.6$, $f/8$, $f/11$, $f/16$ e $f/22$.
- e. A frase esta incorreta. Na verdade, a sensibilidade dos filmes é indicada pela cor do filme.

8. Os número f 5.6 e 1/250, indicam, respectivamente:

- a. A sensibilidade do filme e a abertura do diafragma.
- b. A abertura do diafragma e a velocidade do obturador.
- c. A distância entre o filme e a objetiva, e o número de fotografias disponíveis no rolo de filme.
- d. O tempo durante o qual o diafragma ficará aberto, e a abertura do obturador.
- e. O tamanho da janela que será aberta pelo obturador e a abertura do diafragma.

9. Leia a frase abaixo:

“ Os filmes com ASA abaixo de 100 são considerados filmes lentos. Os filmes com ASA entre 100 e 400 são considerados filmes rápidos. Os filmes de ASA acima de 400 são considerados filmes de media velocidade.”

- a. A frase esta correta, e não existe nenhuma correção a ser feita.
- b. A frase esta incorreta. Os filmes com ASA abaixo de 100 são considerados filmes lentos; os filmes com ASA entre 100 e 400 são considerados filmes médios e os filmes de ASA acima de 400 são considerados filmes rápidos.
- c. A frase esta incorreta. Os filmes com ASA abaixo de 100 são considerados filmes rápidos; os filmes com ASA entre 100 e 400 são considerados filmes médios e os filmes de ASA acima de 400 são considerados filmes lentos.
- d. A frase esta incorreta. Os filmes com ASA acima de 100 são considerados filmes lentos.
- e. Não existe relação entre a ASA e a velocidade dos filmes.

10. O mecanismo do diafragma está localizado:

- a. No corpo da objetiva, junto ao conjunto de lentes?
- b. No fotômetro?
- c. No disparador da câmera?
- d. Próximo ao filme?
- e. Junto ao disparador da câmera?

11. Indique a opção que melhor descreve a estrutura dos filmes fotográficos:

- a. “Os filmes fotográficos são compostos de camadas de material plástico, transparente e dotado de certa flexibilidade. Numa das faces, fixada por meio de um adesivo, está a emulsão fotográfica; nas outras camadas encontram-se os demais elementos necessários ao bom funcionamento do filme.”
- b. Os filmes fotográficos são compostos de camadas de material plástico, onde são fixadas as emulsões fotográficas.
- c. Os filmes fotográficos são compostos de camadas de metal, onde são fixadas as emulsões fotográficas, geralmente sais de prata.

- d. Os filmes não possuem material sensível à luz. Na verdade, esta função (registrar a imagem) pertence à objetiva.
- e. Os filmes fotográficos são compostos de camadas de material plástico, mas a maioria deles não possui emulsões fotográficas.

12. Identifique a opção que melhor descreve a função do diafragma na câmera?

- a. O diafragma tem a função de auxiliar o fotografo a enquadrar a imagem cena para a fotografia.
- b. A principal função do diafragma é controlar a intensidade da luz que atinge o filme. Esse controle é exercido por meio de um conjunto de laminais metálicas que se abrem, formando um orifício que tem o diâmetro determinado pela necessidade de mais ou menos luz.
- c. A principal função do diafragma é controlar a intensidade da luz e o tempo de exposição do filme à luz. Esse controle é exercido por meio de um conjunto de laminais metálicas por uma cortina de tecido, que se abrem de acordo com a necessidade de mais ou menos luz.
- d. A principal função do diafragma é expor o filme à luz durante um determinado e exato período de tempo.
- e. O diafragma não tem a função de expor o filme à luz, mas apenas de indicar para ao fotografo as informações necessárias para a regulagem do obturador.

13. Indique a opção que melhor identifica a posição do dispositivo de regulagem do diafragma:

- a. Dispositivo de regulagem do diafragma está localizado no corpo da câmera, junto ao dispositivo de regulagem do obturador.
- b. Dispositivo de regulagem do diafragma está localizado no fotômetro.
- c. Dispositivo de regulagem do diafragma está localizado no corpo da objetiva.
- d. Não existe dispositivo de regulagem do diafragma nas câmeras mecânicas. Ele é regulado automaticamente.
- e. Dispositivo de regulagem do diafragma está localizado no corpo da câmera, junto ao compartimento do filme

14. Leia a frase abaixo:

“A função do fotômetro é medir a intensidade da luz ambiente e indicar para a velocidade do obturador e a abertura do diafragma adequadas para foto”.

- a. A frase esta correta, não há nenhuma correção a ser feita.
- b. A frase esta incorreta. A função do fotômetro é indicar para o fotógrafo o número de exposições existentes no filme.
- c. A frase esta incorreta. A função do fotômetro é indicar para o fotógrafo o número de cores que aparecerão no filme.
- d. A frase esta incorreta. A função do fotômetro é indicar para o fotógrafo a distância entre a câmera e a cena.
- e. A frase esta incorreta. A função do fotômetro é indicar para o fotógrafo o tipo de objetiva adequado à cena.

15. Com relação à utilização dos fotômetros, podemos afirmar que:

- a. O fotômetro deve ser utilizado apenas quando o fotógrafo tem dúvidas sobre a intensidade da luz no ambiente, uma vez que a intensidade da luz no ambiente pode ser determinada visualmente, sem o auxilio de instrumentos ópticos de precisão.
- b. O fotômetro sempre deve ser utilizado, uma vez que não é possível determinar a intensidade da luz no ambiente sem a ajuda de instrumentos ópticos de precisão.
- c. O fotômetro deve ser utilizado apenas quando o filme utilizado for colorido.
- d. Apenas quando o filme utilizado for preto e branco.
- e. O fotômetro deve ser utilizado pelo fotógrafo somente quando o ambiente for fechado.

16. Leia a frase:

“As objetivas são formadas por um conjunto de lentes. Cada tipo de objetiva possui diferentes tipos de lentes, que combinadas, formam diferentes tipos de imagens”.

Indique a opção correta.

- a. A frase esta incorreta. Lentes e objetivas são sinônimos.
- b. A frase esta incorreta. As lentes são formadas por um conjunto de objetivas
- c. A frase esta correta.

- d. As objetivas têm a mesma função dos filme, ou seja, registrar as imagens e fixa-las de modo que não desapareça. Portanto, a frase esta incorreta.
- e. A frase esta incorreta. As objetivas são formadas por uma película plástica sensível luz, na qual a imagem fica gravada.

17. A respeito da relação entre os tipos de objetivas e as imagens que produzem, podemos afirmar que:

- a. Os fotógrafos utilizam objetivas do tipo macro para obterem detalhes de objetos pequenos. As objetivas normais são utilizadas para fotografias de paisagens e ambientes fechados, pois cobre um ângulo de visão maior que o olho humano e podem captar uma grande área de imagem (causando deformação nas imagens). As objetivas grande angulares oferecem o mesmo tipo de imagens que as objetivas normais. As objetivas do tipo zoom são utilizadas freqüentemente para ampliar grandemente objetos distantes, oferecendo uma profundidade de campo bastante ampla.
- b. Os fotógrafos utilizam objetivas do tipo normal para obterem detalhes de objetos pequenos. As objetivas normais são utilizadas para fotografias de paisagens e ambientes fechados, pois cobre um ângulo de visão maior que o olho humano e podem captar uma grande área de imagem (causando deformação nas imagens). As objetivas zoom oferecem o mesmo tipo de imagens que as objetivas normais. As objetivas do tipo zoom são utilizadas freqüentemente para ampliar grandemente objetos distantes, oferecendo uma profundidade de campo bastante ampla.
- c. As objetivas normais são aquelas que ampliam grandemente objetos distantes, oferecendo uma profundidade de campo bastante ampla. As objetivas grande angulares são utilizadas freqüentemente para fotografias de paisagens e ambientes fechados, pois cobrem um ângulo de visão maior que o olho humano e podem captar uma grande área de imagem, mas causam deformação nas imagens. As objetivas zoom oferecem o mesmo tipo de imagens que as objetivas grande angulares. As objetivas macro são aquelas que ampliam grandemente objetos distantes, oferecendo uma profundidade de campo bastante ampla.
- d. As objetivas do tipo macro são utilizadas freqüentemente para fotografias de objetos pequenos, pois ampliam a imagem e permitem a focalização de objetos muito próximos ao fotógrafo. As objetivas grande angulares são

utilizadas freqüentemente para fotografias de paisagens e ambientes fechados, pois cobrem um ângulo de visão maior que o olho humano e podem captar uma grande área de imagem, mas causam deformação nas imagens. As objetivas zoom são aquelas que ampliam grandemente objetos distantes, oferecendo uma profundidade de campo bastante ampla. As objetivas do tipo normal são aquelas que formam imagens idênticas àquelas vistas pelo fotógrafo, sem nenhuma deformação.

- e. As objetivas normais são aquelas que ampliam grandemente objetos distantes, oferecendo uma profundidade de campo bastante ampla. As objetivas grande angulares têm a mesma função das objetivas normais, mas permitem uma aproximação maior que as grande angulares, a menos de 10 centímetros da câmera. As objetivas macro são aquelas que ampliam grandemente objetos distantes, oferecendo uma profundidade de campo bastante ampla.

18. A respeito da relação entre a estrutura e a função do obturador, podemos afirmar que:

- a. O obturador tem a função de controlar a intensidade da luz que atinge o filme. Sua estrutura consiste em um conjunto de laminaas que se abre no momento do disparo da câmera. A combinação da abertura das diversas laminaas forma um orifício circular, que permite a passagem de uma determinada coluna de luz, que atinge o filme.
- b. O obturador tem a função de indicar para o fotografo o tempo necessário de exposição à luz para que o filme fixe a imagem que entra pela objetiva. Esta tarefa é executada por meio de um dispositivo sensível luz, denominado fotômetro.
- c. O obturador tem a função de indicar para a câmera a sensibilidade do filme luz.
- d. O obturador tem a função de controlar o tempo de exposição do filme à luz. Sua estrutura consiste em duas cortinas, dispostas de cada lado da janela de imagem, que se deslocam de um lado para outro desta janela. O tempo que a cortina leva para se deslocar de um lado para outro é denominado velocidade do obturador.
- e. O obturador tem a função de controlar a umidade do ar dentro da câmera.

19. Leia a frase abaixo:

“ A velocidade do obturador é medida em termos de segundos. Os valores mais comuns são 1 segundo, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/30, 1/60, 1/125, 1/250, 1/500 e 1/1000 de segundo. A velocidade 1/15, por exemplo, significa que a cortina do obturador ficará aberta por 15 segundos.”.

Indique agora a opção correta.

- a. A frase está incorreta, pois a cortina do obturador ficará aberta por 15 avos de segundo.
- b. A frase está incorreta, pois a cortina do obturador ficará aberta por mais de 15 segundos.
- c. A frase está incorreta, pois a cortina do obturador ficará aberta ficará aberta por menos de 15 segundos.
- d. A frase está correta.
- e. Este número não se refere a uma regulação do obturador, mas à abertura do diafragma.

20. Leia a frase abaixo:

“ Levando em consideração a relação entre o índice velocidade do obturador e o seu significado, podemos dizer que quanto menor este número, menor será o tempo em que o obturador ficará aberto.”

Agora, indique a resposta correta.

- a. Não existe tal relação.
- b. A frase está incorreta. Quanto maior este número, menor será o tempo em que o obturador ficará aberto. Na velocidade 30, o obturador ficará aberto por 30 avos de segundo, uma fração de tempo menor que, por exemplo, 2 (metade de um segundo).
- c. A frase está incorreta. Quanto maior este número, maior será o tempo em que o obturador ficará aberto.
- d. A frase está correta.
- e. Esta relação somente pode ser estabelecida para filmes em preto e branco e objetivas grande angulares.

ANEXO III – Teste de Transferência

Questões do tipo 1: Que objetiva foi utilizada?

Observe as fotografias abaixo, e tente indicar que objetiva foi utilizada para cada uma delas. A distância entre o objetivo da fotografia e a câmera é indicado abaixo da imagem. Você deve considerar esta informação antes de escolher a objetiva.

Questão 1



Distância da câmera ao seu objetivo: 20 centímetros.

- Foi usada uma objetiva grande angular.
- A objetiva utilizada foi uma normal.
- O fotógrafo pode ter utilizado uma zoom ou uma macro.
- O fotógrafo somente poderia ter utilizado uma objetiva zoom.
- O fotógrafo pode ter utilizado uma grande angular ou uma normal.

Questão 2



Distância da câmera ao seu objetivo: 1 metro.

- a. Foi usada uma objetiva grande angular.
- b. A objetiva utilizada foi uma normal.
- c. O fotógrafo pode ter utilizado uma zoom ou uma macro.
- d. O fotógrafo somente poderia ter utilizado uma objetiva zoom.
- e. O fotógrafo pode ter utilizado uma grande angular ou uma normal.

Questão 3



Distância da câmera ao seu objetivo: 1 metro.

- a. O fotógrafo pode ter utilizado uma Zoom ou uma normal.
- b. A objetiva utilizada foi uma normal.
- c. O fotógrafo pode ter utilizado uma objetiva macro.
- d. O fotógrafo somente poderia ter utilizado uma objetiva zoom.
- e. Foi usada uma objetiva grande angular.

4. Questão 4

Distância da câmera ao seu objetivo: 300 metros.

- O fotógrafo pode ter utilizado uma objetiva grande angular ou uma normal.
- A objetiva utilizada foi uma normal.
- O fotógrafo somente poderia ter utilizado uma objetiva macro.
- O fotógrafo utilizou uma objetiva zoom.
- Foi usada uma objetiva grande angular.

Questão 5

Distância da câmera ao seu objetivo: 1 metro.

- A objetiva utilizada foi uma normal.
- O fotógrafo somente poderia ter utilizado uma objetiva macro.
- O fotógrafo pode ter utilizado uma objetiva grande angular .
- O fotógrafo utilizou uma objetiva zoom.
- Foi usada uma objetiva grande angular.

Questões do tipo 2. Previsão de eventos

Um fotografo precisa tirar algumas fotografias e ajustou a câmera para as condições descritas abaixo. Considere cuidadosamente os ajustes indicados e os fatores e condições ambientais indicados e responda às questões propostas. As configurações propostas para o ajuste da câmera não necessariamente resultarão em boas fotografias. Os parâmetros incluem velocidade do obturador, abertura do diafragma, tipo de objetiva, sensibilidade do filme e a intensidade da luz ambiente.

CONFIGURAÇÃO 1.**Ajustes da câmera**

CENA: Grupo de pessoas sentadas ao redor de uma mesa;

ABERTURA DO DIAFRAGMA: f 5;

VELOCIDADE DO OBTURADOR: 1/250;

OBJETIVA: Normal.

TIPO DE FILME: Preto e branco.

SENSIBILIDADE DO FILME: ASA 100.

Condições ambientais

LUMINOSIDADE: Área aberta com luz do Sol;

HORÁRIO: 17:00 HORAS;

DISTÂNCIA DA CENA: 10m.

O fotógrafo não quer que ocorram distorções na imagem.

Com relação à objetiva e às regulagens de diafragma e obturador:

Questões relativas à Configuração 1.**Questão 6.**

- a. O tempo de exposição e a abertura do diafragma deveriam ser, respectivamente, B segundo e f 1.7.
- b. A abertura do diafragma não será suficiente para as condições ambientais descritas. A velocidade do obturador não tem importância nestas condições.
- c. O tempo de exposição e a abertura do diafragma são suficientes.

- d. O filme será exposto na velocidade correta, mas não é possível dizer qual seria a abertura do diafragma adequada.
- e. O tempo de exposição e a abertura do diafragma estão incorretos, mas não os filmes preto e branco não permitem a tomada de fotografias deste tipo.

Questão 7

Haverá distorção na imagem resultante?

- a. Sim, ocorrerá distorção da imagem pois a objetiva do tipo zoom é a indicada para esta situação.
- b. Sim, haverá distorção pois a objetiva normal forma imagens distorcidas, por captar um ângulo de visão maior que o olho humano.
- c. Não, a objetiva utilizada não causará distorção, pois as objetivas normais foram projetadas para captar um ângulo de visão semelhante ao olho humano.
- d. Não é possível responder a esta pergunta, pois não se pode prever que tipo de imagem a objetiva formará.
- e. A objetiva utilizada não causará distorção, mas as normais foram projetadas para fotografias de objetos muito próximos da câmera (alguns centímetros). Talvez não seja possível focar a imagem.

CONFIGURAÇÃO 2.

Ajustes da câmera

CENA: pequenos objetos colocados sobre uma mesa.

ABERTURA DO DIAFRAGMA: f 16;

VELOCIDADE DO OBTURADOR: 1/1000;

OBJETIVA: Grande angular.

SENSIBILIDADE DO FILME: ASA 50.

Condições ambientais

LUMINOSIDADE: A sala de uma casa, com pouca luz.

HORÁRIO: 19:00 HORAS;

DISTÂNCIA DA CENA: 20 centímetros.

O FOTOGRAFO DESEJA OBTER DETALHES PRECISOS DOS OBJETOS.

Questões relativas à Configuração 2.**Questão 8**

- a. O tempo de exposição e a abertura do diafragma são suficientes. Mas a imagem ficará bastante distorcida.
- b. A imagem ficará distorcida. A abertura do diafragma não será suficiente para as condições ambientais descritas. A velocidade do obturador não tem importância nestas condições.
- c. O tempo de exposição e a abertura do diafragma são suficientes. Não haverá distorção da imagem. O filme será exposto na velocidade correta.
- d. A objetiva grande angular é inadequada para este tipo de fotografia. Ocorrerá distorção da imagem. Deveria-se utilizar uma objetiva do tipo Macro. O tempo de exposição e a abertura do diafragma estão incorretos.
- e. O tempo de exposição e a abertura do diafragma não estão corretos (para as condições ambientais descritas, a abertura deveria ser f16 e a velocidade do obturador 1/1000). Mas a objetiva grande angular é adequada para a tarefa.

Questão 9.

Considerando ainda as condições ambientais apresentadas para esta fotografia, indique possível combinação entre abertura do diafragma e velocidade do obturador possível para esta situação.

- a. Abertura do Diafragma: f 22 - Velocidade do Obturador: 1/1000;
- b. Abertura do Diafragma: f 1.7 - Velocidade do Obturador: 1/1000;
- c. Abertura do Diafragma: f 1.7 - Velocidade do Obturador: 1;
- d. Abertura do Diafragma: f 16 - Velocidade do Obturador: 1/500;
- e. Não existe combinação entre abertura do diafragma e velocidade do obturador possível para esta foto.

CONFIGURAÇÃO 3.

Ajustes da câmera

CENA: Pássaros distantes em uma árvore.

ABERTURA DO DIAFRAGMA: f 5.6;

VELOCIDADE DO OBTURADOR: 1/250;

OBJETIVA: Macro.

TIPO DE FILME: Colorido.

SENSIBILIDADE DO FILME: ASA 200.

Condições ambientais

LUMINOSIDADE: Área aberta com luz do Sol;

HORÁRIO: 12:00 HORAS;

DISTÂNCIA DA CENA: 100 metros.

Questões relativas à Configuração 3.

Questão 10

Com relação ao tempo de exposição indicado pelo fotógrafo, é possível afirmar que:

- a. Não, o tempo de exposição é maior que o necessário, mas a objetiva esta correta.
- b. Não, o tempo de exposição é menor que o necessário, mas a objetiva é adequada a esta tarefa.
- c. Sim, o tempo é suficiente, mas a objetiva macro não é adequada para este tipo de fotografia. A objetiva adequada seria uma zoom.
- d. Não, o tempo de exposição é duas vezes maior que o necessário, mas a objetiva esta correta.
- e. Não, o tempo de exposição é bem menor que o necessário, e os filmes de ASA 200 não podem ser utilizados para este tipo de fotografia.

Questão 11.

Considerando ainda as condições ambientais apresentadas para esta fotografia, indique outra possível combinação entre abertura do diafragma e velocidade do obturador possível para esta situação.

- a. Abertura do Diafragma: f 22 - Velocidade do Obturador: 1/1000;
- b. Abertura do Diafragma: f 8 - Velocidade do Obturador: 1/1000;
- c. Abertura do Diafragma: f 4 - Velocidade do Obturador: 500;
- d. Abertura do Diafragma: f 4 - Velocidade do Obturador: 250;
- e. Não existe outra combinação entre abertura do diafragma e velocidade do obturador possível para esta foto.

Questões do tipo 3: /

Observe o conjunto de fotografias abaixo e indique a abertura do diafragma e a velocidade do obturador que pode ter sido utilizada pelos fotógrafos.

Questão 12.

- a. Diafragma: f 16; Obturador: 1/500
- b. Diafragma: f 22 Obturador: 1/1000
- c. Diafragma: f 1; Obturador: 1/30
- d. Diafragma: f4; Obturador: 1/500
- e. Diafragma: f 16; Obturador: 1/1000

Questão 13.

- a. Diafragma: f 22; Obturador: 1/1000
- b. Diafragma: f 1; Obturador: B
- c. Diafragma: f 1; Obturador: 1/15
- d. Diafragma: f 5.6; Obturador: 1/250
- e. Diafragma: f 16; Obturador: 1/1000

Questão 14.

- a. Diafragma: f 22; Obturador: 1/1000
- b. Diafragma: f 16; Obturador: 1/500
- c. Diafragma: f 2; Obturador: 1/60
- d. Diafragma: f 8; Obturador: 1/250
- e. Diafragma: f 16; Obturador: 1/1000

Questão 15.

- a. Diafragma: f 22; Obturador: 1/1000
- b. Diafragma: f 16; Obturador: 1/500
- c. Diafragma: f 22 Obturador: 1/500
- d. Diafragma: f 4; Obturador: 1/125
- e. Diafragma: f 16; Obturador: 1/1000

Questão 16.

- a. Diafragma: f 1; Obturador: B
- b. Diafragma: f 8; Obturador: 1/250
- c. Diafragma: f 22 Obturador: 1/500
- d. Diafragma: f 2; Obturador: 1/30
- e. Diafragma: f 16; Obturador: 1/1000

ANEXO IV – Questões de Avaliação do Ambiente Fotograma.

Questão 1: Você está conseguindo navegar no curso com facilidade?

- 1) Concordo Plenamente
- 2) Concordo
- 3) Sem opinião
- 4) Discordo
- 5) DiscordoTotalmente

Questão 2: Com relação às cores e posicionamento dos botões e imagens nas telas, você as considera adequadas?

- 1) Concordo Plenamente
- 2) Concordo
- 3) Sem opinião
- 4) Discordo
- 5) DiscordoTotalmente

Questão 3. Os textos explicam o conteúdo de modo suficientemente claro?

- 1) Concordo Plenamente
- 2) Concordo
- 3) Sem opinião
- 4) Discordo
- 5) DiscordoTotalmente

Questão 4. Na sua opinião, as animações que demonstram as explicações estavam satisfatórias?

- 1) Concordo Plenamente
- 2) Concordo
- 3) Sem opinião
- 4) Discordo
- 5) DiscordoTotalmente

Questão 5. Na sua opinião, a localização e descrição da função dos botões de navegação e os botões de interação mostrou-se satisfatória?

- 1) Concordo Plenamente
- 2) Concordo
- 3) Sem opinião
- 4) Discordo
- 5) DiscordoTotalmente