

USP – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
EESC- ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

NÁDIA CRISTINA DE AZEVEDO MELLI

Serviço de Graduação EESC/USP	
EXEMPLO REVISADO	
Data de entrega do trabalho	23/11/10
Assinatura	<i>C. Melli</i>

O princípio da modalidade como otimizador da aprendizagem no ensino técnico de nível médio: Um estudo baseado na teoria da sobrecarga cognitiva considerando o modelo 4c/ID e a aprendizagem multimídia

São Carlos
2010

NÁDIA CRISTINA DE AZEVEDO MELLI

O princípio da modalidade como otimizador da aprendizagem no ensino técnico de nível médio: Um estudo baseado na teoria da sobrecarga cognitiva considerando o modelo 4c/ID e a aprendizagem multimídia

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo para obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Economia, Organizações e Gestão do Conhecimento

Orientador: Prof. Dr. José Dutra de Oliveira Neto



São Carlos
2010

Class.	TESE ✓
Cutt.	7722
Tombo	TO361/10
Sysno	2126397

31 100 11 52 74

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

M526p

Melli, Nádia Cristina de Azevedo

O princípio da modalidade como otimizador da aprendizagem no ensino técnico de nível médio : um estudo baseado na teoria da sobrecarga cognitiva considerando o modelo 4c/ID e a aprendizagem multimídia / Nádia Cristina de Azevedo Melli ; orientador José Dutra de Oliveira Neto. -- São Carlos, 2010.

Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Área de Concentração em Economia, Organização e Gestão do Conhecimento) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2010.

1. Educação a distância (EaD). 2. Carga cognitiva.
3. Princípio da modalidade. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

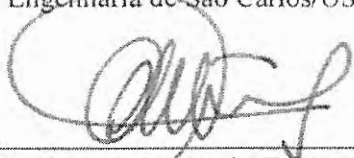
Candidato(a): Tecnóloga NADIA CRISTINA DE AZEVEDO MELLI.

Dissertação defendida e julgada em 14.10.2010 perante a Comissão Julgadora:



Prof. Dr. JOSE DUTRA DE OLIVEIRA NETO - (Orientador)
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

Aprovado



Prof. Dr. EDSON WALMIR CAZARINI
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

Aprovada

participou por videoconferência

Prof. Associado EDGARD BRUNO CORNACHIONE JUNIOR
(Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade/USP)

Aprovada

#1



Prof. Associado AQUILES ELIE GUIMARÃES KALATZIS
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção



Prof. Titular GERALDO ROBERTO MARTINS DA COSTA
Presidente da Comissão da Pós-Graduação da EESC

Ao Julio Cesar com amor, admiração e gratidão por sua compreensão, carinho, presença e incansável apoio ao longo do período de elaboração deste trabalho.

À Valentina com o carinho da "mamãe".

Ao meu querido avô Antônio Tomás de Aquino, com reverência e admiração por sua incansável busca pelo conhecimento, exemplo vivo de amor pela ciência.

Agradecimentos

A Deus por sua fidelidade e cuidado e por tornar possível as "coisas impossíveis".

Ao Prof. Dr. José Dutra de Oliveira Neto, pela atenção e apoio durante o processo de definição e orientação.

Aos meus pais Pedro e Eunice, por não medirem esforços para que esta pesquisa fosse concluída.

RESUMO

MELLI, N.C.A. **O princípio da modalidade como otimizador da aprendizagem no ensino técnico de nível médio:** um estudo baseado na teoria da sobrecarga cognitiva considerando o modelo 4c/ID e a aprendizagem multimídia. 2010. 129 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

O significativo crescimento da educação a distância (EaD) no cenário educacional traz à tona preocupações relativas à aprendizagem efetiva. De acordo com a teoria da carga cognitiva e da aprendizagem multimídia, substituir texto por áudio diminui a carga da memória de trabalho e conduz a uma maximização desta aprendizagem. Com relação à educação profissionalizante, modalidade crescente no cenário de EaD, a preocupação é a mesma. Baseado na escassez de pesquisas anteriores, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do princípio da modalidade na aprendizagem efetiva no contexto da educação profissionalizante em formato EaD. Optou-se, para isso, por uma pesquisa exploratório-explicativa que utilizou um instrumento de medição on-line contendo três testes e um conteúdo instrucional. A amostra foi constituída de 92 estudantes do curso Técnico em Informática de uma escola técnica estadual. Os resultados sugerem que os estudantes que ouviram o material instrucional tiveram um desempenho melhor do que aqueles que leram o mesmo conteúdo. Estes resultados indicam que a carga cognitiva mensurada nos grupos revelou-se maior no grupo da modalidade texto.

Palavras-chave: Educação a distância (EaD); carga cognitiva; princípio da modalidade

ABSTRACT

MELLI, N.C.A. **The modality principle like optimizer mode of learning in technical education**: a study based on cognitive load theory considering the 4c/ID model and multimedia *learning*. 2010. 129 f. Dissertation (Master) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

The significant increase of distance learning (DL) in the educational scene brings up concerns related to effective learning. According to the cognitive load theory and cognitive theory of multimedia Learning, replace visual text with audio reduces the work memory load and leads to a maximization of learning. With regard to vocational education, growing modality in the scenario of distance learning, the concerns is the same. Based on the scarcity of previous research, the purpose of this study was to evaluate the influence of the modality principle on effective learning in the context of professional education in distance learning format. We decided to do this, a research using an exploratory-explanatory measuring instrument on-line that featured three tests and the instructional content. The sample consisted of 92 students of a Computer Technician in public technical school. The results suggest that the students who heard the instructional material performed better than those who read the same content. These results indicate that the cognitive load measured in the groups proved to be higher in the text mode.

Keywords: Distance learning (DL), cognitive load theory; modality principle

Lista de ilustrações

Figura 1 - Tópicos do referencial teórico.....	19
Figura 2 - Fases do modelo ADDIE	22
Figura 3 - Modelo de balanceamento das cargas cognitivas.....	43
Figura 4 - Modelo de memória de trabalho e seus componentes.....	46
Figura 5 - Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia	53
Figura 6 - Sobrecarga do canal visual com a apresentação de texto escrito e gráficos	63
Figura 7 - Balanceamento do conteúdo apresentado por intermédio dos canais visual e auditivo com a apresentação de texto narrado e gráficos.....	63
Figura 8 - Modelo de <i>design</i> instrucional baseado em teorias de aprendizagem	68
Figura 9 - Componentes do modelo 4c/ID	72
Figura 10 - Identificação do estudante no início de cada teste.....	126
Figura 11- Primeira pergunta do pré-teste	127
Figura 12 - Conteúdo instrucional do modo gráfico + texto	127
Figura 13 - Conteúdo instrucional do modo gráfico + áudio	128
Figura 14 - Primeira pergunta do teste de retenção	128
Figura 15 - Primeira pergunta do teste de transferência	129
Figura 16 - Escala de medição da carga cognitiva segundo a percepção do estudante	129

Lista de tabelas

Tabela 1 - Médias alcançadas em cada teste por modalidade. Desvio padrão entre parênteses.	104
Tabela 2 - Pontuações alcançadas por cada modalidade considerando a covariável idade	111
Tabela 3 - Pontuações alcançadas por cada modalidade considerando a covariável turno.....	111
Tabela 4 - Pontuações alcançadas por cada modalidade considerando a covariável sexo	111

Lista de gráficos

Gráfico 1 - Pontuações obtidas no pré-teste, teste de retenção e teste de transferência.....	113
Gráfico 2 - Média do tempo utilizado pelos estudantes no pré-teste, teste de retenção e teste de transferência.....	114
Gráfico 3 - Nível da carga cognitiva alcançado pelos estudantes considerando a forma de entrega das informações.....	114

Sumário

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	14
CAPÍTULO 2 - DESIGN INSTRUCIONAL.....	21
2.1 – DESIGN INSTRUCIONAL - UMA PERSPECTIVA HISTÓRICA.....	25
2.1.1- O movimento de instrução programada	26
2.1.2 - A popularização dos objetivos comportamentais.....	27
2.1.3 – Forma de avaliação	30
2.2 - O DESIGN INSTRUCIONAL NO CONTEXTO DA EAD NO BRASIL.....	30
2.3 - OS PROGRAMAS DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA EM NÍVEL MÉDIO	33
2.4 - MÉTODOS INSTRUCIONAIS E ELEMENTOS DE MÍDIA.....	37
CAPÍTULO 3 - A TEORIA DA CARGA COGNITIVA.....	40
3.1 - O PROCESSO COGNITIVO HUMANO.....	41
3.1.1 - A memória de trabalho	45
3.1.2 - A carga cognitiva intrínseca	47
3.1.3 - A carga cognitiva relevante	48
3.1.4 - A carga cognitiva externa	49
3.2 - GERENCIANDO RECURSOS COGNITIVOS LIMITADOS DURANTE A APRENDIZAGEM.....	50
3.2.1 - Integração.....	50
3.2.2 - Recuperação e transmissão.....	51
CAPÍTULO 4 - A TEORIA COGNITIVA DO APRENDIZADO MULTIMÍDIA E O PRINCÍPIO DA MODALIDADE	52
4.1 - A APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA TEORIA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA NO DESIGN INSTRUCIONAL.....	54
4.1.1 - Princípio da multimídia	55
4.1.2 - Princípio da contiguidade	55
4.1.3 - Princípio da redundância.....	56
4.1.4 - Princípio da coerência.....	57
4.1.5 - Princípio da personalização	58
4.1.6 - Princípio da segmentação e pré-treino	60
4.2 - PRINCÍPIO DA MODALIDADE	61
CAPÍTULO 5 - MODELOS INSTRUCIONAIS E O MODELO 4C/ID.....	66
5.1 - O MODELO 4C/ID.....	69
5.2 - OS QUATRO COMPONENTES	71
5.2.1 - Tarefas de aprendizagem	73
5.2.2 - Informações de suporte.....	77
5.2.3 - Informação Just in Time (JIT).....	81
5.2.4 - Práticas de tarefas parciais	84

CAPÍTULO 6 - METODOLOGIA.....	89
6.1 - TIPO DE PESQUISA.....	90
6.2 - MODELO EXPERIMENTAL.....	91
6.2.1 - Amostra.....	92
6.2.2- Procedimentos experimentais.....	94
6.2.3 - Manipulação do experimento: modalidade de entrega das informações.....	99
6.2.4 - Instrumento de coleta de dados.....	100
6.3 - COVARIÁVEIS.....	102
CAPÍTULO 7 - RESULTADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	104
7.1 - ETAPA 1 - TESTE PILOTO E AMEAÇAS À VALIDADE DO EXPERIMENTO.....	105
7.2 - ETAPA 2 - PT: PRÉ-TESTE (NÍVEL DE CONHECIMENTO PRÉVIO).....	106
7.3 - ETAPA 3 – APRESENTAÇÃO DO CONTEÚDO INSTRUCIONAL.....	107
7.4 - ETAPA 4 - TR: TESTE DE RETENÇÃO.....	108
7.5 - ETAPA 5 - TT: TESTE DE TRANSFERÊNCIA.....	109
7.6 - ETAPA 6 - CG: CARGA COGNITIVA.....	110
7.7 - COVARIÁVEIS.....	110
7.8 - EVOLUÇÃO.....	112
CAPÍTULO 8 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	115
REFERÊNCIAS.....	121
APÊNDICE A: INSTRUMENTO ON LINE DE COLETA DE DADOS.....	126

Capítulo 1 - Introdução

Regulamentada no Brasil pelo decreto nº 5.622 em dezembro de 2005 (BRASIL, 2005), a educação a distância tem sido alvo de diversas investigações que procuram explicações e esclarecimentos para as mais variadas questões referentes às particularidades relacionadas a esta modalidade de ensino e aprendizagem. Os resultados gerados a partir destas pesquisas deram origem a um acervo bastante grande de análises que englobam diversos aspectos e abordagens a respeito desta modalidade educacional que vem sendo amplamente discutida no cenário educacional brasileiro. Seguindo esta mesma direção, o ensino profissionalizante vai se consolidando no panorama da educação a distância por meio de projetos de diversos formatos, com patrocínio público ou privado, como apoio ao sistema formal de ensino ou como formação inicial de cunho profissionalizante.

É o caso do projeto Escola Técnica Aberta do Brasil (E-tec Brasil), um programa instituído pelo governo federal que tem como meta de investimento para o ano de 2010, mais de R\$ 75 milhões em cursos de educação profissional na modalidade a distância (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2009) No âmbito estadual, o projeto Telecurso Tec desenvolvido por meio de uma parceria entre a Secretaria Estadual de Educação (SEE), a Fundação Roberto Marinho e o Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS), marca a criação do Centro Paula Souza de Educação a Distância (CPSEAD). Dentre as atividades do CPSEAD está a oferta de cursos técnicos a distância, estruturados a partir de 2010 sob a exclusiva responsabilidade do Centro, e planejados para entrar em funcionamento em 2011. No que diz respeito à iniciativa privada, destaca-se o projeto Escola Virtual, ligado ao

Departamento de Tecnologia Educacional da Fundação Bradesco e que atendeu mais de 164 mil pessoas em cursos a distância em 2007. Como resultado da união entre a metodologia de EaD e a educação profissionalizante, espera-se atingir uma parcela dos aprendizes que apresentam condições para retomar a vida acadêmica e que foram excluídos dos bancos escolares por questões relacionadas à impossibilidade de cumprimento do horário padrão das aulas ou mesmo dificuldades de locomoção até uma instituição de ensino. É o caso do Sistema S (SENAI, SENAC e SEBRAE) que só no ano de 2007 formou mais de 300 mil pessoas por EaD neste escopo da formação técnico-profissionalizante (INSTITUTO MONITOR, 2007). A inserção do ensino profissionalizante na modalidade a distância justifica-se pela importância conquistada no contexto educacional atual. Segundo o censo escolar realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (2007), a busca por cursos técnicos presenciais de nível médio cresceu 86% em pouco menos de dez anos. Em 2001, o Brasil registrou 462,2 mil estudantes matriculados, 5% dos 8.398 milhões de estudantes matriculados no nível médio regular. Ainda segundo esta mesma publicação, no final de 2009 os estudantes matriculados em cursos profissionalizantes eram 861,1 mil, uma participação de mais de 10% na taxa de matrículas do ensino médio (8.337 milhões). No que diz respeito aos institutos federais, onde há a opção de integração com o ensino médio regular, foi possível observar um aumento de 53% na quantidade de matrículas no mesmo período.

Embora a democratização do ensino seja um elemento de evidência na modalidade EaD, e isto se aplica também ao ensino técnico, é necessário que haja uma preocupação com a qualidade deste ensino. Grande parte desta qualidade está diretamente ligada à elaboração do material instrucional oferecido ao estudante. O

que se tem observado atualmente na educação a distância é uma excessiva confiança na tecnologia em detrimento do conhecimento dos processos cognitivos humanos, o que pode resultar em uma das possíveis causas de uma aprendizagem deficitária (CLARK; MAYER, 2008). Utilizar a tecnologia como suporte à EaD apenas para colocar o estudante diante de informações, problemas e objetos de conhecimento pode não ser suficiente para envolvê-lo e despertar nele uma motivação pela aprendizagem. É preciso criar um ambiente que favoreça a aprendizagem significativa disponibilizando informações pertinentes de maneira organizada e que promova a interiorização dos conceitos construídos (ALMEIDA, 2003).

Desta forma, esta pesquisa apresenta como problema, o possível excesso de confiança na tecnologia em detrimento do conhecimento dos processos cognitivos humanos. Fato que pode resultar em ambientes que não favorecem a aprendizagem significativa. Esta questão pode ser um indício de que o *design* instrucional de um curso pode estar entre os fatores responsáveis pela não efetividade na aquisição das habilidades e competências propostas pelo curso. Relacionadas a este problema encontram-se as questões de pesquisa apresentadas que, neste trabalho podem ser entendidas como a verificação se a forma de apresentação das informações ao estudante pode influenciar no nível de absorção dessas informações e se isto tem impacto no nível da carga cognitiva apresentado por estes estudantes.

No caso dos métodos instrucionais, são várias as teorias que têm a preocupação de propor formas eficazes de aplicação. É o caso da teoria da carga cognitiva, que tem como questão central o desenvolvimento de métodos instrucionais que usem eficientemente a capacidade limitada de processar

informação e o estímulo das habilidades de aplicação do conhecimento e resolução de novos problemas (VAN MERRIENBOER; AYRES,2005);(GERJETS et al. 2009). Entre as contribuições apresentadas pela teoria da carga cognitiva está a alegação de que os seres humanos, respeitadas algumas condições, aprendem de uma forma mais efetiva se as animações em um conteúdo instrucional multimídia forem apresentadas juntamente com a narração de um texto ao invés deste texto escrito na tela (WOUTERS; PAAS; VAN MERRIENBOER, 2008); (OLINA et al. 2006); (MORRISON;ANGLIN, 2005). Alinhada a esta teoria está a teoria cognitiva da aprendizagem multimídia, que enfatiza a regra do aprendizado significativo (VAN MERRIENBOER; KESTER; PAAS, 2006);(SCHNOTZ; HEIB, 2009), que ocorre quando o estudante seleciona material relevante a partir de um conjunto de informações, organiza este conjunto dentro de uma representação coerente em uma capacidade limitada de memória de trabalho e o integra com conhecimento existente na memória de longo prazo (PAAS et al.,2005).

Ainda no que diz respeito à elaboração de material instrucional, acredita-se que o uso de um modelo que embase os requisitos cognitivos do estudante seja um fator importante dentro do contexto da aprendizagem significativa, uma vez que poderia favorecer a liberdade em relação ao uso da tecnologia de apoio de um curso. Assim, esta pesquisa adotou o modelo instrucional 4c/ID (*Four components/Instructional Design*) como suporte, pelo fato de este modelo apresentar características que permitem uma abordagem bastante próxima daquela desejável no *design* instrucional de um curso técnico. É possível ainda, verificar uma convergência de conceitos uma vez que tanto o princípio da modalidade quanto o modelo 4c/ID são baseados na teoria da carga cognitiva.

Embora uma quantidade significativa de pesquisas tenha por objetivo estudar as implicações das teorias da carga cognitiva e do aprendizado multimídia nos cursos on-line, observa-se que a grande maioria delas tem como foco o ensino em níveis de graduação e pós-graduação. Além disso, a escassez de literatura nacional sugere a inexistência de pesquisas sobre as teorias da aprendizagem multimídia e da carga cognitiva incluindo o princípio da modalidade, voltadas à realidade brasileira e, principalmente, à educação profissionalizante.

Para prosseguir nas investigações pertinentes ao tema, será adotada ao longo deste trabalho a classificação de “*e-learning*” como forma de educação a distância praticada no contexto da educação profissionalizante. Segundo Dias (2002), O “*e-learning*” caracteriza-se pelo uso de recursos computacionais como internet e CD-ROM.

Para um melhor posicionamento a respeito do seu conteúdo, será apresentada uma descrição prévia dos oito capítulos contidos nesta dissertação.

O capítulo 1 é dedicado à introdução e delimitação temática da pesquisa. Neste capítulo serão definidos também os objetivos gerais e específicos do trabalho, assim como as questões e as justificativas que o motivaram.

O capítulo 2 aponta o referencial teórico que sustenta os conceitos e definições sobre *design* instrucional, bem como suas principais características e aplicação histórica no contexto nacional e internacional.

O capítulo 3 discorre sobre o processo cognitivo humano fundamentado na teoria da carga cognitiva, enfocando os tipos de memória e de sobrecarga pressupostos por esta teoria.

O capítulo 4 apresenta a base teórica que explica a teoria do aprendizado multimídia e elenca os princípios que a compõem. Discorre ainda, de forma mais detalhada, sobre o princípio da modalidade, foco deste estudo.

O capítulo 5 assinala o referencial teórico que embasa os pressupostos do uso de modelos instrucionais em atividades relacionadas à aprendizagem. Apresenta ainda, as características do modelo 4c/ID adotado neste trabalho.

O capítulo 6 relata as fases e etapas da aplicação de um instrumento on-line em um curso profissionalizante de uma escola técnica no interior de São Paulo.

O capítulo 7 descreve e analisa os resultados obtidos com a aplicação de dois tipos de material instrucional, sendo um em consonância com o princípio da modalidade e o outro não.

O capítulo 8 faz as considerações finais sobre os aspectos abordados e sugere variáveis que poderão subsidiar trabalhos futuros.

Para dar suporte a esta pesquisa, os elementos descritos no referencial teórico foram organizados para subsidiar a investigação da aprendizagem apoiada pelo princípio da modalidade. A figura 1 ilustra os principais tópicos deste referencial e demonstra a interligação entre eles.

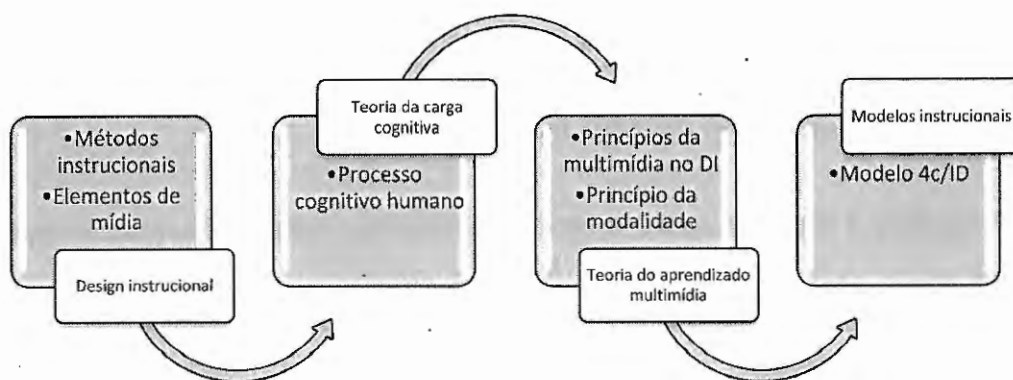


Figura 1 - Tópicos do referencial teórico

Esta pesquisa tem por objetivo principal avaliar a influência do princípio da modalidade na aprendizagem efetiva em estudantes de um curso técnico na modalidade EaD. Será utilizado um modelo instrucional alinhado com as características do público alvo, que privilegie a aprendizagem personalizada e a diminuição da carga cognitiva.

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- O desenvolvimento de dois tipos de material instrucional para um curso técnico, utilizando o modelo de *design* instrucional 4c/ID. Um dos materiais em consonância com os princípios de multimídia e o outro não atendendo a esses princípios.
- Mensurar a aprendizagem de dois grupos de estudantes de acordo com o material utilizado por cada grupo (consonância ou não com o princípio da modalidade). Para isto serão analisadas as variáveis dependentes nível de retenção e nível de transferência, e a variável independente modalidade de entrega das informações ;
- Mensurar a carga cognitiva dos dois grupos de estudantes na utilização dos materiais. Para isto será analisada a variável dependente nível de carga cognitiva apresentado pelos estudantes, juntamente com a variável independente modalidade de entrega das informações;
- Comparar e avaliar o desempenho dos estudantes nos dois grupos em relação ao aprendizado e aos impactos da carga cognitiva.

Capítulo 2 - *Design* Instrucional

Por se tratar do conceito mais abrangente do qual este trabalho trata, é importante esclarecer e conceituar o termo “*design* instrucional” de forma que o entendimento dos demais conceitos discutidos no decorrer desta pesquisa possa ser efetivo.

Para Filatro (2008), *design* instrucional é o processo (conjunto de atividades) de identificar um problema (uma necessidade) de aprendizagem e desenhar, implementar e avaliar uma solução para esse problema.

Segundo Reiser (2001), ao longo das últimas quatro décadas, uma variedade de conjuntos de procedimentos sistemáticos em *design* instrucional (ou modelos) tem sido desenvolvida. E embora a combinação específica de procedimentos frequentemente varie a partir de um modelo de *design* instrucional, muitos deles incluem a análise de problemas instrucionais e o *design*, desenvolvimento, implementação e avaliação de procedimentos e materiais instrucionais projetados para resolver estes problemas.

Para complementar esse conceito, a *Association for Educational Communication and Technology* (AECT) menciona algumas categorias ou práticas, também chamadas de processos e recursos para a aprendizagem, que favorecem este processo: a) *design*, b) desenvolvimento, c) utilização ou implementação, d) gerenciamento, e) avaliação e f) análise.

Esta abordagem se assemelha ao modelo ADDIE (*analysis, design, development, implementation, evaluation*), amplamente aplicado no *design*

instrucional clássico e que separa a fase de concepção da execução. A figura 2 demonstra as fases do *design* instrucional segundo a concepção deste modelo.



Figura 2 - Fases do modelo ADDIE

Assim entende-se que, de uma forma geral, o *design* instrucional engloba as atividades, estratégias, sistemas de avaliação, métodos e materiais instrucionais no processo de ensino-aprendizagem. Sua importância se torna evidente diante do fato de que este processo instrucional acompanha o estudante desde a apresentação das informações iniciais até a avaliação final, passando por diversas fases intermediárias na vida acadêmica deste estudante. Por este motivo, muitos pesquisadores, educadores e psicólogos têm se dedicado ao estudo do *design* de cursos, sejam eles presenciais ou a distância, uma vez que ambas as modalidades têm como objetivo final a aprendizagem efetiva.

Considerando as atividades ou fases que o compõem, torna-se evidente que a abrangência do *design* instrucional vai além dos limites da educação a distância. Este conceito, herdado da educação tradicional, está atrelado às formas de aprimoramento e aumento da qualidade do *design* no processo de ensino-aprendizagem. No entanto, com o surgimento das tecnologias da informação e comunicação e sua associação a este o processo, surge também a necessidade de adequação às possibilidades geradas por essa tecnologia, que se traduzem em novas estratégias e metodologias didáticas. Hawkrige (1999) chama a atenção para o fato de que estas novas metodologias requerem dos estudantes boa dose de disciplina para que os objetivos educacionais sejam alcançados. Esta visão é corroborada por Romiszowski e Romiszowski (2005) quando afirmam que a tecnologia de internet ou qualquer outra, não fará o milagre de resolver os problemas educacionais do país, já que isto não aconteceu com o uso do rádio, da televisão e do impresso, com as quais o Brasil teve projetos significativos, e nem acontecerá com as novas tecnologias interativas, a não ser que se tenha um projeto educacional coerente e consistente do nível político ao pedagógico e de gestão.

No que diz respeito ao entrosamento entre os métodos instrucionais e a tecnologia envolvida neste processo, há que se considerar os limites de atuação apontados por Reiser (2001). Segundo o autor, duas práticas formam o cerne do campo do *design* e tecnologia instrucional: a) O uso de mídias para propósitos instrucionais e b) a utilização de procedimentos sistemáticos de *design* instrucional. Por mídia instrucional pode-se entender o meio físico pelo qual instruções são apresentadas, como um professor, computador ou qualquer aparato capaz de transmitir informações aos estudantes.

Questões como a supervalorização da tecnologia e a falta de um modelo instrucional que embase os métodos aplicados, indicam que o fato de um determinado curso ser a distância ou presencial não faz diferença quando o foco é atingir um nível ótimo de qualidade no seu *design*.

A preocupação com a formação efetiva das competências e habilidades requeridas é o fator impulsionador que faz com que o *design* mais adequado seja desenvolvido. Este conceito é compartilhado por Ferreira e Langui (2002), quando afirmam que o *design* instrucional de um curso pode ser considerado o modelo ou a forma de apresentação desse curso, seja ele virtual ou não, capaz de garantir o desenvolvimento de competências que promovam a construção do conhecimento. Envolve o uso de metodologias de ensino-aprendizagem, processos educacionais, ferramentas e recursos de comunicação interativa (Internet, CD-ROM, DVD, Vídeo etc.), articuladas com metodologias e filosofias pedagógicas e de gestão.

Como processo evolutivo, a busca pela qualidade e preocupação com a melhoria do processo de ensino-aprendizagem é influenciada por fatores que vão além da incorporação das TICs ao ensino e à aprendizagem. As transformações socioeconômicas, políticas e culturais das últimas duas décadas colocam em xeque currículos e prioridades educacionais, estilos de pedagogia e andragogia e a própria institucionalização do ensino, impelindo a uma nova lógica de ensino (FILATRO; PICONEZ, 2004).

Para uma melhor compreensão das questões atuais concernentes ao *design* instrucional, faz-se necessária uma abordagem no que diz respeito à sua evolução histórica. Esta abordagem é importante no sentido de promover um posicionamento de ideias, conceitos e visões relativos ao campo do *design* instrucional.

2.1 – Design instrucional - uma perspectiva histórica

Segundo Dick (1987), a segunda grande guerra foi o fator que marcou o início dos procedimentos do *design* instrucional por representar um enorme desafio instrucional.

Psicólogos e educadores americanos foram chamados, neste período, a participarem e conduzirem pesquisas e desenvolver materiais para treinamento direcionado ao serviço militar. Estes indivíduos empregaram nesta tarefa, muito da sua experiência com princípios instrucionais, derivados de teorias em instrução e pesquisas em comportamento humano e usaram seu conhecimento em avaliação e testes para auxiliar na avaliação das habilidades dos estagiários e selecionar os indivíduos mais aptos ao programa de treinamento.

Após a guerra, muitos psicólogos continuaram o trabalho na área de resolução de problemas instrucionais. Com a vitória americana, a abordagem sistêmica e a gestão de projetos aplicadas a soluções educacionais de grande escala passaram a ser cada vez mais usadas nos períodos de paz recorrentes (FILATRO, 2008). Nesta época surge o Instituto Americano de Pesquisas, instituído com mesmo propósito de resolução de problemas instrucionais.

Historicamente, o design instrucional é marcado por três principais características: a) O movimento de instrução programada, b) A popularização dos objetivos comportamentais e c) Forma de avaliação, que são explicados mais detalhadamente a seguir.

2.1.1- O movimento de instrução programada

O primeiro movimento que marca a história do design instrucional ocorreu da segunda metade dos anos 50 até os anos 60 e teve em Skinner seu mais importante colaborador. Suas ideias expostas em artigos deram origem ao que se chamou de revolução menor no setor educacional.

Skinner descreveu suas ideias a respeito dos requisitos para favorecer o aumento da aprendizagem humana e as características desejáveis de materiais instrucionais eficientes além de afirmar que este material, chamado de material instrucional programado deveria favorecer a instrução em pequenas partes, requerer respostas claras a questões freqüentes, fornecer retorno imediato e permitir ao aluno a auto-estimulação (REISER, 2001). Para Filatro (2008), a obra de Burrhus Frederic Skinner, publicada em 1954 e intitulada "*The science of learning and the art of teaching*", é considerada por muitos o ponto de partida do *design* instrucional moderno. dada a descrição da instrução programada e sua ênfase na formulação de objetivos comportamentais.

Para Romiszowski e Romiszowski (2005), além da grande quantidade de textos autoinstrucionais "programados", apareceram no mercado diversos artigos e livros que ensinaram "como" desenvolver tais programas.

Segundo Heinich (2000), a instrução programada tem sido apregoada por alguns como a introdução da abordagem sistêmica na educação. Pela análise e rompimento do conteúdo em objetivos comportamentais específicos, concebendo os passos necessários para a obtenção dos objetivos, criando procedimentos para experimentar e revisar os passos e validando o programa contra a realização dos

objetivos, a instrução programada sucedeu em criação um pequeno mas eficiente sistema de autoestimulação – a tecnologia da instrução.

2.1.2 - A popularização dos objetivos comportamentais

O segundo movimento que marca a história do design instrucional refere-se à popularização dos objetivos comportamentais. Ocorrido na década de 60, este movimento surgiu da necessidade do delineamento dos objetivos específicos que os alunos que usavam o material deveriam atingir. Nesta época surgiram nomes como Robert Mager, que reconheceu a necessidade de incentivar os educadores a buscar o comportamento desejado dos alunos, as condições sob as quais os comportamentos são desempenhados e os modelos (critérios) pelos quais os comportamentos são julgados (MAGER, 1962).

Estes critérios propostos pelo autor ainda são citados por adeptos do processo de *design* instrucional. Embora Mager tenha sido um nome bastante expressivo, outros nomes também devem ser citados no campo dos objetivos comportamentais por defender o uso de objetivos claramente especificados, são eles: Bobbit, Charters e Burk (GAGNÉ, 1965). O próprio Gagné teve participação em importantes eventos na história do *design* instrucional, como o que ocorreu em 1965, com a publicação da primeira edição de "*The conditions of Learning*". Neste livro, traduzido para o português com o título de "Como se realiza a aprendizagem", o autor faz uma busca pela integração do que era bom nas posições behavioristas, na tentativa de criação de um modelo eclético das categorias de aprendizagem e das

condições necessárias para realizar esta aprendizagem (ROMISZOWSKI; ROMISZOWSKI, 2005).

Gagné descreve ainda cinco domínios ou tipos de objetivos de aprendizagem: a) informações verbais, b) habilidades intelectuais, c) habilidades psicomotoras, d) atitudes e e) estratégias cognitivas, sendo que cada um destes itens necessita de um conjunto específico de condições para promover o aprendizado. O autor descreveu ainda, quais eventos instrucionais eram particularmente cruciais para os tipos de objetivos e discutiu as circunstâncias sob as quais eventos em particular deveriam ser excluídos. O trabalho de Gagné na área de hierarquia de aprendizagem e análise hierárquica também teve um impacto no campo do *design* instrucional. Este trabalho indicava que uma habilidade dentro de um domínio de habilidades intelectuais tem uma relação hierárquica com outras habilidades. Este conceito declara que para aprender a desempenhar uma habilidade hierarquicamente superior, é necessário primeiro dominar as habilidades subordinadas a ela. Este processo ficou conhecido como processo de análise hierárquica ou análise instrucional de tarefas. Paralelamente aos trabalhos de Bloom e Gagné nos EUA, Douglas Seymour desenvolveu um trabalho voltado especificamente para as habilidades necessárias para o trabalho nas indústrias de manufatura. Baseado em diversas pesquisas, o autor faz uma distinção bem clara entre habilidades simples e repetitivas que podem ser facilmente desenvolvidas por processos de repetição e condicionamento, e habilidades mais complexas que envolvem tomada de decisões entre alternativas e certo grau de criatividade. Estas habilidades precisam de abordagens de ensino e aprendizagem que levem em conta os processos cognitivos envolvidos na sua execução (ROMISZOWSKI; ROMISZOWSKI, 2005). Segundo Walbesser e Eisenberg (1972), outro nome que

deve ser citado é o de Ralph Tyler, considerado pai do movimento dos objetivos comportamentais, o autor defendia em 1934 que cada objetivo fosse definido em termos claros de que tipo de comportamento deveria ser esperado pelo curso realizado.

Em 1950, Benjamin Bloom e colegas publicaram o livro *Taxonomy of Educational Objectives* e com isto promoveram novo impulso dos objetivos comportamentais. O trabalho de Bloom indica que dentro do domínio cognitivo havia vários tipos de objetivos de aprendizagem os quais deveriam ser classificados de acordo com tipo de comportamento do aluno, e que havia uma relação hierárquica entre os vários tipos de objetivos (REISER, 2001). Este grupo de educadores assumiu a tarefa de classificar metas e objetivos educacionais e desenvolver um sistema de classificação de objetivos para três domínios: cognitivo, afetivo e psicomotor. Este trabalho, pela maior aderência com o contexto estudado, faz uso de apenas um destes domínios – o cognitivo, uma vez que ele abrange os objetivos que enfatizam lembrar ou reproduzir algo que foi aprendido, ou que envolvem a resolução de alguma atividade intelectual para a qual o indivíduo tem que determinar o problema essencial, reorganizar o material ou combinar ideias, métodos ou procedimentos previamente aprendidos.

Segundo Romiszowski e Romiszowski (2005), este trabalho teve pouco a ver com princípios do behaviorismo, era um trabalho prático de criação de um modelo dos objetivos representados pelos currículos escolares norte americanos. Até 1960, muitos testes foram concebidos para entender o desempenho dos alunos, resultando em bom desempenho por alguns e mau desempenho por outros. Nesta época, surge uma nova modalidade de testes, chamada de testes por referência de critérios que tinha por objetivo medir o quão bem um indivíduo pode desempenhar

um determinado comportamento ou conjunto de comportamentos, independentemente de como os outros executam. Como Tyler havia indicado, estes testes foram usados segundo cada objetivo.

2.1.3 – Forma de avaliação

O terceiro movimento que marca a história do design instrucional é o movimento de modificação na forma de avaliação do processo de elaboração do processo instrucional. Segundo Reiser (2001), o termo avaliação formativa, embora já tivesse surgido no conceito de outros educadores, foi oficialmente inventado por Michael Scriven em 1967. Entre 1940 e 1950, muito pouco dos processos e materiais instrucionais produzidos foram submetidos à avaliação formativa. Essa situação teve alguma mudança entre 1950 e 1960, mas nesta época os processos ainda não apresentavam um rigor em suas avaliações. Foi Susan Markle quem estabeleceu procedimentos detalhados para a avaliação tanto durante, quanto após o processo de *design*. Estes procedimentos são bastante parecidos com as técnicas de avaliações formativas e somativas utilizadas atualmente (REISER, 2001).

2.2 - O *design* instrucional no contexto da EaD no Brasil

Apesar de o design instrucional possuir características gerais que o definem, é possível que o meio em que está inserido atue como elemento de modificação, adequando os processos à realidade regional. Esta situação de adequação é

verificada no cenário educacional brasileiro quando são apresentadas as particularidades definidas a partir do enfoque tecnológico adotado, das práticas específicas de EaD e do nível educacional a que será aplicado, além é claro, do contexto social. Para que seja possível um delineamento do design instrucional referente à EaD praticada no Brasil, faz-se necessário o conhecimento dos termos e visões relacionados ao *design* instrucional no que diz respeito às práticas nacionais. Uma dessas práticas é a junção dos termos *design* instrucional e mídia instrucional de forma indissociável, como se fossem não complementos um do outro, mas sim uma abordagem única. Esta visão, bastante presente no design praticado no Brasil em cursos a distância, deixa claro que historicamente os programas têm mostrado uma preocupação maior com a forma de transmissão das informações do que com os métodos instrucionais em si. Esta preocupação pode ter tido sua origem no fato de o Brasil possuir proporções continentais e o ensino a distância ser uma opção no caso das barreiras espaciais. Belloni (2002) corrobora com esta ideia quando afirma que a tecnologia e a educação a distância estão fortemente ligadas e que o avanço técnico nos meios de comunicação sempre foi o fator impulsionador do desenvolvimento da EaD. Entretanto, há que se levar em consideração que a capacidade de transpor barreiras físicas e prover acesso da informação ao estudante, não é garantia de aprendizagem efetiva. O elemento tecnologia é parte de um processo maior que conta com estratégias instrucionais baseadas no conhecimento da capacidade cognitiva humana para ser efetivo.

Apesar de ser a democratização do ensino feito a distância, um aspecto benéfico que rompe as barreiras físicas, ela não é suficiente para que haja uma aprendizagem significativa. Para que se possa falar em qualidade em cursos e treinamentos virtuais, há que se falar em estratégias que vão além do aspecto

tecnológico. De uma forma geral, a qualidade da educação a distância está relacionada a variáveis como políticas públicas e privadas, questões estruturais entre outras. No caso do Brasil, o cenário apresentado é o de um país onde há uma dificuldade de avaliação dos programas. Isto porque na maioria das vezes este processo esbarra nas determinações políticas e econômicas, em detrimento dos aspectos pedagógicos ou técnicos. Os interesses políticos prejudicam a efetividade do processo de inovação tecnológica na educação, mascaram as avaliações escondendo fracassos.

Para Campos, Rocha e Campos (1998), no que tange aos métodos e técnicas para viabilizar EaD, o Brasil ainda encontra-se em situação de desvantagem quando se compara às experiências internacionais: é carente em aportes materiais, tecnológicos e humanos. O conhecimento é insuficiente, e o capital intelectual é despreparado. Os autores, neste trabalho, procuraram contribuir com o tema fazendo um estudo que auxiliasse na orientação da implementação de uma estratégia de planejamento em projetos de EaD, levando em consideração a proposição de um suporte metodológico lastreado nos fatores críticos de sucesso, competências profissionais requeridas, estilos de aprendizagem e inteligências múltiplas.

Embora os conceitos aqui abordados sejam aplicáveis aos estudantes de uma forma geral, eles encontram pertinência dentro da parcela de aprendizes a que esta pesquisa se refere: os cursos técnicos de nível médio. O conhecimento dos programas de nível médio na educação a distância possibilita um melhor entendimento deste público e será abordado de forma mais minuciosa tendo como principal objetivo o conhecimento das políticas e técnicas utilizadas nos cursos formatados especificamente para esta população.

2.3 - Os programas de educação a distância em nível médio

Por se tratar de um cenário educacional onde mídia instrucional se confunde com *design* instrucional, a avaliação individual destes conceitos no contexto brasileiro não é clara. A preocupação com a forma de transmissão da informação e da mídia utilizada se sobressai na maioria dos programas pesquisados. A seguir são apresentados alguns dos principais programas de nível médio praticados em EaD no Brasil.

A EaD no Brasil remonta a década de 30 com a implantação do Serviço de radiodifusão Educativa do Ministério da Educação e o surgimento do Instituto Monitor, escola pioneira em EaD no Brasil. (FRANCO et al., 2006). Nesta ocasião, apostilas e kits de eletrônica eram utilizados para aprendizagem dos estudantes e os trabalhos e avaliações eram realizados via correio. Atualmente o Instituto Monitor possui cursos técnicos reconhecidos e com direito a registro em instituições como CREA, CRC, CRECI e SRTE, seu método de avaliação é presencial e sua estrutura conta com laboratórios, sala de estudo, biblioteca e plantão educacional individualizado e eletrônico. O Instituto Monitor oferece também Educação para Jovens e Adultos (EJA).

A década de 40 começa com o surgimento de uma instituição similar: O Instituto Universal Brasileiro, que também utilizava apostilas e o correio para comunicação com seus estudantes. O fornecimento de kits didáticos também era considerado na questão prática do aprendizado. Atualmente o Instituto Universal Brasileiro ministra cursos supletivos, profissionalizantes e técnicos.

Na década de 50 surge a Fundação de Ensino Secundário do Rio de Janeiro a partir do objetivo de uma equipe de educadores de expandir e aperfeiçoar o ensino secundário no país e o sistema rádio-educativo passa a produzir programas transmitidos por diversas emissoras. Em 1961, a conferência Nacional dos Bispos Brasileiros (CNBB) cria o Movimento de Educação de Base (MEB), patrocinado pelo governo federal, direcionado às classes trabalhadoras. Neste mesmo ano a Fundação João Baptista do Amaral produz um curso destinado à alfabetização de adultos, esta iniciativa ficou conhecida como a pioneira em favor de uma TV voltada à educação e cultura.

Os programas de teleducação foram o fator incentivador para que o MEC solicitasse a reserva de canais VHF e UHF para as TVs educativas nos anos 60. O projeto SACI (Sistema Avançado de Comunicações Interdisciplinares), cujo objetivo era estabelecer um sistema nacional de teleducação via satélite doméstico de alta potência que alocaria três canais de TV para fins educativos, foi concebido experimentalmente em 1967 e permaneceu até 1974. Em 1969, os programas didáticos voltados ao ensino supletivo como o Curso de Madureza Ginásial, tem na TV Cultura de São Paulo, um veículo de disseminação.

Segundo Pereira (2008), nas décadas de 70 e 80, o Governo Federal e Fundações Privadas iniciam a oferta de cursos supletivos a distância, via rádio e televisão com aulas via satélite complementadas por materiais impressos. Em outubro de 1970, surgia o Projeto Minerva, transmitido em todas as rádios e televisões comerciais ou privadas do país, com uma duração de 5 horas semanais. Este projeto foi criado pelo governo federal era direcionado à educação de adultos, porém como afirma Pereira (2008):

a concretização dessa experiência demonstrou elementos negativos como a flutuação de matrículas e evasões durante o curso. Além disso, a avaliação do rendimento dos estudantes não foi concretizada, tendo os mesmos sido encaminhados e orientados a prestar exames supletivos (Madureza) que aconteciam duas vezes ao ano sob a responsabilidade do departamento de Ensino Supletivo (DSU/MEC)

e ainda

de outubro de 1970 a outubro de 1971 participaram do projeto um total de 174.246 estudantes, desses, 61.866 concluíram os cursos. O projeto durou até o início da década de 80, mas durante todo o tempo de sua transmissão sofreu severas críticas referentes aos currículos, à carga horária, aos conteúdos, à tecnologia e ao tipo de atendimento aos estudantes. Apesar disto, algo em torno de 300.000 pessoas tiveram acesso às emissões radioeducativas. Destes, 60.000 solicitaram o exame de Madureza, no entanto, somente 33% deles foram aprovados.

Concomitante ao Projeto Minerva, o IRDEB (Instituto de Radiodifusão do Estado da Bahia) fruto de uma iniciativa própria do estado da Bahia e financiado pela Secretaria de Educação do estado da Bahia, pela Agência Canadense de Desenvolvimento Internacional (ACDI) e pelo Programa Nacional de Teleducção (PRONTEL), oferecia uma variedade de programas de 1º e 2º grau e de formação de professores. Conforme Alonso (1996), 78.106 pessoas foram atendidas em uma clientela estimada em 400.000. A taxa de evasão ficou em aproximadamente 15%, índice considerado baixo. Este programa se estendeu até 1977 e acabou em virtude de as agências financiadoras não darem continuidade às parcerias.

Em 1972, o Centro de Recepção Organizada (Telecentro) é implantado e a FCBTVE produz o projeto-piloto “João da Silva”, um curso em forma de novela, transmitido pela televisão e correspondente ao antigo curso primário. Inicialmente transmitido em circuito aberto pela TV Rio e TV Tupi, foi também transmitido pela TV Globo em diversos estados brasileiros. Em 1976, o nome do projeto muda para “A conquista”, mas mantém o formato de novela. Seu final se dá em 1981.

No final da década de 70, a educação supletiva a distância de 2º grau é implementada pela Fundação Roberto Marinho, sendo posteriormente expandida para 3ª e 8ª séries do 1º grau (Telecursos). A distribuição destes cursos era a partir de materiais instrucionais impressos adquiridos em bancas de revistas e veiculação eletrônica por intermédio da TV Cultura de São Paulo. Como um aperfeiçoamento deste programa, surge o Telecurso 2000, fruto da parceria entre a Fundação Roberto Marinho e a FIESP. Este programa tinha como metodologia educacional a integração dos conteúdos do ensino fundamental e médio, utilizando multimeios como material didático composto de livros e vídeos e assistência às aulas em casa, por intermédio das emissoras de TV ou em uma das várias tele-salas espalhadas pelo país, cuja estrutura contava com aparelho de vídeo, orientador capacitado, além de material didático de apoio. Segundo Pereira (2008), estes programas têm beneficiado mais de quatro milhões de pessoas, que ao final do curso prestam exames para obter certificado junto às Secretarias Estaduais de Educação.

Ainda nesta década, o ensino a distância feito por meio de correspondência evolui no que diz respeito às mídias instrucionais, para fitas cassete, disquete e VHS, obviamente aliado ao material impresso, mas apesar de algumas iniciativas permanece como forma supletiva até o final dos anos 90.

A década de 90 é marcada pela iniciação do uso de novas tecnologias da informação e comunicação pelas instituições de ensino superior. A base do material instrucional ainda é o texto impresso, porém, os princípios, processos e produtos que o desenvolvimento científico e tecnológico começa a colocar a serviço da comunicação passam a ser incorporados (PEREIRA, 2008). A autora ainda destaca as três gerações pelas quais têm passado a EaD no Brasil: a) Geração textual: o auto-aprendizado se dava a partir de textos simples, geralmente utilizando o correio,

dominante até a década de 1960; b) Geração analógica: o auto-aprendizado era baseado em textos com suporte intenso de recursos como áudio e vídeo, dominante entre os anos de 1960 e 1980; c) Geração Digital: o autoaprendizado tem como suporte, quase exclusivo, recursos tecnológicos altamente diferenciados, dominante a partir da década de 1990 até os dias atuais.

A preocupação com a tecnologia em detrimento dos métodos instrucionais foi um fenômeno identificado nas três gerações citadas. A identificação desta questão suscita a discussão do papel dos métodos instrucionais e dos elementos de mídia dentro dos processos do *design* instrucional. A importância dessa discussão encontra respaldo na necessidade de entender os papéis exercidos tanto pela tecnologia e mídia utilizadas quanto pelos métodos e estratégias instrucionais aplicados no design de um curso, e identificar a correlação entre estes fatores na busca pela maximização da aprendizagem. Os métodos instrucionais e os elementos relacionados à mídia utilizada são mais detalhadamente discutidos no texto a seguir.

2.4 - Métodos instrucionais e elementos de mídia

Segundo Clark e Mayer (2008), os *designers* que utilizam todos os recursos tecnológicos disponíveis, acabam por promover uma sobrecarga na capacidade de processamento das informações. Os humanos têm uma capacidade limitada de absorver informações e o uso exagerado de recursos de software pode prejudicar o aprendizado. Contrastando com este tipo de *designer*, existem aqueles que são

avessos à tecnologia e ignoram ou boicotam a capacidade dos recursos tecnológicos disponíveis.

Para Clark e Mayer. (2008a)

é evidente que a autonomia dos estudantes na construção do conhecimento torna difícil, senão impossível, prever como eles vão aprender e planejar as seqüências de atividades. A real adaptação do *design* instrucional à teoria cognitiva, portanto, requer mudanças na concepção de como as pessoas aprendem e como decisões são tomadas. Não existem teorias e modelos educacionais que possam ser diretamente implementados, e nenhuma ferramenta tecnológica que disponibilize a implementação simples de material educacional.

Para Campos, Rocha e Campos (1998), os métodos instrucionais são responsáveis por oferecer o suporte necessário à realização do aprendizado de um determinado conteúdo. Por métodos instrucionais entendem-se técnicas instrucionais como exemplos, exercícios práticos e mecanismos de retorno de erros e acertos, capazes de fornecer ao estudante uma visão do desempenho em determinado exercício ou atividade. Para ser eficiente, o método instrucional e a tecnologia midiática utilizados precisam orientar os estudantes em um processo efetivo de assimilação de novos conhecimentos e na formação de habilidades. No caso da tecnologia, esta pode ser um fator limitador, como no caso de falta de áudio por exemplo, que se constitui em uma restrição que impacta negativamente na qualidade do ensino a distância.

Um grande desafio no ensino a distância, como em qualquer programa de aprendizagem é construir materiais instrucionais em meios que são compatíveis com os processos de aprendizagem humana. Para serem efetivos, os métodos instrucionais precisam suportar estes processos, isto é, precisam fomentar os

eventos necessários para a aprendizagem. Enquanto a tecnologia computacional utilizada na transmissão de informações é atualizada semanalmente, o fator humano, a infraestrutura neurológica que embasa o processo de aprendizagem é obsoleta e resistente à mudanças. Fato é que a tecnologia pode facilmente transmitir mais dados sensoriais que o sistema nervoso humano pode processar. O desafio permanente da EaD consiste em adequar o uso das TICs e o Projeto Pedagógico na otimização do desenvolvimento dos estudantes, tentando contemplar sempre que possível, as diversas necessidades e estilos de aprendizagem de cada um.

Para Clark e Mayer (2008), não há integração adequada de dois campos que são fundamentais para este trabalho: ciência da computação e ciência instrucional. Segundo os autores, esta integração traria o compartilhamento do conhecimento com as restrições computacionais, das teorias da aprendizagem com os princípios da interação homem máquina. O foco do trabalho citado foi a discussão da importância do *design* instrucional no contexto das novas tecnologias e do desenvolvimento de software educacional.

O *design* instrucional, por sua característica elementar, é apoiado por teorias educacionais que gravitam ao seu redor e que têm a função de contribuir para o aprimoramento de seus métodos e técnicas. Entre estas teorias está a Teoria da Carga Cognitiva, que busca otimizar o uso do sistema de memória humano. O próximo capítulo busca explicar seu funcionamento e o papel que esta teoria exerce dentro do contexto de *design* instrucional.

Capítulo 3 - A teoria da carga cognitiva

A teoria da carga cognitiva usa interações entre a estrutura da informação e o conhecimento da cognição humana para determinar o *design* instrucional (VAN MERRIËNBOER; SWELLER, 2005) (RICKERS; VAN GERVEN; SCHMIDT, 2004). Originalmente criada no final da década de 70, a teoria da carga cognitiva tinha como objetivo a aprendizagem baseada na resolução de problemas. O conceito de sobrecarga cognitiva foi introduzido nos anos 80, para explicar alguns resultados obtidos em pesquisas ocorridas nesta época (SCHNOTZ; KÜRSCHNER, 2007).

Segundo van Merriënboer e Sweller (2005), a teoria da carga cognitiva admite dois tipos de memória: a memória de trabalho, que possui capacidade e duração limitadas e a memória de longa duração, que contém modelos mentais organizados em esquemas cognitivos. Além disso, esta teoria tem como foco as consequências instrucionais dessa memória de trabalho limitada, que pode ser contornada pelo conhecimento adquirido na memória de longa duração. A questão central da teoria da carga cognitiva é o desenvolvimento de métodos instrucionais que usem eficientemente a capacidade limitada de processar informação e o estímulo das habilidades de aplicação do conhecimento e resolução de novos problemas. Esta abordagem reforça a ideia de que não basta entender como se aprende, é preciso descobrir a melhor forma de como isto é feito. Para Paas, Renkl e Sweller (2004), a principal preocupação da teoria da carga cognitiva é a aprendizagem de tarefas complexas, onde o aprendiz é freqüentemente sobrecarregado pelo número de elementos de informação e as interações entre estes elementos que precisam ser processadas simultaneamente antes que o

aprendizado significativo possa ocorrer. O controle instrucional desta alta carga cognitiva a fim de atingir uma aprendizagem significativa no domínio cognitivo complexo, tem se tornado o cerne da teoria da carga cognitiva.

3.1 - O processo cognitivo humano

Para entender a proposta da teoria da carga cognitiva, é necessário primeiramente entender como os seres humanos processam as informações. Por processamento pode-se entender a percepção, a codificação, o armazenamento, recuperação e utilização destas informações. A teoria da carga cognitiva parte do pressuposto de que o ser humano não pode processar muitas informações na memória a cada momento (SANTOS; TAROUÇO, 2009). Isto porque segundo esta teoria, o ser humano é dotado de uma memória de trabalho que possui capacidade de processamento e duração limitadas no que diz respeito a novas informações. A memória de trabalho precisa estar livre para receber a nova informação oriunda de um conteúdo instrucional. Quando ocorre o esgotamento da capacidade limitada da memória de trabalho, o processo torna-se ineficiente. Assim, métodos instrucionais que sobrecarregam a memória de trabalho, tornam o aprendizado mais difícil. A sobrecarga imposta à memória de trabalho na forma de informação que precisa ser mantida mais a informação que precisa ser processada é referida como carga cognitiva. Métodos que reduzem a carga cognitiva maximizam o aprendizado pela liberação da capacidade da memória de trabalho.

Ainda no que diz respeito ao aprendizado, é importante considerar a questão dos esquemas cognitivos. Segundo Chong (2005), esquemas cognitivos são

estruturas de conhecimento que categorizam múltiplos elementos de informação como um simples elemento e determinam uma ação apropriada. São hierarquicamente organizados, reduzem a carga na memória de trabalho e habilitam as pessoas a manter um número ilimitado de elementos de informação na memória de longa duração. Mudanças nos esquemas também resultam em mudanças nas estratégias de resolução de problemas. Para van Merriënboer e Ayres (2005), a especialização humana se dá a partir do conhecimento armazenado nesses esquemas.

Para Paas, Renkl e Sweller (2004), esquemas classificam elementos de informação de acordo com a forma em que serão utilizados. Esses conjuntos de esquemas são usados para organizar e armazenar conhecimento e reduzem profundamente a sobrecarga na memória de trabalho porque mesmo um esquema altamente complexo pode ser tratado como um único elemento quando trazido para dentro da memória de trabalho. Ao contrário da informação nova e desorganizada, as informações vindas da memória de longa duração não causam sobrecarga, pois já estão organizadas em esquemas cognitivos. A automação destes esquemas, ou seja, a aplicação sucessiva e repetida libera a capacidade da memória de trabalho para outras atividades porque um esquema automatizado conduz a um comportamento sem a necessidade de ser conscientemente processado na memória de trabalho.

Embora esquemas cognitivos sejam armazenados e recuperados a partir da memória de longa duração, informações novas precisam ser processadas na memória de trabalho. A carga desta memória pode ser afetada pela natureza intrínseca das próprias tarefas de aprendizagem (carga cognitiva intrínseca), a maneira na qual estas tarefas são apresentadas (carga cognitiva externa) ou pela

quantidade de recursos cognitivos que os estudantes voluntariamente investem na construção e automação do esquema (carga cognitiva relevante). Assim, o principal princípio instrucional da teoria da carga cognitiva é a promoção da diminuição da carga cognitiva externa e o aumento da carga cognitiva relevante dentro dos limites da capacidade de processamento disponível.

Para Santos e Tarouco (2009), uma vez que a capacidade mental é limitada, para haver uma aprendizagem efetiva é necessário que haja um balanceamento das cargas cognitivas. Esta proposta é visualizada na figura exibida 3:

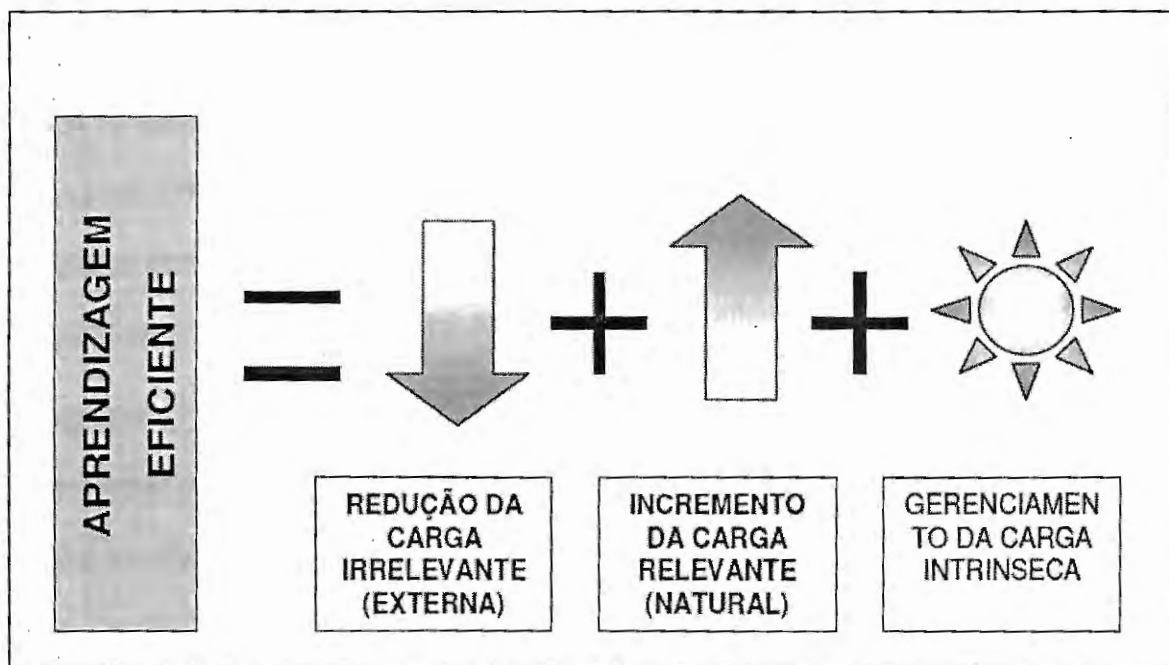


Figura 3 - Modelo de balanceamento das cargas cognitivas
Fonte: Santos e Tarouco(2009)

van Merriënboer e Ayres (2005) destacam a mudança no foco do material impresso em tarefas de aprendizagem on-line. Segundo os autores, a carga cognitiva imposta por cada tarefa pode ser demasiadamente elevada para principiantes e dificultar seriamente o aprendizado. Desta forma, métodos de

seqüenciamento estão começando a ser estudados no sentido de diminuir a carga cognitiva intrínseca nas primeiras fases do aprendizado. Outros fatores destacados neste estudo são o foco em treinamentos baseados em problemas reais e a consideração do nível de especialização do aprendiz. Ou seja, métodos instrucionais que funcionam bem com principiantes podem não ter o mesmo êxito no caso de estudantes mais experientes. Quanto à influência do nível de especialização do estudante sobre a carga cognitiva, Paas, Renkl e Sweller (2004) complementam afirmando que o conhecimento do nível de especialização do estudante é de muita importância para *designers* instrucionais. Ele possibilita a classificação das informações e atividades como intrínseco, externo, ou relevante para poder prever os resultados da aprendizagem. A carga cognitiva que é relevante para um principiante pode ser externa para um especialista.

Segundo DeLeeuw e Mayer (2008), um dos maiores desafios no *design* de materiais instrucionais que envolvem o uso de multimídia é a sensibilidade quanto à carga cognitiva do aprendiz durante a aprendizagem. Para os autores, uma atividade deveria ser desenhada de modo que o processamento total requerido na aprendizagem não exceda à capacidade de processamento do aprendiz. Ainda segundo os mesmos autores, a carga cognitiva é composta ou influenciada por muitos fatores e diferentes manipulações de situações de aprendizado podem causar tipos diferentes de carga cognitiva, assim, é possível que algumas medidas sejam mais sensíveis a um tipo de mudança na carga cognitiva que outras.

Segundo Paas, Renkl e Sweller (2004), trabalhos anteriores mostraram que a redução da carga cognitiva externa por meio de exemplos reais, por exemplo, são mais efetivas do que a resolução de problemas feita de modo convencional. Porém, na opinião dos autores, estes trabalhos têm sido mal interpretados no sentido de que

a carga cognitiva dos aprendizes necessita ser mantida no nível mínimo durante o processo de aprendizagem.

3.1.1 - A memória de trabalho

Também chamada de memória de curta duração, esta memória tem como característica principal sua capacidade e duração extremamente limitadas. Entretanto, algumas destas limitações aplicam-se somente a informações novas, que precisam ser processadas em um novo meio (CHONG, 2005). Informações guardadas na memória de longa duração não apresentam estas limitações quando trazidas para dentro da memória de trabalho. Segundo Ayres e van Gog (2009), todo aprendizado consciente ocorre na memória de trabalho, portanto, utilizar o conhecimento prévio sob a forma de esquemas permite não apenas extrair o sentido das novas informações, mas também reduzir a probabilidade de que a memória de trabalho fique sobrecarregada, levando a uma ineficiência na aprendizagem. A maior consequência das limitações da memória de trabalho é que quando em contato com materiais novos e com alta interatividade de elementos, podemos não processá-la adequadamente (CHONG, 2005). A alta complexidade do material atua como um obstáculo na compreensão, fenômeno que motiva a necessidade do uso de mecanismos de aprendizagem e o uso da memória de longa duração para favorecer a aprendizagem efetiva. Assim, de acordo com a teoria da carga cognitiva, é importante priorizar atividades que minimizem o processamento e/ou a armazenagem do que não é diretamente relevante para o aprendizado a fim de evitar o desgaste da capacidade limitada da memória de trabalho.

Para Baddeley (1992), o termo memória de trabalho, diz respeito ao sistema cerebral de armazenamento e manipulação temporária das informações necessárias a cada tarefa cognitiva complexa.

Apesar deste tipo de memória ter sido inicialmente conceituada como um sistema unitário, pesquisas demonstraram que ela se constitui de uma organização de múltiplos fluxos, canais e processadores e é dividida em um esboço visuoespacial responsável por lidar com diagramas bidimensionais e informações tridimensionais, um laço fonológico responsável por lidar com informações verbais e um sistema executivo central atuando como processador e coordenador (BADDELEY, 1992).

A figura 4 apresenta um modelo de memória de trabalho e seus componentes descrita por Baddeley.

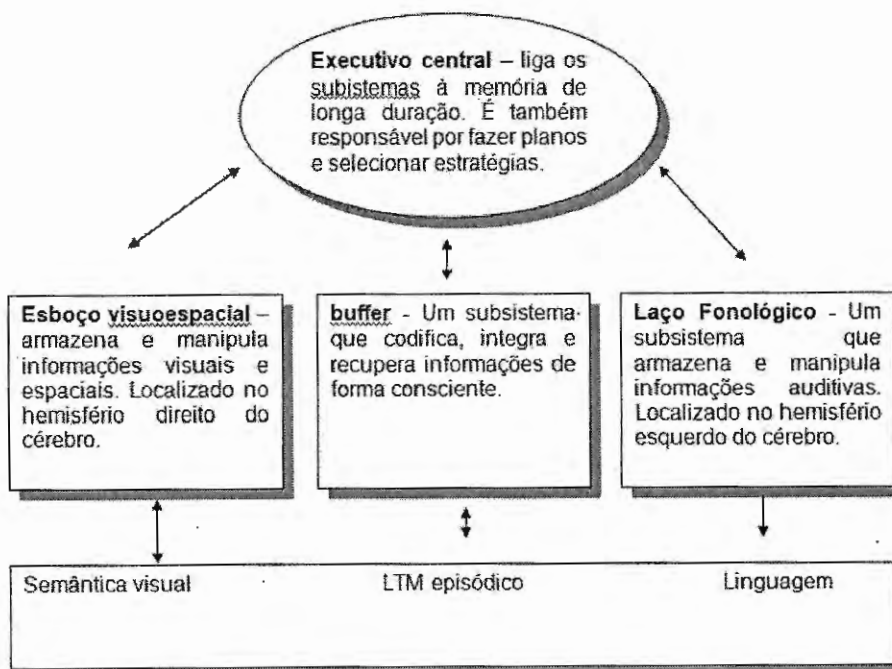


Figura 4 - Modelo de memória de trabalho e seus componentes
Fonte: Adaptado de Baddeley, 1992

Para uma melhor compreensão desta visão, a carga cognitiva foi definida em três tipos denominados carga cognitiva intrínseca, relevante e externa.

3.1.2 - A carga cognitiva intrínseca

A carga cognitiva intrínseca refere-se à complexidade do material apresentado ao aprendiz. Ela é dependente da natureza intrínseca (nível de dificuldade) do material e também do nível de especialização do estudante (CHONG, 2005).

Muitas aplicações de aprendizado on-line são produzidas em consonância com tarefas de aprendizagem complexas, caracterizadas por um grande número de interação de elementos. Partes de informação e habilidades precisam interagir e ser coordenadas na memória de trabalho, a fim de resultar em um desempenho coerente. Mesmo depois da remoção de todas as fontes de carga cognitiva externa, a interação dos elementos de cada material pode ser muito alta para permitir um aprendizado eficiente. Uma alternativa para esta situação é a apresentação gradativa das informações. Dessa forma, a carga cognitiva intrínseca é alterada porque a interação dos elementos do material é artificialmente reduzida nas primeiras fases da instrução. Segundo DeLeeuw e Mayer (2008), um meio de manipular o processamento intrínseco é por intermédio da complexidade das sentenças apresentadas ao aprendiz. Uma sentença de baixa complexidade exige do estudante que ele mantenha apenas poucos conceitos na memória de trabalho para que possa entender o ponto essencial da atividade. A complexidade da

sentença pode ocasionar carga cognitiva intrínseca porque o aprendiz necessita coordenar mais peças de uma informação que são essenciais à sua compreensão.

3.1.3 - A carga cognitiva relevante

Diz respeito à demanda imposta à memória de trabalho por atividades mentais que contribuem diretamente ao aprendizado. É o caso de exemplos de trabalho e atividades auto-explicativas (CHONG, 2005). Segundo van Merriënboer e Ayres (2005), a variabilidade das situações-problema também deve ser considerada quando a questão é aprendizagem significativa. Esta diversidade contribui na construção de esquemas cognitivos, porque aumenta a probabilidade de que características semelhantes sejam identificadas. A alta variabilidade requer o raciocínio do estudante, forçando o aumento da carga cognitiva. A mudança no foco da teoria da carga cognitiva em direção a cursos regulares e programas educacionais tem resultado na aplicação de recursos de processamento investidos na construção e automação de esquemas cognitivos. Este processo de construção de esquemas cognitivos está associado ao conceito de carga cognitiva relevante. A difusão e distinção destes esquemas tem tido no aumento da variação da prática, um meio de incentivo aos aprendizes, incentivo este, que se traduz em uma dimensão importante, necessária principalmente em treinamentos on-line. Uma perspectiva motivacional é apresentada na relação entre esforço mental e desempenho, indicando que o baixo envolvimento nas tarefas é indicado por um baixo envolvimento em investimento de esforço mental combinado com um baixo desempenho.

No que diz respeito ao modo de apresentação das informações, pesquisas demonstram que a pluralidade de formas se mostra superior à forma única de apresentação.

3.1.4 - A carga cognitiva externa

Este tipo de carga cognitiva diz respeito à carga mental despendida durante o aprendizado e está associada a processos que não são diretamente necessários para a aprendizagem. Esses processos podem ser alterados por intervenções instrucionais. Este tipo de carga cognitiva não contribui diretamente com o aprendizado e pode ser causada pelo uso de métodos instrucionais ineficientes (VAN MERRIËNBOER; AYRES, 2005). Assim como a carga relevante, depende do objetivo da tarefa de aprendizagem. Aprendizes podem usar muito de sua memória de trabalho para tentar estabelecer uma coerência entre duas fontes de informação e resultar em pouca ou nenhuma capacidade cognitiva de sobra para a carga relevante (CHONG, 2005). Para Schnotz e Kürschner (2007), o trabalho com exemplos foi considerado uma forma eficaz de reduzir a carga cognitiva externa por meio da eliminação de processos mentais de busca.

A limitação dos recursos cognitivos disponíveis ao estudante torna pertinente o estudo de uma forma de administração destes recursos durante o processo de aprendizagem. O conhecimento das funções de cada tipo de memória e da estrutura cognitivas humana auxilia na busca deste gerenciamento.

3.2 - Gerenciando recursos cognitivos limitados durante a aprendizagem.

O desafio do estudante é realizar processos dentro de restrições de limites severos sobre o quanto de processamento pode ocorrer em cada canal em um dado momento. Este desafio se repete no caso de conteúdos instrucionais de cursos a distância. Os métodos instrucionais precisam orientar o estudante na transformação das palavras e figuras contidas no material instrucional por intermédio da memória de trabalho para então serem incorporados ao conhecimento já existente armazenado na memória de longo prazo. Como contribuição ao desafio imposto ao estudante, Clark e Mayer (2008) sugerem dois métodos para gerenciamento da capacidade limitada na memória de trabalho: a) integração e b) recuperação e transmissão de informações. Estes conceitos são detalhados no texto que se segue.

3.2.1 - Integração

A memória de trabalho integra as palavras e figuras de um conteúdo instrucional dentro de uma estrutura unificada e associa estas ideias com o conhecimento existente na memória de longo prazo. A integração de palavras e figuras é feita mais facilmente por materiais que apresentam a informação verbal e visual juntas ao invés de separadas. Uma vez que as palavras e as figuras estão consolidadas em uma estrutura coerente na memória de trabalho, devem estar integradas dentro de uma estrutura de conhecimento existente na memória de longo prazo. Isto requer processamento ativo na memória de trabalho. Materiais de cursos

feitas a distância que incluem exercícios práticos e exemplos de trabalho estimulam a integração do novo conhecimento com o conhecimento já adquirido.

3.2.2 - Recuperação e transmissão

Não é suficiente simplesmente adicionar novo conhecimento à memória de longo prazo. Para resultados satisfatórios, a nova estrutura de conhecimento precisa ser codificada dentro da memória de longo prazo de uma forma que possa ser facilmente recuperada quando necessário. Sem esta recuperação, todos os outros processos psicológicos são inúteis, uma vez que não faz sentido ter conhecimento armazenado na memória de longo prazo se não é possível utilizá-lo posteriormente. Para uma transmissão satisfatória, conteúdos instrucionais de cursos virtuais precisam incorporar o contexto do trabalho nos exemplos e exercícios práticos.

A aderência existente entre a teoria da carga cognitiva e outras teorias cognitivas como a teoria do aprendizado multimídia, torna possível o aperfeiçoamento de métodos de entrega de informação baseados nas tecnologias de informação e comunicação. Parte da teoria do aprendizado multimídia, o princípio da modalidade é um exemplo disso. Segundo este princípio, informações entregues aos estudantes na forma de imagens gráficas em conjunto com textos narrados produzem maior efetividade na aprendizagem do que as mesmas imagens em conjunto com textos impressos. O próximo capítulo descreve as características da teoria do aprendizado multimídia, do princípio da modalidade, bem como uma descrição sucinta dos demais princípios que a compõem.

Capítulo 4 - A teoria cognitiva do aprendizado multimídia e o princípio da modalidade

De acordo com Chong (2005), a teoria cognitiva do aprendizado multimídia de Mayer está baseada em uma integração entre a teoria da carga cognitiva, a teoria de codificação dupla e o modelo de memória de trabalho. Esta teoria está baseada em três pressupostos: a) informações e experiências visuais e auditivas são processadas por meio de canais de processamento separados e distintos; b) cada canal de processamento é limitado em sua habilidade de processar informações e experiências; c) o processamento de informações e experiências em canais é um processo cognitivo ativo projetado para construir representações mentais coerentes. Para ativar este modelo cinco passos são necessários: a) selecionar palavras relevantes para processamento na memória de trabalho verbal; b) selecionar imagens relevantes para processamento na memória de trabalho visual; c) organizar as palavras selecionadas dentro de um modelo mental verbal; d) organizar imagens selecionadas dentro de um modelo mental visual; e) integrar representações verbais e visuais bem como o conhecimento prévio. Nos modelos de aprendizagem que envolvem multimídia, o material instrucional pode conter gráficos e palavras (escritas ou faladas). Os gráficos e as palavras escritas são processados pelo sistema cognitivo do aprendiz por meio dos olhos (canal visual) e as palavras faladas por meio dos ouvidos (canal auditivo). Se o aprendiz presta atenção, o material é selecionado e processado na memória de trabalho, onde é possível reter e manipular apenas certa quantidade de informação por vez em cada canal. Na memória de trabalho, o aprendiz pode organizar mentalmente algumas das imagens selecionadas em um modelo visual e algumas das palavras selecionadas em um

modelo verbal. Após esta organização, o aprendiz pode associar a nova informação ao conhecimento já armazenado na chamada memória de longo prazo, uma espécie de depósito do conhecimento deste aprendiz. A figura 5 demonstra processo de captura, processamento e associação da informação com o conhecimento já armazenado na memória de longa duração:

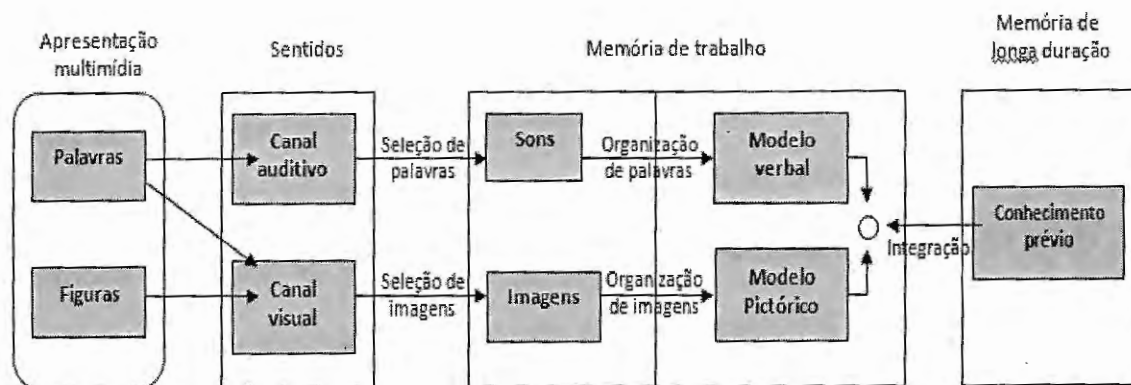


Figura 5 - Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia
Fonte: Adaptado de Clark e Mayer(2008a)

Em outras palavras, a teoria cognitiva da aprendizagem multimídia enfatiza a regra do aprendizado significativo, o qual ocorre quando o estudante seleciona material relevante a partir de um conjunto de informações, organiza este conjunto dentro de uma representação coerente em uma capacidade limitada de memória de trabalho e o integra com conhecimento existente na memória de longo prazo.

O aprendizado significativo ocorre quando o aprendiz realmente se engaja em todos estes processos. Para Clark e Mayer (2008), apresentações multimídia podem incentivar os aprendizes a se engajar no aprendizado significativo pela representação mental do material em palavras e figuras e pelas conexões mentais feitas entre representações pictóricas e verbais. Entretanto há que se enfatizar que apesar do importante papel ocupado pela tecnologia nos processos de ensino e aprendizagem, esta mesma tecnologia em si apenas não é suficiente para que o

aprendizado efetivo ocorra. Segundo Penney (1989), a mudança vista nas TICs nas últimas duas décadas está ligada ao crescimento correspondente do uso de computadores em todos os níveis educacionais, entretanto, a natureza vanguardista da tecnologia não garante aprendizado eficiente e efetivo. Neste sentido, torna-se pertinente a discussão da contribuição da teoria da aprendizagem multimídia dentro do contexto do *design* instrucional e da educação a distância. O texto a seguir busca contribuir para o entendimento da importância desta teoria no design instrucional.

4.1 - A aplicação dos princípios da teoria da aprendizagem multimídia no *design* instrucional

Segundo a teoria da aprendizagem multimídia, é extremamente importante o conhecimento da instrução e do material de aprendizagem nos processos cognitivos. No *design* do conteúdo das atividades, é necessário considerar a carga mental do material, os recursos da memória de trabalho necessários para a aprendizagem a partir do material ou no desempenho das tarefas de aprendizagem e o processamento cognitivo requerido nas atividades não relacionadas ao aprendizado. Assim, baseados em pesquisas anteriores, Clark e Mayer (2008) sugerem alguns princípios desta teoria aplicados ao *design* instrucional que serão descritos no texto a seguir. São eles: princípio da multimídia, princípio da contiguidade, princípio da modalidade, princípio da redundância, princípio da coerência, princípio da personalização e princípio da segmentação e pré-treino.

4.1.1 - Princípio da multimídia

Segundo este princípio, os cursos on-line devem incluir no seu material instrucional palavras e gráficos ao invés de somente palavras. Por palavras entende-se textos que podem ser lidos através de uma tela ou ouvido através de fones ou dispositivos similares. Por gráficos entende-se ilustrações estáticas como figuras, fotos e mapas e dinâmicas como animações ou vídeos.

O princípio da multimídia, entretanto, não defende a ideia do uso indiscriminado de gráficos e chama a atenção para as funções exercidas por eles dentro de um contexto. É o caso, por exemplo, de um gráfico ou figura que sirva apenas de elemento decorativo em uma página de um conteúdo instrucional, mas que não contribua para a aprendizagem efetiva dele. O princípio da multimídia é particularmente indicado a aprendizes com pouco ou nenhum conhecimento a respeito do assunto a ser tratado (principiantes).

4.1.2 - Princípio da contiguidade

Segundo Clark e Mayer (2008), a principal consideração do princípio da contiguidade, abarca a necessidade de coordenar texto e gráficos, posicionando o texto exibido na tela próximo às partes das ilustrações a que eles se referem e narrações que explicam textos escritos no mesmo momento em que aparecem.

Para Ayres e Sweller (2005), o princípio da contigüidade, também chamado de princípio da divisão da atenção, propõe que no *design* de instruções que envolvem multimídia, é importante evitar formatos que exijam do aprendiz uma divisão da atenção prestada e a integração mental das múltiplas fontes de informação. Em vez disso, materiais devem ser formatados de modo que as fontes diferentes de informação são física e temporalmente integradas, evitando assim, a necessidade de o aprendiz ter de fazer esta integração mentalmente, o que reduziria a carga cognitiva externa.

Nas palavras de Moreno e Mayer (1999), há uma distinção entre dois efeitos que podem ser esperados a partir do princípio da contigüidade: um efeito de contigüidade espacial e um efeito de contigüidade temporal. Em outras palavras, segundo este princípio, gráficos e palavras escritas correspondentes devem ser colocados próximos uns dos outros (contíguos no espaço) e palavras faladas (narração) devem ocorrer ao mesmo tempo em que a exibição do gráfico a que correspondem (contíguos no tempo).

4.1.3 - Princípio da redundância

Para Clark e Mayer (2008), alguns materiais instrucionais de *e-learning* descrevem elementos visuais como gráficos e figuras utilizando palavras tanto em formato escrito ou impresso, quanto em formato de narração em áudio. Neste caso, o áudio repete o texto escrito. Esta técnica é chamada de redundante porque o texto escrito é redundante ao texto narrado. Moreno e Mayer (2002) descrevem o princípio da redundância como situações de aprendizado nas quais a eliminação de materiais

redundantes resulta em uma *performance* de aprendizagem melhor do que quando este material é incluído. Baseado em teorias da psicologia cognitiva, este princípio sugere evitar a forma de transmissão de informações por meio de texto escrito ou impresso que seja redundante com narração e elementos gráficos. Segundo Clark e Mayer (2008), a razão disto é o fato de que os estudantes podem prestar muita atenção às palavras impressas em detrimento dos elementos gráficos que os acompanham, além de tentar comparar e conciliar textos na tela e a narração. Estes procedimentos dificultam a aprendizagem efetiva, pois requerem processamento cognitivo externo para o aprendizado do conteúdo.

Embora seja recomendado omitir textos impressos em tela redundantes na maioria dos programas de *e-learning*, considera-se seu uso em situações especiais que não sobrecarreguem o sistema de processamento de informações visuais do aprendiz como: a) quando não há apresentações gráficas (vídeos, animações, fotos, etc.); b) quando há ampla oportunidade para processar a informação gráfica (apresentações gráficas feitas em grandes espaços de tempo); c) quando o aprendiz precisa despender um esforço cognitivo maior para compreender textos falados do que impressos.

4.1.4 - Princípio da coerência

A ideia central deste princípio diz respeito ao material que não suporta o objetivo instrucional. Ou seja, adicionar material visando somente o tornar mais “interessante” pode ser um fator prejudicial ao aprendizado. Segundo Clark e Mayer (2008), este é um princípio comumente violado, embora seja simples na sua

aplicação e tenha um forte impacto na aprendizagem. Ainda segundo os autores, a violação deste princípio acarreta sobrecarga na memória de trabalho, apesar de alguns desenvolvedores sentirem-se compelidos a incrementar seu material visando provocar o interesse do estudante. Como exemplos de violação deste princípio pode-se citar músicas e sons de fundo, palavras e figuras que são usadas apenas para efeito de decoração uma página. De acordo com a teoria cognitiva do aprendizado multimídia, o estudante procura o sentido do material apresentado. Se uma representação mental coerente é construída, é gerada também a satisfação do estudante. De forma contrária, a adição de elementos que exigem processamento externo como figuras, sons e palavras que visam somente a ornamentação, pode levar a uma interferência no processo do “fazer sentido”, já que o estudante possui uma capacidade cognitiva limitada para processar o material instrucional. Esta ideia é reforçada por pesquisas como as realizadas por Mayer, Heiser e Lonn (2001). Estas pesquisas indicaram que os estudantes pertencentes à amostra compreenderam uma explicação feita por meio de modo multimídia mais profundamente quando vídeos e narrações interessantes, porém conceitualmente irrelevantes foram excluídos do material.

4.1.5 - Princípio da personalização

Este princípio possui particular preocupação com o estilo de conversação e com treinadores virtuais. Segundo Clark e Mayer (2008), alguns materiais instrucionais de *e-learning* adotam um estilo formal de escrita na apresentação das

informações. Para os autores, adotar um estilo de conversação mais formal cria a impressão de uma conversa entre humanos.

Pesquisas a respeito do processo do discurso demonstram que as pessoas trabalham mais arduamente no entendimento de um material quando sentem que estão em uma conversa com um parceiro, ao invés de simplesmente receber uma informação.

Nesta direção estão as pesquisas de Mayer, Sobko e Mautone (2003). É deles a autoria da *Teoria do Agente Social*. Esta teoria defende a ideia de que as pessoas tratam o computador como um parceiro social. Uma vez que os estudantes interpretam sua interação com o computador como social, as regras da comunicação humano-a-humano passam a valer.

Desta forma, os estudantes tentam mais arduamente extrair sentido do que o computador está dizendo para poder empenhar-se em um processo cognitivo mais profundo. Este fator leva a uma preocupação adicional - a qualidade da voz utilizada em um conteúdo instrucional. Os estudantes aprendem melhor se a voz do narrador for uma voz humana ao invés de uma simulação de máquina.

Esta abordagem é particularmente importante no *design* de agentes pedagógicos (caracteres de tela que ajudam a guiar o processo de aprendizagem durante um episódio instrucional). Agentes podem ser representados visualmente como um avatar, e verbalmente por meio de voz humana, de máquina ou texto impresso. Podem ser representações de pessoas reais usando vídeo e voz humana ou caracteres artificiais usando animação e voz gerada por computador.

4.1.6 - Princípio da segmentação e pré-treino

O conceito principal deste princípio é o gerenciamento da complexidade pela quebra do material instrucional em partes menores e a familiaridade com palavras e conceitos chave. Segundo Mayer (2005), o princípio da segmentação defende a ideia de que pessoas aprendem mais profundamente quando uma mensagem multimídia é transmitida em segmentos ao invés de uma única unidade e o princípio do pré-treino diz que os estudantes aprendem mais aprofundadamente a partir de material multimídia quando eles conhecem os nomes e características dos conceitos principais. Para gerenciar a complexidade de um material instrucional é necessário que esta complexidade seja medida. Para medir a complexidade é necessário calcular o número de elementos ou conceitos e a interação entre eles. Quando o material é complexo, é possível auxiliar o estudante a gerenciar esta complexidade particionando seu conteúdo em segmentos gerenciáveis, ou seja, partes que contém apenas um, dois ou três passos do procedimento ou descrição das relações principais entre estes elementos. Em outras palavras, o princípio da segmentação sugere que a apresentação de um conteúdo instrucional seja quebrada em partes menores e apresentadas uma de cada vez. Relacionado a este princípio está o pré-treino, o qual, como o próprio nome indica, sugere um pré-treinamento dos estudantes levando em consideração nomes, características e conceitos chave em um conteúdo instrucional. Segundo Clark e Mayer, (2008), para implementar o princípio do pré-treino, deve-se avaliar procedimentos e processos necessários para concluir a aprendizagem como o nível de complexidade e os principais conceitos e funcionalidades, bem como a inclusão de um exercício prático sobre eles.

4.2 - Princípio da modalidade

Foco desta pesquisa, o princípio da modalidade foi escolhido para ser testado por apresentar aderência com estratégias de multimídia bastante usadas nos materiais instrucionais utilizados em EaD. Uma quantidade considerável destes materiais são construídos utilizando figuras, texto e áudio, porém nem sempre de uma forma que extraia desses recursos tecnológicos todo o potencial capaz de promover uma aprendizagem significativa. Este princípio sugere a apresentação de palavras narradas (áudio) ao invés de somente texto escrito em tela. A justificativa para esta recomendação é dada por Clark e Mayer (2008), quando assumem que nos casos onde há a necessidade de processamento simultâneo de gráficos e texto referente a estes gráficos, pode haver uma sobrecarga do canal visual/pictórico dos estudantes. Se a atenção do estudante estiver voltada de modo a atender às palavras impressas na tela, este estudante não poderá direcionar esta mesma atenção no atendimento pleno à animação ou gráfico, especialmente quando palavras e imagens são apresentadas simultaneamente e em um ritmo rápido.

Segundo Ginns (2005), a ideia central do princípio da modalidade é que a aprendizagem é reforçada se as informações textuais de um material instrucional forem apresentadas em formato auditivo ao invés de formato comum acompanhadas de informações apresentadas visualmente, como um gráfico, diagrama ou animação.

Tabbers, Martens e van Merriënboer (2004) abordam pesquisas a respeito dos efeitos da apresentação visual e auditiva na retenção de informações em uma memória de curto prazo. Este modelo de estrutura de memória de curto prazo considera que a informação apresentada em um modo auditivo é automaticamente

codificada tanto no código A (acústico), o qual, na ausência de uma entrada subsequente pode ser mantido por até um minuto, quanto no código P (fonológico), gerado internamente pela articulação silenciosa de informações visuais. Informações apresentadas visualmente são codificadas no código fonológico e no código visual.

O foco da teoria da carga cognitiva do efeito modalidade é o aumento da capacidade disponível na memória de trabalho, resultante da apresentação de informações tanto no canal visual quanto no canal auditivo. De acordo com esta teoria, a apresentação bimodal das informações a serem aprendidas, indica conexões referenciais mais ricas a serem feitas entre informações visuais e auditivas representadas temporariamente em setores separados da memória de trabalho (GINNS, 2005).

A teoria dos canais separados de Penney (1989) complementa este conceito. Segundo o autor, as pessoas têm canais de processamento de informações distintas para o processamento visual e verbal. Quando gráficos e texto impressos em tela são apresentados concomitantemente aos estudantes, ambos precisam ser processados inicialmente no canal visual. Uma vez que a capacidade de cada canal é limitada, os gráficos e os textos impressos competem pela atenção do canal visual. A mente humana não consegue processar simultaneamente o texto escrito e os gráficos. Assim, embora a informação seja de fato apresentada, os estudantes podem não ser capazes de armazená-la adequadamente. Esta situação é apresentada pela figura 5 que demonstra a sobrecarga causada pela apresentação de informações através de somente um canal – o canal visual:

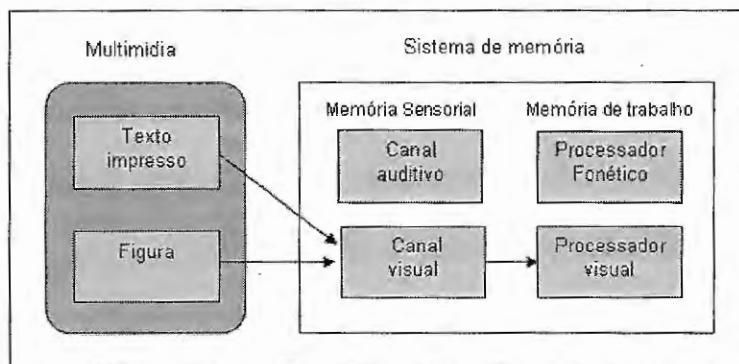


Figura 6 - Sobrecarga do canal visual com a apresentação de texto escrito e gráficos
 Fonte: Adaptado de Clark e Mayer(2008a)

Entretanto, é possível reduzir esta carga no canal visual, apresentando a explicação verbal como texto narrado. Assim, o material verbal entra no sistema cognitivo por intermédio da audição e é processado no canal auditivo/verbal. Ao mesmo tempo, os gráficos penetram no sistema cognitivo por intermédio da visão e são processadas no canal visual/pictórico. Esta situação é descrita pela figura 7:

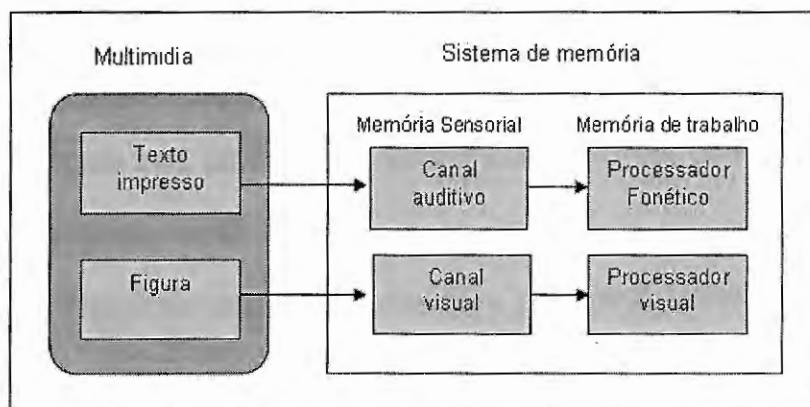


Figura 7 - Balanceamento do conteúdo apresentado por intermédio dos canais visual e auditivo com a apresentação de texto narrado e gráficos
 Fonte: Adaptado de Clark e Mayer(2008a)

A aplicação do princípio da modalidade apresenta restrições quanto à utilização do som. Isto porque esta utilização pode envolver exigências técnicas que o ambiente de aprendizagem pode não suportar (tais como banda larga, placas de som, fones de ouvido, etc.). O uso do som também pode ocasionar um acréscimo

nos custos ou pode tornar mais difíceis as atualizações das mudanças ocorridas no conteúdo instrucional dos cursos. Diante das razões elencadas, é possível concluir que é mais fácil produzir textos impressos ao invés de narrados para acompanhar um gráfico, ou seja, para apresentar a mesma informação. O problema com esta forma de aquisição da informação reside no fato de que não é suficiente apenas apresentar informações ao estudante, mas apresentá-las de uma maneira que seja consistente com a forma com que as pessoas aprendem. Pesquisas na área têm demonstrado que a despeito das restrições técnicas, quando o uso do áudio é possível, pode-se perceber uma considerável evidência de ganho no aprendizado. Entretanto, segundo Clark e Mayer (2008), não são todas as situações de aprendizagem que permitem a utilização do princípio da modalidade. Os autores indicam este princípio em situações onde há a apresentação de gráficos concomitantemente aos comentários sobre estes gráficos e quando o material é complexo e apresentado em ritmo acelerado. Se o material é familiar ao estudante ou se ele tem controle sobre o ritmo, o princípio da modalidade torna-se menos importante. Esta ideia é reforçada por Wiley (2000). Por meio de várias experiências, o autor concluiu que a superioridade da apresentação de um gráfico com texto falado sobre a apresentação de um gráfico com texto escrito era revertida quando os estudantes estavam habilitados a definir seu próprio ritmo a partir dos materiais instrucionais.

O princípio da modalidade, por sua natureza e características, encontra-se fortemente ligado ao conceito da tecnologia. Porém, por entender que a tecnologia por si só não é capaz de garantir a aprendizagem efetiva, torna-se necessária a adoção de um modelo instrucional que apóie pedagogicamente esta tecnologia. É o

caso do modelo de *design* instrucional 4c/ID, que, neste trabalho, foi escolhido por apresentar aderência com as características do ensino médio de nível técnico.

Capítulo 5 - Modelos instrucionais e o modelo 4c/ID

Uma das finalidades dos modelos instrucionais é fornecer ferramentas conceituais e de comunicação, que possam ser usadas para visualizar, direcionar e gerenciar processos responsáveis por gerar episódios de aprendizagem guiada e evitar prováveis perdas e incompreensões sobre os sistemas instrucionais, além da escolha ou desenvolvimento de ferramentas operacionais adequadas (MAGLIARO; SHAMBAUGH, 2006).

Para Baturay (2008), o *design* de qualquer modelo deve ser feito tendo-se em mente as necessidades da organização educacional e dos indivíduos a que se destinam, de modo que estes modelos sejam capazes de reproduzir o dinamismo da vida real.

De acordo com Reiser (2001), do começo até a metade da década de 60, os conceitos que estavam sendo desenvolvidos em áreas como análise de tarefas, especificação de objetivos e testes por referência de critérios foram unidos para assim formarem processos ou modelos para o *design* de materiais. Entre os primeiros indivíduos que descreveram modelos estão Gagné, Glaser e Silvern. Nesta época, termos como *design* instrucional, desenvolvimento sistêmico, instrução sistemática e sistema instrucional eram usados para descrever os modelos que eles criaram. A década de 70 trouxe com ela um aumento do número de modelos de *design* instrucional. Estes modelos foram construídos sobre os conceitos passados e até o final da década, mais de 40 modelos haviam sido identificados (ANDREWS; GOODSON, 1980). O interesse, entretanto havia se alargado e atingido outros setores como, por exemplo, vários ramos militares dos Estados Unidos, comércio e

indústria. Também foram criados muitos centros de melhoria instrucional, que tinham o objetivo de ajudar o corpo docente a utilizar mídias e melhorar a qualidade de suas aulas (REISER, 2001).

Para Vahldick, Santiago e Raabe (2007), além do modelo em si, há que se falar também nas teorias de *design* instrucional, as quais descrevem métodos de instrução e nas situações nas quais estes métodos devem ser usados. Merrill (2002), afirma que um conteúdo a ser ensinado deve ser dividido em pequenas partes, seqüenciado e disponibilizado ao estudante de acordo com seu desempenho.

No que diz respeito às diretrizes para a elaboração dos modelos instrucionais, trabalhos realizados por van Merriënboer, Clark e de Croock (2002), demonstram a existência de cinco princípios instrucionais que possibilitam o aprendizado e são que comuns às várias teorias de *design* instrucional conhecidas atualmente: a) resolução de problemas do mundo real, b) conhecimento prévio como base para novo assunto, c) demonstração do novo conhecimento ao estudante, d) aplicação do novo conhecimento pelo estudante, e) integração do novo conhecimento com o contexto do estudante.

Segundo Dabbagh (2005), além do modelo instrucional em si, são necessários mais dois componentes para trabalhar em conjunto com estes modelos e assim tornar a aprendizagem efetiva. Estes componentes são as estratégias instrucionais e as ferramentas pedagógicas ou tecnologias de aprendizagem. A efetividade da aprendizagem se dá quando estes três componentes trabalham em conjunto, criando desta forma, condições para embasar esta aprendizagem. A relação entre os três componentes descritos pode ser observada na figura 8.

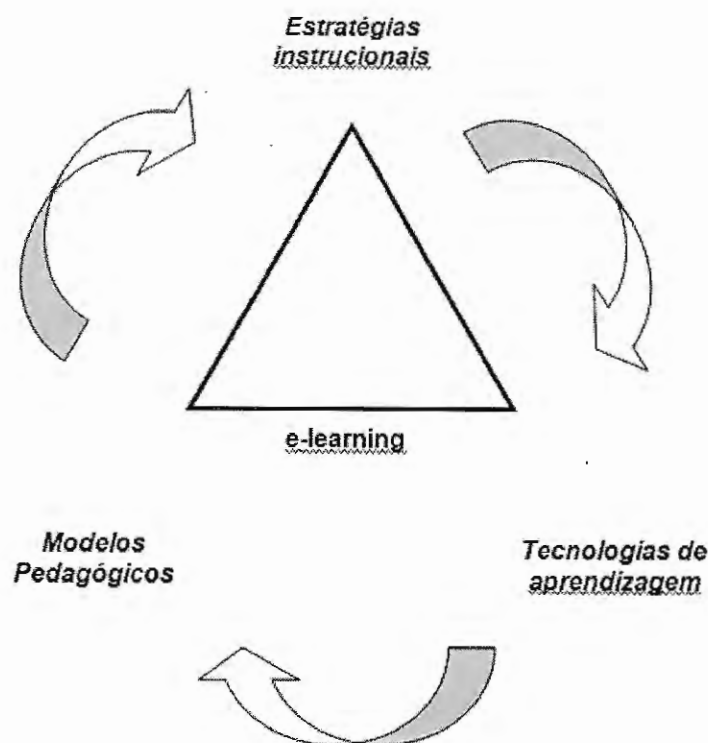


Figura 8 - Modelo de *design* instrucional baseado em teorias de aprendizagem
 Fonte: adaptado de Dabbagh(2005); van Merriënboer, Clark, de Croock(2002)

Os modelos instrucionais são modelos cognitivos derivados de visões sobre a aquisição do conhecimento, mecanismos pelos quais os humanos ligam a teoria à prática e levam à especificação das estratégias instrucionais, que são o que os instrutores ou sistemas instrucionais fazem para facilitar o aprendizado.

Estratégias instrucionais operacionalizam modelos, ou seja, são responsáveis por colocar em prática estes modelos dos quais são derivadas. Os modelos instrucionais por sua vez são derivados de teorias de aprendizagem.

As tecnologias de aprendizagem são o terceiro componente do processo e podem ser descritas como recursos tecnológicos multimidiáticos. Estes três componentes formam uma relação interativa na qual os modelos instrucionais

fundamentados em uma visão cognitiva, definem o *design* do material instrucional de um curso, levando à uma especificação de estratégias instrucionais que são subseqüentemente habilitadas ou desempenhadas por meio do uso de tecnologias de aprendizagem. Um ponto bastante importante a ser considerado é que as tecnologias de aprendizagem estão em constante evolução e novas tecnologias continuam a surgir trazendo novas possibilidades e práticas pedagógicas. Este movimento tecnológico evolutivo transforma as estruturas sociais e afeta o processo de aprendizagem, tornando extremamente importante a capacidade de um modelo instrucional de suportar e administrar estas tecnologias de aprendizagem sem, contudo, ficar preso a elas.

Sendo assim, este trabalho busca o respaldo pedagógico de um modelo instrucional para prosseguir em seu desenvolvimento. Dentre a diversidade de modelos existentes, o modelo 4c/ID foi o escolhido por apresentar aderência com as particularidades do ensino técnico. As principais características deste modelo são descritas no próximo item.

5.1 - O modelo 4c/ID

O modelo 4c/ID (*Four Component Instructional Design*) desenvolvido originalmente por van Merriënboer nos anos 90 propõe a interrelação de quatro componentes essenciais no aprendizado de competências: a) as tarefas de aprendizado, b) informações de suporte, c) informações JIT (*Just in time*), d) prática de tarefas parciais (VAN MERRIËNBOER; CLARK; DE CROOCK, 2002).

Segundo Vahldick, Santiago e Raabe (2007), a integração e coordenação de tarefas específicas que constituem uma competência ao invés de tipos de mídia de apresentação da informação é o foco do o modelo 4c/ID. Ainda segundo os autores, o modelo 4c/ID faz uma crítica distinção entre informações de suporte e informações *Just in Time* (enquanto a primeira especifica apenas o tipo de conhecimento requerido, a segunda menciona também o desempenho exigido). Enquanto modelos tradicionais fazem uso de práticas de tarefas parciais ou totais, o modelo 4c/ID recomenda a combinação destas práticas, onde as tarefas parciais servem de apoio para o aprendizado mais complexo das tarefas totais. .

O modelo 4c/ID caracteriza-se pela análise de como os especialistas lidam com as tarefas profissionais na prática. Indivíduos experientes podem efetivamente desempenhar cada habilidade de uma competência porque possuem um conjunto complexo de esquemas cognitivos disponível que os auxilia no raciocínio do domínio da tarefa e na resolução do problema. As competências são analisadas quando às habilidades que a compõem e os conjuntos de esquemas habilitam o uso de um mesmo conhecimento frente a uma nova situação-problema (VAN MERRIËNBOER; SWELLER, 2005).

Para Vahldick, Santiago e Raabe (2007), o que se deve esperar de um programa de treinamento para aprendizagem complexa é que ele possibilite a integração e coordenação de todas as habilidades que constituem uma competência cognitiva complexa (objetivos integrados) e simultaneamente promova a construção de esquemas para aspectos não recorrentes e regras de automação para aspectos recorrentes de uma competência. Ao fazê-lo, o programa de treinamento possibilita a aprendizagem efetiva, ou seja, a capacidade de aplicar as habilidades cognitivas complexas em uma ampla variedade de novas situações reais. Os aspectos

familiares que os estudantes encontram nas situações onde ocorre a transmissão de conhecimentos podem ser reconhecidos por causa da disponibilidade de regras existentes, que também liberam recursos cognitivos que podem ser utilizados para lidar com os aspectos desconhecidos das tarefas. Além disso, situações desconhecidas podem ser tratadas graças à disponibilidade de esquemas cognitivos complexos. Este processo de transmissão de conhecimentos baseado em esquemas cognitivos produz um comportamento eficaz para aspectos familiares de uma situação problema. Acredita-se que a combinação dos dois processos de transmissão permita uma especialização reflexiva complexa porque esquemas complexos também podem ser usados para monitorar e avaliar o próprio desempenho, incluindo uma reflexão sobre a qualidade das soluções encontradas pela aplicação das regras. O modelo 4c/ID trabalha dentro do escopo de quatro componentes que o compõem. O próximo item busca descrever estes quatro componentes.

5.2 - Os quatro componentes

O modelo 4c/ID apregoa a ideia de que ambientes para aprendizagem complexa podem ser descritos por meio de quatro componentes inter-relacionados:

1. Tarefas de Aprendizagem: experiências concretas e práticas em torno de um conceito, tarefas totais fornecidas aos estudantes com o fim de promover a construção de esquemas para aspectos não recorrentes e regras de automação por compilação de aspectos recorrentes. Métodos instrucionais visam principalmente a

indução, isto é, a construção de esquemas por meio da abstração a partir de experiências concretas fornecidas pelas tarefas de aprendizagem.

2. Informação de suporte: informação que sustenta a aprendizagem e o desempenho dos aspectos não recorrentes das tarefas de aprendizagem. Ela faz uma ponte entre o conhecimento prévio dos estudantes e as tarefas de aprendizagem. Métodos instrucionais visam principalmente a elaboração, ou seja, o incremento dos esquemas pela instituição de relações não arbitrárias entre os elementos novos e os já conhecidos pelos estudantes.

3. Informação JIT (*Just in time*): informação que é pré-requisito para a aprendizagem e para o desempenho dos aspectos recorrentes das tarefas de aprendizagem. Métodos instrucionais visam principalmente a compilação por intermédio de codificação restrita, ou seja, incorporando informações procedimentais nas regras. Informação JIT não é só relevante para tarefas de aprendizagem, mas também para:

4. Tarefas parciais: itens práticos que são fornecidos aos estudantes, a fim de promover regras de automação para aspectos recorrentes da competência. A figura 9 apresenta os quatro componentes do modelo 4c/ID.

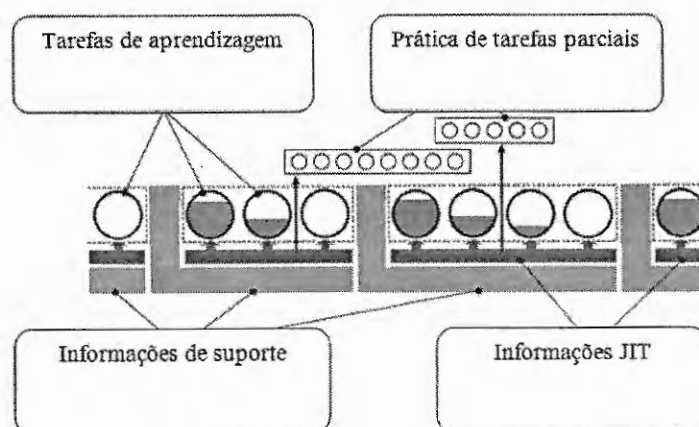


Figura 9 - Componentes do modelo 4c/ID
 Fonte: adaptado de van Merriënboer; Clark e de Croock (2002)

5.2.1 - Tarefas de aprendizagem

Primeiro componente do modelo 4c/ID, as tarefas de aprendizagem partem do pressuposto de que a sequência de execução constitui-se em um elemento bastante importante para programa de treinamento que visa a aprendizagem complexa. Estas tarefas são normalmente realizadas em um ambiente real ou simulado. Dentro de uma mesma classe, as tarefas devem possuir o mesmo nível de dificuldade e permitir o desenvolvimento das tarefas totais, ou seja, devem confrontar os estudantes com todas as habilidades que constituem um conjunto de competências. Para aspectos não recorrentes das competências e competências de uma forma geral, as tarefas de aprendizagem promovem a construção do esquema por processamento indutivo, ou seja, as tarefas de aprendizagem estimulam os estudantes na construção de um conjunto de esquemas cognitivos abstraindo além das experiências concretas que as tarefas de aprendizagem promovem. Processos de aprendizagem como generalização e especialização subseqüentemente reconstróem o conjunto de esquemas para torná-los mais próximos das novas experiências. Conjuntos de esquemas a serem construídos vêm em duas formas: (a) modelos mentais que permitem o raciocínio do domínio por refletir a forma como o domínio da aprendizagem está organizado, e (b) estratégias cognitivas que orientam a resolução de problemas no domínio porque refletem a forma como os problemas podem ser eficazmente abordados. No que diz respeito ao desenvolvimento das tarefas de aprendizagem, alguns procedimentos como a análise da complexidade do material e as informações que estão disponíveis para auxiliar o estudante na conclusão das tarefas devem ser observados. O texto a

seguir busca o descrever os itens classes de tarefas e suporte ao estudante, que são parte do componente tarefas de aprendizagem:

CLASSES DE TAREFAS - Devido ao seu enfoque, o modelo 4c/ID defende a ideia de que não se deve oferecer tarefas de aprendizagem altamente complexas no início do programa de treinamento, pois isso provocaria sobrecarga cognitiva excessiva para os estudantes, o que prejudica o aprendizado e desempenho (VAN MERRIËNBOER; SWELLER; PAAS, 1998). Desta forma, os estudantes devem iniciar seus trabalhos com tarefas de aprendizagem relativamente simples e ir progredindo para tarefas mais complexas. A complexidade é afetada pelo número de habilidades constituintes da competência envolvida, pelo número de interações entre essas habilidades e pela quantidade de conhecimento necessário para executá-las. As classes de tarefas são utilizadas para definir categorias de tarefas de aprendizagem em uma escala que vai do “simples ao complexo” e para orientar o processo de seleção e desenvolvimento de tarefas de aprendizagem adequadas. As classes de tarefas e não as tarefas de aprendizagem individuais definem a seqüência básica de um programa de treinamento desenvolvido de acordo com o modelo 4C/ID. Tarefas de aprendizagem dentro de uma mesma classe de tarefas são equivalentes no sentido em que as tarefas podem ser realizadas utilizando os mesmos modelos mentais e estratégias cognitivas. Uma classe de tarefas mais complexa exige mais conhecimento ou maior elaboração do conhecimento para um desempenho eficaz. A classe final de tarefas representa todas as tarefas, incluindo as mais complexas, desempenhadas no mundo real por profissionais. Uma vez que as classes de tarefas são definidas, as tarefas de aprendizagem podem ser selecionadas e desenvolvidas para cada classe.

O mesmo é feito para as classes de tarefas subseqüentes, mais complexas. Os casos selecionados para cada classe de tarefas formam a base para as tarefas de aprendizagem a serem desenvolvidas. Para cada classe de tarefas, uma quantidade de casos suficiente é necessária para garantir que os estudantes estejam preparados o bastante para chegar à prática com destreza. Convém notar que os casos ou tarefas de aprendizagem dentro da mesma classe de tarefas não são ordenados do mais simples ao complexo, pois eles são considerados como equivalentes em termos de dificuldade.

No entanto, neste nível microsequenciado, uma grande variabilidade de tarefas de aprendizagem dentro da mesma classe de tarefas é da maior importância. Elas são distribuídas em ordem aleatória e se diferenciariam umas das outras na definição de características particulares, ou seja, o contexto em que a tarefa tem de ser realizada, a familiaridade da tarefa, ou quaisquer outras dimensões de tarefas que variam também no mundo real. Esta alta variação é necessária para promover o desenvolvimento de ricos conjuntos de esquemas cognitivos, que permitem uma transmissão de conhecimentos baseada em esquemas a partir do programa de treinamento para o mundo real.

SUPORTE AO ESTUDANTE. Embora não exista uma dificuldade crescente para as tarefas de aprendizagem dentro de uma classe de tarefas, eles diferem no que diz respeito a quanto de suporte é dado aos estudantes. Muito suporte é dado para as tarefas de aprendizagem iniciais de uma classe de tarefas e não é dado suporte para a tarefa final da aprendizagem em uma classe de tarefas. Isto é repetido para cada classe de tarefa subseqüente, obtendo-se um padrão de suporte ao longo de todo o programa de treinamento. Um modelo geral de resolução de problemas é usado para distinguir estruturas de suporte. De acordo com esse modelo, quatro

elementos são necessários para descrever os trabalhos dos estudantes em uma tarefa de aprendizagem: (a) o estado em que um determinado estudante é confrontado com o problema; (b) os critérios para um objetivo aceitável; (c) uma solução, ou seja, uma seqüência de operadores que permite a transição a partir de um estado inicial até o objetivo, e (d) um processo de resolução de problemas, que pode ser visto como a aplicação provisória de operações mentais, a fim de chegar a uma solução.

Este modelo é utilizado para fazer uma distinção entre suporte orientado a produto e suporte orientado a processo. Suporte orientado a produto apenas diz respeito aos primeiros três elementos: Um determinado estado, o estado do objetivo, e a solução. Suporte orientado a processos também leva o próprio processo de resolução de problemas em consideração.

O suporte orientado a produto é dado em menor ou maior grau por diferentes tipos de tarefas de aprendizagem. Maior suporte orientado a produto é dado por um estudo de caso ou exemplo de trabalho, que confronta o estudante com um dado estado, um objetivo pretendido, e uma solução, soluções intermediárias, ou ambas. A fim de despertar interesse no estudante, pode ser desejável utilizar estudos de caso que descrevam um evento espetacular, como um acidente, uma história de sucesso, ou uma decisão contestada que acabou tudo bem. Normalmente, os estudantes têm de responder a perguntas que provocam profundo processamento e indução de modelos mentais a partir dos exemplos dados. Ao analisar exemplos de soluções intermediárias, os estudantes têm uma ideia clara de como um determinado domínio está organizado. No outro extremo, nenhum suporte é fornecido por uma tarefa de aprendizagem convencional, que prevê apenas um

determinado estado e um objetivo pretendido. Os estudantes têm de chegar a uma solução por eles mesmos.

Suporte orientado por processos também está voltado para o próprio processo de resolução de problemas. Um maior suporte orientado a processos é fornecido por um exemplo de modelagem, que confronta o estudante com um perito que está executando a tarefa e, simultaneamente explicando a razão pela qual a tarefa é executada quando é realizada. Quanto aos estudos de caso, os estudantes têm muitas vezes que responder a perguntas que provocam profundo processamento e a indução de estratégias cognitivas a partir do exemplo de modelagem. Ao estudar o exemplo de modelagem, os estudantes têm uma ideia clara das abordagens sistemáticas e regras pessoais ou dicas que os profissionais utilizam.

5.2.2 - Informações de suporte

Segundo componente do modelo 4c/ID, as informações de suporte atuam como um apoio ao estudante fazendo uma ligação entre o conhecimento que ele já tem e o que é preciso para que ele desenvolva as tarefas (aspectos não recorrentes) necessárias para a realização de um trabalho. Este tipo de informação é necessário para guiá-lo neste processo e tem caráter teórico, ou seja, é a informação geralmente obtida em livros e textos em geral. Em uma classe de tarefas, todas as tarefas de aprendizagem exigem o mesmo nível de conhecimento generalizado. Devido a este fato e também por não se saber previamente que conhecimento é necessário para a execução satisfatória de uma tarefa, as informações de suporte

não são vinculadas às tarefas individuais e sim às classes. Para cada classe de tarefas, informações de suporte são adicionadas ou re-arranjadas de maneira a agregar o conhecimento adquirido. Isto permite aos estudantes a realização de tarefas antes impossíveis porque atua na construção de esquemas cognitivos que auxiliam o estudante a desempenhar aspectos não recorrentes de uma competência por meio de modelos mentais e estratégias cognitivas. O componente “Informações de suporte” possui os itens modelos mentais, estratégias cognitivas e retorno cognitivo que serão detalhados no texto a seguir:

MODELOS MENTAIS. Modelos mentais são representações de como o mundo está organizado e pode ser oriundo de conhecimentos obtidos a partir de casos concretos ou conhecimentos abstratos. Os modelos mentais podem ser classificados como conceituais, estruturais ou causais. Modelos estruturais têm a preocupação em retratar como elementos são inter-relacionados e permitem a descrição ou classificação de objetos, eventos ou atividades. Modelos estruturais descrevem como planos para o alcance de um objetivo podem estar relacionados uns com os outros. Modelos causais auxiliam na interpretação de processos e explicação de eventos.

A existência de relacionamentos não arbitrários entre elementos do conhecimento são fundamentais para os modelos mentais. Para a apresentação da informação de suporte, é da maior importância salientar os relacionamentos não arbitrários. Um relacionamento particularmente importante é o que relaciona conhecimento abstrato a casos concretos.

O modelo 4c/ID diferencia a apresentação de informações gerais de casos concretos ou estudos de caso que ilustram esta informação. Se uma perspectiva

conceitual é oferecida, estudos de caso podem descrever objetos, eventos ou situações concretas. Para modelos com uma perspectiva estrutural, estudos de caso podem ser artifícios concebidos de forma a alcançar objetivos particulares.

O modelo 4c/ID apresenta dois tipos de estratégias para informações de apoio: indutivas e dedutivas. No caso de estratégias indutivas, um ou mais estudos de caso são apresentados como parte de uma informação de suporte. Em um primeiro tipo de estratégia indutiva, são apresentados um ou mais estudos de caso e depois solicitado aos estudantes que identifiquem os relacionamentos entre os fragmentos de informação ilustradas no caso. Este procedimento só deve acontecer se há tempo disponível para propiciar um conhecimento profundo, levando em consideração que os estudantes não são experientes no assunto.

Um segundo tipo de estratégia indutiva é a expositiva. Começa com um ou mais estudos de caso onde após a apresentação, são explicitamente apresentados os relacionamentos entre os fragmentos de informação ilustrados em cada caso. O modelo 4c/ID sugere esta abordagem como padrão.

A terceira alternativa é a estratégia dedutiva onde os estudantes trabalham a partir de informações gerais e abstratas no sentido de aprender a realizar tarefas inerentes ao estudo de caso. Neste caso, há uma apresentação explícita das relações entre as partes de uma informação (teoria) e então se ilustra a informação geral com uma ou mais tarefas de aprendizado com o máximo de suporte orientado a produto. Um problema é que estudantes sem conhecimento anterior podem ter dificuldades severas com o entendimento de uma informação geral. Este método, então, deve ser utilizado somente quando os estudantes já possuem um

conhecimento prévio ou uma familiaridade com a habilidade e o tempo disponível para aprendizagem é limitado.

ESTRATÉGIAS COGNITIVAS. Assim como os modelos mentais, as estratégias cognitivas contém conhecimento abstrato e casos concretos que exemplificam este conhecimento. Estratégias cognitivas podem ser analisadas pela descrição das sucessivas fases em um processo de resolução de problemas e as regras que podem ser úteis para completar as fases de forma satisfatória.

Métodos instrucionais para apresentação de estratégias cognitivas se assemelham a métodos de apresentação de modelos mentais e em particular, modelos causais e estruturais. Os exemplos de modelagem fornecem uma articulação entre a informação de suporte (onde se ilustram estratégias cognitivas) e as tarefas de aprendizagem (onde podem ser vistas como tarefas de aprendizagem com o máximo suporte orientados a processos).

RETORNO COGNITIVO. Uma parte final da informação de suporte está relacionada com o retorno que é fornecido quanto à qualidade do desempenho. Este processo é o retorno cognitivo e diz respeito a aspectos não recorrentes apenas e portanto, deveria promover a construção do conjunto de esquemas.

Devido ao fato do desempenho não poder ser classificado como correto ou incorreto e sim como mais ou menos efetivo, o retorno cognitivo é apenas fornecido depois do estudante ter acabado uma ou mais tarefas de aprendizagem, ou mesmo uma classe total de tarefas. Um retorno bem projetado deveria estimular os estudantes a refletirem na qualidade do seu processo de resolução de problemas pessoais e a encontrar soluções, de modo que mais modelos mentais efetivos e estratégias cognitivas possam ser desenvolvidas.

5.2.3 - Informação *Just in Time* (JIT)

Enquanto as informações de suporte dizem respeito a aspectos não recorrentes de uma tarefa de aprendizagem, as informações *Just in time*, terceiro componente do modelo 4c/ID, são relacionadas aos aspectos recorrentes, uma vez que funcionam como uma espécie de “ajuda técnica” fornecida aos estudantes para que eles consigam desempenhar uma determinada habilidade. A forma de apresentação dessas informações se dá por meio de exemplos ou mesmo da assistência de tutores ou professores. Devido ao seu caráter recorrente, as informações JIT são idênticas para muitas tarefas de aprendizagem por isso são estrategicamente oferecidas durante a primeira tarefa de aprendizagem que requer um dado conhecimento e a partir daí vão sendo gradativamente diminuídas conforme os estudantes vão se especializando nelas. A compilação por meio de codificação restrita do conhecimento adquirido em situações específicas dentro de regras cognitivas deve ser promovida pelos métodos instrucionais. As informações JIT têm sua importância no fato de servir como primeiro nível de informação para estudantes com pouca habilidade em um determinado assunto.

As regras que auxiliam os estudantes a desempenharem de forma satisfatória os aspectos recorrentes de uma habilidade são formadas a partir da prática. Quando as informações que os estudantes necessitam para desempenhar estas tarefas, ou seja, informações que descrevem as regras ou procedimentos que combinam essas regras, bem como os elementos de conhecimento (fatos, conceitos, planos) estão disponíveis na memória de trabalho, este processo é facilitado. O componente informações *Just in time*, assim como os outros

componentes, possui itens que o compõem. Estes itens são: informações de exibição, demonstrações e instâncias e retorno corretivo, que serão descritos com mais detalhes a seguir.

INFORMAÇÕES DE EXIBIÇÃO. Informações JIT são divididas em unidades pequenas chamadas informações de exibição. Essa divisão tem o propósito de evitar a sobrecarga cognitiva durante a prática, ou seja, uma quantidade alta de novas informações sendo exibidas ao mesmo tempo. Nas informações de exibição estão incluídas as especificações didáticas das regras que descrevem a execução correta e o conhecimento que é pré-requisito para a correta aplicação destas regras. As informações de exibição são caracterizadas como informações sobre “como fazer” ou também informações baseadas em regras.

Uma abordagem tradicional a respeito das informações JIT é que sejam memorizadas antes da prática, para que estejam disponíveis aos estudantes quando estes precisarem delas, porém, o caráter enfadonho desta prática, faz com que esta ideia não seja enaltecida pelo modelo 4c/ID. Sistemas de ajuda on-line, manuais e *checklists* podem ser uma boa alternativa. No caso das informações JIT não estarem disponíveis no momento em que os estudantes precisam delas, é aconselhável que estejam facilmente acessíveis. Uma restrição deste modelo é a necessidade de certo controle sobre as tarefas de aprendizagem oferecidas ao estudante pelo *designer*, de outra forma, as informações de exibição e as tarefas de aprendizagem podem não estar conectadas.

DEMONSTRAÇÕES E INSTÂNCIAS. Muitos dos elementos nas informações de exibição são generalidades, ou seja, informações gerais sobre uma habilidade recorrente. Por exemplo, regras são informações gerais porque podem ser aplicadas

em uma infinidade de situações e conceitos pré-requisitos são gerais porque se referem a uma categoria de objetos e eventos. Desta forma, é desejável utilizar exemplos para ilustrar estas generalidades. Para regras, cada exemplo é chamado demonstração. Para conceitos, planos e princípios, é chamado instância. Para incutir no estudante o conceito de tarefa total, o modelo 4c/ID sugere a adição de demonstrações e instâncias no contexto das tarefas de aprendizagem. Assim, demonstrações dos aspectos recorrentes de uma habilidade coincidem com tarefas de aprendizagem adequadas como os exemplos modelo e instâncias de elementos de conhecimento com estudos de caso. Esta é uma abordagem dedutivo-expositiva, onde as generalidades (informações de exibição) são apresentadas simultaneamente com os exemplos (demonstrações e instâncias), os quais são parte da mesma tarefa de aprendizagem.

RETORNO CORRETIVO. Uma parte final das informações JIT diz respeito ao retorno fornecido nos aspectos recorrentes de desempenho. Se alguma regra que descreve um desempenho não é corretamente aplicada, ocorre um erro. Neste caso, o estudante deve ser informado desta condição o mais rápido possível. É necessário para o estudante, preservar a informação sobre as condições de aplicação de uma regra na memória de trabalho até que o retorno seja obtido.

Um retorno de qualidade deve informar ao estudante a causa do erro e fornecer uma sugestão ou dica, por meio de um exemplo ou demonstração, como cumprir o objetivo proposto. Isto é importante não só para revelar a ação correta, mas também para que a compilação ocorra por meio da prática. Além disso, pode ser necessário indicar ao estudante como corrigir um resultado de um erro.

5.2.4 - Práticas de tarefas parciais

Quarto componente do modelo 4c/ID, as tarefas de aprendizagem são os meios que favorecem a construção dos conjuntos de esquemas, pois favorecem a compilação dos aspectos recorrentes de uma habilidade. Este processo é realizado por intermédio da prática repetida de habilidades recorrentes. Normalmente as tarefas de aprendizagem oferecem aos estudantes a oportunidade de praticar tanto os aspectos recorrentes quanto os não recorrentes de uma competência. Por exemplo, as informações JIT são responsáveis pela codificação de novas informações dentro de regras e as informações de suporte pela elaboração do conjunto de esquemas com a informação recentemente obtida. No entanto, se um alto grau de automação de aspectos recorrentes em particular é requerido, as tarefas de aprendizagem podem não oferecer uma quantidade suficiente de repetições para que haja o aprendizado efetivo. Neste caso é necessário incluir a prática de tarefas parciais para os aspectos recorrentes da formação. As tarefas parciais são responsáveis pela compilação de procedimentos ou regras e seu reforço subsequente. Este reforço caracteriza-se por ser um processo bastante lento e por isso necessita de uma quantidade razoável de itens práticos. No caso de haver uma quantidade maior de tempo disponível, há a possibilidade de ser utilizado na aquisição de habilidades relacionadas à escala anterior da hierarquia. Neste caso, os efeitos observados são: a) habilitação do estudante no desempenho de outras habilidades pertencentes a um nível mais alto da hierarquia ou b) desempenho simultâneo de outras habilidades coordenadas. Para iniciar uma tarefa parcial dentro de um contexto cognitivo apropriado é necessário que a primeira classe de tarefas para a qual é necessário um dado desempenho seja uma versão simplificada do

total da competência. Neste contexto são indicados estudos de caso ou outras tarefas de aprendizagem já trabalhadas pelo estudante com um amplo suporte. Esta abordagem permite ao estudante a identificação das atividades requeridas na integração dos aspectos recorrentes nas tarefas de aprendizagem. O componente “práticas de tarefas parciais” possui os elementos: a) itens práticos, Informações JIT (Just in time) e *overtraining*, descritos mais detalhadamente a seguir:

ITENS PRÁTICOS. Para a prática de tarefas parciais há apenas uma habilidade recorrente relevante ou objetivo cujo desempenho possa ser algorítmicamente descrito em termos de regras. Os itens práticos têm a função de promover nos estudantes a realização repetida de habilidades recorrentes. É importante que todo o conjunto de itens práticos seja divergente e que haja uma representação de todas as situações que possam ser tratadas por meio de regras. Para isto é necessário desenvolver um amplo conjunto de regras específicas para cada situação que podem subsequente promover uma transmissão de conhecimentos baseada em regras a serem empregadas em novos problemas. No caso de algoritmos altamente complexos, representados por grandes conjuntos de regras, pode ser necessário trabalhar com itens práticos simples e depois partir para itens mais complexos. O algoritmo é decomposto em partes e os estudantes são extensivamente treinados em cada parte separadamente antes de começarem a praticar a competência como um todo. Esta forma de seqüenciamento é fundamentalmente diferente da forma de seqüencialmente feita nas tarefas de aprendizagem. A fim de facilitar a construção dos esquemas, uma abordagem do tipo “tarefa total” é utilizada para seqüenciar tarefas a partir da classe mais simples para a mais complexa. As tarefas de aprendizagem dentro da mesma classe de tarefas exibem uma alta variação e cada tarefa requer a integração e coordenação

das habilidades envolvidas. Por outro lado, quebrar as tarefas em partes menores, treiná-las separadamente e então combiná-las em um todo, promove uma variação mais baixa e facilita uma rápida automação de regras. No que diz respeito ao suporte, o desempenho de aspectos recorrentes não pode ser descrito como uma tentativa de aplicação de operações mentais a fim de encontrar uma solução (resolução de problemas). Aplicar as regras simplesmente é a solução e assegura que o objetivo desejado seja alcançado. Neste caso, a aplicação das regras é mais importante do que achar a solução, então, o desempenho do suporte para a prática de tarefas parciais tem que ser na forma de suporte de procedimentos. Itens práticos em especial podem ser relevantes se algoritmos deixam os estudantes sujeitos a erro, ou se algoritmos diferentes podem facilmente ser misturados. Um exemplo é seqüência reconhecer-editar-produzir, que começa com itens que requerem dos estudantes que reconheçam qual regra aplicar, continua com itens onde os estudantes têm de editar aplicações incorretas das regras e termina com itens convencionais para os quais os estudantes têm de aplicar as regras para produzir a solução. Se regras particulares deixam os estudantes propensos a erros, podem executar ações relacionadas e estas regras "inalcançáveis" para os estudantes no início do processo de formação.

INFORMAÇÕES JIT PARA A PRÁTICA DE TAREFAS PARCIAIS. São informações relevantes na aplicação de uma regra particular e seu conhecimento é pré-requisito no momento em que esta regra tem de ser aplicada pelo estudante. Demonstrações da aplicação das regras e instâncias de pré-requisitos não podem ser fornecidos como parte de uma tarefa de aprendizagem (no seu contexto total) mas são fornecidas separadamente e simultaneamente às informações de exibição. Uma demonstração deve indicar claramente o objetivo desejado ao procedimento, os

materiais e outras peças do equipamento que será manipulado (ou seja, fornecer instâncias concretas dos pré-requisitos) e deveria mostrar a execução atual do procedimento usando estes materiais. O retorno concernente ao desempenho obtido deveria ser fornecido idealmente durante a prática, imediatamente depois de desempenhar um passo particular em um procedimento ou aplicação em uma regra particular.

OVERTRAINING. A prática de tarefas parciais leva à um desempenho correto de uma habilidade. Entretanto, uma quantidade extensiva de treino extra pode ser necessária para fazer a habilidade fluir automaticamente. Então, o principal processo de aprendizagem já não é a compilação, mas o reforço. Para habilidades que precisam ser desempenhadas automaticamente, o objetivo final nem sempre é o de precisão mais elevada. Mais freqüente, o objetivo é obter maior exatidão, combinada com alta velocidade e a habilidade de desempenhar a habilidade junto com outras habilidades e por fim, no contexto da tarefa total. A fim de alcançar este nível, a habilidade recorrente é praticada primeiramente sob o estresse de velocidade. Depois de o critério velocidade ter sido alcançado, a habilidade é praticada sob condições de compartilhamento de tempo simultaneamente com outras competências que demandam esforços. E finalmente, a habilidade é praticada no contexto de tarefa total. Então, o critério de desempenho gradualmente muda a partir de a) precisão, b) precisão combinada com velocidade, c) precisão combinada com velocidade sob condições de tempo compartilhado ou trabalho global. Relativamente curtos, os períodos espaçados de prática de tarefas parciais ou *overtraining* produzem melhores resultados do que períodos longos, concentrados. Portanto, a prática de tarefas parciais é mais bem entrelaçada com as tarefas de aprendizagem porque fornecem prática distribuída e também habilitam os estudantes a relacionar a

habilidade recorrente à competência total. O mesmo princípio de “formação misturada” é aplicado se a prática de tarefas parciais é fornecida para mais do que uma habilidade recorrente. Prática nestas habilidades é também entrelaçada a fim de distribuir prática e facilitar a percepção de inter-relações entre habilidades.

Capítulo 6 - Metodologia

O presente capítulo tem como objetivo apresentar a metodologia para atingir os objetivos propostos e consta de definições de local, tipo, amostra e caracterização da amostra, bem como os instrumentos, procedimentos de coleta de dados e a forma como estes dados foram tabulados e analisados. Para atingir os objetivos propostos, esta pesquisa foi dividida em fases como mostra a figura 9.

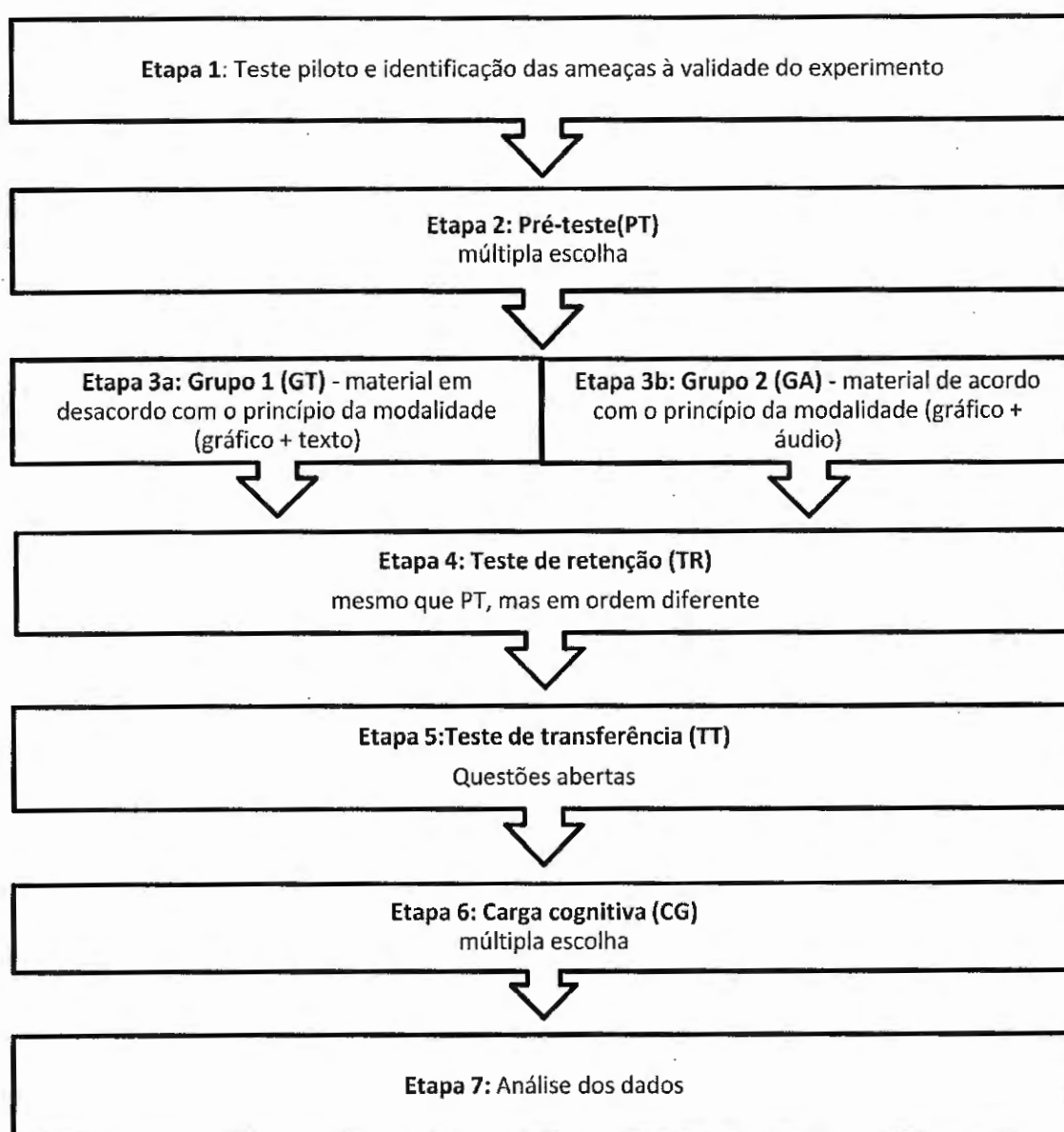


Figura 9 - Etapas da pesquisa

6.1 - Tipo de pesquisa

No que diz respeito ao detalhamento dos aspectos relacionados à pesquisa, faz-se necessária a adoção de uma orientação conceitual. Assim, esta pesquisa pode ser classificada quanto à sua natureza como aplicada, pois seu interesse maior é a aplicação prática e a geração de conhecimentos úteis dirigidos à solução de problemas específicos (GIL, 1991). Quanto aos seus objetivos, este trabalho assume o caráter exploratório-explicativo. Exploratório porque tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito por meio de levantamento bibliográfico de publicações nacionais e internacionais, com a intenção de familiarização de conceitos e métodos concernentes ao assunto estudado. Explicativo porque têm como pré ocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2006).

O enfoque quantitativo evidencia-se a partir dos procedimentos de coleta e análise de dados para responder às questões de pesquisa. Também quando confia na medição numérica, na contagem e frequentemente no uso da estatística para estabelecer com exatidão os padrões de comportamento de uma população. No que diz respeito ao seu delineamento, esta pesquisa faz uso do modelo experimental uma vez que se refere a um estudo em que se manipulam intencionalmente uma ou mais variáveis independentes para analisar as conseqüências da manipulação sobre uma ou mais variáveis dependentes dentro de uma situação de controle para o pesquisador (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2006).

6.2 - Modelo experimental

Um experimento puro foi conduzido para este experimento. Para isto foi escolhido o modelo denominado *Modelo de pré-teste/pós teste com grupos aleatórios*. Neste modelo, os indivíduos são designados ao acaso para os grupos, depois são submetidos simultaneamente a um pré-teste e a um pós teste (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2006). A variável independente manipulada foi a forma de entrega da informação ao estudante (textual/auditiva). Uma vez que cursos on-line freqüentemente fazem uso de diagramas e textos (narrados e/ou impressos) em seu material instrucional, a operacionalização destes fatores na forma de um instrumento on-line de medição foi julgada pertinente.

O instrumento on-line usado para o experimento contou com três testes responsáveis por: a) mensuração da memorização das informações apresentadas (teste de retenção, composto por perguntas fechadas), b) mensuração do conhecimento adquirido (teste de transferência, composto de perguntas abertas), c) mensuração da carga cognitiva atingida, na visão dos estudantes (teste de carga cognitiva, composto por perguntas fechadas) e um texto instrucional sobre sistemas de bancos de dados. O conteúdo do texto instrucional conta com um material composto por um gráfico acompanhado de texto impresso em tela para um dos grupos experimentais e o mesmo gráfico acompanhado de texto narrado para o segundo grupo experimental. O texto instrucional foi construído utilizando um editor de textos e apresentou duas versões para o mesmo conteúdo (diagrama+texto impresso e diagrama+texto narrado). Quanto aos fatores de ordem técnica, o instrumento foi hospedado no servidor local da própria escola, mas foi construído de forma que apresentasse as propriedades de um aplicativo apto a ser disponibilizado

via internet. A segunda versão do material tem o propósito de ativar o canal auditivo a fim de testar o princípio da modalidade. A construção do ambiente instrucional multimídia foi baseada no modelo de *design* instrucional 4c/ID de van Merriënboer (1997). Segundo este modelo, que descreve estratégias de *design* para aquisição de competências, o foco das instruções está em como desenvolver um modelo de treinamento baseado na hierarquia de habilidades que compõem uma competência.

6.2.1 - Amostra

A população ou universo deste estudo inclui todos os estudantes pertencentes ao primeiro módulo do curso Técnico em Informática de uma escola técnica estadual (ETEC), situada no interior de São Paulo no ano de 2010. Esta amostra caracteriza-se de estudantes matriculados na modalidade presencial, porém com os mesmos pré-requisitos a serem requeridos dos estudantes ingressantes nos cursos a distância que serão implantados no Centro Paula Souza. A escolha desses estudantes se deu em virtude dos cursos a distância ainda não terem sido implantados, mas teve o cuidado de antecipar fatores próximos aos que serão observados por ocasião desta implantação, inclusive no que diz respeito ao material instrucional. O projeto do Centro Paula Souza de Ensino a Distância objetiva oferecer cursos a distância para um público que possua as mesmas características que os estudantes que ocupam os bancos escolares na modalidade presencial. Além do curso técnico em informática, essa escola também possui cursos nas áreas de mecânica, eletrônica, enfermagem e ensino médio, contando atualmente com cerca de 1000 estudantes.

A amostra por sua vez é do tipo probabilística estratificada, pois embora todos os elementos da população possuam a mesma possibilidade de serem escolhidos, verifica-se a necessidade de estratificar a amostra em relação às categorias que se apresentam na população. No caso desta pesquisa, estes estratos ou categorias referem-se ao turno das aulas a que pertencem os estudantes participantes da amostra (manhã, tarde ou noite).

Para a determinação do tamanho da amostra foi considerado um erro-padrão (*se*) de 0,015 e o tamanho da população em 120 estudantes ($N=120$). Com base nos dados apresentados, o tamanho total da amostra selecionada deve ser 92 ($n=92$) e o tamanho dos estratos da amostra (turno das aulas), considerando a fração constante calculada ($fh=0,77$), resultou em um montante arredondado de 31 estudantes para cada turno ($nh=30,7$). Com relação ao marco amostral, um relatório gerado pela secretaria acadêmica com os nomes dos estudantes foi utilizado para a delimitação dos elementos da população. Para a escolha dos elementos amostrais foi feito um sorteio como procedimento de seleção. Pedacos de papel contendo números de 1 a 40 foram distribuídos aos estudantes aleatoriamente, excluindo os estudantes que ficaram com um número acima de 31. Assim, os participantes do estudo são 92 estudantes com idade entre 15 e 40 anos, sendo 51 participantes do sexo feminino e 41 do sexo masculino, matriculados no primeiro módulo do curso técnico em informática. Para este experimento foram selecionadas três turmas de 40 estudantes cada, alocadas nos períodos da manhã, tarde e noite. Os aprendizes foram aleatoriamente divididos em seis grupos de estudos com aproximadamente 16 estudantes cada, sendo três grupos analisados segundo a perspectiva do texto impresso (GT) e três grupos analisados segundo a perspectiva do texto narrado (GA).

6.2.2- Procedimentos experimentais

Os procedimentos relativos ao instrumento de medição on-line foram organizados em sete etapas detalhadas a seguir:

Etapa 1 – Teste piloto e ameaças à validade do experimento - Para auxiliar no controle necessário exigido pelo modelo experimental, a aplicação de um teste piloto foi julgada pertinente. Esta prática tem o intuito de antecipar fatores que possam interferir na validade interna do experimento, excluindo explicações que possam contradizer a explicação de que as variáveis independentes afetam as dependentes. Essas explicações são conhecidas como fontes de invalidação interna porque vão de encontro à validade interna de um experimento. Ela se refere a quanta confiança temos de que é possível interpretar os resultados do experimento e que estes são válidos. A validade interna está relacionada à qualidade do experimento e é obtida quando existe controle da influência de outras variáveis estranhas sobre as variáveis dependentes (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2006). O teste piloto evidenciou duas situações consideradas ameaças ao controle da situação experimental e possíveis fontes de invalidação interna: a) a consulta dos estudantes ao conteúdo já apresentado pelo aplicativo e b) a fragilidade da tecnologia utilizada. Em decorrência das dúvidas que surgiam por ocasião das questões, os estudantes “voltavam” as telas dos computadores para verificar novamente o conteúdo. Orientados a não agirem desta forma, passaram então a copiar o conteúdo em um editor de textos e “minimizar” a tela mantendo o acesso às anotações. No que diz respeito à tecnologia, os fones de ouvido usados no teste piloto se mostraram muito frágeis para suportar o nível de manipulação

proporcionada pelo número de participantes do teste, o que ocasionou perda na qualidade sonora, inviabilizando que alguns estudantes compreendessem total ou parcialmente a narração do conteúdo instrucional. As fontes de invalidação interna observadas, devido à sua natureza, foram classificadas como ameaças relacionadas à *história* do experimento, pois são eventos inesperados ocorridos entre o pré-teste e o pós-teste, que podem afetar as variáveis dependentes.

Etapa 2 - PT: Pré-teste (Nível de conhecimento anterior) - Os níveis de conhecimento prévio do estudante foram determinados usando os dados obtidos a partir de um teste de conhecimento prévio (pré-teste). O pré-teste tem a função de medir se um participante pode ou não realizar determinadas habilidades foco da instrução. Um dos pré-requisitos para testar se o princípio da modalidade tem influência sobre o nível de aprendizado dos estudantes é saber qual o nível de conhecimento que estes estudantes possuem a respeito de determinado conteúdo. Esta função foi atribuída ao pré-teste, que contará com quatro questões de múltipla escolha a respeito do conteúdo a ser apresentado, sendo que mais de uma resposta poderia ser a correta. Este procedimento foi importante no sentido de proporcionar maior fidelidade quanto ao nível de conhecimento real do aprendiz, uma vez que dificulta que o estudante acerte a questão correta apenas contando com a aleatoriedade da posição das questões. O nível de conhecimento prévio dos estudantes foi delimitado classificando-se a quantidade de acertos em uma escala de um a cinco. A avaliação do pré teste foi feita por meio da utilização de instrumento on-line e não teve limite de tempo, embora a sessão tenha sido cronometrada.

Etapa 3 – Apresentação do conteúdo - O estudo foi realizado em três sessões. Em cada sessão, trinta e um aprendizes foram testados simultaneamente.

Estas sessões foram realizadas utilizando os computadores do laboratório de informática da escola. Os três subgrupos foram divididos aleatoriamente em uma das duas modalidades de instrução (visual ou auditivo). Os computadores que apresentaram as instruções na modalidade de texto narrado tiveram fones de ouvido acoplados. O mesmo instrutor acompanhou todos os subgrupos. A participação dos estudantes foi voluntária e a sessão cronometrada a partir de instrumento on-line. Não teve limite de tempo.

Etapa 4 – TR: Teste de Retenção - O teste de retenção consistiu de 4 questões, também de múltipla escolha, com as mesmas opções que o pré-teste porém dispostas em ordem diferente. Este teste contribuiu com a pesquisa avaliando e mensurando a memorização do estudante a respeito do conteúdo apresentado de modo que possibilitasse a comparação entre os grupos submetidos às duas modalidades de entrega de informações. Assim como o pré-teste, contou com um instrumento on-line para análise, teve o nível de retenção de informações delimitado por meio da classificação da quantidade de acertos em uma escala de 1 a 5, sessão cronometrada, mas não teve limite de tempo.

Etapa 5 – TT: Teste de Transferência - A aquisição de competências formadas durante a unidade instrucional teve sua mensuração realizada por meio da realização de um teste final de transferência. Este teste contou com questões abertas e as respostas dos estudantes foram classificadas em 5 níveis com variação de um a cinco. O teste de transferência, por sua composição na forma de perguntas abertas e por ter a função de mensurar a capacidade do estudante de utilizar os conceitos abordados na unidade instrucional em outras situações, processo que contribui na avaliação da aquisição de habilidades e competências, tornou evidente sua importância dentro do processo de investigação. A aquisição de competências

foi avaliada por meio de instrumento on-line, sem limite de tempo e com sessão cronometrada. Posteriormente, este teste possibilitou a comparação entre os níveis de conhecimento adquirido pelos estudantes nas duas modalidades de entrega de informação.

Etapa 6 – CG: Carga Cognitiva – O nível de carga cognitiva alcançado sob o ponto de vista do estudante por ocasião da leitura do material foi avaliado por um teste de múltipla escolha sem limite de tempo, porém com sessão cronometrada, também por meio de um instrumento de medição on-line. O estudante pôde escolher entre as opções de resposta “muito alto”, “alto”, “razoável”, “pouco”, “muito pouco”.

Etapa 7 – Análise dos dados - A análise dos dados coletados seguiu a abordagem quantitativa e, por buscar a generalização dos resultados obtidos na amostra para a população ou universo, utilizou-se de estatística inferencial (SAMPLIERI; COLLADO; LUCIO, 2006). A construção de um intervalo de confiança onde se localiza um parâmetro é um dos procedimentos deste tipo de estatística e para esta pesquisa foi fixado em 0,95. Os dados coletados foram as respostas dos estudantes para o pré-teste, teste de retenção, teste de transferência, tempo de resposta, nível de dificuldade encontrado, a modalidade de entrega das informações e alguns dados demográficos como idade, sexo e turno de aula . Assim, com base nos dados citados, determinou-se que a variável independente manipulada deveria ser a forma de entrega das informações (textual ou auditiva). Como variáveis dependentes, o trabalho apresenta o nível de retenção das informações apresentadas, o nível de transferência destas mesmas informações e o nível de sobrecarga cognitiva.

As questões de pesquisa foram submetidas à prova e os conceitos foram medidos e transformados em valores numéricos (quantificáveis) de 1 a 5. Os dados coletados foram transcritos para planilhas eletrônicas e submetidos à análise estatística por meio de software dedicado a análises estatísticas. Para comparar os resultados do teste de retenção e do teste de transferência nas duas modalidades de entrega de informação (textual e auditivo), ficou determinada a utilização do teste *t* como teste estatístico e a análise de variância (ANOVA). A escolha destes testes justifica-se pelas características e pressuposições que os sustentam: o teste *t* possui capacidade de avaliar se dois grupos diferem entre si de maneira significativa com relação às suas médias e a ANOVA é capaz de avaliar o efeito de duas ou mais variáveis independentes sobre uma variável dependente. A contribuição dos resultados gerados pelo teste *t* reside na comparação entre as médias dos grupos experimentais, a análise dessas médias e a posterior verificação da significância entre elas. Já a contribuição da ANOVA para esta pesquisa está inserida na investigação da possibilidade de influência das características peculiares dos subgrupos (dados demográficos) sobre o princípio da modalidade e consequentemente, sobre a aprendizagem. A análise destes resultados possibilitou uma compreensão melhor da reação dos estudantes frente a diversas combinações de formatos de conteúdo instrucional. A avaliação das pontuações dos estudantes no teste de retenção pôde indicar se a aplicação do princípio da modalidade influencia o nível de memorização das informações, uma vez que este teste tem a função de medir a retenção das informações passadas por intermédio do conteúdo instrucional. Já o teste de transferência avalia a capacidade do estudante em utilizar o conhecimento adquirido em situações diversas e seu resultado pôde indicar qual das modalidades (textual ou auditivo) foi mais efetivo na formação das habilidades e

competências de que trata o conteúdo instrucional, além da memorização. A hipótese de resultados divergentes entre o teste de retenção e o teste de transferência pode significar que o princípio da modalidade pode ser mais eficiente para a memorização das informações do que para a aplicação das mesmas em situações diversas ou vice-versa. O controle do tempo gasto pelos estudantes pôde indicar se uma das formas de entrega das instruções demanda mais tempo que a outra e se este fato está relacionado ao princípio da modalidade. Com relação ao teste de carga cognitiva, o que se esperava é que atuasse no sentido de confirmar os resultados anteriores no que diz respeito ao nível da carga cognitiva atingido pelos estudantes por ocasião da aquisição de conhecimentos por intermédio do conteúdo proposto. Este teste foi uma auto-percepção do próprio estudante em relação a carga cognitiva.

6.2.3 - Manipulação do experimento: modalidade de entrega das informações

Esta variável independente foi manipulada de forma a expor os grupos experimentais a diferentes modalidades de entrega das informações: textual e auditiva. A manipulação desta variável em dois níveis permite a mensuração de cada grupo experimental no que diz respeito à memorização das informações (teste de retenção) e à aquisição de conhecimento (teste de transferência) por parte do estudante. A importância dessa mensuração reside no fato de que ela torna possível a comparação dos resultados dos grupos experimentais e, por conseguinte, o conhecimento de qual destes grupos “aprendeu mais”. Esta percepção permitiu medir o desempenho de cada grupo e verificar se este desempenho foi decorrente

de conhecimentos anteriores ou da manipulação da variável entrega das informações.

6.2.4 - Instrumento de coleta de dados

Segundo Sampieri, Collado e Lucio (2006), todo instrumento de coleta de dados deve reunir dois requisitos essenciais: confiabilidade e validade. Sabe-se que a confiabilidade de um instrumento de medição se refere ao grau em que sua aplicação, repetida ao mesmo indivíduo ou objeto, produz resultados iguais. Embora haja diversas técnicas de medição, esta pesquisa elegeu como procedimento de cálculo de confiabilidade, o coeficiente *alfa de Cronbach*. Este coeficiente requer apenas uma aplicação do instrumento de medição e produz valores que oscilam entre 0 e 1, sendo que quanto maior a medida indica-se maior confiabilidade entre os indicadores. Submetido à análise estatística, o coeficiente *alfa de Cronbach* calculado para o instrumento de coleta dados utilizado nesse trabalho foi de 0,65, resultado considerado satisfatório na indicação da confiabilidade do instrumento. Além da confiabilidade, outro requisito necessário para que um experimento possa tornar possível o conhecimento da relação causal é a validade interna da situação experimental e ocorre quando os grupos diferem entre si somente na exposição à variável independente, quando as medições da variável dependente são confiáveis e válidas, e quando a análise é adequada para o tipo de dados. Dessa forma, por validade interna pode-se entender o grau de confiança que se tem de que os resultados do experimento sejam interpretados adequadamente e sejam válidos.



A validade interna pode ser ameaçada pela existência de alguns fatores ou fontes que podem confundir e impedir de saber se a presença de uma variável independente ou de um tratamento experimental surte ou não um efeito de verdade (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2006).

O modelo pré-teste/pós teste com grupos aleatórios possibilita que o pesquisador consiga maximizar o nível de controle dos fatores ou fontes de invalidação interna. Como todos os componentes do experimento são os mesmos para todos os grupos, inclusive o horário de aplicação da pesquisa, controla-se fatores como a *instabilidade*. Uma vez que não há mudanças nos instrumentos de medição ou nos observadores participantes de modo que possa produzir variações nos resultados obtidos, controla-se a *instrumentação*. A aleatoriedade da amostra garante que a *maturação* também seja controlada, ou seja, os processos internos dos participantes que operam como consequência do tempo e que afetam o resultado do experimento são iguais para os dois grupos. O *controle da seleção* também é feito, uma vez que caso haja indivíduos atípicos em um grupo, no outro grupo também haverá. A *mortalidade experimental* não afeta, pois, na medida em que os grupos são equivalentes, o número de pessoas que eventualmente abandonarem cada grupo tenderá a ser o mesmo. A *história* é controlada por meio do cuidado com que nenhum acontecimento afete apenas um grupo. Por fim, controla-se a *administração do teste* pela similaridade dos dois grupos, uma vez que se o pré-teste afetar a pontuação do pós-teste, ele o fará de maneira similar nos dois grupos, preservando o essencial do controle experimental. O que influi em um grupo deverá influir da mesma maneira no outro, para que se mantenha a equivalência entre eles.

6.3 - Covariáveis

Segundo Ginns (2005), pesquisas anteriores têm sugerido que, nos casos onde o ritmo da apresentação foi controlado pelo próprio estudante ao invés do controle ter ficado a cargo do sistema, a possível superioridade de uma apresentação que contenha um gráfico acompanhado de texto narrado, não se manteve. Para Mayer e Anderson (1991), no caso da apresentação simultânea de elementos textuais e gráficos em situações onde o próprio estudante controla o ritmo da apresentação, os aprendizes não têm que despender recursos cognitivos no processo de busca por uma combinação de elementos relacionados de informação. Em contrapartida, quando a entrega de informações é feita por intermédio da modalidade de gráficos acompanhados de texto impresso e o ritmo da apresentação é controlado pelo sistema, os aprendizes devem constantemente alternar entre elementos verbais e gráficos diferentes e tentar integrá-los mentalmente em um processo que implica divisão de atenção e, portanto, alta carga cognitiva extrínseca. Nesta mesma direção, Tabbers, Martens e van Merriënboer (2004) afirmam que sob condições em que o próprio estudante controla o seu ritmo de estudos, a modalidade de texto impresso em tela pode ser mais efetiva porque os aprendizes podem usar um formato mais flexível. Eles podem ler o texto conforme seu próprio ritmo e prestar mais ou menos atenção aos diferentes elementos de informação de acordo com o seu nível de conhecimento. Dessa forma, a variável “tempo de resposta” foi utilizada como covariável neste estudo, com o intuito de auxiliar no entendimento das questões referentes ao princípio da modalidade.

Com o propósito de auxiliar na compreensão das questões cognitivas do estudante, achou-se por bem colher dados demográficos como idade, sexo e turno de aula dos participantes do experimento. A coleta destes dados visa a verificação de uma possível influência sobre as questões desta pesquisa. Segundo levantamento do Instituto de estudos avançados (IEA) em parceria com o SEBRAE, a maioria dos estudantes de cursos a distância é do sexo feminino, possui idade situada no intervalo entre 21 e 30 anos e possui uma ocupação paralela ao estudo, o que faz com que o turno de aula acessível seja o noturno. Dessa forma, nesta pesquisa julgou-se pertinente a análise dos dados obtidos no sentido de verificar se este perfil de estudante apresenta resultados mais favoráveis quando da aplicação do princípio da modalidade.

Capítulo 7 - Resultados e análise dos resultados

A variável independente “modalidade” foi submetida ao teste-*t* para a análise da manipulação das variáveis dependentes nível de retenção, nível de transferência e nível de carga cognitiva despendido nas instruções. Para todos os testes estatísticos, um nível de significância de 0,05 foi aplicado. Para verificar se o tempo gasto nas respostas dos estudantes pode ter alguma relação com a forma de entrega de informações no que diz respeito à aprendizagem efetiva, a covariável tempo foi colocada sob análise. Para percorrer as etapas do instrumento os estudantes gastaram em torno de 30 minutos. Os resultados gerais com relação à pontuação obtida e tempo gasto nos testes estão descritos na tabela 1:

Tabela 1 - Médias alcançadas em cada teste por modalidade. Desvio padrão entre parênteses.

	Tempo			Pontuação		
	Áudio	Texto	<i>t</i>	Áudio	Texto	<i>T</i>
Pré_teste	78,1(37,6)	73,4 (39)	0,59*	1,7 (0,4)	1,7 (0,4)	-1,01*
Retenção	39,0 (22,4)	45,2 (40,4)	-0,90*	3,9 (0,6)	3,8 (0,8)	0,31*
Transferência	214,2 (170,3)	276,0 (171,2)	-1,72**	3,4 (1,4)	2,8 (1,2)	2,04**
Carga cognitiva	13,5 (5,5)	17,3 (23,9)	-1,03*	3,1 (0,7)	3,4 (0,7)	-1,92**

*>0,05

** <0,05

A análise dos resultados apresentados na tabela 1 é feita observando as etapas do experimento nas quais os testes estão inseridos e seguem a seguinte ordem:

7.1 - Etapa 1 - Teste piloto e ameaças à validade do experimento

Para a realização do experimento os aprendizes foram aleatoriamente designados a compor um dos grupos e antes do início dos procedimentos foram informados dos objetivos gerais e das regras de navegação. Além disso, também foram informados de cada etapa requerida pelo instrumento até o seu término. Este procedimento foi importante para que os testes fossem concluídos na sua totalidade. Para compensar os estudantes pelo tempo gasto na participação do experimento, foi realizado um sorteio de alguns brindes entre os participantes.

A realização das etapas do experimento transcorreu de forma tranqüila devido à antecipação de algumas possíveis ameaças identificadas pelo teste piloto. As ameaças reveladas por este teste foram: a) O retorno feito pelos estudantes ao conteúdo já ministrado, e b) A fragilidade do aparato tecnológico utilizado pelo grupo referente à modalidade áudio. Por intermédio de trechos do conteúdo copiado com o auxílio de um editor de textos ou utilizando o botão "voltar" do navegador, os estudantes tinham acesso ao texto no momento dos testes. Este problema foi solucionado com a adaptação do software de modo que o navegador não mais permitisse o retrocesso das telas. A questão das anotações em software de apoio foi solucionada com a observação direta da pesquisadora que se manteve em todo momento com os estudantes no laboratório. Os grupos foram informados dos

procedimentos operacionais e os cumpriram sem maiores problemas. A escolha de um laboratório com a disposição dos computadores voltados para as paredes permitiu que a visualização das telas dos estudantes e conseqüente controle dos seus atos pudessem ser realizados.

Com respeito à limitação tecnológica, os fones de ouvido mais frágeis foram substituídos por outros mais robustos e a configuração do som de cada máquina foi checada previamente. Além disso, o próprio instrumento de medição foi desenvolvido de modo a controlar o som do computador através de um mecanismo de teste prévio do som para que os ajustes necessários fossem realizados antes do início dos testes.

7.2 - Etapa 2 - PT: Pré-teste (Nível de conhecimento prévio)

A primeira pontuação analisada foi obtida por meio do pré-teste. Essa análise foi importante para a mensuração do nível de conhecimento inicial apresentado pelos estudantes (pré-requisito do princípio da modalidade), para posterior mensuração em relação aos demais testes e também para a verificação da equivalência entre as amostras. Segundo os resultados obtidos, a diferença entre os níveis de conhecimento prévio dos estudantes pertencentes aos dois grupos não foi significativa, fato que comprova essa equivalência. Os grupos da modalidade texto e da modalidade áudio apresentaram uma diferença estatisticamente insignificante com relação ao grau de conhecimento prévio. As médias apresentadas pelos estudantes dos dois grupos também sugere que, além de possuírem em conhecimento equivalente, os estudantes não apresentaram um nível de

conhecimento prévio capaz de impedir o prosseguimento dos testes para investigação do princípio da modalidade, ou seja, foram classificados como estudantes novatos. A equivalência das amostras e a classificação de novatos aplicada aos estudantes sugerem que os resultados tanto do teste de retenção quanto do teste de transferência são resultantes da manipulação da modalidade de entrega das informações.

Com relação ao tempo utilizado no pré-teste, os resultados obtidos por meio de tratamento estatístico demonstraram mais uma vez não haver diferença significativa entre os grupos. Isto significa que a modalidade praticada não teve influência no tempo gasto pelos grupos da modalidade texto e da modalidade áudio.

7.3 - Etapa 3 – apresentação do conteúdo instrucional

Após a realização do pré-teste os grupos foram expostos ao conteúdo instrucional, sendo que cada grupo observou as particularidades da respectiva modalidade. O texto instrucional foi construído utilizando o software Microsoft Word 2007. Para o tratamento gráfico do texto apresentado no experimento foi utilizado o software Adobe Photoshop CS2. Este procedimento foi necessário para que pudessem ser oferecidas condições gráficas necessárias a um aplicativo apresentado via internet. Os testes (pré-teste, retenção, transferência e carga cognitiva) foram construídos por intermédio do software Question Writer 3.5. Tanto o texto instrucional quanto os testes necessitam de um navegador para sua execução e nesta pesquisa foi utilizado o Internet Explorer. A contribuição do modelo 4c/ID na construção do conteúdo instrucional ficou evidente pelo uso de informações Just in

Time (JIT), que foram utilizadas na forma de hiperlinks, onde o aprendiz poderia consultar conceitos necessários no prosseguimento da transmissão de informações.

7.4 - Etapa 4 - TR: Teste de Retenção

Após o contato com o conteúdo instrucional, os estudantes responderam ao teste de retenção, cuja análise estatística buscou identificar o grupo que obteve maior êxito na memorização das informações apresentadas.

A comparação das médias totais do pré-teste com o teste de retenção demonstra que houve uma evolução no que diz respeito à assimilação do conteúdo apresentado. Essa evolução pode estar relacionada com a construção do material instrucional embasado por um modelo. No caso desta pesquisa, o modelo 4c/ID.

Os resultados do teste de retenção confirmaram a hipótese nula, demonstrando que não houve diferença significativa entre os dois grupos, ou seja, no que diz respeito à memorização das informações, nenhuma das duas modalidades foi mais eficiente do que a outra. Estes resultados entretanto não se mostraram consistentes com as pesquisas de Tabbers, Martens e van Merriënboer (2004). Neste trabalho, os autores verificaram a superioridade da modalidade texto tanto no teste de transferência quanto no teste de retenção.

Quanto ao tempo utilizado na resolução deste teste, a diferença observada nas médias das amostras também não demonstrou significância.

7.5 - Etapa 5 - TT: Teste de transferência

O teste de transferência buscou mensurar quanto os estudantes conseguiram transformar as informações apresentadas em conceitos e aplicá-las em situações diferentes.

A média geral deste teste, assim como no teste de retenção, demonstrou que houve um aprendizado por parte dos estudantes participantes da amostra em relação ao pré-teste. O fato de a média geral do teste de transferência ter sido inferior à média alcançada pelo teste de retenção sugere que os estudantes tiveram mais dificuldade em transformar os conceitos estudados em competências do que em memorizá-los. Quanto à comparação entre grupos, os resultados estatísticos referentes ao teste de transferência demonstraram que houve uma diferença significativa entre os grupos, ou seja, no que diz respeito à aplicabilidade das informações apresentadas em um novo contexto, a modalidade áudio foi mais efetiva. Esse resultado condiz com os apresentados por Tabbers, Martens e van Merriënboer (2005) e Tindall-Ford, Chandler e Sweller (1997), cujos resultados baseados na modalidade áudio se mostraram superiores no teste de transferência realizado.

Com relação ao tempo utilizado, os resultados do teste de transferência apresentaram uma diferença significativa entre as médias das amostras possibilitando a conclusão de que o grupo referente à modalidade áudio utilizou menos tempo até o término do teste.

7.6 - Etapa 6 - CG: Carga cognitiva

O teste de carga cognitiva buscou medir o grau de esforço mental utilizado por ocasião do conteúdo instrucional. Os resultados estatísticos revelaram haver uma diferença significativa entre os dois grupos e indicaram o grupo referente à modalidade texto como o grupo que teve um esforço mental maior. Quanto ao tempo utilizado, a diferença encontrada nos grupos não foi significativa. Esse resultado foi condizente com os trabalhos de Tabbers, Martens e van Merriënboer (2004), onde se verificou que o grupo áudio foi submetido a menos carga cognitiva do que o grupo texto.

O tempo gasto pelos estudantes também foi submetido à análise e foi considerado menor pelo grupo da modalidade áudio. A forma narrada também foi apontada como sendo a forma de apresentação de informações que menos solicitou esforço mental.

7.7 - Covariáveis

Para analisar a possível influência das covariáveis demográficas idade, turno e sexo sobre a aprendizagem, julgou-se pertinente utilizar a análise de variância (ANOVA) como método de tratamento estatístico. Os resultados gerais concernentes a essas covariáveis são apresentados na forma de tabelas e posteriormente comentados. A primeira covariável descrita diz respeito à idade e seus resultados estão contidos na tabela 2.

Tabela 2 - Pontuações alcançadas por cada modalidade considerando a covariável idade

Idades	Medidas	Retenção		Transferência	
		Áudio	Texto	Áudio	Texto
15 a 18	<i>Média</i>	3,87	4,05	2,93	2,52
	<i>Desvio Padrão</i>	0,53	0,61	1,56	1,28
19 a 25	<i>Média</i>	4,27	3,90	3,78	2,00
	<i>Desvio Padrão</i>	0,58	1,41	1,20	0,30
26 a 30	<i>Média</i>	4,22	3,50	3,33	3,20
	<i>Desvio Padrão</i>	0,48	0,00	0,58	1,64
31 a 35	<i>Média</i>	4,06	--	4,00	--
	<i>Desvio Padrão</i>	1,41	--	0,56	--
acima 36	<i>Média</i>	--	--	--	--
	<i>Desvio Padrão</i>	--	--	--	--

--* valores <= 1.

A tabela 3 apresenta os resultados obtidos a partir da covariável turno.

Tabela 3 - Pontuações alcançadas por cada modalidade considerando a covariável turno

Turnos	Medidas	Retenção		Transferência	
		Áudio	Texto	Áudio	Texto
Manha	<i>Média</i>	3,90	3,74	2,83	2,23
	<i>Desvio Padrão</i>	0,66	0,34	1,62	1,48
Tarde	<i>Média</i>	3,85	3,98	3,38	2,18
	<i>Desvio Padrão</i>	0,47	0,67	1,39	1,16
Noite	<i>Média</i>	4,22	4,11	3,50	2,88
	<i>Desvio Padrão</i>	0,48	0,58	1,46	1,15

A tabela 4 apresenta os resultados obtidos a partir da covariável sexo.

Tabela 4 - Pontuações alcançadas por cada modalidade considerando a covariável sexo

Sexo	Medidas	Retenção		Transferência	
		Áudio	Texto	Áudio	Texto
Masculino	<i>Média</i>	3,88	3,84	3,5	2,93
	<i>Desvio Padrão</i>	0,67	0,48	1,52	1,21
Feminino	<i>Média</i>	3,90	3,85	3,27	2,65
	<i>Desvio Padrão</i>	0,60	0,97	1,38	1,22

Com relação às covariáveis demográficas submetidas à análise de variância (ANOVA), é possível concluir que os resultados gerados demonstraram não haver diferença significativa. Tanto a covariável idade ($F=1,96$, $p>0,05$), quanto a covariável turno ($F=1,37$, $p>0,05$) e por fim a covariável sexo ($F=1,28$, $p>0,05$) não demonstraram ter poder suficiente para influenciar a aprendizagem promovida pelas duas modalidades de ensino.

7.8 - Evolução

A evolução dos dois grupos experimentais quanto às pontuações obtidas nos testes é representada de forma sintetizada pelo gráfico 1. A partir dos resultados apresentados pelo gráfico é possível concluir que as médias do pré-teste indicam que ambos os grupos não possuíam conhecimento prévio suficiente para influenciar os resultados dos testes posteriores. O conteúdo instrucional elaborado de acordo com o modelo instrucional 4c/ID cumpriu o propósito de instruir os estudantes quanto aos conceitos relativos ao tema do experimento. Esta evolução se torna evidente quando as médias do teste de retenção são apresentadas, ou seja, os dois grupos experimentais apresentaram ganho no aprendizado. Esta informação é confirmada pelas médias apresentadas no teste de transferência. Por ser constituído na forma de perguntas abertas e por objetivar a mensuração da capacidade de aplicação de conceitos aprendidos em situações práticas, este teste foi julgado como o de maior importância no contexto do experimento. O fato de suas médias serem mais baixas do que as apresentadas pelo teste de retenção possivelmente encontra explicação na forma de mensuração. As questões de múltipla escolha descrevem

conceitos “prontos”, mais fáceis de serem memorizados, enquanto que a aplicabilidade destes conceitos em outras situações requer dos estudantes conhecimento efetivo e capacidade de raciocínio.

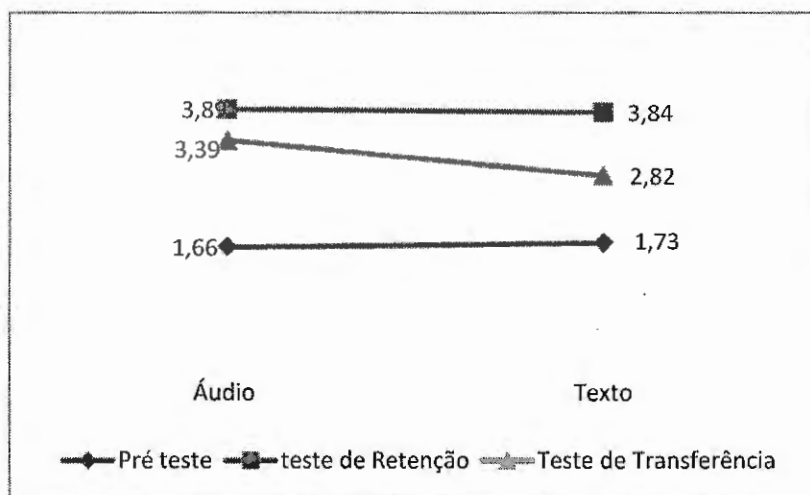


Gráfico 1 - Pontuações obtidas no pré-teste, teste de retenção e teste de transferência

No que diz respeito ao tempo gasto nos testes experimentais, a representação concisa é feita pelo gráfico 2. A análise deste gráfico permite concluir que os grupos tiveram desempenho semelhante no pré-teste e no teste de retenção. As médias mais baixas, obtidas no teste de retenção, sugerem que os estudantes foram mais hábeis na definição dos conceitos apresentados pelo conteúdo instrucional, após o pré-teste. O tempo mais prolongado utilizado no momento do teste de transferência indica que ambos os grupos tiveram que procurar os esquemas cognitivos já formados para que pudessem ser estabelecidas as ligações que possibilitam a aplicação dos conceitos memorizados em situações novas. Como os estudantes tiveram de construir suas próprias ligações cognitivas e produzir os textos que as explicavam, o tempo demandado por este teste foi mais longo. É possível verificar, entretanto, que para o grupo participante da modalidade áudio a média geral foi significativamente mais baixa.

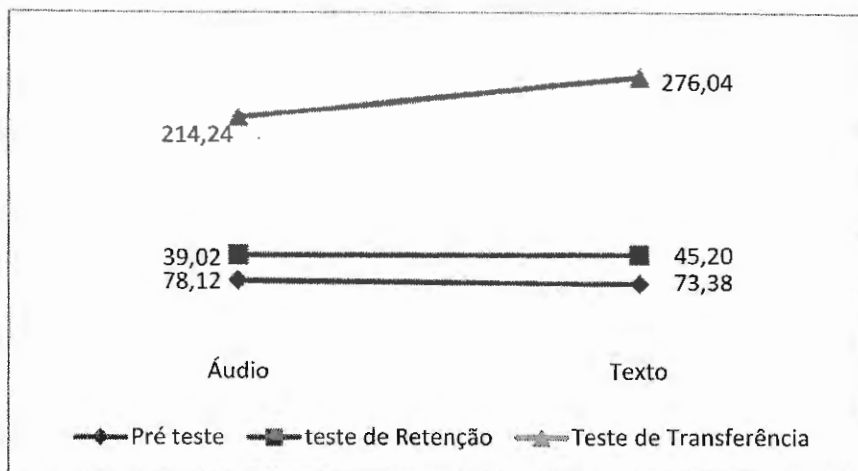


Gráfico 2 - Média do tempo utilizado pelos estudantes no pré-teste, teste de retenção e teste de transferência

Com relação à comparação entre as amostras considerando o nível de carga cognitiva, a representação dos dados é feita de forma sucinta pelo gráfico 3. De acordo com os dados do gráfico, o esforço empreendido na compreensão do conteúdo instrucional foi maior na modalidade texto. Estes resultados são fruto da percepção do próprio estudante e, aliados ao tempo gasto e à média das respostas julgadas corretas nas duas modalidades, sugerem que a modalidade áudio por usar os dois canais sensoriais produz menos sobrecarga cognitiva induzindo a uma aprendizagem mais efetiva.

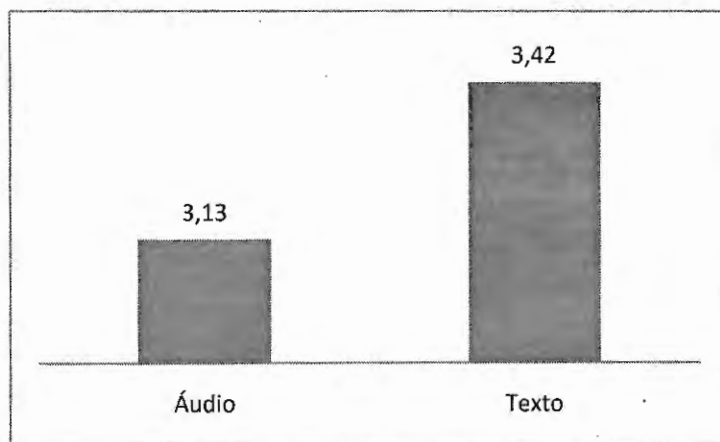


Gráfico 3 - Nível da carga cognitiva alcançado pelos estudantes considerando a forma de entrega das informações

Capítulo 8 - Considerações finais

A educação a distância vem se consolidando no cenário educacional como uma alternativa ao ensino presencial que soma flexibilidade de horário com ausência de barreiras físicas. Esta composição tem atraído cada vez mais os olhares dos aprendizes em direção a instituições praticantes desta modalidade de ensino e aprendizagem. Entretanto, para que a educação a distância possa produzir os resultados almejados, alguns aspectos devem ser considerados. Entre estes aspectos está a forma de apresentação das informações de um material instrucional ao estudante que esteja conectado à internet ou que possua uma mídia digital com o conteúdo a ser estudado.

A contribuição deste estudo reside na comparação de duas formas de apresentação de informações aos estudantes: áudio e texto. Com base nos resultados deste trabalho responde-se às questões de pesquisa levantadas:

- A capacidade de aplicar conceitos em situações novas (aprendizagem) foi mais efetiva no grupo pertencente à modalidade áudio.

Por seu caráter operacional, os cursos técnicos têm o intuito de oferecer ao estudante a oportunidade de desenvolver habilidades transportando para a prática a teoria apresentada por um material instrucional. Neste tipo de curso, a aplicação prática de conceitos e definições é mensurada por intermédio da avaliação das competências adquiridas pelo estudante. O resultado superior alcançado pelo grupo da modalidade áudio pode significar que no contexto do ensino técnico, o princípio da modalidade pode ter uma ampla contribuição. A comparação dos resultados dos grupos nos testes de transferência e retenção demonstra essa inclinação. Nas

respostas onde os estudantes tiveram de memorizar os conceitos abordados pelo conteúdo instrucional, a modalidade áudio não se mostrou superior. Este fato, entretanto, não representa uma limitação significativa, pois a memorização de conceitos não é o foco dos cursos técnicos. Os resultados obtidos sugerem que o princípio da modalidade pode ser uma solução promissora na educação profissionalizante, pois se ajusta às aspirações do estudante que almeja fazer um curso técnico e que já está razoavelmente acostumado às tecnologias multimídia.

- A carga cognitiva mensurada por ocasião da utilização dos materiais foi menor no grupo pertencente à modalidade áudio.

O menor tempo gasto pelos aprendizes pertencentes ao grupo da modalidade áudio aliado às maiores médias alcançadas por este grupo e às respostas dos estudantes sobre sua própria percepção em relação à carga cognitiva despendida por ocasião dos testes, sugere que o impacto da carga cognitiva sobre a aprendizagem efetiva é menor nos grupos submetidos ao princípio da modalidade. Esta constatação pode estar relacionada com aspectos comportamentais do público alvo dos cursos técnicos de nível médio, que na sua maioria é composto por pessoas que não têm a leitura como hábito, e que procuram este tipo de curso justamente pelo caráter prático assumido. Outra questão a ser considerada é o aspecto tecnológico do público, ou seja, não é comum que pessoas que não estejam à vontade diante das tecnologias digitais procurem este tipo de curso. Aliado a este fator, está o fato de que, de uma forma geral, o cenário educacional brasileiro, no que diz respeito ao ensino técnico de nível médio, apresenta um público relativamente composto por jovens que não têm o hábito da leitura, mas que incorporaram as diversas formas de tecnologia ao seu cotidiano.

Esta suposição encontra argumentos na descrição do comportamento dos estudantes por ocasião das orientações após a divisão dos grupos. No momento da explicação de como seriam efetuados os testes experimentais, a maioria dos estudantes selecionados para fazer parte do grupo da modalidade texto mostrou um evidente descontentamento ao saber que teria de ler um texto impresso em tela.

- A comparação do desempenho dos estudantes nos dois grupos em relação ao aprendizado e aos impactos da carga cognitiva revelou o princípio da modalidade como fator capaz de otimizar o aprendizado dos estudantes de cursos técnicos.

Os resultados trazidos por este trabalho mostraram que no contexto do experimento realizado em uma escola técnica estadual de nível médio, a forma de apresentação de informações por meio de áudio se mostrou mais eficaz na produção de aprendizagem efetiva quando comparado com a modalidade texto. Embora os resultados encontrados neste experimento tenham sido oriundos de estudantes matriculados na modalidade presencial de um curso técnico, eles podem ser aplicáveis ao público que fará parte das salas virtuais oferecidas pelo Centro Paula Souza, uma vez que o perfil do estudante será o mesmo. O fato de os estudantes pertencentes à modalidade áudio terem concluído os testes mais rapidamente sem entretanto prejudicar o nível dos resultados, indica que os estudantes pertencentes a este grupo estavam menos sobrecarregados, possivelmente por já estarem acostumados à incorporação do áudio nas diferentes tarefas do seu cotidiano. O resultado da comparação e avaliação do desempenho dos estudantes, considerando o menor tempo e maior média alcançada pelo grupo da modalidade áudio, sugere que a aprendizagem (formação de habilidades e competências) foi mais efetiva no grupo submetido à esta modalidade. Estes

resultados foram consistentes com os apresentados por Moreno e Mayer (1999). Como complemento, a análise dos dados demográficos indicou que o princípio da modalidade não é um fenômeno restrito a uma parcela de aprendizes com características específicas. Os resultados gerados a partir das variáveis demográficas não indicaram um público alvo distinto. Este fato indica que os processos cognitivos humanos se mantêm equivalentes em todos os subgrupos pesquisados. Conclui-se que o ganho de aprendizagem pode ser verificado em homens, mulheres, jovens e pessoas mais maduras, o que pode ser visto como um fator interessante, considerando que a educação técnica assume um perfil bastante flexível no que diz respeito à idade e sexo de seus estudantes.

Os resultados mostraram ainda que se a escolha de materiais educacionais que fazem uso de recursos digitais em uma educação mediada pela tecnologia não for bem feita, frequentemente ocasiona uma sobrecarga na memória de trabalho dos aprendizes e dificulta a aquisição de esquemas que requerem reflexão.

Como sugestões de trabalhos futuros, destacam-se:

- A análise da efetividade da aprendizagem e dos efeitos provocados pela carga cognitiva a partir dos demais princípios que compõem a teoria do aprendizado multimídia.
- A aplicação do princípio da modalidade levando-se em consideração a natureza do curso, e a verificação de, no caso de cursos pertencentes a áreas do conhecimento onde a necessidade de leitura e memorização é grande, como por exemplo, nos cursos de direito, a modalidade áudio ainda se mostraria superior.

- A verificação de, no caso de pessoas com idade superior à idade média encontrada nos cursos técnicos de nível médio, o princípio da modalidade teria o mesmo efeito.
- Em situações nas quais o ritmo da apresentação não é controlado pelo próprio estudante e sim pelo sistema em si, a modalidade áudio ainda se mostraria mais eficiente?
- O presente estudo avaliou aprendizes sabidamente inexperientes quanto ao tema do conteúdo instrucional. Pesquisas anteriores demonstram que pode haver uma diferença nos resultados gerados por aprendizes experientes no diz respeito ao princípio da modalidade. Assim, registra-se a pertinência de estudos com estudantes que já possuem certo conhecimento prévio sobre o assunto a ser estudado, a fim de verificar se o princípio da modalidade se mantém.

Ainda quanto a pesquisas futuras, sugere-se investigações ligadas à área de Informática na educação com o objetivo de aliar os princípios dessa teoria ao planejamento, elaboração e análise de recursos tecnológicos de apoio à educação.

Esta pesquisa considerou apenas uma escola técnica do estado de São Paulo e utilizou somente duas formas de mensuração da aprendizagem. Estas duas formas de mensuração foram escolhidas por apresentar aderência com as formas mais comumente utilizadas no ensino brasileiro: retenção e transferência.

O presente trabalho buscou mensurar buscou conhecer a influência do princípio da modalidade sobre os estudantes pertencentes ao ensino técnico de nível médio e contribuir para a compreensão deste fenômeno. Espera-se que outros pesquisadores possam prosseguir no aprofundamento das questões aqui

apresentadas e confirmar os resultados obtidos, uma vez que os indicativos deste estudo revelam a importância do princípio da modalidade e sua relevância no processo de ensino-aprendizagem.

Referências

ALMEIDA, M. E. (2003). Educação a distância na internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem. **Educação e Pesquisa**, v.29, n.2, p.327-340.

ALONSO, K. M. (1996). A educação a distância no Brasil: a busca de identidade. In: PRETI, O. **Educação a distância. Inícios e indícios de um percurso**. Cuiabá: NEAD/IE, p. 57-74.

ANDREWS, D. H. ; GOODSON, L. A. (1980). A comparative analysis of models of instructional design. **Journal of Instructional Development**, New York, v.3, n.4, p.2-16.

AYRES, P. ; SWELLER, J. (2005). The split-attention principle in multimedia learning. In: MAYER, R.E. **The Cambridge handbook of multimedia learning**. New York: Cambridge University Press, cap. 8 , p. 135-146.

AYRES, P. ; VAN GOG, T. (2009). State of the art research into Cognitive Load Theory. **Computers in Human Behavior**, v.25, p.253-257.

BADDELEY, A. (1992). Working memory. **Science**, v.255, p.556-559.

BATURAY, M. H. (2008). Characteristics of basic instructional design models. **Ekev Akademi Dergisi**, v.12, n.34, p.471-482.

BELLONI, M. L. (2002). Ensaio sobre a educação a distância no Brasil. **Educação e Sociedade**, Campinas - SP, v.78, p.117-142.

BRASIL (2005) **Decreto n. 5.622, de 19 de dezembro de 2005. Regulamenta o art. 80 da lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1.996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.**, Normas, Lei de Diretrizes e Bases da educação Nacional, http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5622.htm

CAMPOS, F. C. A.;ROCHA, A. R. C.;CAMPOS, G. H. B. (1998). Design instrucional e construtivismo: em busca de modelos para o desenvolvimento de software. In: CONGRESSO DA REDE IBEROAMERICANA DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, 4.,1998, **Anais...** Brasília-DF : RIBIE. p. 1-18

CHONG, T. S. (2005). Recent Advances in Cognitive Load Theory Research: Implications for Instructional Designers. **Malaysian Online Journal of Instructional Technology**, v.2, n.3, p.106-117.

CLARK, R. C.; MAYER, R. E. (2008). **E-learning and the science of instruction:proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning**. 2 ed. San Francisco: Pfeiffer

DABBAGH, N. (2005). Pedagogical Models for E-Learning: A Theory-Based Design Framework. **International Journal of Technology in Teaching and Learning**, v.1, n.1, p.25-44.

DELEEUW, K. E. ; MAYER, R. E. (2008). A comparison of three measures of cognitive load: evidence for separable measures of intrinsic, extraneous, and germane load. **Journal of Educational Psychology**, v.100, n.1, p.223-234.

DIAS, R. M. (2002). **Especificações de características de ambientes de "e-learning"**. 161f. f. Dissertação (mestrado) - Departamento de Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina ,Florianópolis, 2002.

DICK, W. (1987). A history of instructional design and its impact on educational psychology. In: GLOVER, J.A. ; RONNING, R. R. (Eds.). **Historical Foundations of educational psychology**. New York: Plenum, cap. 10, p. 183-202.

FERREIRA, U. R. ; LANGUI, C. (2002). Um modelo sistêmico para 'Instruction Design'. In: ENEGEP, 22.,2002, **Anais...** Curitiba - PR p. 1-10

FILATRO, A. C. (2008). **Design instrucional na prática** ed. São Paulo - SP: Pearson Education do Brasil

FILATRO, A. C. ; PICONEZ, S. C. B. (2004). Design instrucional contextualizado. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, XI.,2004,Salvador - BA. ABED. p. 1-17

FRANCO, S. R. K.; CORDEIRO, L. M.; DEL CASTILLO, R. A. F. (2006). Aprendizagem na Educação a Distância: Caminhos do Brasil. **CINTED**, v.4, n.2, p.1-10.

GAGNÉ, R. M. (1965). The analysis of instructional objectives for the design of instruction. In: _____. **Teaching machines and programmed learning, II: Data and directions**. Washington: National Education Association, p.

GERJETS, P. et al. (2009). Learning with hypermedia: the influence of representational formats and different levels of learner control on performance and learning behavior. **Computers in Human Behavior**, v.25, p.360-370.

GIL, A. C. (1991). **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3 ed. São Paulo: Atlas

GINNS, P. (2005). Meta Analysis of the modality effect. **Learning and Instruction**, v.15, p.313-331.

GINNS, P. (2005). **Meta-analysis of the modality effect** Learning and Instruction 313-331p.

HAWKRIDGE, D. (1999). Cost-effective support for university students via the Web? **Association for Learning Technology journal**, v.6, n.3, p.24-29.

HEINICH, R. (2000). **Technology and the Management of Instruction** ed. Charlotte: Information Age Publishing

Instituto Monitor (2007). **Anuário brasileiro estatístico de educação aberta e a distância** (Rep. No. 3). São Paulo.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (2007) **Educação profissional técnica de nível médio no censo escolar**, www.inep.gov.br/download/censo/2007/edProfTec.pdf. Acesso em: 12/2/2010.

MAGER, R. F. (1962). **Preparing Objectives for programmed Instruction**. 2 ed. San Francisco: Fearon

MAGLIARO, S. G. ; SHAMBAUGH, N. (2006). Student models of instructional design. **Educational Technology Research and Development**, v.54, n.1, p.83-106.

MAYER, R.; ANDERSON, R. (1991). **Animations need narrations: an experimental test of a dual-coding hypothesis** *Journal of Educational Psychology* 484-490p.

MAYER, R. E. (2005). Principles for managing essential processing in multimedia learning: segmenting, pretraining, and modality principles. In: MAYER, R.E. **The Cambridge handbook of multimedia learning**. New York: Cambridge University Press, cap. 11 , p. 169-182.

MAYER, R. E. et al. (2001). Cognitive constraints on multimedia learning: when presenting more material results in less understanding. **Journal of Educational Psychology**, v.93, n.1, p.187-198.

MAYER, R. E. et al. (2003). Social Cues in Multimedia Learning: Role of Speaker's Voice. **Journal of Educational Psychology**, v.95, n.2, p.419-425.

MERRIL, M. D. (2002). First principles of instruction. **Educational Technology Research and Development**, v.50, n.3, p.43-59.

MINISTERIO DA EDUCAÇÃO (2009) **E-tec**, www.mec.gov.br. Acesso em: 20/2/2010.

MORENO, R. ; MAYER, R. E. (1999). Cognitive Principles of Multimedia Learning: The Role of Modality and Contiguity. **Journal of Educational Psychology**, Washington, v.92, n.2, p.358-368.

_____. (2002). Verbal Redundancy in Multimedia Learning: when Reading Helps Listening. **Journal of Educational Psychology**, v.94, n.1, p.156-163.

MORRISON, G. R. ; ANGLIN, G. J. (2005). Research on cognitive load theory: application to e-learning. **Educational Technology Research and Development**, v.53, n.3, p.94-104.

OLINA, Z. et al. (2006). Problem format and presentation sequence: effects on learning and mental effort among US high school students. **Applied Cognitive Psychology**, v.20, p.299-309.

- PAAS, F. et al. (2004). **Cognitive load theory: instructional implications of the interaction between information structures and cognitive architecture.** *Instructional Science*, v.32, p.1-8.
- PAAS, F. et al. (2005). A Motivational perspective on the relation between mental effort and performance: optimizing learner involvement in instruction. **Educational Technology Research and Development**, v.53, n.3, p.25-34.
- PENNEY, C. G. (1989). Modality effects and the structure of short-term memory. **Memory and Cognition**, v.17, p.398-442.
- PEREIRA, I. F. (2008). **Ensino a distância mediado por computador: Um desafio a docência no ensino técnico.** 178f. f. Dissertação (Mestrado) - Centro Universitário Salesiano de São Paulo - UNISAL ,Americana-SP, 2008.
- REISER, R. A. (2001a). A history of instructional design and technology: part I: a history of instructional media. **Educational Technology Research and Development**, v.49, n.1, p.53-64.
- _____. (2001b). A history of instructional design and technology: part II: a history of instructional design. **Educational Technology Research and Development**, v.49, n.2, p.57-67.
- RICKERS, R. M. J. P. et al. (2004). Cognitive Load Theory as a Tool for Expertise Development. **Instructional Science**, v.32, p.173-182.
- ROMISZOWSKI, A. ; ROMISZOWSKI, L. P. (2005). Retrospectiva e perspectivas do design instrucional e educação a distância: análise da literatura. **Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância**, São Paulo, v.4, p.1-46.
- SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. (2006). **Metodologia de pesquisa.** MCGRAW-HILL. 3 ed. São Paulo:
- SANTOS, L. M. A. ; TAROUÇO, L. M. R. (2009). A contribuição dos princípios da teoria da carga cognitiva para uma educação mediada pela tecnologia.
- SCHNOTZ, W. ; HEIB, A. (2009). Semantic scaffolds in hypermedia learning environments. **Computers in Human Behavior**, v.25, p.371-380.
- SCHNOTZ, W. ; KÜRSCHNER, C. (2007). A Reconsideration of Cognitive Load Theory. **Educational Psychology Review**, v.19, p.469-508.
- TABBERS, H. K.; MARTENS, R. L.; VAN MERRIENBOER, J. J. G. (2004). **Multimedia instructions and cognitive load theory: effects of modality and cueing.** *BRITISH JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY* 71-81p.
- TABBERS, H.K.; MARTENS, R.L.; VAN MERRIENBOER, J.J.G. (2005). The modality effect in multimedia instructions. **Applied Cognitive Psychology**, p.1-6.
- TINDALL-FORD, S.; CHANDLER, P.; SWELLER, J. (1997). When two sensory modes are better than one. **Journal of Experimental Psychology**, n.3, p.257-287.

VAHLICK, A. et al. (2007). Aplicação das técnicas de projeto instrucional 4C/ID na produção de objetos de aprendizagem em conformidade com o SCORM usando um software livre como ferramenta de autoria. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre - RS, v.5, p.1-10.

VAN MERRIENBOER, J. J. G. ; AYRES, P. (2005). Research on cognitive load theory and its design implications for e-learning. **Educational Technology Research and Development**, v.53, n.3, p.5-13.

VAN MERRIENBOER, J. J. G. et al. (2002). Blueprints for complex learning: the 4C/ID-model. **Educational Technology Research and Development**, v.50, n.2, p.39-64.

VAN MERRIENBOER, J. J. G. et al. (2006). Teaching complex rather than simple tasks: balancing intrinsic and germane load to enhance transfer of learning. **Applied Cognitive Psychology**, v.20, p.343-352.

VAN MERRIENBOER, J. J. G. ; SWELLER, J. (2005). Cognitive load theory and complex learning: recent developments and future directions. **Educational Psychology Review**, v.17, n.2, p.147-177.

VAN MERRIENBOER, J. J. G. et al. (1998). Cognitive Architecture and Instructional Design. **Educational Psychology Review**, v.10, n.3, p.251-296.

WALBESSER, H. H. ; EISENBERG, T. A. (1972). A review of research on behavioral objectives and learning hierarchies. **Eric Information Analysis Center for Science Education**, Ohio, p.1-83.

WILEY, D. A. (2000). **Learning object design and sequencing theory**. 131f. f. Tese(Doutorado) - Department of Instructional Psychology and Technology - Brigham Young University ,Provo-UT, 2000.

WOUTERS,P.; PAAS,F.; VAN MERRIENBOER,J.J.G.(2008). How to optimize learning from animated models: a review of guidelines based on cognitive load. **Review of Educational Research**, v.78, n.3, p.645-675.

Apêndice A: Instrumento *on line* de coleta de dados



Figura 10 - Identificação do estudante no início de cada teste

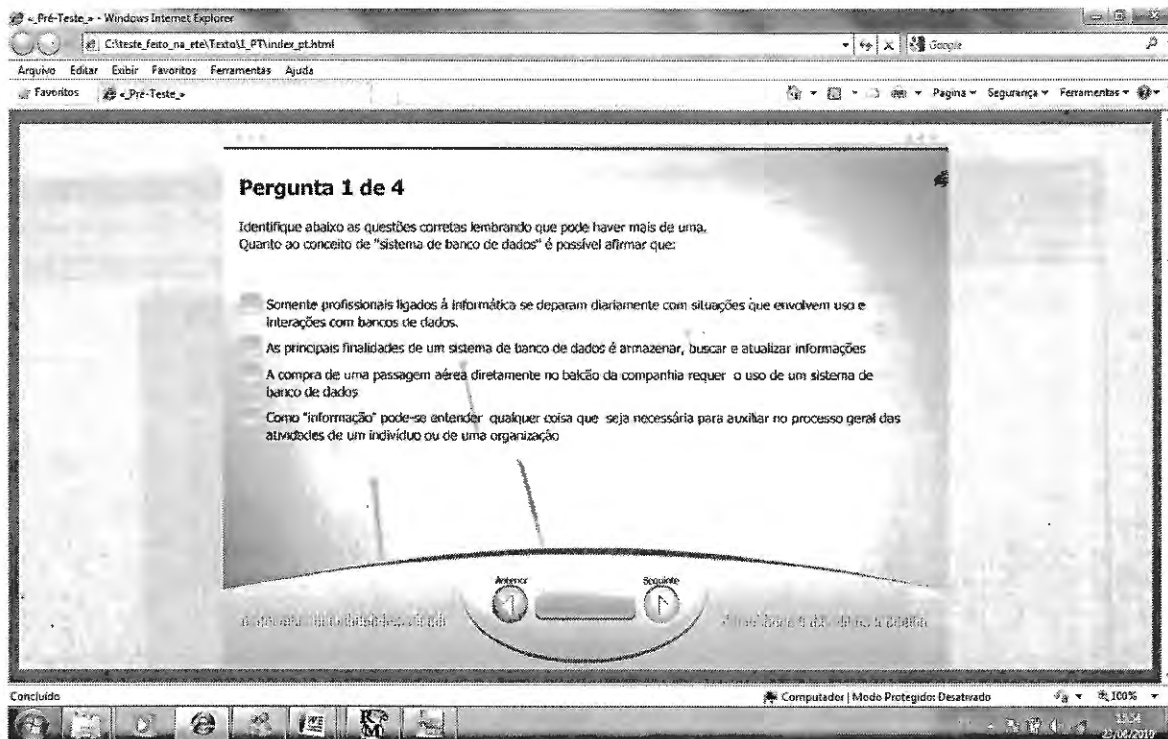


Figura 11- Primeira pergunta do pré-teste

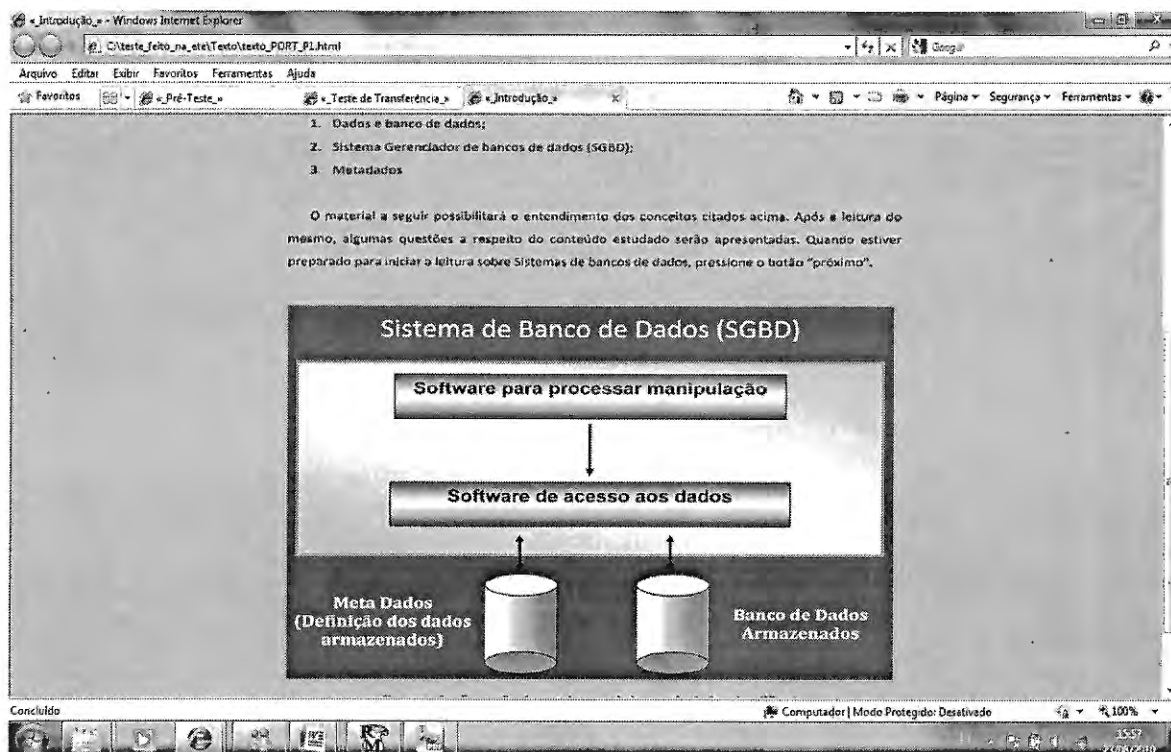


Figura 12 - Conteúdo instrucional do modo gráfico + texto

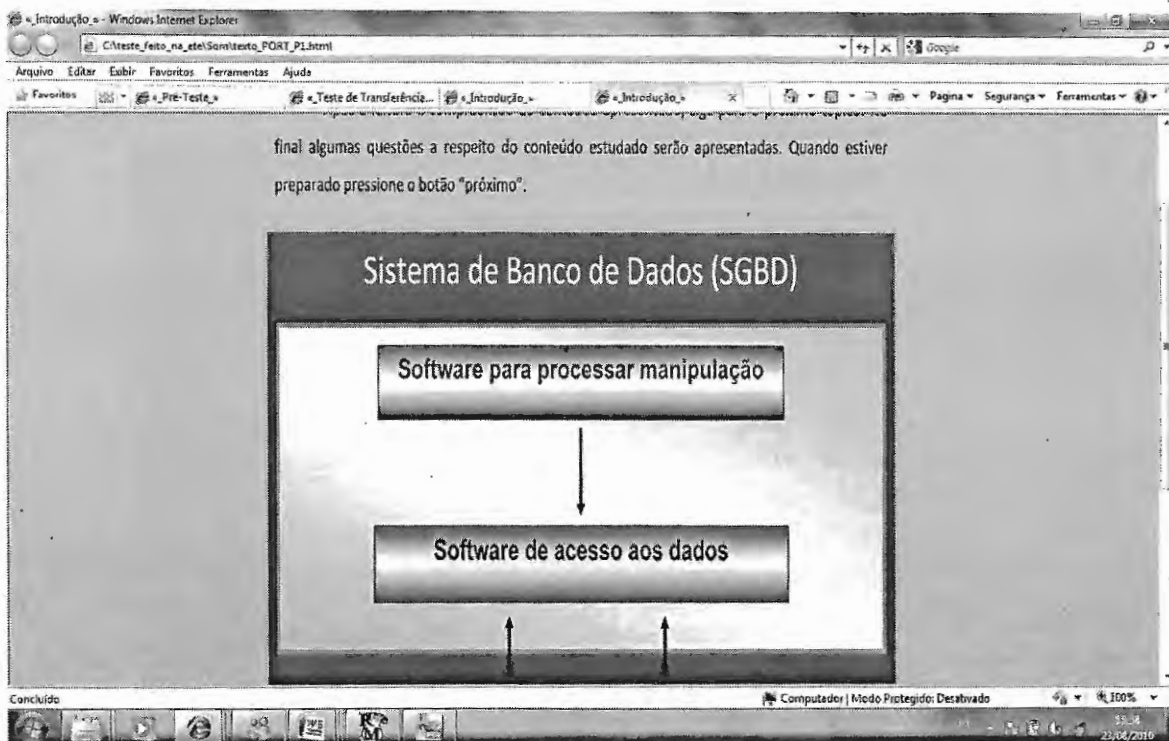


Figura 13 - Conteúdo instrucional do modo gráfico + áudio

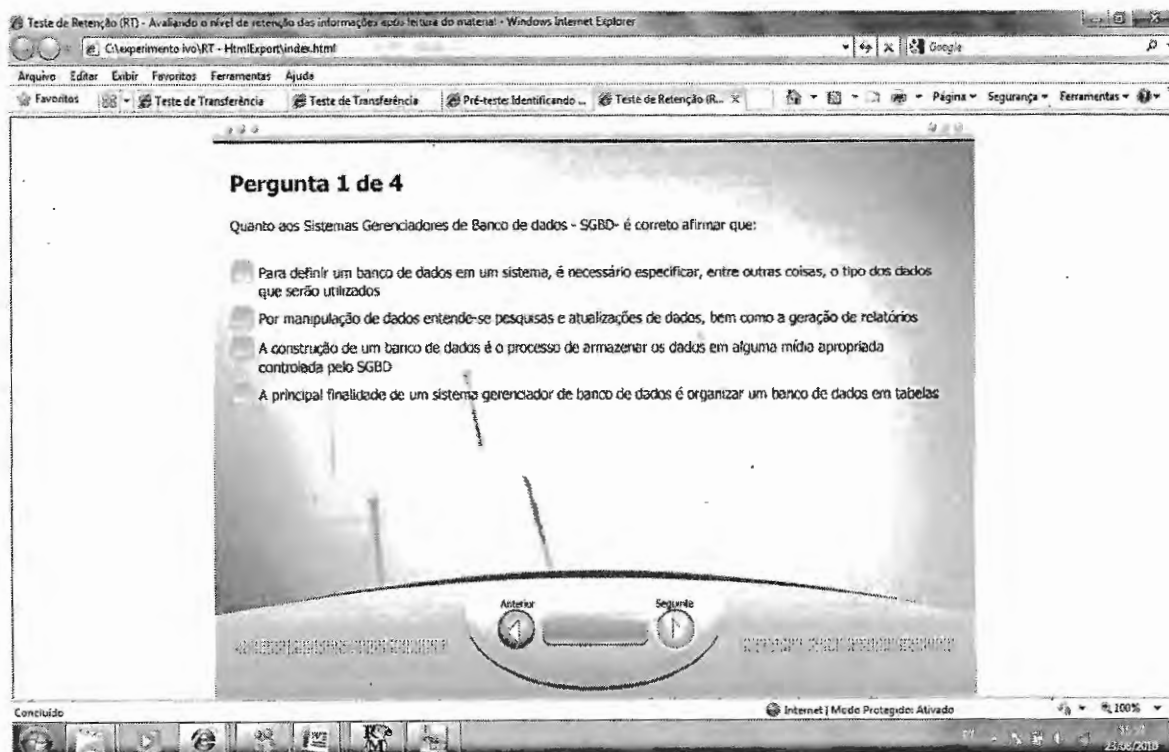


Figura 14 - Primeira pergunta do teste de retenção

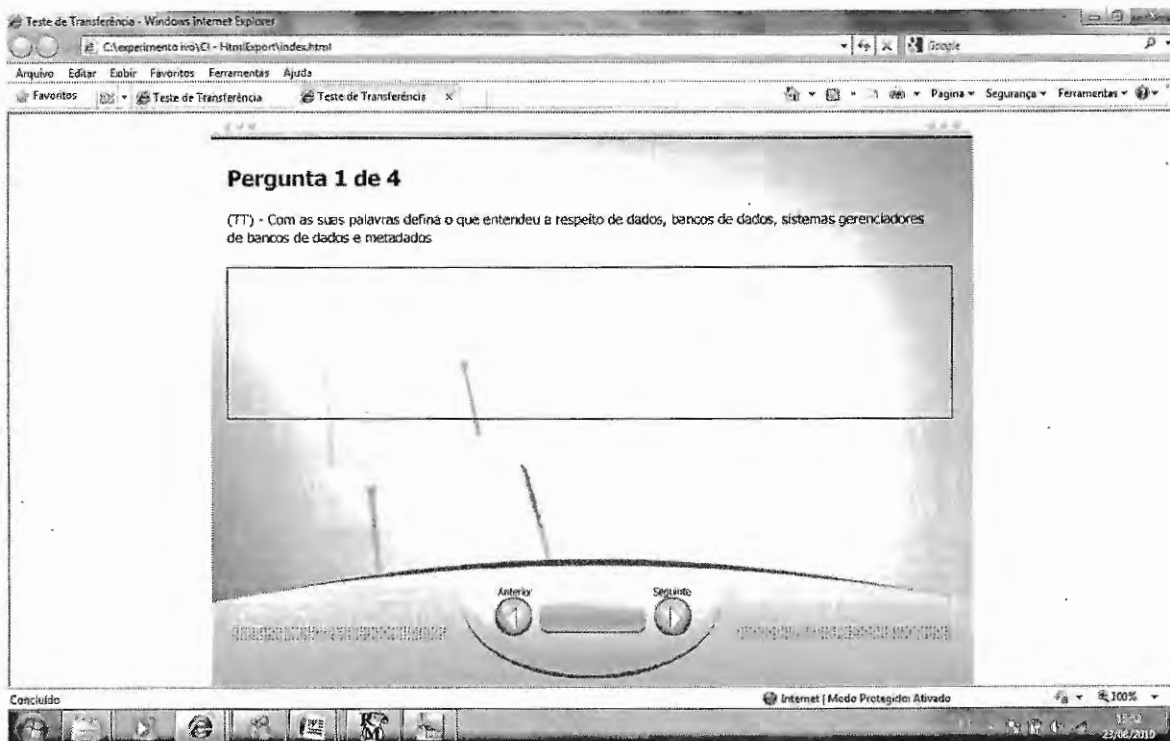


Figura 15 - Primeira pergunta do teste de transferência

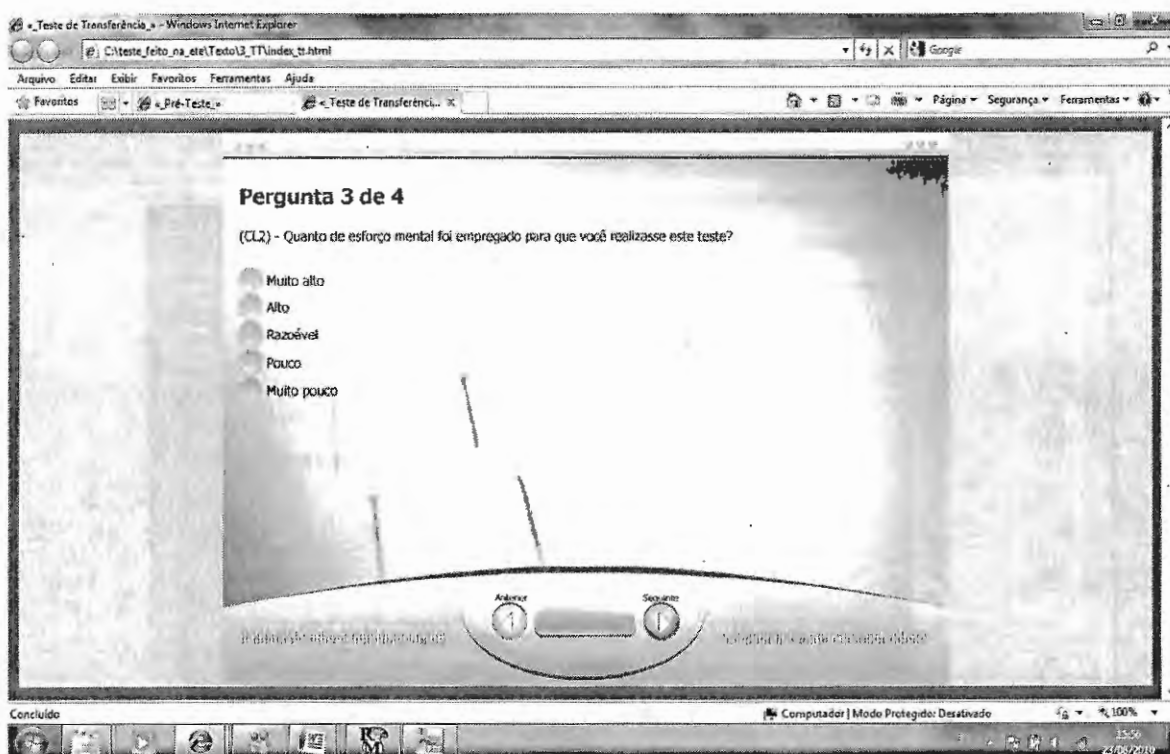


Figura 16 - Escala de medição da carga cognitiva segundo a percepção do estudante